# Tópicos especiais em Ciência Animal II

COLETÂNEA DA DA 11 JORNADA
CIENTÍFICA DA PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS YETERINÁRIAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESPÍRITO SANTO



Agência Brasileira do ISBN ISBN 978-85-61890-36-0

Bruno Borges Deminicis Carla Braga Martins



### Bruno Borges Deminicis Carla Braga Martins (ORGANIZADORES)

Coletânea da II Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo

Alegre, ES

**CAUFES** 

2013

©Copyright by Autores e Organizadores, Alegre (ES), 2013.

Todos os direitos reservados.

Revisão de Texto: Bruno Borges Deminicis & Carla Braga Martins.

Editora: CAUFES.

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP) (Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Tópicos especiais em Ciência Animal II : coletânea da 2ª Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo : Alegre, (ES), de 28 a 29 de novembro / Bruno Borges Deminicis, Carla Braga Martins, organizadores. – Alegre, ES : CAUFES, 2013.

321 p.: il.

ISBN: 978-8562890-36-0

Universidade Federal do Espírito Santo - Congressos.
 Ciências Veterinária - Pós-graduação - Resumos.
 Medicina Veterinária.
 Zootecnia.
 Simpósio.
 Espírito Santo (Estado).
 Deminicis, Bruno Borges.
 Martins, Carla Braga.
 Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (2.: 2013 : Alegre, ES).

CDU: 619



Obra editada com recursos do Governo do Estado do Espírito Santo

## VENDA PROIBIDA



# Tópicos especiais em Ciência Animal II

Coletânea da II Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo (1., 2013, Alegre, ES)

Local e Data de Realização

Auditório do CCA UFES, Alegre, ES 28 A 29 de novembro de 2013

#### REITOR

REINALDO CENTODUCATTE

**DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**JULIÃO SOARES DE SOUZA LIMA

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA JOSEVANE CARVALHO CASTRO

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA LOUISIANE DE CARVALHO NUNES

#### COMISSÃO ORGANIZADORA

CARLA BRAGA MARTINS
BRUNO BORGES DEMINICIS
GRAZIELA BARIONI
PATRÍCIA DO ROSÁRIO RODRIGUES
DIEFREY RIBEIRO CAMPOS
INGRID BROMERSCHENKEL
FERNANDA ADAMI RIBEIRO
DIEFREY RIBEIRO CAMPOS
ÍTALO CÂMARA DE ALMEIDA
YURI BARBOSA GUERSON



### PROGRAMAÇÃO CIENTÍFICA

#### Dia 28/11/2013 - Quinta-feira

18:30 Abertura Oficial

19:30-21:00 Palestra de Abertura: Oratória

Palestrante: Prof. Dr. Wendel Sandro de Paula Andrade - Professor Adjunto da Universidade Federal do Espírito Santo, Coordenador de Extensão do DCFM/ CCA/UFES

21:00 Confraternização

#### Dia 29/11/2013 - sexta-feira

8:00-9:50 Palestra: Nutrição em animais de companhia

Palestrante: a definir

9:50-10:10 Coffee break

10:10-12:00 Palestra: Controle da emissão de gases na pecuária Brasileira

Palestrante: Tiago Zanett Albertini - Doutorando ESALO - USP.

12:00-13:30h - Almoço

13:30- 15:30 Palestra: Como redigir um artigo científico.

Palestrante: Dr. Lícius de Sá Freire - FIPER] - Fundação de pesca do estado do Rio de Janeiro.

15:30-15:45 Coffee break

15:50-18:00 Apresentação oral dos trabalhos científicos

18:00 - 18:20 Coffee break.

18:20 - 19:30 Apresentação dos trabalhos científicos sob forma de pôster.

19:30 Encerramento e Premiação dos três melhores trabalhos científicos

### INSCRIÇÕES

O evento é aberto a alunos de Pós-graduação e de graduação em Ciências Biológicas, Medicina Veterinária, Zootecnia e áreas afins.

As inscrições são gratuitas e podem ser feitas através do site: http://jomadaposufes.webnode.com/

### TRABALHOS CIENTÍFICOS

Data limite para submissão dos resumos: 28/10/2013. Serão aceitos resumos relacionados ao projeto de pesquisa do aluno de pós graduação e projetos de pesquisa de alunos da graduação.

Para o envio de trabalhos pelo menos um dos autores deve estar inscrito no evento, sendo aceito, no máximo, três trabalhos por autor. Não serão aceitos revisões de literatura e relatos de caso. Normas para submissão do resumo disponíveis no site:

http://jornadaposufes.webnode.com/trabalhoscientificos/

> PREMIAÇÃO DOS MELHORES TRABALHOS

# Tópicos especiais em Ciência Animal II

# SUMÁRIO

Prefácio	1
Capítulo 1 - Aditiros na alimentação de não ruminantes	5
Capítulo 2 - Ancilostomíase e toxocaríase em cães e gatos	16
Capítulo 3 - Aspectos hormonais da inseminação Artificial em Tempo Fixo em fêmeas bovinas	25
Capítulo 4- Criopreservação de sêmen em equinos: aspectos relevantes	34
Capítulo 5- O gênero Brachiaria e seu melhoramento genético	43
Capítulo 6- Dinâmica da regulação de ingestão voluntária em ruminantes	52
Capítulo 7- Doença Periodontal e Endocartite Infecciosa em Cães	64
Capítulo 9- Hemoncose ovina: aspectos importantes no diagnóstico	88
Capítulo 10- importância da imunidade passiva para o neonato equino	99
Capítulo 11- Necanismos de fibrogênese hepática em borinos com fasciolose crônica	110
Capítulo 12- Métodos de avallação do consumo de forragem por animais em ambientes de	
pastagens	120
Capítulo 13- Parámetros para araliação de bem estar, desempenho e qualidade do ar em	
instalações zootécnicas	138
Capítulo 14-Produção de leite a pasto no centro-sul brasileiro	14E
Capítulo 15- Uso de glicerina na alimentação de ares	160
Capítulo 16- Testes para avaliação da qualidade de sementes de mucuna preta	175
Capítulo 17- Exame Neurológico em Equinos	183
Capítulo 18- Monensina sódica para borinos	200
Capítulo 19- probióticos na alimentação de ruminantes	211
Capítulo 20- importância de cães assintomáticos para leishmaniose tegumentar americana	22
Capítulo 21- Efeitos do tratamento com anti inflamatórios não esteroidais no desenvolvimento	
folicular em éguas	23
Capítulo 22- Atividades terapêuticas da Maytenus ilicifolia mart. ex reiss (CELASTRACEAE)	24
Capítulo 23-Suplementação lipídica alimentar e seus efeitos sobre a reprodução	25
Capítulo 24- Resumos apresentados na 11 Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências	
Yeterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo	27

# Tópicos especiais em Ciência Animal II

## SUMÁRIO DOS RESUMOS

NUTRICIONALS SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE LEITÔES DESMANADOS AOS 28 DIAS	273
REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA DE DIARRÉIA E MELHORIA DO TEMPO DE TRÂNSITO DAS DIGESTAS NO TRATO GASTRINTESTINAL DE LEITÕES ALMENTADOS COM DIFERENTES RAÇÕES CONTENDO ENZIMAS EXÓGENAS	27
EFEITO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE PASTEJO SOBRE A COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DA FORRAGEM. DE PASTOS DE CAPIN-MARANDU, MANEJADOS COM INTERIALO ENTRE DESFOLHAS FIXO OU VARIÁYEL.	275
EFEITO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE MANEJO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO DOSSEL DE PASTOS DE CAPIN-HARANDU MANEJADOS COM INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA OU INTERIALO FIXO DE PASTEJO	276
EFEITO DA ADUBAÇÃO MTROGENADA SOBRE A ALTURA, COBERTURA DO SOLO E MASSA DE FORRAGEM DE GRAMA ESTRELA AFRICANA SOB PASTEJO	277
DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÉMICA EM FELINOS DETERMINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO ENERGÉTICO DE YACAS GIROLANDAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO	278 279
DETERNIVAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO DE MINERAIS DE YACAS MESTIÇAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO	280
DESEMPENHO DE YACAS MESTIÇAS MANEJADAS EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU. COM INTERIALO ENTRE DESFOLHAS FIXO OU YARIÁYEL	281
DESEMPENHO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 ASSOCIADO A NIVEIS CRESCENTES DE CONCENTRADO	282
COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PH. E PERDAS MUTRICIONAIS DURANTE A FERMENTAÇÃO DE SILAGENS DE CANA DE AÇÚCAR COM DIFERENTES ADITIVOS	283
COMPORTAMENTO INGESTINO E CONCUMO DE NUTRIENTES DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 ASSOCIADO A MÍREIS CRESCENTES DE CONCENTRADO	284
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE AYALIAÇÃO CORPORAL E PREYALÊNCIA DA OBESIDADE FELINA EM ALEGRE — ES	285
CEPAS PATOGÊNICAS DE ESCHERICHIA COLI DE CONTEÚDO INTESTINAL DE LEITÕES ALIKENTADOS COM DIFERENTES DIETAS CONTENDO COMPLEXO MULTIENZIMÁTICO ALLZYME SSP*	286
CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO REPRODUTIVO DE PROPRIEDADES DA AGRICULTURA FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE ALEGRE, ESTADO DO ESPRÍTO SANTO	287

CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO DA ORDENHA E TRANSPORTE DO LEITE NA MICRORREGIÃO DO CAPARAÓ	288
AYALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A ESTIMATIYA DE CONSUMO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 ASSOCIADO A MIEIS CRESCENTES DE CONCENTRADO	289
AYALIAÇÃO DE HÍBRIDOS SEXUAIS DE Brachiaria spp.	290
Proechinys gwannensis COMO POTENCIAL RESERVATÓRIO PARA LEISHHAMOSE TEGUMENTAR AMERICANA	291
PREPARAÇÃO DE EXTRATOS, ÓLEO ESSENCIAL E IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS DE PLANTAS MEDICINAIS PARA USO EXPERIMENTAL E MEDICINAL	292
PERFIL DA PRODUÇÃO DE LEITE EMPROPRIEDADES RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR NA MICRORREGIÃO DO CAPARÃO, ESTADO DO ESPIRÍTO SANTO	293
DIFERENTES PERÍODOS DE COALINENTAÇÃO PARA PÓS-LARIAS DE ACARÁ BANDEIRA	294
DETERHINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO PROTEICO DE VACAS GIROLANDAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO	295
YARIAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO ERITROGRAMA E PROTEINA PLASMÁTICA TOTAL EM EQUINOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NO PERÍODO NEONATAL	296
USO DO GLICOSÍNETRO PORTÁTIL PARA A NENSURAÇÃO DA GLICENIA EM ÉGUAS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NO PERÍODO NEONATAL	297
SUBSTITUIÇÃO DA SOJA PELA CANOLA EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILAPIA	298
RENDINENTO DE CARCAÇA DE PACU (Piaractus mesopotamicus) SEM DEPURAÇÃO E APÓS 24 HORAS DE DEPURAÇÃO,	299
REIDINENTO DE CARCAÇA DE PACU (PIARACTUS NESOPOTANICUS) COM ABATE INEDIATO E APÓS 48 HORAS DE DEPURAÇÃO	300
RENDINENTO DE CARCAÇA DE PACU (Plaractus mesopotamicus) ABATIDO SEM DEPURAÇÃO E APÓS 72 HORAS DE DEPURAÇÃO,	301
PREYALÊNCIA, PREDILEÇÃO AVATÓNICA, SAZONALIDADE E PERDAS ECONÓNICAS DA CISTICERCOSE BOYINA NO ESTADO DO ESPÍRITO SAVTO, NO PERÍODO DE 2009 A 2012	302
PREVALÊNCIA DA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM FELINOS NO MUNICÍPIO DE ALEGRE-ES	303
PARÂHETROS CLÍMCOS E PARASITOLÓGICOS DE OYNOS SUBHETIDOS À INFECÇÃO ARTIFICIAL COH LARIAS DE TRICOSTRONGLÍDEOS	304
O SEXO DO CONCEPTO INFLUENCIA NO TEMPO GESTACIONAL DE ÉGUAS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR?	<i>30</i> 5

NÍVEIS PROTEICOS NO NÚNERO DE OVOS EN DESOVAS DO ACARÁ BANDEIRA EN LABORATÓRIO*	306
NÍVEIS PROTEICOS NO NÚNERO DE DESOVAS DO ACARÁ BANDEIRA EN LABORATÓRIO*	307
UNEIS PROTEICOS NO GANHO DE PESO DE MATRIZES DE ACARÁ BANDERA EM LABORATÓRIO	308
NÍIEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS OU NÃO COM RACTOPAMINA PARA SÚMOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NO PERÍODO DE VERÃO <sup>1</sup> ,	309
KÉTODOS DE FORHAÇÃO DE CONSÓRCIO ENTRE Brachlaria humidicola, Stylosanthes cv. CAMPO GRANDE E/OU. Desmodium ovalifolium	310
HELKINTOFAUNA EK. Chelonia mydas NO LITORAL SUL DO ESPÍRITO SANTO	312
ESTRATÉGIA ALIMENTAR PARA PÓS-LARIAS DE ACARÁ BANDEIRA	313
EPIDEHIOLOGIA DA PAPILOHATOSE BOYINA NO REBANHO LEITEIRO DO HUNCÍPIO DE ALEGRE ESPIRITO SANTO, 2013.	314
EFICÁCIA DE TRÊS DIFERENTES ASSOCIAÇÕES DE ANTI-HELMINTICOS NO TRATAMENTO DE CÂES INFECTADOS NATURALMETE COM <i>Anculadoma sp</i>	315
EFICÁCIA DA ASSOCIAÇÃO DE PAMOATO DE PIRANTEL E PRAZIQUANTEL NO CONTROLE DE Ancylodoma qu E Toxocara cadá EM, GATOS NATURALMENTE INFECTADOS	316
EFEITO DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO EM SISTEMA SILVIPASTORIL SOBRE A DENDROMETRIA DO EUCALIPTO	317
DETERNINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO PROTEICO DE YACAS GIROLANDAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO	318
ASPECTOS RELEVANTES NO DESENVOLVIMENTO DE FOLÍCULOS PRÉ-OVULATÓRIOS EM ÉGUAS TRATADAS COMMELOXICAM E FEMLBUTAZONA	319
AVÁLISE DO PERFIL FITOQUÍMICO DE Euphorbia tinucalli PARA USO EM EXPERIMENTAÇÃO	320
A LUA INFLUBNCIA NO PARTO DAS EGUAS?	321



### II Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Yeterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo Alegre - ES, 28 a 29 de novembro de 2013,

A II Jornada Científica da Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo realizou-se nos dias 28 e 29 de novembro de 2013.. O público alvo do evento foram alunos da Pós Graduação das áreas de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Zootecnia. A jornada inicialmente em 2012 foi criada com o objetivo de atualizar os participantes com os mais novos avanços técnicos e científicos das áreas nutrição e reprodução animal, e do diagnóstico e terapêutica das enfermidades clínico-cirúrgica, porém este ano o evento ganhou corpo de forma que buscamos aprimorar o seu formato e o conteúdo das palestras para que atendesse a demanda, principalmente, dos Pós-Graduandos em Ciências Veterinárias da UFES.

Os Anais do Simpósio contidos nesta obra estão numa forma totalmente nova e científica. Estão numa forma de compêndio, seguindo as normas bibliográficas, com capa, sumário, trabalhos organizados em páginas numeradas sequenciais, identificação do evento em todas as páginas, constituindo o livro de resumos eletrônico. O arquiro dos Anais está num formato aberto, o que permite um pleno uso dos textos e figuras, obviamente sempre respeitando o direito dos autores a terem os devidos créditos. A atenção e o esmero com que recepcionamos os congressistas dá a plena sensação a todos de estarem num ambiente que, embora denso de trabalhos, é amistoso e alegre, organizado e eficiente,

O futuro é sempre uma incógnita, mas uma certeza o permeia, é que Sventos como este, que continuarão a trazer Tecnologia para o crescimento e desenvolvimento da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo, contribundo sobremaneira para o desenvolvimento do Estado do Espírito Santo.

A todos os que submeteram e revisaram trabalhos, organizaram e auxiliaram nas sessões, atuaram nas atividades quotidianas de planejamento e execução, apoiaram, patrocinaram, prestaram serviços, vieram à Jornada, ou vierem a acessar o conteúdo desta obra, gostaríamos de externar nossos agradecimentos. Como sinal concreto desse agradecimento, presenteamos a todos com estes Anais da II Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

Bruno Borges Demínicis & Carla Braga Martins



# Capítulo 1 - Aditivos na alimentação de nao ruminantes

## Talita Pinheiro Bonaparte<sup>1</sup>, Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares<sup>2</sup>, Júlio Francisco Valiati Marin<sup>3</sup>, José Geraldo Vargas Junior<sup>4</sup>

#### Introdução

A formulação de dietas de qualidade e custo reduzido, por profissionais da nutrição animal, está altamente relacionada com o sucesso da atividade, tornando o setor eficiente e competitivo, uma vez que os custos com alimentação respondem por 60 a 70% dos custos de produção animal. Para tanto, a utilização de modernos compostos, advindos da biotecnologia, é primordial, pois podem aumentar a produtividade e/ou reduzir os custos de produção (Araújo et al., 2007).

O fornecimento de rações adequadamente balanceadas deve reduzir o estresse, minimizar deficiências nutricionais, melhorar a competência imunológica e produzir carcaça de qualidade, com melhor desempenho e maior lucratividade. Com finalidade de assegurar que os nutrientes sejam ingeridos, digeridos, protegidos da destruição pela acidez do estômago, absorvidos e transportados às células do organismo, são incluídos na dieta aditivos, na sua maioria, não nutritivos, em quantidades e concentrações ótimas, com a finalidade de melhor balanceamento dos nutrientes da dieta (Butolo, 2010).

#### 1. Função e classificação dos aditivos

Aditivos são todas substâncias ou microorganismos intencionalmente incorporados aos alimentos para animais, que não sejam prejudiciais aos animais e ao homem, não deixem resíduos nos produtos de consumo, não contaminem o meio ambiente e que sejam utilizadas de acordo com normas estabelecidas. Substâncias essas, que tenham ou não valor nutritivo, que afetem ou melhorem as características do alimento, dos produtos animais ou do desempenho zootécnico (Sousa e Silva, 2008).

Para utilização dos aditivos como microingredientes de alimentação são considerados aspectos como a melhoria do desempenho de maneira efetiva e econômica; sua eficiência mesmo quando adicionado em pequenas dosagens; ausência de resistência cruzada com outros microingredientes de alimentação; não podem ser tóxicos, mutagênicos ou carcinogênicos nas dosagens recomendadas para animais e seres humanos e não devem ter efeitos deletérios ao ambiente. Podem ser classificados quanto à sua natureza e função científica na nutrição e divididos em classes com modo de ação específico ou característica funcional (Butolo, 2010).

#### 1.1. Classe Pró-Nutrientes

Os pró-nutrientes apresentam efeitos no desempenho animal, pois atuam

<sup>1</sup> Doutoranda em Ciência Animal do LZNA/ CCTA/ UENF, Campos – RJ; <sup>2</sup>Professora do LZNA/ CCTA/ UENF, Campos – RJ; <sup>3</sup>Mestrando do PPGCV/ CCA/ UFES, Alegre – ES; <sup>4</sup>Professor do PPGCV/ CCA/ UFES, Alegre – ES.

-

aumentando a eficiência de utilização dos nutrientes. São considerados microingredientes de alimentação de origem vegetal ou animal, utilizados oralmente em pequenas quantidades em seu estado natural, fresco ou preservado, bem como produtos derivados de processamentos industriais, substâncias orgânicas ou inorgânicas, utilizadas isoladamente ou em misturas, e que promovem os valores intrínsecos da mistura de nutrientes em uma dieta animal.

#### 1.2. Classe Coadjuvantes de Elaboração

Os aditivos classificados como coadjuvantes de elaboração modificam as características físicas dos alimentos, tais como cor, odor, consistência e dureza de alimentos peletizados ou extrusados e estado de conservação, devendo ser livres de contaminantes que possam prejudicar o estado nutricional dos animais. Na elaboração da ração de acordo com Butolo (2010), possuem funções específicas na melhoria do processo industrial, conservação e proteção dos alimentos durante o processo, estocagem e consumo pelos animais, mantendo e conservando as suas características físicas e organolépticas.

#### 1.3. Classe Profiláticos

Os aditivos profiláticos são adicionados à ração de maneira preventiva, seja com finalidade de evitar a oxidação de vitaminas ou o aparecimento de enfermidades ou intoxicações causadas pela presença de organismos patogênicos (bactérias, fungos, leveduras, protozoários), que normalmente podem estar presentes nos ingredientes que compõe o alimento destinado aos animais.

#### 2. Aditivos

#### 2.1. Acidificantes/conservantes

São ácidos orgânicos ou inorgânicos adicionados à dieta visando a redução do pH gástrico e intestinal, aumentando a atividade de enzimas proteolíticas, com o objetivo de melhorar a digestão e absorção de nutrientes e dificultar a colonização de bactérias patogênicas sensíveis a menores valores de pH, como *Salmonela* e *Escherichia coli*. De acordo com Van Immerseel et al. (2006), os ácidos orgânicos promovem ativação das enzimas proteolíticas, alterações no pH intestinal e melhora na produção de sais biliares, além de modificarem a microbiota gastrintestinal, melhorando o funcionamento do aparelho digestório resultando em maior absorção de nutrientes.

Ao melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal favorecem ao hospedeiro, com redução das necessidades de defesa, fornecendo energia com baixo incremento calórico. Os principais ácidos orgânicos utilizados são: fórmico, acético, propiônico, lático, fumárico e cítrico (Coloni, 2012)

Corassa et al. (2012) ressaltaram que a finalidade do uso dos ácidos orgânicos na alimentação é alterar de maneira natural o status sanitário e nutricional a partir do perfil microbiano do trato intestinal do animal. Freitas et al. (2006) afirmam que o uso de acidificantes na ração reduzem a frequência de diarreia e melhoram o desempenho animal ao expressar atividade antimicrobiana no estômago uma vez que o ácido não ionizado se difunde através da membrana da bactéria e em seu interior, dissocia-se causando acidificação do citossol, comprometimento da atividade celular e morte da bactéria.

Com adição de ácidos orgânicos na alimentação há a diminuição do pH gástrico, e consequentemente, menor trânsito intestinal (maior retenção gástrica) e aumento da atividade de enzimas proteolíticas. Devido à menor taxa de esvaziamento gástrico, muitas moléculas de

proteínas podem ser mais hidrolisadas, havendo efeito benéfico sobre a digestão, absorção e retenção dos aminoácidos (Gabert e Sauer, 1994), levando a maior atividade da pepsina e, consequentemente, maior digestão das proteínas.

Normalmente, se adiciona de 0,5 a 1,5% às rações. No entanto, a quantidade do acidificante a ser adicionado ao alimento dependerá do seu pH e de sua capacidade tamponante. Quanto a forma física dos ácidos orgânicos, podem ser na forma líquida ou na forma de sais, apresentando menor odor indesejável e maior facilidade de manuseio na fabricação das rações por serem sólidos, menos voláteis e menos corrosivos. A manipulação dos acidificantes deve ser feita com todas as precauções, uma vez que são corrosivos e irritantes da pele e das mucosas.

#### 2.2. Adsorventes

Para atenuar o efeito das micotoxinas sobre o organismo animal tem se utilizado suplementos adicionados aos alimentos destinados aos animais, que não são absorvidos no trato gastrintestinal e adsorvem as micotoxinas (Swamy, 2005) de modo a transportálas para fora do trato digestivo, impedindo dessa maneira que ocorra intoxicação. Adsorventes inorgânicos e orgânicos têm sido estudados no controle da biodisponibilidade das micotoxinas (Dawson et al. 2006).

Os adsorventes inorgânicos têm mostrado adsorver micotoxinas específicas e são relativamente baratos e inertes a um nível nutricional (Van Kessel e Hiang-Chek, 2001). Eles incluem alumino silicatos hidratados de sódio e cálcio, zeolitas, bentonitas, sílicas específicas e carvão ativado (Wyatt, 1991). Outra estratégia disponível para atenuar o efeito de micotoxinas é usar a capacidade adsortiva dos complexos orgânicos, como carboidratos presentes na parede celular da levedura.

Os adsorventes ligando-se às micotoxinas por adsorção física, com ligação relativamente fraca, envolvendo as interações de van der Waals e a ligação com hidrogênio ou por adsorção química, com interação mais forte, que envolve a ligação iônica ou covalente. A eficiência do adsorvente depende da sua própria estrutura química e também das características da micotoxina (Huwig et al., 2001). Phillips et al. (1990) observou que o HSCAS demonstrou apresentar elevada afinidade para a aflatoxina B1. Quando adicionado à ração a uma concentração de 0,5% em dietas para aves contendo 7,5 mg/Kg de AFB1, o efeito de inibição do crescimento destes animais foi diminuído significativamente.

Ao definir-se o tipo de adsorvente a ser utilizado, outro ponto que deve ser destacado é a sua polaridade, que está ligada ao pH, se o mesmo é polar, capaz de adsorver somente a aflatoxina ou se é bipolar, capaz de adsorver um espectro maior de micotoxinas (Butolo, 2010), além disso, é fundamental que os adsorventes não adsorvam nutrientes, tais como, vitaminas e microminerais no trato gastrintestinal.

#### 2.3. Aglutinantes

Suplementos naturais ou artificiais, adicionados aos alimentos destinados aos animais, que auxiliam e aumentam a capacidade de peletização dos ingredientes, melhorando a qualidade do pellete, aumentando a produtividade no processamento. Segundo Storebakken e Austreng (1987), são polímeros não digeridos ou desintegrados pelos animais não ruminantes, que podem atuar na manutenção da forma física do pellete. Storebakken (1985) afirma que os aglutinantes são conhecidos por reduzir a digestibilidade em truta, sendo que, em outras espécies, influenciam no conteúdo de umidade das fezes, na velocidade de passagem pelo trato digestivo, na ingestão de alimento, no balanço de minerais e no crescimento. De acordo com Balazs (1973), o uso de aglutinantes fica limitado em função do seu preço, da disponibilidade, das características físico-químicas do material envolvido e da eficiência do equipamento

empregado.

Com adição dos aglutinantes na ração ocorre diminuição da produção de finos e consequentemente do desperdício, há distribuição dos nutrientes de forma uniforme, melhoria da digestibilidade dos nutrientes através da ação mecânica e térmica e redução da quebra dos pellets durante o transporte, garantindo maior qualidade da ração.

A proteína isolada de soja é muito utilizada em alimentos para cães e gatos e aumenta a capacidade de peletização. Outros suplementos utilizados como aglutinantes, com propriedades agregantes, são o lignosulfonato e o polimetilocarbamida, específico para alimentos destinados a peixes e camarões, dentre as argilas, a mais utilizada é a bentonita de sódio.

#### 2.4. Anticoccidianos

A Coccidiose é causada por protozoários dos gêneros Eimeria, Isospora, Neospora, Sarcocystis Toxoplasma e Cryptosporidium, que vivem intracelurlamente e podem acometer o trato gastrintestinal dos animais. Na maioria das vezes, se manifesta na forma subclínica e resulta geralmente em retardo do crescimento, diminuição do ganho de peso e alta na conversão alimentar sem causar mortalidade (Pirágine, 2010), em casos específicos se manifesta na forma clínica causando diarreia e morte.

Os compostos mais utilizados atualmente são divididos em duas categorias: os quimioterápicos (compostos químicos sintéticos) e os ionóforos (produzidos a partir da fermentação de vários microorganismos). Os compostos químicos alteram o metabolismo das coccídias impedindo sua multiplicação por influir no metabolismo da parede celular ou metabolismo interno, enquanto os ionóforos agem alterando o equilíbrio sódio/potássio da coccídia. O metabolismo celular fica alterado, levando à morte (Butolo, 2010).

#### 2.5. Antifúngicos

Os antifúngicos são substâncias utilizadas com a finalidade de prevenir ou eliminar a presença de fungos em matérias primas e rações destinadas à alimentação animal, evitando que haja produção de micotoxinas, assim como perdas em valor nutritivo. Segundo Butolo (2010) os fungos que crescem nos alimentos destinados aos animais, podem produzir oxidação de vitaminas e de lipídeos, além de reduzir o nível de energia do alimento, alterar o seu perfil de aminoácidos, gerando problemas metabólicos e resultando em um baixo rendimento do animal que está ingerindo esse alimento.

Na medida em que o fungo utiliza glicose da ração para crescer, como fonte de energia, consome oxigênio do ambiente gerando dióxido de carbono e água como produtos finais do processo de crescimento. O fungo ao produzir água assegura o seu crescimento contínuo, pois a água não será mais limitante.

Alguns exemplos de antifúngicos são o acido propiônico e seus sais, formaldeído, diacetato de sódio, acido sórbico e violeta de genciana (Bellaver, 2005). Uma vez absorvido pela célula fúngica, os antifúngicos ácidos se dissociam resultando no acúmulo de ânions polares dentro da célula. Na tentativa de reestabelecer a homeostase celular o fungo inicia um processo de retirada dos prótons (K<sup>+</sup>) acumulados em seu interior pela ação da bomba de ATPase, que, por ser um processo ativo, promove o esgotamento e morte do fungo.

#### 2.6. Antioxidantes

Os antioxidantes são produtos sintéticos ou naturais, capazes de neutralizar os radicais livres e inibir ou retardar a oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados, que compõem os óleos e as gorduras utilizadas na alimentação animal. Fatores como

temperatura, enzimas, presença de enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres.

Rutz e Lima (1994) enfatizam que a oxidação é um processo autocatalitico e desenvolve-se em aceleração crescente. O radical livre em contato com oxigênio molecular forma um peróxido que, em reação com outra molécula oxidável, induz a formação de hidroperóxido e outro radical livre. Os hidroperóxidos dão origem a dois radicais livres, capazes de atacar outras moléculas e formar mais radicais livres. As moléculas formadas, contendo o radical livre, ao se romperem formam produtos de peso molecular mais baixo (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos odores da rancificação (Adams, 1999).

A ação dos antioxidantes se dá normalmente, retardando o início da peroxidação. As vezes competindo com o sítio de ligação do O<sub>2</sub>, bloqueando a reação inicial através da destruição ou complexação dos radicais livres contendo oxigênio ativo, inibindo o processo catalítico da oxidação, entre outras como descrito por Butolo (2010).

Os antioxidantes sintéticos mais comuns utilizados na alimentação animal são o BHT (butil-hidroxi-tolueno) e etoxiquin (6 etoxi-1 ,2-dihidro-2,2,4-trimetil quinolina), o etoxiquina é aprovado para ser usado somente em rações animais. Atualmente temos observado questionamentos no tocante à segurança dos antioxidantes sintéticos, o que tem direcionado a atenção para os produtos naturais como os tocoferóis, uma família de isômeros estruturais conhecidos coletivamente como Vitamina E.

No Brasil, o uso destes antioxidantes é controlado pelo Ministério da Saúde que limita 100 mg/g para BHT como concentraçãos máxima permitida. A legislação brasileira permite a adição de 300 mg/kg de tocoferóis em óleos e gorduras, como aditivos intencionais, com função de antioxidante.

#### 2.7. Aromatizantes / Palatabilizantes

Os aromatizantes, naturais ou artificiais, são substâncias adicionadas nos alimentos destinados aos animais para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas, para acrescentar aroma ao produto, conferindo maior aceitação e consumo devido aumento das atividades secretórias glandulares, favorecendo o aproveitamento do alimento pelo organismo. Bellaver (2000) afirmou que o aroma é em muitos casos indicador de qualidade do alimento, sendo sensorialmente possível detectar o aroma de alimentos naturais frescos, ou quando mofados, rancificados ou em putrefação. Os palatabilizantes têm a função de melhorar o paladar dos produtos, estimulando o seu consumo. Alguns produtos podem ter ambas as funções, como aromatizantes e palatabilizantes.

#### 2.8. Corantes

São substâncias que conferem ou intensificam a cor dos produtos utilizados no preparo de alimentos destinados aos animais, principalmente cães e gatos (pet food), classificados como coadjuvantes de elaboração e podem ser naturais, artificiais e inorgânicos (Bellaver, 2000).

Conforme descrito por Butolo (2010), quanto ao que se refere aos corantes artificiais, é muito importante o conhecimento da concentração mínima de pureza, porcentagem de substâncias voláteis à temperatura de 135°C, substâncias insolúveis em água, cloreto e sulfato de sódio, mistura de óxidos, mistura de elementos químicos, tais como, chumbo (Pb), arsênico (As), cobre (Cu), estanho (Sn) e zinco (Zn), sempre especificados como % máximas e % mínimas e a pureza do corante.

Segundo a resolução nº 04 de 24 de novembro de 1988 do Conselho Nacional de Saúde e do Ministério da Saúde, os corantes artificiais adicionados aos alimentos processados à base

de cereais não deverão exceder a 0,01 g / 100g de produto a ser consumido.

#### 2.9. Enzimas

As enzimas são consideradas microingredientes de alimentação e são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária com especificidade para determinado substrato e reação e que apresentam um sítio ativo que as permite atuar na catálise de reações químicas do metabolismo animal com disponibilização de nutrientes (Fireman e Fireman, 1998).

A ação das enzimas depende da concentração do substrato e da enzima, do ambiente que envolve temperatura, pH, umidade, presença de cofatores e inibidores (Campestrini et al., 2005), da espécie, idade e sanidade do animal, do fator antinutricional a ser degradado, do antagonismo das enzimas quando em combinações para que não haja prejuízo na digestibilidade de nutrientes (Fireman e Fireman, 1998).

Para melhorar a eficiência da utilização dos nutrientes contidos nos alimentos, as enzimas exógenas, como amilase,  $\beta$ -glucanase, endoxilanase, pectinase, pentosanase,  $\alpha$ -galactosidade, fitase, lipase e protease, são empregadas na alimentação animal para complementar as endógenas e/ou para suprir a deficiência daquelas enzimas sintetizadas em pequenas quantidades e/ou não sintetizadas (Campestrini et al., 2005).

A adição de enzimas exógenas é empregada como uma alternativa para potencializar o efeito das enzimas endógenas, aumentar o valor nutritivo de ingredientes alimentares com baixos coeficientes de digestibilidade (Fernandes e Malaguido, 2004) e que apresentam significativa fração de polissacarídeos não-amiláceos estruturais e/ou fatores antinutricionais, que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas, diminuindo, assim, a viscosidade da dieta.

A utilização de enzimas exige cuidados especiais porque geralmente são instáveis em altas temperaturas (70 a 75°C) e em alta umidade. Os níveis de inclusão podem variar conforme enzima ou complexo enzimático e recomendações do fabricante.

#### 2.9.1. Fitase

Dentre as enzimas utilizadas atualmente, a fitase é de grande importância, pois é uma fosfatase que hidrolisa o fitato a inositol e fosfato inorgânico, aumentando o uso de fósforo de origem vegetal e resultando em redução de 20 a 30% na excreção de fósforo pelas fezes. Alguns alimentos de origem vegetal apresentam teores altos de fósforo total, o qual está, em grande parte, indisponível para os animais, pois apenas 20-25% deste fósforo estão na forma disponível (NRC, 1998) e o restante se encontra na forma de fitato.

De acordo com Lehninger (1993), o fitato, devido ao seu grupo ortofosfato altamente ionizado, pode se complexar com alguns cátions (Ca, Mn, Fe, Cu e Zn), grupo amina de alguns aminoácidos (lisina, arginina e histidina) e, ainda, moléculas conjugadas de glicose, especialmente do amido. Este complexo caracteriza o fitato como fator antinutricional, pois diminui a disponibilidade de minerais, proteínas e energia.

#### 2.10. Pigmentantes

São substâncias adicionadas aos produtos destinados à alimentação animal, com a finalidade de intensificar a coloração dos produtos animais para consumo humano, classificados como pró-nutrientes, podendo ser naturais ou sintéticos.

Segundo Moura et al. (2011), devido às exigências de mercado, os pigmentantes naturais têm sido cada vez mais utilizados para potencializar a cor das gemas dos ovos. Os principais pigmentantes naturais utilizados no Brasil são os derivados do urucum (*Bixa orellana* L.), a óleoresina de páprica (*Capsicum annum*) e o extrato de pétala de marigold (*Tagetes erecta*).

A coloração amarela ou laranja nos tecidos gordurosos das aves, na gema de ovo ou nas pernas, bicos de frangos de corte e poedeiras são proporcionados pelos vários pigmentos carotenóicos existentes nesses ingredientes e o mais importante pigmento carotenóico nos ingredientes naturais é a xantofila.

O extrato de marigold apresenta aproximadamente 12 g/kg de xantofilas, sendo 80 a 90% de luteína, um carotenoide amarelo. A páprica apresenta entre 4 e 8 g/kg de xantofilas, sendo 50 a 70% capsantina, um pigmento vermelho-alaranjado (Galobart et al., 2004). Os pigmentos são absorvidos no íleo juntamente com os ácidos graxos, na forma de micelas, são esterificados e armazenados principalmente no tecido adiposo e na pele como hidroxicarotenoides (Pérez-Vendrell et al., 2001).

Existem pigmentos sintéticos, tais como a cantaxantina, citranaxantina, astaxantina e o apoester do ácido carotenóico, que podem substituir os pigmentos naturais (Butolo, 2010). A adição dos pigmentos sintéticos depende do nível de xantofila dos alimentos, principalmente quando em sua composição existe a presença do milho. Os pigmentos são destruídos pelo calor, pela oxidação e é muito importante a adição de antioxidantes para a preservação dos mesmos nos alimentos.

#### 2.11. Prebióticos

Os prebióticos são microingredientes de alimentação, geralmente carboidratos, que melhoram a saúde do animal hospedeiro por estimular o aumento de atividade bacteriana no intestino. Os frutoligossacarídeos e os mananoligossacarídeos são os oligossacarídeos mais utilizados na nutrição animal que atuam como prebióticos. Os frutoligossacarídeos beneficiam o crescimento de bactérias intestinais benéficas como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Já os mananoligossacarídeos, obtidos através da extração da parede celular de leveduras (Saccharomyces cerevisiae), se ligam à microrganismos patogênicos como a Salmonella sp impedindo a sua adesão ao epitélio intestinal (Andreatti Filho e Silva, 2005: Macari e Furlan, 2005).

Devido a preocupação com a resistência dos microorganismos aos antibióticos utilizados na alimentação animal, os prebióticos se tornaram alternativa ao uso dos promotores de crescimento, e têm sido utilizados como modulador intestinal microbiano, contribuindo para o desenvolvimento de bactérias que exercem efeitos benéficos sobre o hospedeiro, em detrimento de espécies prejudiciais (Gaggìa et al., 2010).

Pessoa et al. (2012) afirmam que os prebióticos não sofrem ação de enzimas digestivas na porção proximal do trato gastrintestinal de não ruminantes, e por não serem digeridos na porção superior do trato intestinal, são fermentados no cólon. Ao serem fermentados, exercem efeito de aumento de volume, como resultado da estimulação do crescimento microbiano, além de promoverem aumento no número de evacuações. Portanto, podem ser classificados como fibras dietéticas (Roberfroid, 2002).

#### 2.12. Probióticos

Os probióticos são suplementos de ração que não induzem resistência bacteriana na produção animal (Costa et al., 2011), compostos por agentes microbianos vivos, não patogênicos, que atuam manipulando a microbiota intestinal de forma benéfica a saúde do animal melhorando o equilíbrio microbiano do intestino (Pessoa et al., 2012).

Os probióticos disponíveis no mercado normalmente contêm cepas do gênero *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Enterococcus*. Esses produtos podem ter em sua composição culturas simples ou culturas múltiplas acima de oito espécies de bactérias. As preparações contendo múltiplas espécies são mais efetivas e abrangem uma ação mais ampla nas diversas espécies animais (Andreatti Filho e Silva, 2005). É importante que as bactérias sejam hospedeiro-específicas a fim de que a máxima eficácia do produto seja

atingida. As dosagens variam conforme o gênero de bactéria e recomendações das empresas fornecedoras.

A resposta imune pode ser aumentada, quando um ou mais probióticos são consumidos concomitantemente e atuam sinergisticamente, como parece ser o caso dos Lactobacillus administrados em conjunto com Bifidobacterium.

As bactérias constituintes dos probióticos se aderem à mucosa intestinal, competindo por espaço com as bactérias patogênicas, ao ocuparem os sítios de ligação na mucosa intestinal, formando uma barreira física (Furlan et al., 2004), podem ainda, produzir substâncias antibacterianas, alterando o ambiente intestinal, com a produção de bacteriocinas, ácidos orgânicos (acético e lático), peróxido de hidrogênio e dióxido de carbono impedindo a colonização de patógenos na mucosa do intestino.

A competição por nutrientes específicos entre as bactérias intestinais é outra forma de ação dos probióticos, a escassez de nutrientes disponíveis na luz intestinal para metabolismo pelas bactérias patogênicas é um fator limitante de manutenção nesse ambiente (Macari e Furlan, 2005).

#### 2.13. Simbióticos

O termo simbiótico pode ser definido como uma mistura ou combinação de prebiótico e probiótico em um só produto, fornecendo componentes da microbiota intestinal e substâncias que estimulam o desenvolvimento e a atividade da microbiota (Andreatti Filho e Silva, 2005; Gaggìa et al., 2010). Esta combinação pode melhorar a viabilidade dos microrganismos probióticos, uma vez que eles utilizam os prebióticos como substrato para a fermentação (Falaki et al., 2010).

A interação entre probiótico e prebiótico (simbiótico) pode favorecer a adaptação do probiótico ao substrato do prebiótico, potencializando o efeito de ambos. Esses aditivos possuem ação trófica no trato gastrintestinal, favorecendo o processo mitótico na região criptavilos, aumentando o número de células e o tamanho das vilosidades, uma vez que, ao inibir a proliferação excessiva de bactérias patogênicas no trato intestinal, reduzirão a produção de metabólitos tóxicos que afetam o epitélio intestinal, prejudicando a absorção de nutrientes (Junqueira et al., 2009).

As bactérias não patogênicas se estabelecerem no trato digestório pela estimulação seletiva de seu crescimento e pela ativação do metabolismo dessas bactérias benéficas à saúde, tudo em virtude de um melhor ambiente intestinal propiciado pelos prebióticos do alimento (Lima, 2006).

#### 2.14. Nucleotídeos

Os nucleotídeos são compostos naturais formados por molécula de ácido fosfórico, uma molécula de açúcar (ribose ou desoxirribose) e uma molécula de uma base (purina, adenina ou guanidina) ou uma pirimidina (timina ou citosina). São nutrientes semi-essenciais sob determinadas condições, principalmente no caso de animais nas fases iniciais de crescimento. Os nucleotídeos são blocos construtores para o RNA (ácido ribonucléico) e para o DNA (ácido desoxirribonucléico), e ainda, são considerados importantes constituintes de enzimas e co-fatores (Butolo, 2010).

Quando o fornecimento endógeno é insuficiente, a ingestão dos nutrientes é necessária para um crescimento rápido, principalmente nas fases iniciais de vida ou em situações de desgaste constante, como do epitélio intestinal, que precisa se regenerar rapidamente para manter as funções digestivas e absortivas. Para regeneração é necessária à presença de nucleotídeos. Quando adicionados, através das dietas, podem beneficiar os animais durante desafio imune com menor custo energético do que a síntese de nucleotídeos através do metabolismo do animal.

#### 2.15. Nutracêuticos

Os alimentos funcionais, conhecidos como "nutracêuticos/fitoterápicos", são produtos alimentícios que trazem benefícios específicos à saúde, além dos nutrientes tradicionais que eles contêm. Os fitoterápicos desempenham papel fundamental para o organismo, ajudando a promover a saúde e a prevenir doenças, oferecendo apoio ao sistema imunitário. Alguns exemplos de fitoterápicos de interesse são as isoflavonas, os compostos sulfurosos, os isocianatos e a clorofila.

O alho é considerado alimento funcional, por conter o aminoácido aleína que, por ação das enzimas da saliva se transforma em alicina, que parece ter ação anticancerígena. Além disso possui diversas propriedades antimicrobianas, antineoplásicas, terapêuticas contra doenças cardiovasculares, imunoestimulatórias e hipoglicemiantes. Na composição nutricional do alho, devem ser destacados os altos teores dos elementos zinco e selênio, ambos, metais antioxidantes envolvidos no funcionamento do sistema imunológico (Butolo, 2010).

#### 2.16. Promotores de crescimento

Almeida e Palermo Neto (2006) relatam que os promotores de crescimento, também chamados de antibióticos ou antimicrobianos, são substancias capazes de inibir o crescimento de microrganismos sem comprometer a saúde do individuo medicado. São empregados como medicamentos de grande importância no tratamento e prevenção de doenças infecciosas, e ainda, como aditivos em rações, visando diminuir a mortalidade e melhorar o desempenho de animais de produção.

Os antibióticos são divididos em agentes inespecíficos e específicos. Os antimicrobianos inespecíficos atuam sobre microorganismos patogênicos ou não. Os antimicrobianos específicos são os antibióticos que em pequenas doses inibem o crescimento de certas bactérias ou destroem os microorganismos causadores de doenças, agem de forma seletiva sobre o agente causador do processo infeccioso, sem causar efeito nocivo sobre o hospedeiro.

Os antimicrobianos promotores de crescimento podem ser administrados aos animais por via oral (ração ou água) ou parenteral (injetadas ou implantadas), com o objetivo de aumentar a produtividade. São empregados na atividade para aumento de ganho de peso, diminuição do tempo necessário para que se atinja o peso ideal de abate, aumento de eficiência alimentar, redução da quantidade de alimento consumido pelo animal, além da prevenção de patologias infecciosas e redução da mortalidade (Almeida e Palermo Neto, 2006).

Os antibióticos podem ser classificados segundo sua estrutura química, por sua ação predominante, pela ação biológica, pela sua origem e pelo mecanismo de atuação. Os promotores de crescimento disponíveis no mercado são produtos originários a partir da fermentação de fungos ou bactérias, tais como, virginiamicina, tylosina, lincomicina, avilamicina, tiamulina, bacitracina, flavomicina, colistina, ou sintéticos químicos, tais como, o ácido 3-nitro, ácido arsanílico, nitrovin, olaquindox, halquinol, ou elementos inorgânicos, tais como, o cobre, o zinco e seus sais.

Os antibióticos atuam modificando diretamente o processo metabólico do hospedeiro sem causar danos à flora intestinal, aumentam a capacidade de absorção de nutrientes no trato gastrointestinal, atuam como agentes microbianos de amplo espectro com pronunciada ação contra bactérias gram positivas e gram negativas (Butolo, 2010).

As dosagens de princípios ativos e o tempo de retirada podem variar entre diferentes países e os regulamentos para compostos específicos que mudam frequentemente. Com a possibilidade do desenvolvimento de resistência bacteriana aos antibióticos e resíduos desses micro-ingredientes nas carnes destinadas ao consumo

humano, a Comissão Europeia, decidiu proibir a inclusão dos antibióticos promotores de crescimento na ração dos animais em acordo com o regulamento CE N°. 1831/2003 (Huyghebaert, 2011).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, C.A. Oxidations and antioxidants. In: **Nutricines. Food components in Health and Nutrition**. Nottingham Univ. Press. Chapter 2, p.11-34, 1999.
- ALMEIDA, R.T.; PALERMO NETO, J. Antimicrobianos como aditivos em animais de produção. In: Helenice de Souza Spinosa; Silvana Lima Górniak; Maria Martha Bernardi. (Org.). Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária. 4ªed .Rio de Janeiro RJ: Guanabara Koogan SA, p. 641-658, 2006.
- ANDREATTI FILHO, R.L.; SILVA, E.N. Probióticos e correlatos na produção avícola. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIAK, S. L. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: Roca, p. 225-237, 2005.
- ARAUJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L. et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasílica**, v.1, n.3, p.69-77, 2007.
- BALAZS, G.H. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean. **Aquaculture**, 2:369-377, 1973.
- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: CONGRESSO MERCOSUL DE PRODUÇÃO SUÍNA, 2000, Buenos Aires. Anais...Buenos Aires: FCV, UBA; FAV, UNRC; EMBRAPA, 2000. p.93-108.
- BELLAVER, C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves. Campo Grande, MS. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7., 2005. Anais...Campo Grande: ABZ / UEMS /UFM Embrapa Pantanal, 2005. p.1-29.
- BUTOLO, J. E., **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 2ª Edição, Campinas, 2010. 430 p. ISBN: 85-902473-1-7
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, 2 (6): p.254-267, 2005.
- COLONI, R.D. Utilização dos Ácidos Orgânicos nas Dietas de Frangos de Corte. [2012]. Disponível em: http:pt.engormix.com/MAavicultura/nutricao/artigos/utilização-dos-acidos-organicos-t1311/141-p0.htm. Acessado em: 02/11/2013.
- CORASSA, A.; LOPES, D.C.; BELLAVER, C. Mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos e probióticos para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**. (235): p.467-476, 2012.
- COSTA, P.M.; OLIVEIRA, M.; RAMOS, B. et al. The impact of antimicrobial use in broiler chickens on growth performance and the occurrence of antimicrobial resistant *Escherichia coli*. **Livestock Science**, Foulum, v.136, p.262-269, 2011.
- DAWSON, K.A.; EVANS, J.; KUDUPOJE, M. Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations associated with mycotoxin binding. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 22, 2006, Lexington, **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2006. p.169-181.
- FALAKI, M.; SHARGH, M.S.; DASTAR, B. et al. Effects of different levels of probiotic and prebiotic on performance and carcass characteristics of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 18, p.2390-2395, 2010.
- FERNANDES, P.C.C.; MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2004, Santos. Anais...Santos: FACTA, 2004. p.117-126.
- FIREMAN, F.A.T.; FIREMAN, A.K.B.A.T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p.173-178. 1998.
- FREITAS, L.S.; LOPES, D.C.; FREITAS, A.F. et al. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35: p.1711-1719, 2006.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: 5° Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de corte e Nutrição, 2004, Balneário Camboriú. Anais... Santa Catarina, p. 6-26. 2004.
- GABERT, V.M.; SAUER, W.C. The effects of supplementing diets for weanling pigs with organic acids. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jablonna, v. 3, p.73-87, 1994.

- GAGGÌA, F.; MATTARELLI, P.; BIAVATI, B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. **International Journal of Food Microbiology**, Torino, v. 141 Suppl 1, n. p.15-28, 2010.
- GALOBART, J.; SALA, R.; RINCO, X. et al. Egg yolk color as affected by saponiûcation of different natural pigmenting sources. **Journal Applied of Poultry Research**, v.13, n.2, p.328-334, 2004.
- HUWIG, A.; FREIMUND, S.; KÄPPELI, O. et al. Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. **Toxicology Letters**, 122, p.179 -188, 2001.
- HUYGHEBAERT, G.; DUCATELLE, R.; VAN IMMERSEEL, F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. **The Veterinary Journal**, v.187, n.2, p.182-188, 2011.
- JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, L.C.G.S.; PEREIRA, A.A. et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. Revista Brasileira de Zootecnia., v.38, n.12, p.2394-2400, 2009.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Principles of biochemistry**. 2. ed., New York: Worth, 1993. 1013p.
- LIMA, H.J.D., **Alternativa ao Uso de Antibióticos na Dieta de Frangos de Corte**. Monografia f.84. 2006 (Zootecnia) Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, 2006.
- MACARI, M.; FURLAN,R.L., Probióticos. CONFERENCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, 2005, Anais... Campinas: FACTA, 2005. p. 53-71.
- MOURA, A.M.A.; TAKATA, F.N.; NASCIMENTO, G.R. et al. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.11, p.2443-2449, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. **Nutrients requirements of Swine**. 10.ed. Washington National Academic Science, 1998. 189 p.
- PÉREZ-VENDRELL, A.M.; HERNANDEZ, J.M.; LLAURADO, L. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.320-326, 2001.
- PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A. et al. Novos conceitos em nutrição animal. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.13, n.3, p.755-774, 2012.
- PHILLIPS, T.D.; SARR, A.B.; CLEMENT, B.A. et al. **Prevention of aflatoxicosis in farm animals via selective chemisorption of aflatoxins**. In: Bray, GA, Ryan, DH. (Eds.), Pennington Center Nutrition Series. In: Mycotoxins, Cancer, and Health, vol. 1. Louisiana State University Press, Baton Rouge, 1990. p.223-237.
- PIRÁGINE, M.R. [2010]. Coccidiose Aviária. Abase Comércio e Representações Ltda.Disponível:http://www.naturezaforte.com.br/aves/aulas\_teoricas/coccidiose.pdf. Acesso em: 02 de novembro de 2011.
- ROBERFROID, M.B. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digest. Liver Dis.**, Rome, v.34, suppl.2, p.S105-S110, 2002.
- RUTZ, F.; LIMA, G.LM.M. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: Conferencia APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. Anais...FACTA. Campinas. 1994. p.73-84.
- SOUZA, R.V.; SILVA, V.A. Implicações do uso de aditivos na alimentação animal: resíduos e barreiras às exportações. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 11.; SIMPÓSIO SERGIPANO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Aracaju. Anais...Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal; Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. p.10.
- STOREBAKKEN, T. Binders in fish feeds. I. Effect of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, 47:p.11-26, 1985.
- STOREBAKKEN, T.; AUSTRENG, E. Effect of different alginates on the digestibility of macronutrients in rainbow trout. **Aquaculture**, 60(2):p.121-131, 1987.
- SWAMY, H.V.L.N. Mycotoxicoses in poultry: na overview from the Ásia-Pacific region. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 21, 2005, Lexington, **Proceedings**... Lexington: Alltech, 2005, p.75-89.
- VAN IMMERSEEL, F.; RUSSELL, J.B.; FLYTHE, M.D. et al. The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. **Avian Pathology**, v.35, n.3, p.182-188, 2006
- VAN KESSEL, T.F.M.; HIANG-CHEK, N. Aflatoxin binders how to get the best value for money. **International Poultry Production**, Driffield, v.12, n.4, p.33-35, 2001.
- WYATT, R. Absorción de lãs micotoxinas de la dieta mediante copuestos químicos. **Avicultura Profesional**, Atlanta, v.8, n.4, p.151-153, 1991.



# Capítulo 2 - Ancilostomíase e toxocaríase em cães e gatos

### Diefrey Ribeiro Campos, Isabella Vilhena Freire Martins, Karina Preising Aptekmann, Luanna Castro Oliveira, Daniele Fassina de Siqueira

#### Introdução

Cães e gatos estão sujeitos a doenças parasitárias causadas por diversos helmintos gastrointestinais. Entre os nematoides de maior importância podemos citar os dos gêneros *Toxocara e Ancylostoma* (Bowman 2006).

A toxocaríase possui como agente etiológico o *T. canis* e *T. cati* parasitando o cão e o gato respectivamente. Os sinais clínicos dessa doença são diarreia, desidratação, distensão abdominal e em casos graves pode haver obstrução intestinal (parcial ou total) e intussuscepção. É uma doença que acomete principalmente filhotes, nos primeiros meses de vida, tendo pouca importância clínica em animais adultos (Traversa 2012).

A ancilostomíase é causada por nematoides que parasitam o intestino delgado. As espécies de importância na medicina veterinária são *A. caninum* em cães, *A. tubaeforme* em gatos e *A. braziliense* parasitando as duas espécies (Kalkofen 1987). Por serem hematófagos e causarem sangramento importante na mucosa intestinal a sintomatologia clínica desta doença são diarreia sanguinolenta, ascite associado à anemia microcítica hipocrômica (Traversa 2012).

Apesar dos avanços em biologia molecular, realizar o diagnóstico destas enfermidades parasitárias é relativamente fácil e barato. Pode ser realizado por exame coproparasitológico, e por se tratarem de parasitos com ovos leves o uso de técnicas de flutuação simples ou centrifugo flutuação são suficientes para confirmar o diagnóstico (Thompson 1999).

O tratamento e controle são realizados com o tratamento com drogas vermicidas, associado ao manejo do ambiente. Estudos recentes mostram que o uso de controle biológico pode ser uma alternativa para o controle da contaminação ambiental de ovos destes parasitos.

#### 1.Toxocaríase

A toxocaríase é uma doença parasitária que acomete cães e gatos. É causada por nematoides do gênero *Toxocara*, sendo o *T. canis* e o *T. cati* parasita do cão e gato respectivamente. São parasitos que vivem livres no interior do intestino delgado do hospedeiro definitivo e alimentam-se do conteúdo do seu lúmen (Bowman 2006).

O ciclo biológico do *Toxocara* spp. é bastante complexo podendo existir quatro diferentes formas de infecção do hospedeiro definitivo No intestino delgado as fêmeas dos parasitos adultos fazem a postura de ovos que são eliminados para o ambiente juntamente com as fezes do hospedeiro. No ambiente ocorre o desenvolvimento da larva até o terceiro estágio (L3) (Bowman 2006).

Uma das formas de infecção é através da ingestão do ovo embrionado (contendo L3) juntamente com água ou alimentos contaminados. A larva é liberada no interior do intestino delgado e penetra na mucosa intestinal alcançando a circulação periférica por onde inicia sua migração pelo sistema porta hepático até o fígado, em seguida para o coração e pulmão. No

sistema respiratório a larva migra até a glote onde é deglutida e termina o seu desenvolvimento no interior do intestino delgado. Este ciclo possui período pré-patente de 4 a 5 semanas e ocorre em animais jovens ou imunossuprimidos. Em animais adultos com bom funcionamento do sistema imunológico essas larvas migram pela artéria aorta para diferentes regiões do corpo permanecendo em hipobiose (Epe 2009; Lee et al. 2010)

Os filhotes de cães podem adquirir as larvas do parasito ainda durante a fase fetal pela passagem de larvas infectantes pela placenta materna perfazendo, a partir do 42º dia de gestação, completando o ciclo hepato-traqueal tornando-se adultas no trato gastrointestinal dos filhotes (Epe, 2009; Glickman et al; 1978). Nesta forma de transmissão o período pré-patente é de 2 a 3 semanas, e não ocorre em gatos (Coati et al. 2004; Swerczek et al. 1971).

Além da infecção transplacentária o filhote pode adquirir as larvas pela via transmamária que estão presentes no colostro e até aos 45 dias de amamentação no leite materno (Barriga et al. 1988).

Outra via de infecção é pela ingestão de hospedeiros paratênicos que podem ser roedores, aves e lacertídeos. Neste tipo de infecção não ocorre a migração parasitária e o desenvolvimento dos parasitos adultos ocorre diretamente no intestino delgado (Bowman 2006; Epe 2009; Lee et al. 2010).

Em filhotes baixos níveis de infecção normalmente não causam sinais clínicos. Porém, quando existe uma grande carga parasitária a migração das larvas pelo sistema respiratório pode causar tosse, corrimento nasal, pneumonia e edema pulmonar. A morte é comum nos primeiros dias de vida dos filhotes que ocorreu a infecção transplacentária. A infecção dos filhotes por vermes adultos, a partir de 15 dias pós-nascimento, provocam distúrbios no sistema gastrointestinal dentre eles podemos citar: anorexia, emese, diarréia mucóide, distenção abdominal, emagrecimento e em casos severos obstrução intestinal, parcial ou total, e/ou intussuscepção (Traversa 2012).

A toxocaríase em adultos é, na maioria dos casos, assintomática porque esses animais são geralmente resistentes à infecção e as larvas não migram até o trato gastrointestinal permanecendo em hipobiose nos tecidos. Entretanto, em casos de imunossupressão, essas larvas refazem o ciclo hepato-traqueal e tornam-se adultos em duas semanas no interior do intestino delgado com a liberação de ovos no ambiente (Glickman et al. 1978).

#### 2. Ancilostomíase

Nematoides do gênero *Ancylostoma* são responsáveis por causar a ancilostomíase nos carnívoros domésticos. Existem diferentes espécies de ancilostomídeos de importância veterinária entre eles podemos citar: o *Ancylostoma caninum* parasitando cães, o *A. tubaeforme* gatos e o *A. braziliense* acometendo ambas as espécies. São parasitos hematófagos que vivem fixados a mucosa intestinal (Epe, 2009).

O ciclo biológico dos ancilostomatídeos, assim como os ascarídeos, é complexo existindo diversas formas de infecção do hospedeiro definitivo. Os ovos de *Ancylostoma* spp., eliminado nas fezes de animais parasitados, eclodem no ambiente onde ocorre o desenvolvimento da larva até seu terceiro estágio. As larvas infectantes podem ser ingeridas pelo animal durante a alimentação ou lambedura. No interior do trato gastrointestinal penetram nas glândulas gástricas e, no lúmen do intestino delgado tornam-se adultos e fixam-se na mucosa (Bowman 2006).

A larva filariforme consegue penetrar ativamente na pele dos seus hospedeiros definitivos. Após a penetração na pele, as larvas, através da circulação, chegam até o coração sendo transportadas para os alvéolos pulmonares onde migram até a glote e são deglutidas e atingem trato gastrointestinal. No interior do intestino delgado ocorre o desenvolvimento dos parasitos adultos que ficam fixados na mucosa intestinal (Bowman et al. 2010; Epe 2009).

Nem todas as larvas que penetram na pele do animal fazem a migração completa até o intestino delgado, pois algumas ficam em estado de latência nos tecidos. E em casos de estresse

como doenças graves, terapia com corticosteroides, estro e gestação essas larvas podem ser tornar ativas e completar o ciclo chegando ao intestino delgado como adultos (Kalkofen 1987).

No caso de cadelas gestantes que apresentem larvas em estado de hipobiose, no terço final da gestação, essas larvas podem contaminar os filhotes no útero materno (via transplacentária) onde fazem o mesmo trajeto que as larvas que penetram ativamente pela pele de animais adultos. Os filhotes também podem se contaminar através do colostro e leite materno (via transmamária). O desenvolvimento das larvas é idêntico ao que ocorre quando existe a ingestão da larva infectante por um animal adulto (Bowman 2006; Kalkofen 1987). Sabe-se que nem todas as espécies de *Ancylostoma* ssp. possuem as formas de transmissão transplacentária e transmamária, como por exemplo o *A. tubaeforme* (Gates e Nolan 2009; Visco e t al. 1978).

Outra via de transmissão dos ancilostomatídeos para os carnívoros domésticos é pela ingestão de hospedeiros paratênicos (principalmente roedores), em que o animal ingere, juntamente com a carne, a L3 encistada nos tecidos e completando o ciclo no interior do intestino delgado do hospedeiro definitivo (Bowman et al. 2006).

Diferente dos ascarídeos, esses parasitos vivem ancorados na mucosa intestinal por meio de sua cápsula bucal, pois são vermes hematófagos e podem causar grande perda de sangue. O principal sinal clínico é enterite hemorrágica associada à anemia (Bowman 2006; Kalkofen 1987). A gravidade da sintomatologia clínica está associada a idade do hospedeiro, a carga parasitária e a espécie do parasito envolvida (Gates e Nolan 2009; Visco et al. 1978).

O *A. caninum*, principalmente suas formas jovens, atacam a mucosa de forma maciça podendo os sintomas serem mais graves e potencialmente fatais em filhotes. A morte pode ocorrer até mesmo durante o periodo de pré-patência. Infecções em filhotes, geralmente, são mais graves devido as baixas reservas de ferro e depois de apresentarem grande perda de sangue, pela infestação por *A. caninum*, podem apresentar rápida agravamento do quadro clínico. Geralmente infecções por *A. braziliense* podem apresentar uma menor patogenicidade, por terem hábitos hematófagos menos intensos e não causarem perda de sangue. A idade é um fator crucial para a patogenicidade dos ancilostomatídeos, pois a medida que o animal cresce a aumenta a resistencia do hospedeiro a infecção. No entanto, fatores como má nutrição e estresse podem agravar casos em que a doença era subclínica (Traversa 2012).

Animais que apresentam grande carga parasitária podem apresentar anemia por deficiência de ferro, devido a perda de sangue, que cursa com anemia microcítica hipocrômica, melena, apatia, emaciação e em casos graves colapso respiratório (Epe 2009; Kalkofen 1987).

#### 3. Diagnóstico Parasitológico

O diagnóstico das helmintoses, em animais de companhia, é realizado por exames coproparasitológicos. Este consiste no exame microscópico das fezes distinguindo as formas evolutivas típicas dos parasitas dos demais constituintes do material fecal. O exame microscópico das fezes pode ser realizado por diferentes métodos: o exame direto, flutuação e sedimentação (Garcia 2001).

Para diagnosticar animais parasitados por ancilostomatídeos e ascarídeos as técnicas de flutuação simples ou centrifugo flutuação são as mais indicadas, por se tratarem de ovos leves (Holland et al. 1995; Robertson e Thompson 2002). Este método permite a separação das estruturas parasitárias dos detritos fecais pela diferença de gravidade específica. É empregado neste tipo de exame soluções com densidade superior a 1,018 já que os ovos destes parasitas possuem densidade de 1,05 a 1,023 (David e Elindquist 1982).

Os ovos de *Toxocara* spp. são escuros, arredondados, com casca espessa, rugosa, e possuem tamanho de aproximadamente 86 µm. Já os ovos de *Ancylostoma* spp. são ovos claros, tem a casca fina e lisa, com duas membranas, é um ovo morulado existindo de 4-8 blastômeros no interior do envoltório da casca, e possui tamanho aproximado de 58 µm (Bowman 2006).

Apesar de existirem técnicas moleculares e imunológicas para diagnóstico dessas doenças, estas ainda não estão padronizadas para a rotina diagnóstica em medicina veterinária

devido ao seu preço e complexidade de execução. Além disso, o exame coproparasitológico apresenta simplicidade de execução, baixo custo e boa sensibilidade, o que não justifica a substituição do mesmo (Thompson 1999).

Resultados negativos em apenas um exame não descarta a possibilidade do animal estar parasitado, isto pode ocorrer devido a infecção não ter concluído seu período pré-patente, que é o período desde a infecção até a liberação de ovos no ambiente. Um exemplo é que durante a infecção por *Ancylostoma* spp. os sinais clínicos podem aparecer 4 dias antes da liberação de ovos pelos parasitos adultos (Bowman 2006).

Em muitos casos, a solicitação do exame de fezes é negligenciada pelo médico veterinário pelo fato do animal estar aparentemente saudável. Entretanto, animais adultos que estão parasitados são geralmente assintomáticos e estes continuam contaminando o ambiente. Vale ressaltar que *A. braziliense*, *A. caninum* e as espécies de *Toxocara* spp. possuem potencial zoonótico e apresentam risco para a saúde pública (Traversa 2012).

#### 4.Tratamento e Controle

#### 4.1 Tratamento Anti-Helmíntico

Diversas drogas são utilizadas para o controle de ascarídeos e ancilostomatídeos como os benzimidazóis e pró-benzimidazóis (febantel, febendazole e mebendazole), tetrahidropirimidinas (pamoato de pirantel e oxantel), lactonas macrocíclicas (ivermectina, selamectina, moxidectina e milbemicina oxima) e ciclooctadepsipeptideo (emodepsida) (Traversa 2012).

O pamoato de pirantel é um antagonista colinérgico com excelente ação sobre ascarídeos e ancilostomatídeos gastrointestinais. Seu uso está, geralmente, associado a drogas cestodicidas. A eficácia do uso do pamoato de pirantel foi comprovada contra nematóides gastrointestinais de cães e gatos isoladamente ou em associação com ivermectina (Catton e Van-Schalkwyk 2003; Hopkins et al. 1998; Schenker et al. 2006).

A associação do pamoato de pirantel e o febantel, um pró-benzimidazol, potencializa o efeito nematoidicida de ambos, apresentando alta redução na contagem de ovos de ascarídeos e ancilostomatídeos em filhotes de cães e gatos vermifugados a partir da segunda semana de vida (Catton e Van Schalkwyk 2003; Mehlhorn et al. 2003; Schenker et al. 2006).

O febantel, isoladamente, apresentou-se seguro para ser usado no controle de *Toxocara canis* em filhotes na dose de 30mg/kg a partir da segunda semana de vida repetindo o tratamento a cada 4 semanas (Christensson et al. 1991)

O febendazole apresentou uma eficácia de 93,19% para *A. caninum* e de 82,1% para *T. canis*. O pamoato de pirantel apresentou uma eficácia maior para o *A. caninum* com 99,89%, mas, para *T. canis* a eficácia foi menor 71,63% (Carvalho 2004). Esse princípio ativo é um dos poucos que podem ser utilizadas durante a gestação de forma segura para prevenir a transferência de larvas de *T. canis* para os filhotes o qual é administrado por via oral, na dose de 25 mg/kg de todos os dias a partir do dia 40 de gravidez para o segundo dia após o parto (Düwel e Strasser 1978). Um outro protocolo para esta droga foi descrito por Stallbaumer (1993) de realizar a administração por via oral (50mg/Kg) no 42º dia de gestação.

Para o tratamento dos filhotes é recomendado o tratamento com febendazole por via oral as duas semanas de idades repetindo a aplicação por três dias consecutivos, este procedimento deve ser repetido com cinco semanas de idade (Stallbaumer 1993).

As lactonas macrocíclicas possuem indicação para o tratamento de ectoparasitos (piolhos, sarnas e carrapatos) e do nematoide *Dirofilaria immitis*, o popular "verme do coração" de cães e gatos. Entretanto os produtos comerciais, com essas moléculas como principio ativo, possuem concentração suficiente para permitir sua ação sobre ascarídeos e ancilostomídeos intestinais (Nolan e Lok 2012).

Trabalhos descrevem uma alta eficácia da ivermectina, administrada por via oral, no controle de *Toxocara* spp. e *Ancylostoma* spp. em cães e gatos (Kirkpatrick e Megella 1987; Nolam et al. 1992).

O uso da moxidectina na formulação spot-on (2,5% para cães e 1% para gatos) apresentou alta eficácia no tratamento de ancilostomíase e toxocaríase em cães e gatos (Arther et al. 2005; Hellman et al. 2003; Taweethavonsawa et al. 2010). Segundo Reinemeyer e Charles (2003) a moxidectina apresenta também ação contra as fases imaturas de *T. cati* destruindo-as antes de se tornarem adultas. Schineider et al. (2007) e Kramer, Epe e Mencke (2009) comprovaram que o tratamento de cadelas gestantes com moxidectina 2,5%, a partir do 56º dia de gestação previne infecção pré-natal e de *A. caninum* para os filhotes e reinfecção da cadela durante a amamentação.

A selamectina na formulação spot-on quando utilizada na dose de 6mg/kg apresentou alta eficácia reduzindo a contagem de ovos de ascarídeos e ancilostomatídeos no exame coproparasitológico de cães e gatos (Mctier et al. 2000; Six et al. 2000). Estudos realizados por Payne-Johnso et al. (2000) comprovam que a selamectina é segura para uso em cadelas gestantes. Sendo eficaz na prevenção da transmissão transplacentária e transmamária se utilizada a cada trinta dias durante a gestação e lactação.

A milbemicina oxima quando administrado, por via oral, na dose de 1 mg/kg apresentou excelente eficácia contra os nematoides gastrointestinais de cães (Schnitzler 2012; Snyder e Wiseman 2012). Em filhotes de cães para o tratamento e controle de *T. canis* recomenda-se a administração do vermífugo a cada 4 semanas (Schenker et al. 2006).

Estudos realizados por Fukase et al. (1991) demonstraram que a milbemicina oxima também é eficaz no tratamento de *A. tubaeforme* e *T. cati* em gatos. Scheinker et al. (2007) relataram que esta mesma molécula na dose de 4mg/gato é segura e apresenta alta eficácia para o tratamento de *T. cati* em gatos filhotes.

Produtos que possuem em sua composição a molécula de emodepsida são novos no mercado e possui caráter nematoticida. Em cães é recomendado o uso por via oral, na dose de 1mg/kg com eficácia comprovada para as fases jovens e adultas de *A. caninum* (Schimmel et al. 2009) e *T. canis* (Altreuther et al. 2009).

Para gatos emodepsida possui uma formulação spot on na com eficácia comprovada para adultos e fases imaturas de *T. cati* e *Ancylostoma* spp. (Altreuther et al. 2005; Reinemeyer et al. 2005; Schaper et al. 2007). O uso de emodepsida/praziquantel na formulação spot on em gatas gestantes 5 dias antes do parto previne a transmissão lactogênica de *T. cati* para os filhotes. Sua formulação, em suspensão, também é segura para o tratamento de filhotes de cães e gatos a partir da segunda semana de idade (Petyr et al. 2011; Schimmel, et al. 2011).

#### 4.2 Resistência Parasitária

O uso indiscriminado de medicamentos antiparasitários, principalmente para controlar verminoses em animais de produção, está causando o desenvolvimento de resistência a diversas classes de anti-helmínticos. O aumento da incidência desta resistência nos nematóides está se tornando um problema global (Calvete e Uriarte 2013).

Em animais de companhia não existem relatos de instalação de resistência parasitária a anti-helmíntico para parasitos do gênero *Toxocara* spp. Para ancilostomatídeos existem relatos isolados do desenvolvimento de resistência ao pamoato de pirantel (Koop, et al. 2007; Koop, et al. 2008).

#### 4.3 Medidas de Controle

#### 4.3.1 Manejo do ambiente

Além de diminuir a liberação de ovos no ambiente com o tratamento dos animais parasitados com anti-helmínticos, são necessárias medidas para controle da contaminação ambiental. Com a adoção dessas medidas previne-se, assim, a recontaminação de cães e gatos e a contaminação do homem (Deutz et al. 2005).

Os ovos de ascarídeos são resistentes a longos períodos nas mais diversas condições climáticas no ambiente, podendo sobreviver até mesmo por anos (Deutz et al. 2005). Diversos desinfetantes têm sido utilizados para tentar eliminar os ovos do ambiente em clínicas veterinárias, canis e residências. Segundo Ayçiçek et al. (2001) comprovaram que solução de iodo (2,5, 5, 7,5 e 10%) são efetivas na inviabilização dos ovos embrionados de *T. canis* enquanto outros desinfetantes como glutaraldeído (2%), hipoclorito de sódio (7%), permanganato de potássio (1%), álcool etílico (70%) hidróxido de potássio (10%), fenol (3%) não possuem efeito sobre a embriogenese do mesmo.

Os resultados da pesquisa de Verocai et al. (2010) mostraram que o alcool 70% é capaz de inibir a embriogenese dos ovos de *T. canis*, assim como, a solução de hipoclorito de sódio 1% apesar de não interromper o desenvolvimento embrionário do ovo desse nematoide reduz sua viabilidade no meio para aproximadamente 15 dias.

Ovos e larvas infectantes de *Ancylostoma* spp. são relativamente mais sensíveis ao ambiente, sendo destruídas por: temperaturas inferiores a 15°C e superiores a 37°C; exposição à radiação ultravioleta, solução de hipoclorito de sódio 1% (Bowman 2006).

#### 4.3.2 Fungos nematófagos

Existem outras medidas de controle, ainda experimentais, para nematoides gastrointestinais de cães, como a utilização de fungos nematófagos. São microrganismos cosmopolitas que ocorrem naturalmente em solos, sendo responsáveis pela decomposição de matéria orgânica. Esses fungos podem ser divididos em duas diferentes categorias: predatórios e ovicidas (Mota et al. 2003).

Os fungos ovicidas são aqueles que atuam destruindo os ovos de helmintos, entretanto seu mecanismo de ação não está completamente esclarecidos, porém, acredita-se que seja por mecanismos de destruição enzimática (Braga et al. 2009). Estudos realizados por Frassy et al. (2010) e Carvalho et al. (2010) com os fungos **Pochonia chlamydosporia e** *Paecilomyces lilacinus* demonstraram que ambos atuam sobre ovos os de *T. canis* causando sua destruição, podendo desta forma funcionar como forma de controle biológico deste parasita.

Outra categoria de fungos nematófagos, os predadores, são aqueles que agem formando armadilhas de capturas com suas hifas e, desta forma, conseguem penetrar a cutícula do nematoide e iniciar o processo de digestão de dentro para fora provocando sua morte. Esse tipo de fungo tem sido utilizado como controle biológico de L3 de *Ancylostoma* spp. prevenindo, assim, a reinfecção dos cães e diminuindo a contaminação ambiental com as larvas destes parasitos (Braga et al. 2010; Carvalho et al. 2009; Carvalho et al. 2011; Maciel et al. 2009; Maciel et al. 2010).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer ciclo biológico e as formas de transmissão dos parasitos citados neste capítulo é de fundamental importância para compreender as formas de contaminação do cão e gato para traçar estratégias de tratamento e controle destas enfermidades.

Realizar o exame coproparasitológico pelo menos 2 ao ano vezes dos animais de companhia é importante para detectar infecções subclínicas e estabelecer protocolos de

vermifugação adequados para reduzir a contaminação ambiente com as formas infectantes de *Toxocara* spp. e *Ancylostoma* spp. diminuindo assim o risco de contaminação.

Existem inúmeras drogas antiparasitárias no mercado com eficácia comprovada para o tratamento da ancilostomíase e toxocaríase em cães e gatos. A escolha de determinada molécula vai de acordo com as condições financeiras do proprietário, facilidade para a administração de cada espécie e espectro de ação da droga.

Além de tratar o animal é preciso realizar o controle ambiental do local onde o mesmo costuma frequentar, principalmente os locais onde o mesmo defeca. Ovos de ascarídeos são mais resistentes ao ambiente e são necessárias medidas especiais para o sua destruição como uso de desinfetantes iodados, álcool 70% ou de hipoclorito de sódio que apesar de não destruir o ovo reduz sua sobrevida no ambiente. Ovos e larvas de ancylostomideos são menos resistentes, entretanto medidas para descontaminação do ambiente também são necessárias quando o animal está parasitado por esses nematoides.

Experimentalmente tem-se estudado formas de controle de nematoides gastrointestinais de animais de companhia, através do uso de fungos nematófagos com resultados satisfatórios podendo está ser uma alternativa no futuro para a redução da contaminação ambiental.

#### REFERÊNCIAS

- ALTREUTHER, G. et al. Efficacy of Emodepside plus Praziquantel Tablets (Profender® Tablets for Dogs) against Mature and Immature Infections with *Toxocara canis* and *Toxascaris leonine* in Dogs. **Parasitology Research.** v. 105, p.1–8, 2009.
- ALTREUTHER, G. et al. Field evaluation of the efficacy and safety of emodepside/praziquantel spoton solution against naturally acquired nematode and cestode infections in domestic cats. **Parasitology Research**. v. 97, p, 58–64, 2005.
- ARTHER, R.G. et al. Imidacloprid/moxidectin topical solution for the prevention of heartworm disease and the treatment and control of flea and intestinal nematodes of cats. **Veterinary Parasitology**. v. 13, p. 219–225, 2005
- AYÇIÇEK, H. et al. Efficacy of Some Disinfectants on Embryonated Eggs of *Toxocara canis*. **Turk Journal Medicine Science.** v.31, p. 35-39, 2001.
- BOWMAN, D.D. Parasitologia veterinária de Georgis. 8. ed. Barueri, SP: Manole, 2006
- BRAGA, F.R. et al. *In vitro* predatory activity of the fungi *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium*, *Monacrosporium sinense* and *Arthrobotrys robusta* on *Ancylostoma ceylanicum* third-stage larvae. **Veterinary Microbiology**. v.146, p. 183–186, 2010.
- BRAGA, F.R.et al. Ovicidal effect of nematophagous fungi on *Taenia taeniaeformis* eggs. World Journal Microbiology Biotechnology. v.25, p. 533-535, 2009.
- CALVETE, C., <u>URIARTE</u>, J. Improving the detection of anthelmintic resistance: Evaluation of faecal egg count reduction test procedures suitable for farm routines. **Veterinary Parasitology.** <u>v. 196</u>, p. 438–452, 2013.
- CARVALHO, R.O. et al. Biological control of Ancylostomosis in dogs using the nematode-trapping fungus *Monacrosporium thaumasium* in southeastern Brazil. **Veterinary Parasitology**.v.165, p.179–183, 2009.
- CARVALHO, R.O. et al. Viability and nematophagous activity of the freeze-dried fungus *Arthrobotrys robusta* against *Ancylostoma* spp. infective larvae in dogs. **Veterinary Parasitology**. v.176, p. 236–239, 2011
- CATTON, D.G.; VAN SCHALKWYK, P.C. The efficacy of two anthelmintics against ascarids and hookworms in naturally infected cats. **Parasitology Research.** n. 90, p.144–145, 2003.
- CHRISTENSSON, D.A. et al. A field evaluation of treatment with febantel for the control of *Toxocara canis* in pups. **Veterinary Parasitology**. v. 38, p.41-47, 1991.
- COATI, N. et al. Vertical transmission of *Toxocara cati* Schrank 1788 (Anisakidae) in the cat. **Parasitology Research.** v.92, p. 142–146, 2004.
- DAVID, E.D.; LINDQUIST, W.D. Determination of the specific gravity of certain helminth eggs using sucrose density gradient centrifugation. **Journal of Parasitology**, n.68, p.916-919, 1982.
- DEUTZ, A. et al. *Toxocara*-infestations in Austria: a study on the risk of infections of farmers, slaughterhouse staff, hunters and veterinarians. **Parasitology Research** v.97, p.390–394, 2005.

- EPE, C: Intestinal nematodes: biology and control. **Veterinary** Clinics *of* **North America Small Animal Practice.** v. 39, p. 1091–1107, 2009.
- FRASSY, L.N. et al. Destruição de ovos de *Toxocara canis* pelo fungo nematófago *Pochonia chlamydosporia*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** v.43, p.102-104, 2010.
- FUKASE, T. et al. Anthelmintic Efficacy of Milbemicin D against *Toxocara cati* and *Ancylostoma tubaeforme* in Domestic Cats. **Journal Veterinary Medical Science**. v. 53, p. 817 821, 1991.
- GARCIA, L.S. Diagnostic Medical Parasitology. 4 ed. Washington: ASM Press, 2001. 1092p.
- GATES, M.C.; NOLAN, T.J. Endoparasite prevalence and recurrence across different age groups of dogs and cats. **Veterinary Parasitology**. v. 166, p.153–158, 2009.
- GLICKMAN, L.T; et al. Evaluation of serodiagnostic test for visceral larva migrans. **American Journal Tropical Medicine Hygiene.** v. 27, p. 492-498, 1978.
- HELLMANN, K. et al. The anthelmintic efficacy and the safety of a combination of imidacloprid and moxidectin spot-on in cats and dogs under field conditions in Europe. **Parasitology Research.**, v.90, p. 142–143, 2003.
- HOLLAND, C.V. et al. Sero-epidemiology of toxocariasis in school children. Parasitology. v. 110, p. 535–545,1995.
- HOPKINS, T.J.; GYR, P.; SCHIMMEL, A. <u>The effect of pyrantel embonate with oxantel embonate praziquantel</u>, pyrantel embonate with febantel-praziquantel and milbemycin oxime on natural infestations of <u>Ancylostoma caninum</u> in dogs. **Australian Veterinary Practitioner**. v.28, p.53-56,1998.
- KALKOFEN, U.P. Hookworms of dogs and cats. Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice, v.17, n.6, p.1341-1354, 1987.
- KIRKPATRICK, C.E.; MEGELLA, C. Use Of Ivermectin In Treatment Of *Aelurostrongylus abstrusus* and *Toxocara cati* Infections In A Cat. **Journal Of The American Veterinary Medical Association.** v. 190, p. 1309-1310, 1987.
- KOOP, S.R., et al. Application of in vitro anthelmintic sensitivity assays to canine parasitology: Detecting resistance to pyrantel in Ancylostoma caninum. Veterinary Parasitology. v.152, p. 284–293, 2008.
- KOOP, S.R., et al. High-level pyrantel resistance in the hookworm Ancylostoma caninum. Veterinary Parasitology. v.143, p. 299–304, 2007.
- KRAMER, F.C; EPE, C; MENCKE, N. Investigations into the Prevention of Neonatal *Ancylostoma caninum* Infections in Puppies by Application of Imidacloprid 10% Plus Moxidectin 2.5% Topical Solution to the Pregnant Dog. **Zoonoses and Public Health.** v. 56, p. 34–40, 2009.
- LEE, C.Y. et al. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. **Trends Parasitology**. v. 26, p. 155–161, 2010.
- MACIEL, A.S. et al. Predation of *Ancylostoma* spp. dog infective larvae by nematophagous fungi in different conidial concentrations. **Veterinary Parasitology** v.161, p. 239–247, 2009.
- MACIEL, A.S. et al. The biological control of *Ancylostoma* spp. dog infective larvae by *Duddingtonia flagrans* in a soil microcosm. **Veterinary Parasitology.** v.173, p. 262–270, 2010.
- MCTIER T.L. et al. Efficacy of selamectin against experimentally induced and naturally acquired ascarid (*Toxocara canis* and *Toxascaris leonina*) infections in dogs. **Veterinary Parasitology**. v.91, p. 333–345, 2000.
- MEHLHORN H. et al. Synergistic Effects of Pyrantel and the Febantel Metabolite Fenbendazole on Adult *Toxocara canis*. **Parasitology Research.** v. 90, p. 151 153.
- MOTA, M.A.; CAMPOS, A.K.; ARAÚJO, J.V. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, p. 93–100, 2003.
- NOLAN, T. J; LOK, J. B. Macrocyclic Lactones in the Treatment and Control of Parasitism in Small Companion Animals. Current Pharmaceutical Biotechnology. v. 13, p. 1078-1094, 2012.
- NOLAN, T.J. et al. Efficacy Of A Chewable Formulation Of Ivermectin Against A Mixed Infection Of Ancylostoma braziliense And Ancylostoma tubaeforme In Cats. Veterinary Parasitology. v. 53, p. 1411-1413,1992. a
- NOLAN, T.J. et al. Efficacy of an ivermectin/pyrantel pamoate chewable formulation against the canine hookworms, *Uncinaria stenocephala* and *Ancylostoma caninum*. Veterinary Parasitology. v. 4, p.121–125,1992.
- PETYR, G. et al. Efficacy of Procox® Oral Suspension for Dogs (0.1 % Emodepside and 2 % Toltrazuril) against Experimental Nematode (*Toxocara cati* and *Ancylostoma tubaeforme*) Infections in Cats. **Parasitology Research.** v.109, p.37 43, 2011

- REINEMEYER, C.R. et al. Evaluation of the efficacy of emodepside plus praziquantel topical solution against ascarid infections (*Toxocara cati* or *Toxascaris leonina*) in cats. **Parasitology Research.** v. 97, p.41–50, 2005.
- ROBERTSON, I.D. THOMPSON, R.C, Enteric parasitic zoonoses of domesticated dogs and cats. **Microbes Infect.** v.4, p.867–873, 2002.
- SCHAPER, R; ALTREUTHER, G; HOPKINS, T. Efficacy of Emodepside plus Praziquantel Topical Solution against Immature Stages of Nematodes (*Ancylostoma* sp. And *Toxocara* sp.) in Cats. **Parasitology Research.** v. 101, p.63–68, 2007.
- SCHENKER, R. et al. Comparative effects of milbemycin oxime-based and febantel–pyrantel embonate-based anthelmintic tablets on Toxocara canis egg shedding in naturally infected pups. **Veterinary Parasitology**, v. 137, p. 369–373, 2006.
- SCHENKER, R. et al. Efficacy of a milbemycin oxime—praziquantel combination product against adult and immature stages of *Toxocara cati* in cats and kittens after induced infection. **Veterinary Parasitology**. v. 145, p. 90–93, 2007.
- SCHIMMEL, A. et al. Efficacy of Emodepside plus Praziquantel Tablets (Profender® Tablets for Dogs) against Mature and Immature Adult *Ancylostoma caninum* and *Uncinaria stenocephala* Infections in Dogs. **Parasitology Research.** v. 105, p. 9 16, 2009.
- SCHIMMEL, A. et al. Efficacy of Emodepside plus Toltrazuril (Procox® Oral Suspension for Dogs) against *Toxocara canis*, *Uncinaria stenocephala* and *Ancylostoma caninum* in Dogs. **Parasitology Research.** v.109, p. 1-8, 2011.
- SCHNIEDER, T. Pratical Prevention of Neonatal Hookworm Infection in Puppies. Supplement to Compendium: Continuing Education for Veterinarians. v. 29, p. 21 24, 2007.
- SCHNITZLER, B. Confirmation of the efficacy of a combination tablet of spinosad and milbemycin oxime against naturally acquired infections of canine intestinal nematode parasites. **Veterinary Parasitology**. v. 184, p. 279–283, 2012.
- SIX, R.H. et al. Efficacy and safety of selamectin against gastrointestinal nematodes in cats presented as veterinary patients. **Veterinary Parasitology**. v. 91, p. 321–331, 2000.
- SNYDER, D.E; WISEMAN S. Dose confirmation and non-interference evaluations of the oral efficacy of a combination of milbemycin oxime and spinosad against dose limiting parasites, adult cat flea (Ctenocephalides felis) and hookworm (Ancylostoma caninum), in dogs. Veterinary Parasitology. v. 184, p. 284–290, 2012.
- STALLBAUMER, M. Update Treatment helminthes dogs and cats. In Pratice. p.77-79 1993
- SWERCZEK, T.W.; NIELSEN, S.W.; HELMBOLDT, C.F. Transmammary passage of *Toxocara cati* in the cat. **American Journal Of Veterinary Research**. v. 32, p. 89–92, 1971.
- TAWEETHAVONSAWAT P. et al. Experimental infection with *Ancylostoma ceylanicum* in dogs and efficacy of a spot on combination containing imidacloprid 10% and moxidectin 2.5%. **Parasitology Research**. v. 106, p.1499–1502, 2010.
- THOMPSON, R.C.A. Veterinary parasitology: looking to the next millennium. **Parasitology Today**, v.15, p.320-325, 1999.
- TRAVERSA, D. Pet roundworms and hookworms: A continuing need for global worming. **Parasites & Vectors**, v. 5, p.91,2012.
- VEROCAI, G.G. et al. Effects of Disinfectants on *Toxocara canis* Embryogenesis and Larval Establishment in Mice Tissues. **Zoonoses and Public Health**. v.57, p. 213-216, 2010.
- VISCO, R.J.; CORWIN. R.M.; SELBY, L.A. Effect of age and sex on the prevalence of intestinal parasitism in cats. **Journal of** American Veterinary Medicine **Association**. v. 172, p. 797–800, 1978.



# Capítulo 3 - Aspectos hormonais da inseminação Artificial em Tempo Fixo em fêmeas bovinas

# Fabrício Albani Oliveira<sup>1</sup>, Ítalo Câmara de Almeida<sup>2</sup>, Carla Braga Martins<sup>3</sup>, Graziela Barioni<sup>3</sup>, Jeanne Broch Siqueira<sup>3</sup>

#### Introdução

A bovinocultura tem papel importante no desempenho econômico e na geração de empregos no Brasil, contribuindo de maneira fundamental para o seu desenvolvimento. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011) o Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, ficando atrás apenas da Índia. É o maior exportador de carne desta espécie e, em 2010 a produção total de leite foi de 30,7 milhões de litros, ocupando assim a quinta colocação na produção mundial.

Com objetivo de aumentar a eficiência, a inserção de biotecnologias reprodutivas na pecuária vem alavancando sua produtividade e aumentando a renda dos produtores, proporcionando padronização e melhoramento genético do rebanho. Neste contexto, encontra-se a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) que permite a parição estratégica das vacas, formação de lotes padronizados e homogênios, redução na ocorrência de problemas reprodutivos e melhoramento da qualidade genética dos animais.

A utilização da prática da IATF ainda é realizada em pequena quantidade, tendo em vista o numeroso rebanho brasileiro. Verifica-se a necessidade do aprimoramento na aplicação desta técnica, no intuito de obter melhores resultados, além de popularizar o uso da técnica.

#### 1. Interações hormonais da fêmea bovina

A reprodução da vaca é controlada por interações entre o hipotálamo, a glândula pituitária e o trato reprodutivo. O hipotálamo está localizado na base do cérebro e é constituído por grupos de corpos celulares nervosos. Estes corpos celulares são responsáveis pela produção de hormônios como o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e oxitocina (SENGER, 2003).

O órgão alvo do GnRH é a glândula pituitária. Localizada abaixo do hipotálamo, ela é responsável pela produção dos principais hormônios reprodutivos: o hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH). O FSH é responsável principalmente por estimular o desenvolvimento do folículo, e o LH por participar do crescimento final do folículo até a ovulação, causar a ovulação e pela transformação do folículo em corpo lúteo. O GnRH, responsável por controlar a sequência de eventos que ocorrem no ciclo estral, estimula a liberação de FSH e LH, que por sua vez, estimulam o ovário a produzir ondas de desenvolvimento folicular (SENGER, 2003).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Doutor em Reprodução Animal pela Universidade Federal de Viçosa; <sup>2</sup> Mestrando do Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES; <sup>3</sup> Docente do curso de Medicina Veterinária da UFES.

Segundo Ginther et al. (2003), o desenvolvimento folicular em bovinos se dá através de ondas foliculares divididas em: recrutamento, seleção e dominância. Cada onda folicular começa com o recrutamento de um pequeno grupo de folículos (emergência folicular), então, os folículos recrutados passam por um processo de seleção onde a maioria sofre atresia (folículos subordinados) e um continua seu desenvolvimento (folículo dominante - FD), esse processo denomina-se divergência folicular. O desenvolvimento do folículo dominante resulta em níveis crescentes de estrógeno e inibina, ambos hormônios inibem a liberação de FSH, resultando na atresia dos outros folículos do grupo.

Conforme o folículo dominante cresce, produz maior quantidade de estrógeno. Quando as concentrações de estrógeno alcançam um limiar, dispara uma onda de GnRH a qual estimula a liberação do pico de LH, que leva o folículo a ovular e liberar o ovócito. Isso só acontece quando não há presença de progesterona (P<sub>4</sub>), produzida pelo corpo lúteo (CL), pois ela tem um efeito inibidor da onda de GnRH. O estrógeno também é responsável pelos sinais comportamentais do cio (SENGER, 2003).

O corpo lúteo é responsável por produzir a progesterona que prepara e mantém o útero para a prenhez. Ela é fundamental no controle do ciclo estral, pois tem efeito inibitório na liberação da onda de GnRH. Sem esta onda não há o pico de LH não ocorrendo o estro e a ovulação. Porém, ainda existe uma liberação basal de GnRH, permitindo assim o desenvolvimento folicular (BÓ et al., 2000).

Se a vaca não está prenhe o útero libera prostaglandina (PGF2 $\alpha$ ), o que resulta na lise do corpo lúteo. A lise do corpo lúteo remove o efeito inibidor da progesterona na liberação da onda de GnRH resultando na liberação de GnRH estimulando o pico de LH que matura o folículo dominante (SENGER, 2003).

#### 2. Inseminação Artificial em Tempo Fixo - IATF

A inseminação artificial (IA) foi a primeira grande biotecnologia reprodutiva aplicada ao melhoramento genético dos animais domésticos. Em bovinos, é uma técnica bem estabelecida nos dias atuais e tem sido implementada em combinação com programas de seleção genética, que incluem testes de progênie e de avaliação de desempenho (BARBOSA et al., 2011). Porém, o principal entrave da IA está na detecção de cio. Quando poucas vacas são detectadas em cio, ocorrem significativas perdas na eficiência reprodutiva do rebanho comprometendo a IA. Esse comprometimento é ainda maior em rebanhos *Bos indicus* (zebu), cujo comportamento reprodutivo apresenta particularidades, como cio de curta duração manifestado principalmente no período noturno (NEVES et al., 2010).

A melhor compreensão da fisiologia do crescimento folicular ovariano permitiu o desenvolvimento de tratamentos hormonais capazes de controlar o momento da ovulação e, desta forma, possibilitou a utilização da IATF, ou seja, inseminação artificial (IA) dos animais com tempo pré determinado, sem a necessidade de observação de cio. Os protocolos hormonais aplicados em novilhas ou vacas têm por objetivo que um maior número de animais conceba em um período reduzido (BARUSELLI et al., 2004) - normalmente ao início da estação reprodutiva, além de potencializarem os benefícios e o ganho genético oriundo da inseminação artificial.

Segundo Severo (2009), a utilização de programas de IATF apresenta inúmeras vantagens: elimina o serviço de observação de cios, facilitando o manejo da propriedade; sincroniza e induz a ciclicidade dos animais; diminui os efeitos ambientais e da amamentação; permite o rápido melhoramento genético do rebanho pela utilização de touros com dados genéticos conhecidos e provados para características produtivas; aumenta o número de bezerros nascidos, pela diminuição do intervalo entre partos e reduz o período de serviço melhorando assim as taxas de prenhez.

A realização da IATF consiste na utilização de substâncias hormonais objetivando a sincronização e a indução do estro e da ovulação. Diversos hormônios são utilizados para a

indução do estro em novilhas e sincronização do estro em novilhas e vacas de corte e de leite, aumentando assim a eficiência reprodutiva destes animais (VOGG et al., 2004). A sincronização do estro e a sincronização da ovulação ocorrem de maneiras distintas. Nesse sentido, existem pré-requisitos básicos para a utilização dos diferentes tipos de sincronização, relacionados à utilização de diferentes tratamentos hormonais, à categoria animal que melhor responde a cada tipo de sincronização e aos pontos mínimos críticos que devem ser respeitados em cada situação (GOTTSCHALL et al., 2012).

Vários protocolos são descritos pela literatura, os quais apresentam resultados variáveis dependendo da condição sanitária e nutricional das fêmeas. Para a escolha do protocolo, devem ser analisadas as condições individuais de cada rebanho, além da relação custo/benefício do seu uso (MORAES et al.,2001). Esses tratamentos, quando adequados, e respeitando a fisiologia animal, poderão ser muito atrativos por permitirem uma racionalização na utilização da inseminação artificial (IA).

Segundo Meneghetti et al. (2009), os principais protocolos desenvolvidos devem, essencialmente, contemplar os seguintes objetivos: 1) induzir a ovulação em fêmeas bovinas, inclusive em anestro; 2) permitir a inseminação artificial sem a necessidade de detecção do estro (IATF); 3) sincronizar a onda de desenvolvimento folicular; 4) aumentar o crescimento do folículo dominante; 5) impedir a luteólise prematura após a ovulação sincronizada, e, 6) apresentar baixo custo e porcentagem de prenhez relativa à IATF próxima a 50%.

Entretanto, é importante que os resultados apresentados a partir do uso desses protocolos sejam consistentes e com boa repetitividade, possibilitando que elevadas taxas de prenhez sejam obtidas em diferentes locais e situações (SIQUEIRA et al., 2008). A aplicação eficiente dessas terapias poderá permitir, então, uma maior sincronização da ovulação, elevando a taxa de animais observados em estro e, também, a eficiência quando se utiliza inseminação artificial (BÓ et al., 2003).

#### 2.1. Progesterona

A Progesterona (P<sub>4</sub>) é um hormônio que atua na regulação do funcionamento do sistema reprodutor feminino, sendo secretada pelas células luteínicas do corpo lúteo (CL). Assim como os estrógenos, é derivada do colesterol, sendo também secretada pela placenta, testículos e córtex adrenal em pequenas quantidades.

As concentrações de P4 permanecem elevadas durante toda a vida funcional do CL, o que é importante para o desenvolvimento embrionário e para a manutenção da gestação, além de bloquear também as ondas de LH e a ovulação (WOAD e ARMSTRONG, 2002).

A administração exógena de P<sub>4</sub>, empregada para induzir e sincronizar o estro mimetiza seus efeitos biológicos, dentre os quais se pode citar a supressão do estro, a inibição do pico pré-ovulatório de LH – que simula a fase luteínica do ciclo - e a regulação da secreção pulsátil de LH. Este processo leva à ocorrência das ondas foliculares e seu desenvolvimento (LARSON e BALL, 1992), associadas com a maturação folicular e ovulação nos dias seguintes ao seu emprego (ODDE, 1990), uma vez que, a supressão do tratamento progestacional leva à ocorrência do pico de LH (KESNER et al., 1982).

Nesse sentido, grande número de progestágenos sintéticos tem sido utilizados na prática da sincronização do ciclo estral, como: acetato de medroxiprogesterona (MAP); acetato de clormadinona (CAP); acetato de melengestrol (MGA) e acetato de flurogesterona (FGA), que são bastante eficazes como sincronizadores de estro.

As tentativas iniciais em sincronizar o estro em bovinos fêmeas utilizando progestágenos baseavam-se no entendimento de que a P<sub>4</sub> previne a ocorrência de estro e ovulação (CHRISTIAN et al., 1948), atuando sobre o hipotálamo e regulando a liberação de GnRH (MIHM e AUSTIN, 2002) e, consequentemente, do LH. Essas tentativas baseavam-se no tratamento com progestágenos por tempo prolongado, de 14 a 21 dias, tempo necessário para que houvesse luteólise naturalmente, que seria efetivo para a sincronização do estro. Entretanto,

a fertilidade deste estro sincronizado é reduzida (ODDE, 1990), ao contrário do que se acreditava. Este efeito ocorre porque a utilização da progesterona por períodos maiores que 13 dias levam à formação de folículos dominantes de maior tamanho (CUSTER et al., 1994; KINDER, 1996) e de reduzida fertilidade. A baixa fertilidade pode ser atribuída à maturação espontânea do ovócito (quebra da vesícula germinativa e expansão do *cumulus*), presente no folículo persistente (REVAH e BUTLER, 1996).

Para evitar esses problemas de persistência folicular, entende-se que é necessário que o tratamento com progestágenos não seja muito prolongado. A administração contínua de progesterona por 5 a 9 dias inibe a liberação de LH, e, quando há a interrupção de seu fornecimento, uma onda de LH capaz de induzir o crescimento final do folículo pré-ovulatório é desencadeada, culminando com a ovulação (MORAES et al., 2001).

#### 2.2. Estrógeno

O estradiol  $17\beta$  ( $E_2$ ) é um hormônio produzido pelas células da granulosa de folículos em crescimento. São substâncias derivadas do colesterol e seus precursores imediatos são androstenediona e testosterona.

As respostas teciduais induzidas pelos estrógenos incluem a estimulação do crescimento glandular endometrial, a estimulação do crescimento de dutos na glândula mamária, o aumento na atividade secretora dos dutos uterinos, a indução da receptividade sexual, a regulação da secreção de LH e FSH pela glândula pituitária anterior, a regulação da liberação de PGF $_{2\alpha}$  pelo útero não gravídico e gravídico e o anabolismo proteico (SOUZA et al., 2011).

 $O~E_2$  endógeno produzido pelos folículos ovarianos acentua a amplitude dos pulsos de LH durante a fase folicular do ciclo estral pelo aumento de receptores do hormônio liberador de LH na pituitária anterior e do consequente aumento da capacidade estrogênica dos folículos préovulatórios (STUMPF et al., 1989). Esse mecanismo de retroalimentação positiva entre o E2 e o LH é crítico no processo de maturação final do folículo ovulatório, induzindo o comportamento estral e a ovulação (FIKE et al.,1997).

A administração de  $E_2$  exógeno pode estimular ou inibir a liberação de gonadotrofinas, dependendo da dose e das concentrações sanguíneas de progesterona. Em doses fisiológicas e baixas concentrações de progesterona, o  $E_2$  estimula a liberação de LH para que ocorra a ovulação. Mas, ao contrário, elevadas doses de  $E_2$ , na presença de elevadas concentrações de progesterona, bloqueiam as gonadotrofinas, suprimindo um eventual folículo dominante que pode levar à emergência de uma nova onda folicular (BÓ et al., 2004; MADUREIRA et al., 2009).

O E<sub>2</sub> foi introduzido nos protocolos de sincronização de estros de curta exposição à progesterona com o intuito de aumentar o *feedback* negativo às gonadotrofinas, permitindo melhor sincronização da onda folicular (YAVAS e WALTON, 2000). A administração de E<sub>2</sub>, no início do protocolo de IATF, juntamente com a inserção do dispositivo de liberação lenta de progesterona, inibe a secreção tanto de LH quanto de FSH por retroalimentação negativa sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário (CLARKE, 1988; MARTINEZ et al., 2003).

Atualmente, vários compostos sintéticos que possuem as mesmas atividades biológicas dos estrógenos naturais foram desenvolvidos e têm sido frequentemente empregados em programas reprodutivos com a finalidade de acarretar sincronização das ondas foliculares, a ovulação do folículo dominante e a indução de estro. Os estrógenos mais utilizados com esta finalidade são o 17  $\beta$ -estradiol (E2) e os ésteres de estradiol, como o Benzoato de estradiol (BE), Valerato de estradiol (VE) e Cipionato de estradiol (CE). Todavia, somente a molécula de 17  $\beta$  estradiol é biologicamente ativa. Os ésteres de estradiol (BE, VE e CE) precisam liberar o 17  $\beta$  estradiol da sua estrutura por meio da ação da enzima esterase, no fígado.

A maior diferença entre esses compostos é a meia-vida após a administração. A duração da meia-vida é maior em ordem crescente: E<sub>2</sub>, BE, VE e CE. A administração de uma

única injeção de VE (5 mg) resulta na elevação da concentração plasmática de estradiol por um período de cinco a sete dias (BÓ et al., 1993), sendo que uma única injeção de  $E_2$  (5 mg) resulta na elevação plasmática de estradiol por apenas 42 horas. Todos os diferentes tipos de ésteres de estradiol, incluindo BE, VE e CE são capazes de induzir a regressão de folículos antrais quando administrados na presença de elevadas concentrações de progesterona (BÓ et al., 1995).

#### 2.3. Prostaglandina

As prostaglandinas (PG), assim como os leucotrienos e tromboxanos, são moléculas derivadas dos ácidos araquidônico e linoleico. Os efeitos das diferentes prostaglandinas (PGF $_{2\alpha}$ ) na reprodução dos animais domésticos são amplos, podendo atuar no desenvolvimento folicular, na ovulação, na regressão luteal, na implantação e na manutenção da gestação, do parto e da fisiologia puerperal (WEEMS et al., 2005). A PGF $_{2\alpha}$  e seus análogos sintéticos são utilizados na sincronização do ciclo estral das fêmeas domésticas devido à sua ação luteolítica, que promove a vasoconstrição seguida de uma cascata apoptótica. Deste modo, a PGF $_{2\alpha}$  e seus análogos têm sido os agentes farmacológicos mais utilizados nos programas para sincronização do estro em fêmeas bovinas (ODDE, 1990) e podem ser utilizados unicamente ou em associação com outros hormônios (THATCHER et al., 2002).

O sucesso do tratamento dependente da presença de um CL, visto que a ação da luteolisina é provocar a regressão morfológica e funcional dessa estrutura (RATHBONE et al., 2001) e, consequentemente, a queda das concentrações endógenas de progesterona. Este fato é seguido por um aumento na secreção de gonadotrofinas e eventual ovulação. A queda nas concentrações de progesterona é rápida. Assim, a fertilidade, nestes casos, equivale à de um estro espontâneo, uma vez que as concentrações hormonais (progesterona, estrógeno e LH) são basicamente as mesmas encontradas nos animais não tratados.

Nas fêmeas, com a lise do corpo lúteo, o estro aparece a intervalos de cinco ou mais dias, o que torna impraticável em programas de IATF (BÓ et al., 2002). Esta variação no intervalo da aplicação da  $PGF_{2\alpha}$  ao estro e a ovulação é decorrente do estado de desenvolvimento dos folículos no momento do tratamento (MARTINEZ et al., 2003). Dessa forma, se o tratamento for realizado quando o folículo dominante está na fase final do seu crescimento, ou então no início da sua fase estática, a ovulação irá ocorrer dentro de dois a três dias. Por outro lado, se a  $PGF_{2\alpha}$  for aplicada quando o folículo dominante estiver no meio ou no final da sua fase estática, a ovulação irá ocorrer cinco a sete dias mais tarde, após o crescimento do folículo dominante da próxima onda folicular (KASTELIC e GINTHER, 1991). Neste contexto, é necessário lembrar ainda, que tratamentos realizados até o dia 5 do ciclo estral (CL não maduro) não induzem efetivamente a luteólise (PARFET et al., 1989).

De acordo com Wiltbank et al. (1975), existem algumas limitações para o emprego da prostaglandina. Primeiramente, a não resposta do CL inicial ao tratamento com o hormônio, podendo ser solucionada aplicando-se uma segunda dose de  $PGF_{2\alpha}$  com um intervalo que permita todas as fêmeas apresentarem um CL responsivo e funcional. O intervalo recomendado é de 10 a 14 dias. Segundo, a  $PGF_{2\alpha}$  não induz o estro em vacas acíclicas. Em terceiro, as fêmeas manifestam estro em tempos variáveis, logo após o tratamento. Essa variabilidade no período de estro, como acima citada, é devida às diferenças entre fêmeas no crescimento folicular, e não às diferenças no período de regressão luteal.

Teoricamente, duas aplicações de prostaglandina, com intervalos de 11 a 14 dias, induzem o estro em grande parte das fêmeas ciclando, enquanto que fêmeas em anestro ou ciclando irregularmente não respondem ao tratamento. Nesse sentido, tais programas nem sempre proporcionam alto grau de sincronização ou alta taxa de prenhez (BARROS, 2000).

Todavia, mesmo após a aplicação de 2 doses de  $PGF_{2\alpha}$ , tem sido observada grande variação na detecção do estro e na ovulação, tanto em *Bos taurus*, quanto em *Bos indicus*. Este dado indica que o tratamento com  $PGF_{2\alpha}$  sincroniza eficientemente o momento da luteólise e não o estágio de desenvolvimento do folículo ovulatório. Assim, protocolos para IATF, apenas

com a utilização de prostaglandina, não têm apresentado bons resultados. Então, torna-se necessário, o emprego de métodos que controlem o desenvolvimento luteínico e folicular para sincronizar o crescimento dos folículos e a ovulação.

### 2.4. Hormônio Liberador de Gonadotropinas

O hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH) é um decapeptídeo produzido no hipotálamo. Esse hormônio hipotalâmico é liberado de modo pulsátil, e, na fêmea, a sua frequência e amplitude variam durante os estágios reprodutivos nas diferentes espécies. A síntese e liberação do LH são muito mais responsivas ao GnRH do que a síntese e liberação do FSH (VALLE et al., 1991; SANTOS, 2002).

A administração de GnRH eleva a concentração de LH na circulação periférica num período de 2 a 4 horas (TWAGIRAMUNGU et al., 1995). O GnRH promove a ovulação ou a luteinização do folículo dominante se este estiver em sua fase de crescimento ou no início de sua fase estática (MARTINEZ et al., 2002), o que resulta na emergência de uma nova onda folicular.

Os protocolos de sincronização de estro que utilizam GnRH para iniciar uma nova onda de crescimento folicular, ou, principalmente, para promover a ovulação de um folículo dominante no momento da IA (ou antes), têm sido desenvolvidos para gado de corte e de leite. Nesse sentido, quando administrado em estágios aleatórios do ciclo estral, o GnRH pode estimular a ovulação do folículo dominante quando este apresenta mais de 9 mm, ou a atresia, quando é menor que 9 mm, podendo induzir a emergência de uma nova onda de crescimento folicular dentro de 2 a 3 e/ou 1 a 2 dias em vacas e novilhas, respectivamente, após o tratamento (BRAGANÇA et al., 2007).

Alterações na estrutura química da molécula natural do GnRH propiciam o desenvolvimento de potentes análogos (THATCHER et al., 2002). Entre eles encontram-se a buserelina, a gonadorelina e o acetato de fertirelina. Os análogos estabilizam a molécula contra ataques enzimáticos, aumentam a ligação às membranas e proteínas plasmáticas, e aumentam a afinidade do agonista com o receptor do GnRH (THATCHER et al., 1993). Além do mais, apresentam uma meia-vida maior na circulação. Desse modo, essas propriedades permitem que os análogos possam ser empregados em doses inferiores às da forma natural (D'OCCHIO et al., 1990).

Neste sentido, tanto o acetato de buserelina como diacetato de gonadorelina são utilizados na sincronização de ondas foliculares e na seleção de folículos dominantes, em qualquer momento do ciclo estral e, também, para a sincronização da ovulação em protocolos de IATF (TWAGIRAMUNGU et al., 1995).

### 2.5. Gonadotropina Coriônica Equina

O hormônio gonadotrofina coriônica equina (eCG), também denominado gonadotrofina do soro de égua gestante (PMSG), é uma glicoproteína produzida pelos cálices endometriais de éguas, entre os 40 e 120 dias de gestação (GINTHER, 1979).

Em relação a outros hormônios gonadotróficos, o eCG apresenta a singularidade de possuir atividade folículo estimulante e luteinizante na mesma molécula (PAPKOFF, 1974). Devido à sua dupla ação (como FSH e LH), a eCG atua estimulando de forma direta o desenvolvimento folicular e a ovulação. O implante de progesterona inibe a liberação destes pela hipófise, diminuindo o desenvolvimento folicular e a ovulação até o momento desejado. Com a retirada do implante, a concentração de progesterona sérica cai rapidamente e com isso, o animal apresenta estro. A administração de eCG, neste caso, estimula o desenvolvimento folicular e potencializa a ação sincronizante dos progestágenos. Isso se mostra importante frente ao diâmetro médio dos folículos no pós-parto apresentarem-se menores e sofrerem atresia antes de atingir o tamanho ideal para ovular (MURPHY et al.,1990; YAVAS e WALTON, 2000).

Quando a eCG é aplicado antes da retirada do progestágeno e em doses baixas, o folículo dominante adquire maiores dimensões após suspensão do tratamento com progestágeno (LOGUÉRCIO, 2005). Este aumento de dimensões provavelmente leva à melhora dos índices de prenhez por estimar maior desenvolvimento do corpo lúteo.

A partir desses e outros estudos posteriores e, baseados ainda nas propriedades da eCG, tais quais criar condições de crescimento folicular e de ovulação, percebe-se que esta substância passa a ser empregada em programas de sincronização e/ou indução de estros nas variadas espécies. O seu emprego tem-se mostrado compensador em rebanhos com baixa taxa de ciclicidade, como em fêmeas com período pós-parto inferior a 2 meses e/ou baixa condição corporal (BARUSELLI et al., 2004; DUFFY et al., 2004), como também, em novilhas prépúberes e púberes (BRANDÃO e SILVA FILHO, 2005).

A adição de eCG no momento da remoção do implante de progesterona, utilizando diferentes progestágenos, é uma alternativa para aumentar taxas de prenhez em programas de IATF com vacas em anestro ou com baixas condições corporais (BÓ et al., 2003; BARUSELLI et al., 2004; BÓ et al., 2004).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ciclo estral da fêmea bovina é controlado por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam diretamente a dinâmica folicular desses animais e consequentemente a reprodução e os índices zootécnicos. Uma melhor compreensão desses fatores é necessária para interferir no manejo desses animais e obterem-se assim melhores índices reprodutivos e, consequentemente, uma bovinocultura mais rentável.

Com a utilização da IATF, espera-se uma sensível melhora nos índices de prenhez obtidos a partir da correta utilização hormonal. Essa melhoria reduz o intervalo entre partos das vacas e aumenta o número de crias por animal, além de favorecer o manejo geral, sanitário, nutricional e promover o melhoramento genético do rebanho, o que é de fundamental importância para o aumento da produtividade.

Para a escolha do protocolo de IATF a ser utilizado pelo produtor devem ser analisadas as condições individuais de cada rebanho, além da relação custo/benefício do seu uso.

### REFERÊNCIAS

- BARBOSA, C.F.; JACOMINI J.O.; DINIZ, E.G. et al. Inseminação artificial em tempo fixo e diagnóstico precoce da gestação em vacas leiteiras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 79-84, 2011.
- BARROS, C.M.; MOREIRA, M.B.P.; FIGUEIREDO, R.A. et al. Synchronization of ovulation in beef cows (*Bos indicus*) using GnRH, PGF<sub>2α</sub> and estradiol benzoate. **Theriogenology**, v.53, n.5, p.1121-1134, 2000.
- BARUSELLI, P. S.; MADUREIRA, E. H.; SÁ FILHO, M.F. et al. Efeito do tratamento com eCG conforme o escore de condição corporal na taxa de concepção de vacas Nelore inseminadas em tempo fixo. **Acta Scientiae Veterinarie**, v.32, p. 228, 2004.
- BÓ, G.A.; ADAMS, G.P.; NASSER, L.F. et al. Effect of estradiol valerate on ovarian follicles, emergence of follicar waves and circulating gonadotropins in heifers. **Theriogenology**, v.40, p.225-239, 1993.
- BÓ, G.A.; ADAMS, G.P.; CACCIA, M. et al. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and estradiol in cattle. **Animal of Reproduction Science**, v.39, p.193–204, 1995.
- BÓ, G. A.; BROGLIATTI, G. M.; PIERSON, R. A. et al. Local versus systemic effect of exogenous estradiol-17β on ovarian follicular dynamics in heifers with progestogen implants. **Animal Reproduction Science**, v. 59, p. 141-157, 2000.
- BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MORENO, D. et al. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. **Theriogenology**, v.57, p.53-72. 2002.
- BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MARTINEZ, M.F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus*. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.307-326, 2003.

- BÓ, G.A.; CUTAIA, I.; BARUSELLI, P.S. Programas de inseminacion artificial y transferência de embriones a tiempofijo. **In:** SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1°, 2004, São Paulo: FMZU USP, p.56-80, 2004.
- BRAGANÇA, J.F.M.; GONÇALVES, P.B.D.; BASTOS, G.M. et al. Sincronização de estro e ovulação em novilhas de 12 a 14 meses de idade e inseminadas artificialmente com observação de estro e horário préfixado. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.28, p.73-77, 2007.
- BRANDÃO, F.Z.; SILVA FILHO, J.M. Indução do estro no pós parto em vacas primíparas Holandês-Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.57, n.4, p.476-484, 2005.
- CHRISTIAN. R.E; CASIDA.L.E. The effect of progesterone in altering the oestrual cycle of the cow. **Jornal of Animal Science.**, v.7, p.540, 1948.
- CLARKE, J.J. GnRH secretion. In: International Congress On Animal Reproduction and Artificial Insemination, 5, 1988, Dublin. Anais...Dublin, p.1-9, 1988.
- CUSTER E.E.; BEAL, W.E.; WILSON, S.J. et al. Effect of melengestrol acetate (MGA) or progesteronereleasing intravaginal device (PRID) on follicular development, concentrations of estradiol-17\_ and progesterone, and LH release during an artificially lengthened bovine estrous cycle. **Jornal of Animal Science**, v.72, p.1282-1289, 1994.
- DUFFY, P.; CROWE, M.A.; AUSTIN, E.J. et al. The effect of eCG or estradiol at or after norgestomet removal on follicular dynamics, estrus and ovulation in early post-partum beef cows nursing calves. **Theriogenology**, v.61, p.725-734, 2004.
- FIKE, K.E.; DAY, M.L.; INSKEEP, E.K. et al. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequente injection of estradiol benzoate. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2009-2015, 1997.
- GINTHER, O. J.; BEG, M. A.; DONADEU, F. X.; BERGFELT, D. R. Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.239-257, 2003.
- GINTHER, O.J. Influence of progesterone and number of corpora lutea on ovaries in sheep. **American Journal of Veterinary Research**, v.32, p.1987–1992, 1979.
- GOTTSCHALL, C.S.; ALMEIDA, M.R.; TOLOTTI, F. et al. Avaliação do desempenho reprodutivo de vacas de corte lactantes submetidas à IATF apartir da aplicação do GnRH, da manifestação estral, da reutilização de dispositivos... **Acta ScientiaeVeterinariae**. v.40, n.1, p. 1012. 2012.
- INSTITUTU BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍTICA. **Banco de dados agregados.** Censo 2011. Disponível em: <a href="http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=es&tema=pecuaria2011">http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=es&tema=pecuaria2011</a>>. Acesso em: 04 de Maio de 2013.
- KASTELIC, J.P.; GINTHER, O.J. Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. **Animal of Reproduction Science**, v.26, n.1-2, p.13-24, 1991.
- KESNER, J.S.; PADMANABHAN, V.; CONVEY, E.M. Estradiol induces and progesterone inhibits the preovulatory surges of luteinizing hormone and folliclestimulating hormone in heifers. **Biology of Reproduction**, v.26, p.571-578, 1982.
- KINDER J.E. Frequency of luteinizing hormone pulses and circulating 17β-oestradiol concentration in cows is related to concentration of progesterone comes from Esther in endogenous or exogenous source. **Animal of Reproduction Science**, v.37, p.257-265, 1996.
- LARSON, L.L.; BALL, P.J.H. Regulation of estrus cycle in dairy cattle: a review. **Theriogenology**, v.38, p.255-267, 1992.
- LOGUÉRCIO, R.S. Regulação de receptores esteróides e dinâmica folicular em um sistema de indução hormonal pós-parto em vacas de corte. 80f. **Tese** (Doutorado em Medicina Veterinária), Curso de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- MADUREIRA, E.H.; BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M.O. Controle Farmacológico do Ciclo Estral em Ruminantes. 1.ed. São Paulo: Fundação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / USP, v.1, p.89-98, 2009.
- MARTINEZ, M.F.; KASTELIC, J.P.; ADAMS, G.P. et al. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination if beef cattle. **Theriogenology**, v.57, p.1049–1059, 2002.
- MARTINEZ, M.F.; KASTELIC, J.P.; COLAZO, M.G. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. Domes anim. **Endocrinologist**, v.33. p.77 90, 2003.
- MENEGHETTI, M.; SÁ FILHO, O.G.; PERES, R.F.G. et al. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: Basis for development of protocols. **Theriogenology**, v.72, p.179-189, 2009.
- MIHM, M.; AUSTIN, E.J. Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2219–2226. 2002.

- MORAES, J.C.F.; SOUZA, C.J.H.; GONCALVES, P.B.D. et al. Controle do estro e da ovulação em bovinos e ovinos. In: GONCALVES, P.B.D; FIGUEIREDO, J.R; FREITAS, V.J. Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal. São Paulo: **Livraria Varela**, Cap.2, p.25-55, 2001.
- MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.90, n.2, p.523-533.1990.
- NEVES, J.P.; MIRANDA, K.L.; TORTORELLA, R.D. Progresso científico em reprodução na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 414-421, 2010.
- ODDE, K.G. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.817-830, 1990.
- PAPKOFF, H. Chemical and properties of the subunits of pregnant mare serum gonadotropin. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.58, n.2, p.397-404, 1974.
- PARFET, J.R. Secretory patterns of LH and FSH and follicular growth following administration of PGF2α during the early luteal phase in cattle. **Theriogenology**, v.31, n.3, p.513-524, 1989.
- RATHBONE, M.J.; KINDER, J.E.; FIKE, K. et al. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. **Advance Drug Delivery Reviews**, v.50, n.3, p.277-320, 2001.
- REVAH, I.; BUTLER, W.R. Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.106, n.1, p.39-47, 1996.
- SANTOS, M.D.; VASCONCELOS, J.L.M.; PEREZ, G.C. et al. Percentual de estro e taxa de gestação de vacas da raça Nelore sincronizadas com CIDR-B. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.25, n.3, p.308-310, 2002.
- SENGER, P. L. Pathways to Pregnancy and Parturition, 2<sup>a</sup> ed, Ed Current Conceptions, Washington, 2003.
- SEVERO, N. C. Impacto da inseminação artificial na indústria bovina no Brasil e no mundo. **Revista Veterinária e Zootecnia em Minas, 2**009.
- SIQUEIRA, L.C.; OLIVEIRA, J.F.C.; LOGUÉRCIO, R.S. et al. Sistemas de inseminação artificial em dois dias ou em tempo fixo para vacas amamentando. Ciência Rural, v.38, n.2, p.411-415. 2008.
- SOUZA, A.H.; SILVA, E.P.B.; CUNHA, A.P. et al. Ultrasonographic evaluation of endometrial thickness near timed AI as a predictor of fertility in high-producing dairy cows. **Theriogenology**, v.75, p.722–33, 2011
- STUMPF, T.T.; DAY, M.L.; WOLFE, M.W. et al. Effect of of estradiol on luteinizing hormone secretion during the follicular phase of the bovine estrous cycle. **Biology of Reproduction**, v.41, p.91-99, 1989.
- THATCHER, W.W.; DROST, M.; SAVIO, J.D. et al. New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. **Animal of Reproduction Science**, v.33, p.27-49, 1993.
- THATCHER, W.W.; MOREIRA, F.; PANCARCIA, S.M. et al. Strategies to optimize reproductive efficiency by regulation of ovarian function. **Domestic Animal Endocrinology**, v.23, p.243-254, 2002.
- TWAGIRAMUNGU, H.; GUILBAULT, L.A.; DUFOUR, J.J. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3141–3151, 1995.
- VALLE, E.R.; ENCARNAÇÃO, R.O.; PADOVANI, C.R. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2alpha or norgestomet and estradiol valerate. **Theriogenology**, v.49, p.667-681, 1991.
- VOGG, G.; SOUZA, C.J.H.; JAUME, C.M.; MORAES J.C.F. Utilidade do benzoato de estradiol após suplementação com progestágeno na sincronização de cios de novilhas de corte. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, p. 41 46, 2004.
- WEEMS, C.W.; WEEMS, Y.S.; RANDEL, R.D. Prostaglandins and reproduction in females farm animals. **The Veterinary Journal**, v.171, p.206-228, 2005.
- WILTBANK, M.C. How information on hormonal regulation of the ovary has improved understanding of timed breeding programs. Proceedings Annual Meeting Society For Theriogenology, p.83-97, 1975.
- WOAD, D.G.; ARMSTRONG, D.G. Corpus luteum (CL) function: local control mecanisms. **Domestic Animal Endocrinology**, v.5339, p.1-9, 2002.
- YAVAS, Y; WALTON, J.S. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v.54, p.1-23, 2000.



# Capítulo 4- Criopreservação de sêmen em equinos: aspectos relevantes

Márcio Nunes Cordeiro Costa<sup>1</sup>, Carla Braga Martins <sup>2</sup>, Jeanne Broch Siqueira<sup>2</sup>

### Introdução

O advento da biotecnologia da criopreservação de sêmen em equinos proporcionou inúmeros benefícios à equinocultura. Além dos ganhos já relacionados a inseminação artificial, conferiu possibilidade de armazenamento do material genético por período indeterminado a temperaturas baixas (-196°C em nitrogênio líquido); comercialização do sêmen de garanhões de alto valor zootécnico por período indeterminado; criação de banco de germoplasma para garanhões com fertilidade comprovada; possibilidade de transporte do sêmen para longas distâncias e a continuidade de melhoramento genético mesmo após a morte e/ou perda da capacidade reprodutiva do reprodutor (ALVARENGA e PAPA, 2011; PAPA et al., 2011).

A partir de 1970 os avanços na criopreservação de sêmen em equinos ainda não se apresentavam tão notáveis (CRABO, 2001). E na década de 80, no Brasil, instituições iniciaram pesquisas acerca dos métodos de congelamento do sêmen em equinos para demonstrar as associações de criadores de cavalos que esta tecnologia se mostrava viável (ALVARENGA, BENINE e PAPA, 1984).

Alvarenga et al. (2005) afirmaram que a criopreservação do sêmen em equinos era uma biotecnologia com padrões ainda não estabelecidos, embora estivesse sendo amplamente difundida e provocando impacto sobre a indústria equestre.

No entanto Papa et al. (2011), destacaram que atualmente a criopreservação do sêmen nos equinos segue em aperfeiçoamento constante, apresentando resultados satisfatórios de fertilidade. Dessa forma, objetivou-se com esta revisão destacar alguns cuidados no processamento do ejaculado que venham acrescentar melhores índices de fertilidade ao sêmen congelado na espécie equina.

### 1. Criopreservação do sêmen

Criopreservação, crioconservação ou criobiologia é a técnica aplicada no congelamento de material orgânico, células e tecidos a baixa temperatura (-196°C), com a finalidade de preservar o material viável para a utilização posterior, sem perder

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Mestrando em Ciências Veterinária da Universidade Federal de Espírito Santo (UFES); <sup>2</sup>Docente do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil

após o descongelamento as suas propriedades biológicas, estruturais e de funcionalidade (SILVA e CAMPOS, 2009).

A padronização da técnica de congelamento em equinos ainda é limitada por diversos fatores. Uma das causas seria a fertilidade do espermatozóide do garanhão após o descongelamento ser inferior a de outras espécies domésticas. Clulow et al. (2007) atribuíram esta constatação a fatores de seleção genética do garanhão. Esta seleção, por vezes, é fundamentada na performance e/ou funcionalidade dos cavalos, sem acrescentar estudos sobre a fertilidade e qualidade seminal.

### 2. Cuidados com a coleta do sêmen

Todo garanhão escolhido para coleta de sêmen deve ser previamente condicionado por meio de salto sobre manequim ou égua no cio (manequim vivo) com auxílio da vagina artificial específica para equinos (PAPA et al., 2011).

Bochio (2010) assegura ser necessário lavar o pênis do garanhão com água morna antes de qualquer coleta para congelamento de sêmen. Esta prática serve para remoção de sujidades. No entanto, o uso de detergentes, sabões ou antisépticos deve ser evitado. Estas substâncias podem comprometer a microbiota natural peniana e permitir proliferação de microorganismos patogênicos, comprometendo a qualidade do ejaculado para processamento laboratorial ou inseminação.

Mckinnon (2010) indicou ainda, que o ejaculado do reprodutor deve receber proteção adequada no ato da coleta, durante o processamento e avaliação seminal, para evitar alterações em sua qualidade.

### 3. Características físicas do sêmen e morfológicas dos espermatozoides

O sêmen sempre deve ser avaliado antes da utilização na rotina de refrigeração, transporte ou congelamento. Deve-se avaliar as características físicas do sêmen e morfológicas dos espermatozóides para atestar a qualidade seminal antes de ser submetido a tais procedimentos (MACKINNON, 2010).

As características físicas do sêmen a serem avaliadas são o volume (medido diretamente através da graduação presente no copo coletor, variando de 20 a 100 mL); a coloração (avaliada visualmente, variando de branco acinzentado a branco leitoso); densidade (estimada pela consistência, variando de aquoso a leitoso); odor (característico, denominado *suis generis*); motilidade espermática (porcentagem de células móveis analisadas segundo escala de 0 a 100%); vigor espermático (velocidade de deslocamento do espermatozóide, avaliado na escala de 0 a 5); e concentração espermática (contagem de células espermáticas por meio de alíquota de sêmen em câmara de Neubauer, sendo que a concentração espermática média para um reprodutor equino adulto é de 100 a 200 milhões/mL) (CBRA, 1998; PAPA et al., 2011).

Para avaliação das características morfológicas consideram-se as patologias espermáticas, onde as anormalidades são examinadas em lâminas confeccionadas com uma alíquota de sêmen e corante específico, como o Karras modificado (Papa et al., 2011), o corante Hancock ou corante de Farrelly (MCKINNON, 2010). A análise das patologias espermáticas consideram os defeitos observados no acrossoma, cabeça e

cauda dos espermatozóides e posteriormente são classificadas em defeitos maiores, menores e totais (BLOM, 1973; CBRA, 1998; PAPA et al., 2011).

# 4. Danos causados aos espermatozóides durante o processo de congelamento

Os processos de congelamento e descongelamento ocasionam alterações na integridade de membrana e na funcionalidade das células espermáticas. Essas alterações podem diminuir a capacidade dos espermatozóides de se ligarem ou reagirem com a zona pelúcida (RICKER, 2006). Desta forma, alterações na membrana plasmática e no acrossoma do espermatozóide comprometem o seu poder fecundante com consequente influência na fertilidade do garanhão (ALVARENGA, LANDIM e REGHINI et al., 2010; LUCAS et al., 2010).

Contudo, os danos ocorridos durante o processo de congelamento sobre a célula espermática não podem ser resolvidos isoladamente (SOARES e GUERRA, 2009).

Necessita-se de investimentos constantes em pesquisas sobre biotecnologia da criopreservação do sêmen em equinos para padronização dos métodos avaliativos de viabilidade e funcionalidade das células espermáticas submetidas ao congelamento (SOARES e GUERRA, 2009).

#### 5. Curvas de Resfriamento

Quando o sêmen é resfriado a temperaturas abaixo de 0° C, ocorre aumento na concentração de sais no fluido extracelular e favorecimento da saída de água do interior da célula, o que ocasiona a desidratação progressiva do espermatozóide (AMANN e PICKETT, 1987). Esta desidratação pode resultar em altas concentrações intracelulares de soluto, o que mostrou ser deletério à célula (WATSON, 1990). Em função das interações água-soluto, qualquer célula viva quando submetida ao processo de congelamento sofre estresse em decorrência da formação de cristais de gelo (HOLT, 2000).

As extensões dos danos causados pelo gelo intracelular dependem do grau de formação de gelo e do tamanho dos cristais formados. Grandes cristais podem causar danos mecânicos à célula, enquanto os pequenos podem ser menos deletérios. Estes danos poderão ser visualizados durante o descongelamento do sêmen (MAZUR, 1980).

De Vita (2008) demonstrou que parâmetros de motilidade total, motilidade progressiva e integridade de membrana plasmática não apresentaram valores significativamente diferentes entre as amostras obtidas por congelamento utilizando a curva da máquina de congelação TK3000<sup>®</sup> e seu respectivo grupo controle por meio de congelamento em caixa de isopor.

Salazar Jr. et al. (2011) estabeleceram que palhetas de sêmen criopreservadas com diferentes diluidores de congelamento fossem submetidas a um dos dois períodos de resfriamento pré-congelamento: taxa de resfriamento rápido pré-congelamento ou taxa de resfriamento lenta pré-congelamento. O tempo de resfriamento total no grupo lento foi de aproximadamente 70 minutos. Neste estudo o sêmen submetido a um

período de resfriamento lento pré-congelamento mostrou resultados significativamente superiores para parâmetros de avaliação de membrana espermática e motilidade espermática.

### 6. Curvas de Descongelamento

Os mesmos cuidados referentes a mudanças bruscas de temperatura devem ser considerados ao realizar o descongelamento da palheta de sêmen. Desta forma, a sobrevivência dos espermatozóides durante o descongelamento depende da sua habilidade em passar novamente pela faixa crítica de temperatura. A curva preferencial de aquecimento depende da curva em que o sêmen foi congelado (AMANN e PICKETT, 1987).

Observa-se que para o congelamento do sêmen de maneira lenta, o aquecimento das palhetas deve ser lento de modo a permitir o descongelamento dos cristais de gelo extracelulares, provocando a diluição do soluto e lentamente a rehidratação das células. Se o sêmen for aquecido muito rapidamente, os cristais extracelulares descongelam-se muito rapidamente e a água do meio invade muito bruscamente a célula, causando ingurgitamento e danos à membrana plasmática (HOLT, 2000).

Ao se tratar de sêmen congelado rapidamente, os espermatozóides não terão sofrido desidratação e, portanto, quando o gelo extracelular derreter, não existe influxo rápido de água através da membrana celular. Assim, o sêmen congelado rapidamente necessita também de descongelamento rápido, de modo que o gelo intracelular que se formou durante o congelamento não tenha tempo de recristalizar (AMMAN e PICKETT, 1987; HOLT, 2000).

Papa et al. (2011) indicaram que a palheta de 0,5 mL deve ser descongelada a 46° C por 20 segundos em banho maria e em seguida deverá ser imersa a 37°C, aguardando 10 minutos pós descongelamento para análise definitiva. Alves et al. (2005) descongelaram as amostras de sêmen criopreservadas em palhetas francesas de 0,5 mL em banho maria a 75°C por sete segundos, e em seguida foi feita imersão a 37°C por trinta segundos. É importante lembrar que a variação de protocolos deve levar em consideração a curva de congelamento empregada.

### 7. Efeito dos diluidores e crioprotetores de sêmen

Os diluidores são definidos como substâncias que permitem a preservação da membrana plasmática do espermatozóide por meio da estabilização do pH do meio, neutralização de substâncias tóxicas, proteção ao choque térmico, manutenção do equilíbrio eletrolítico, inibição do crescimento bacteriano, bem como a presença de fonte energética (ENGLAND, 1993). Os ingredientes primários podem incluir água, soluções tampão e substâncias não iônicas, açúcares, antibióticos, macromoléculas como gema de ovo, leite e seus derivados (SILVA FILHO, 1994).

O mercado comercial disponibiliza inúmeros diluidores de sêmen, diferindo suas formulações principalmente quanto à constituição dos antibióticos e açúcares (SQUIRES et al., 1999).

Os diluidores de congelamento podem ser acrescidos de crioprotetores para evitar danos à célula. Podem ser classificados, de acordo com sua permeabilidade a membrana celular, em crioprotetores que atuam no meio intra ou extracelulares. De tal modo, os diluidores de congelamento podem conter pequenas moléculas como glicerol (GLI), etilenoglicol (EG), dimetilsulfóxido (DMSO), 1,2 propanodiol, acetamidas e outras amidas na funcionalidade de crioprotetores penetrantes. Os crioprotetores extracelulares são representados por proteínas presentes no leite, na gema do ovo, sacarose, glicose, lactose, rafnose, trealose, entre outros (BRADLEY e LEIBO, 1999).

Os crioprotetores extracelulares proporcionam uma proteção devido aos seus efeitos osmóticos, promovendo um meio hipertônico que induz a saída de água das células e a consequente desidratação dos espermatozóides. Este efeito diminui a probabilidade de se formar cristais de gelo no interior destas células (AMMAN e PICKETT, 1987).

Já os crioprotetores intracelulares exercem seu mecanismo de ação tanto no meio extracelular quanto no meio intracelular, desempenhando importante função no processo de criopreservação. Estas substâncias possuem um mecanismo de ação específico por suas propriedades de ligação com a molécula de água. Durante o processo de congelamento o crioprotetor intracelular limita a formação, retarda a expansão dos cristais de gelo e reduz as concentrações de soluto no meio extra e intracelular (NASH, 1966; ROWE, 1966).

É preciso ressaltar, entretanto, que embora os crioprotetores sejam fundamentais para a sobrevivência dos espermatozóides no processo de congelamento, também podem provocar efeitos tóxicos aos espermatozóides e diminuir as taxas de fertilidade quando usados em altas concentrações. Os principais efeitos tóxicos associados aos crioprotetores são relacionados às injúrias provocadas na membrana, danos osmóticos, alteração da integração entre o espermatozóide e o trato reprodutivo feminino, e alterações da fusão entre os espermatozóides e ovócito (HAMMERSTEDT, GRAHAM e NOLAN, 1990).

Desse modo, os efeitos tóxicos limitam a adição destes produtos, impossibilitando sua utilização em dosagens superiores, que possivelmente confeririam melhor proteção celular.

Healey (1969) destacou o acréscimo do crioprotetor glicerol (15 a 20%) quando a temperatura das amostras de sêmen atingia cerca de 5 °C durante a curva de resfriamento para congelamento de sêmen (para touro, carneiro, javali e garanhão) e 15% de dimetil sulfóxido (para chinchila). Estas concentrações de crioprotetor foram adicionadas ao se observar melhor porcentagem de retorno da motilidade espermática após o descongelamento. Recentemente, Candeias et al. (2010), registraram a utilização experimental de porcentagem bastante inferiores à citada por Healey (1969). Onde doses de sêmen de equinos criopreservadas com o diluidor de congelamento comercial Botu-crio® demonstraram melhores resultados nas avaliações após o descongelamento quando comparado ao Inra 82 e Merck Gema contendo 4% de glicerol.

Terraciano et al. (2008), ressaltaram que o diluidor de congelamento de sêmen equino Botu-Crio<sup>®</sup> contém açúcares, aminoácidos, gema de ovo; apresentando em sua fómula além do glicerol, a metilformamida (MF). Em contraposição aparece o

diluidor de congelamento comercial como o FR-5<sup>®</sup> (compostos por leite desnatado e gema de ovo) que contêm glicerol como criprotetor e não apresentam amidas em sua formulação.

Buscando testar a eficácia de crioprotetores intracelulares alternativos, Snoeck, Henry e Melo (2007) observaram que independente da quantidade de gema ovo e do crioprotetor intracelular utilizado, aqueles diluidores com maior concentração de açúcares e tampões (em relação ao diluidor controle lactose-EDTA-gema de ovo descrito por Martin et al. (1979)) e o próprio diluidor controle preservaram melhor a integridade estrutural das membranas plasmáticas e acrossomal dos espermatozóides do que os diluidores com menor concentração de açúcares e tampões (citrato de sódio, bicarbonato de sódio e EDTA). Evidenciou-se neste estudo que os crioprotetores intracelulares e curvas de resfriamento utilizadas, a redução da quantidade de açúcares e tampões influenciaram na preservação da viabilidade espermática após descongelamento.

A redução na concentração de gema de ovo de 20% para 10%, nos diluidores contendo a mesma concentração de açúcares e tampões, não alterou a capacidade crioprotetora dos diluidores com etilenoglicol ou acetamida. Destacou-se que o aumento na concentração de açúcares e tampões no diluidor lactose-EDTA-gema de ovo não acrescentou efeito crioprotetor ao etilenoglicol e acetamida. Diluidores com maior osmolaridade tenderam a preservar melhor o sêmen equino congelado com etilenoglicol ou acetamida (SNOECK, HENRY e MELO, 2007).

Medeiros et al. (2002) também compararam o efeito crioprotetor de vários tipos de amidas: dimetilacetamida (DA), metilformamida (MF) e dimetilformamida (DMF); e suas combinações com o glicerol sobre o sêmen de equinos caracterizados como de baixa congelabilidade. Os autores observaram que a associação da dimetilformamida com glicerol apresentou superioridade ao glicerol sozinho, mas resultados inferiores à dimetilformamida sozinha.

Entretanto, Vidament et al. (2002) registraram que o glicerol a 1%, 3% e 5% associados a diferentes concentrações crescentes de DMF (1, 3 e 5%) não ocasionaram melhoria na qualidade de congelamento de sêmen de equino, quando comparados apenas ao uso de glicerol. Quando utilizaram apenas a DMF como crioprotetor, Medeiros et al. (2002) registraram melhores resultados em relação a motilidade espermática quando comparados a outros crioprotetores (glicerol, dimetilacetamida e metilformamida) e associações com DMF. Todavia, os espermatozóides congelados com uma combinação de diferentes amidas apresentaram maior mobilidade do que os congelados com apenas glicerol.

Com o intuito de adequar melhores formulações de crioprotetor ou associações de crioprotetores para minimizar os danos do congelamento e descongelamento sobre os espermatozóides equinos, Oliveira et al. (2010) compararam o glicerol , a Dimetilformamida e Etilenoglicol em diversas proporções e associações. Os resultados demonstraram que o menor percentual de defeitos totais foi encontrado na associação de formulações com baixa concentração de crioprotetores: 1,67% de Dimetilformamida + 1,67% de Glicerol + 1,67% de Etilenoglicol, sugerindo que esta combinação pode ser uma boa associação de crioprotetores na criopreservação de sêmen equino, pela eficácia na manutenção de taxas de motilidade, vigor e morfologia espermática.

Fagundes et al. (2010) buscaram inovações ao estudar os efeito da adição dos aminoácidos alanina, glicina e glutamina ao meio crioprotetor seminal de garanhões Mangalarga Marchador.

Cardoso, Silva e Silva (2005) obtiveram sucesso na criopreservação de sêmen canino com o uso da água de coco em pó ACP-106<sup>®</sup>. Sobreira Neto (2008) relataram que o uso da água de coco em pó ACP-105<sup>®</sup> como diluidor de sêmen na espécie equina (para resfriamento a 5°C) apresentaram índices equivalentes aos diluidores comerciais utilizados. Entretanto, ainda não foram obtidos resultados satisfatórios com uso da água de coco em pó na criopreservação do sêmen equino.

Os crioprotetores são essenciais aos diluidores de sêmen utilizados no processo de congelamento, porém não garante a sobrevivência de 100% das células. Isto pode ser explicado por possuírem efeitos tóxicos, na dependência da concentração utilizada sobre a célula espermática (FAHY, 1986).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso na criopreservação do sêmen depende de interações entre metodologia de processamento do ejaculado, diluidores, crioprotetores e curvas de resfriamento e aquecimento, buscando minimizar os danos causados pelo choque térmico, formação de cristais de gelo e desidratação celular.

Portanto, é necessário que os pesquisadores observem os diversos detalhes das metodologias empregadas na criopreservação de sêmen em equinos com objetivo de agregar melhores índices de fertilidade a esta biotecnologia da reprodução animal.

### REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A. et al. Amides as cryoprotectants for freezing stallion sêmen: A review. **Journals Elsevier Health**, v. 89, p. 105-113, 2005.
- ALVARENGA, M.A.; LANDIM, F.C.A.; REGHINI, M.F.S. Uso de sondas fluorescentes para avaliação de espermatozóides de garanhões. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, n. 27, p.10-13, 2010.
- ALVARENGA, M.A.; PAPA, F.O. Principais avanços no processamento e aplicação do sêmen congelado de equinos. **SPERMOVA**, v.1, n.1, p. 7-10, 2011.
- ALVES, S.G.G. et al. Efeito da solução, da fixação em formol-salina e do tempo de incubação sobre os resultados do teste hiposmótico para sêmen equino congelado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 219-225, 2005.
- AMANN, R.P.; PICKETT, B.W. Principles of cryopreservation and review of cryopreservation of stallion spermatozoa. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 7, p. 145-173, 1987.
- BLOM, E. Ultrastrukturen af nogle spermiedefekter of for slag til et nyt klassificerings-system for tyrens spermiogram. The ultrastructure of some characteristic sperm defect and a proposal for a new classification of bull spermiogram. **Norisk dVeterinaer Medicin**, v. 25, n. 7-8, p.383-391, 1973.
- BOCHIO, L.F.M. Inseminação Artificial em Eqüinos: Artigos Seção Técnica. São Paulo: ABQM, 2010. Disponível em: http://www.abqm.com.br/index.html. Acesso em: 22 out. 2011.
- BRADLEY, L.; LEIBO, S.P. Comparative cryobiology of mammalian spermatozoa. In: GAGNON, C.: The male gamete: from basic science to clinical applications. Viena: Cache River Press, 1999.
- CANDEIAS, M.L. et al. Efeito de difererentes diluidores comerciais para criopreservação de sêmen de garanhões da raça Mangalarga Marchador. XI CONFERÊNCIA ANUAL DA ABRAVEQ 2010, **Revista Brasileira de Medicina Veterinária,** suplemento I, v. 29, p. 311, São Paulo, 2010.
- CARDOSO, R.C.S.; SILVA, R.; SILVA, L.D.M. Use of the powdered coconut water (ACP-106®) for cryopreservation of canine spermatozoa. **Animal Reproduction**, v. 2, n. 4, p. 257-262, 2005.
- CBRA. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2ª ed. Belo Horizonte, 1998.
- CLULOW, J.R. A comparison of duck and chicken egg yolk for cryopreservation of stallion sperm. **Australian Veterinary Journal**, v. 85, n. 6, p.232-235, 2007.

- CRABO, B.G. Physiological aspects of stallion semen cryopreservation. **American of Association Equine Practice proceedings**, v. 47, 2001.
- DE VITA, B. Estudo de diferentes sistemas e curvas de congelação na eficiência da congelabilidade e fertilidade de sêmen equino.2008. 95f. Dissertação (mestrado área de concentração em Reprodução Animal) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.
- ENGLAND, G.C.W. Cryopreservation of dog semen: a review. **Journal of Reproduction and Fertility**. Suppl., v. 47, p. 243-255, 1993.
- FAGUNDES, B. et al. Adição de alanina, glicina e glutamina ao meio crioprotetor seminal de garanhões Mangalarga Marchador. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 279-284, 2010.
- FAHY, G.M. The relevance of cryoprotectant toxicity to cryobiology. Cryobiology, v. 23, p. 1-13, 1986.
- HAMMERSTEDT, R.H., GRAHAM, J.K., NOLAN, J.P. Cryopreservation of mammalian sperm: What we ask them to survive. **Journal of Andrology**, v. 11, p. 73-88, 1990.
- HEALEY, P. Effect of freezing on the ultrastructure of the spermatozoon of some domestic animals. **Journal of Reproduction and Fertility.** v. 18, p. 21-27, 1969.
- HOLT, W.V. Fundamental aspects of sperm cryobiology: the importance of species and individual differences. **Theriogenology**, v. 53, p. 47-58, 2000.
- LUCAS, T.F.G. Expression and signaling of G protein-coupled estrogen receptor 1 (GPER) in rat Sertoli cells. **Biology of Reproduction**, v. 83, n. 2, p. 307-317, 2010.
- MARTIN, J.C.; KLUG, E.; GUNZEL, A.R. Centrifugation of stallion semen and its storage in large volume straws. **Journal of Reproduction and Fertility,** v. 27, p. 47-51, 1979.
- MAZUR, P. Freezing of living cells: mechanisms and implications. American Journal Physiology, v. 247, p. 125-142, 1980.
- MCKINNON, A.O. Exames para avaliação da fertilidade do garanhão. XI CONFERÊNCIA ANUAL DA ABRAVEQ 2010, **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 29, p. 112-129, São Paulo, 2010.
- MEDEIROS, A.S.L. et al. Cryopreservation of stallion sperm using different amides. **Theriogenology**, v. 58, p. 273-276, 2002.
- NASH, T. Chemical constitution and physical properties of compounds able to protect living cells against damage due to freezing and thawing. In: MERUMAN, H.T. **Cryobiology**. New York: Academic Press, 1966, p. 179-220.
- OLIVEIRA, G.C. et al. Características espermáticas do sêmen equino congelado com diferentes crioprotetores. XI CONFERÊNCIA ANUAL DA ABRAVEQ 2010, **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 29, p. 304-305, São Paulo, 2010.
- PAPA, F.O. et al. **Manual de andrologia e manipulação de sêmen equino**, Botucatu, São Paulo, 2011, 40p.
- RICKER, J.V. et al. Equine sperm membrane phase behavior: the effects of lipid-based cryoprotectants. *Biol Reprod*, v.74, p.359-365, 2006.
- ROWE, A.M. Biochemical aspects of cryoprotective agents in freezing and thawing. **Cryobiology**, v. 3, p. 12-18, 1966.
- SALAZAR Jr., S.R. et al. Effect of cryopreservation protocol on postthaw characteristics of stallion sperm. **Theriogenology**, v. 76, p. 409-418, 2011.
- SILVA, M.C.F. CAMPOS, B.C.D.; Aspectos jurídicos da criopreservação extracorpórea de células embrionárias humanas. Texto disponibilizado em 01 out. 2009. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, v. 69. Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\_link=revista\_artigos\_leitura&artigo\_id=6605. Acesso em 24/10/2011.
- SILVA FILHO, J.M. Aspectos do manejo reprodutivo e do sêmen na inseminação artificial de égua. 1994. 408f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SNOECK, P.P.N.; HENRY, M.; MELO, M.I.V. Efeito de diferentes diluidores sobre a viabilidade espermática pós-descongelação de sêmen equino. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n. 1, p. 56-64, 2007.
- SOARES, A.T.; GUERRA, M.M.P.; Efeitos da criopreservação sobre a viabilidade espermática. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 2, p. 53-63, João Pessoa, 2009.
- SOBREIRA NETO, J.A. Avaliação "in vitro" e "in vivo" do sêmen equino diluído em água de coco em pó (ACP-105) e resfriado a 5°C. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SQUIRES, E.L. et al. Cooled and frozen stallion semen. Fort Collins: Colorado States University, n.9, 1999, 90p.

- TERRACIANO et al. Criopreservação de espermatozóides equinos comparando duas curvas de congelamento combinadas com diluentes comerciais: uma análise laboratorial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1972-1977, 2008.
- VIDAMENT, M. et al. Motility and fertility of stallion semen frozen with glycerol and/or dimethylformamide. **Theriogenology**, v. 58, p. 249-251, 2002.
- WATSON, P.F. Artificial insemination and the preservation of semen. In: LAMMING, G.E. Marshall's physiology of reproduction, 4ed. London: Churchill Livingstone, p. 747-835, 1990.



## Capítulo 5- O género Brachiaria e seu melhoramento genético

Antônio Delunardo Pandolfi Filho<sup>1</sup>, Cacilda Borges do Valle<sup>2</sup>, Henrique Duarte Vieira<sup>3</sup>, Bruno Borges Demincis<sup>4</sup>, Patricia do Rosario Rodrigues<sup>1</sup>, Guilherme Santos Freitas<sup>1</sup>, Rafaela Guerra Neves<sup>1</sup>, Raphael Pavesi Araújo

### 1. Introdução

O Brasil é um país dotado de características climáticas e extensão territorial que favorece a pecuária, permitindo que o país possua o maior rebanho comercial e seja um dos maiores produtores de carne bovina do mundo, firmando-se atualmente como o maior exportador mundial de carne bovina (GARCIA et al., 2011). O diferencial qualitativo do produto brasileiro é o chamado "boi de verde", ou seja, animais produzidos em pastagens, portanto sem riscos associados à Encefalopatia Espongiforme Bovina (Vaca louca) e observando o bem estar animal. Paralelamente, é o maior produtor e exportador de sementes forrageiras tropicais da América Latina, as demandas por qualidade e quantidade de sementes vêm impulsionando toda a cadeia produtiva, promovendo a organização do setor sementeiro em associações como a Unipasto (Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais) que aporta recursos para pesquisa em centros da Embrapa.

Gramíneas forrageiras, especialmente as do gênero *Brachiaria*, desempenham papel primordial na pecuária nacional e contribuíram decisivamente para o desenvolvimento das regiões Centro-Oeste e Norte do país, viabilizando as criações em solos ácidos e de baixa fertilidade natural. Atualmente, as pastagens cultivadas ocupam uma área de cerca de 120 milhões de hectares, das quais 80% são representadas por capins do gênero *Brachiaria* (MACEDO, 2005).

Tais pastagens são formadas essencialmente por cultivares apomíticas, ou seja, caracterizadas por reprodução assexuada por meio de sementes, constituindo, assim, extensos monocultivos clonais, cuja vulnerabilidade coloca em risco todo o sistema produtivo (MACEDO; VALÉRIO, 2006).

Neste contexto torna-se essencial e imprescindível o aumento da diversificação das pastagens pela obtenção de novas cultivares, mais produtivas, adaptadas a diversidades climáticas e desafios de novas fronteiras pecuárias, sendo o melhoramento de forrageiras uma forma de garantir a sustentabilidade do agronegócio.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Zootecnista, Mestrando do PPGCV da UFES, <sup>2</sup>Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, <sup>2</sup>Prof. da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro LFIT/CCTA/UENF; <sup>3</sup>Prof. da Universidade Federal do Espírito Santo, <sup>5</sup>Zootecnista, Doutorando do PPGCA da UENF.

### 2.1. As pastagens no Brasil

As pastagens são a formação vegetal mais comum e de maior extensão na Terra, adaptando-se a condições variadas. As plantas forrageiras representam grande parte dos constituintes das pastagens, sendo estas consumidas por animais, em geral ruminantes, e convergem para seu desenvolvimento e reprodução. As forrageiras bem sucedidas são aquelas que desenvolveram, ao longo de sua evolução, mecanismos de escape ao superpastejo e aos predadores, além de adaptação a condições edafoclimáticas adequadas à sua sobrevivência e mecanismos de dispersão. Esse tipo de estratégia exigiu forte e constante exposição a herbívoros e, possivelmente por essa razão, as gramíneas africanas, tais como as dos gêneros *Panicum, Brachiaria* e *Pennisetum*, são as mais utilizadas para formação de pastagens no mundo tropical (VALLE et al., 2009). Segundo o mesmo autor estas podem ser consorciadas com leguminosas herbáceas, geralmente, provenientes da América do Sul (*Stylosanthes* ou *Arachis*). Menos frequentes são as leguminosas dos gêneros *Desmodium* e *Centrosema*. Algumas arbustivas, como *Cajanus*, *Leucaena* e *Cratylia*, ganharam algum destaque nas últimas décadas.

A produção de bovinos de corte no Brasil tropical é realizada, essencialmente, sobre pastagens. Em 1995, 153 milhões de bovinos eram criados em 178 milhões de hectares. Em 2006, segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), eram 170 milhões de cabeças em 172 milhões de hectares de pastagens, das quais cerca de 120 milhões de hectares são pastagens cultivadas (MACEDO, 2006). Houve, portanto, aumento da eficiência de produção, com ligeira redução na área de pastagem utilizada. Essa eficiência na conversão de pastagem em produtos animais é fruto tanto do melhoramento animal, como das pastagens e fez do Brasil o segundo maior produtor e, desde 2004, o maior exportador de carne bovina no mundo (FAOSTAT, 2007).

O conceito de melhoramento de pastagens é frequentemente confundido com o de melhoramento de forrageiras. Entre 1950 e 1980, investiu-se muito no melhoramento da pastagem nativa, por meio de introdução de leguminosas, de adubações em linhas ou na superfície, de manejos estratégicos, controlando pressão de pastejo e recomendando-se, inclusive, o uso do fogo controlado (VALLE et al., 2008). Também era considerado melhoramento a substituição da pastagem nativa por pastagens cultivadas com forrageiras exóticas, solteiras ou consorciadas com leguminosas tropicais, oriundas de programas de melhoramento estrangeiros. Esse conceito de melhoramento proporcionou um aumento na capacidade de suporte das pastagens, acompanhado por um aumento na qualidade da forragem, o que resultou no aumento de ganho em peso por animal e por área.

A criação animal em pasto é, sem dúvida, uma das maiores responsáveis pelo sucesso atingido pelo setor pecuário no país, que ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de exportações de carne bovina, tendo, além deste posto, o maior rebanho comercial de bovinos do mundo (ANUALPEC, 2008). Esta forma de produção promoveu um diferencial qualitativo para a carne brasileira no mercado internacional, principalmente em função da qualidade de vida dos animais, por não estarem confinados, e das barreiras sanitárias, estando livre da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), por exemplo (ALMEIDA et at., 2011).

### 2.2. O gênero Brachiaria

O gênero *Brachiaria* pertence à tribo Paniceae e compreende cerca de 100 espécies, distribuídas pelas regiões tropicais e subtropicais, mas com grande concentração no continente africano, em ambientes variados, desde várzeas inundáveis até savanas. As principais espécies forrageiras de importância econômica nas Américas, originárias da África do leste, são: *B. arrecta (B. radicans)*; *B. brizantha*; *B. decumbens*; *B. dictyoneura*; *B. humidicola*; *B. mutica* e *B. ruziziensis* (VALLE et al., 2009).

Os principais caracteres que identificam o gênero *Brachiaria* são as espiguetas ovaladas a oblongas, inseridas em racemos unilaterais, com a primeira gluma voltada em direção à ráquis. No entanto, a taxonomia deste gênero não é satisfatória, tanto em relação à composição de suas espécies como na inter-relação com outros gêneros. Sendo proposta a aplicação de análises estatísticas da morfologia, aliada a outras informações, como forma de proporcionar um sistema razoável de classificação para o gênero *Brachiaria* (RENVOIZE et al., 1998).

Sua introdução nas Américas aconteceu em 1952 e depois, de forma mais intensa, a partir de 1965, mais recentemente, portanto, do que os outros gêneros, como *Panicum* (capim-colonião), *Pennisetum* (capim-elefante), *Melinis* (capim-gordura) ou *Hyparrhenia* (capim-jaraguá), trazidos da África na época colonial (PARSONS, 1972). Por sua adaptação excepcional a solos ácidos e de baixa fertilidade natural, alguns poucos ecótipos de braquiária, introduzidos entre 1965 e 1975, tiveram, nas três décadas seguintes, ampla expansão nos cerrados brasileiros e savanas da América tropical. Alcançando grande importância econômica, por viabilizar a atividade pecuária e promover novos pólos de desenvolvimento e colonização no Brasil Central, sendo possível se falar nas eras antes e após a braquiária.

Ao longo desse tempo, a tecnificação da produção de sementes para suprir esse grande mercado colocou o Brasil como o maior produtor e exportador de sementes de forrageiras tropicais do mundo. Assim, cultivares produzidos para os ecossistemas brasileiros acabam por atingir sistemas de produção de ruminantes ao redor do mundo tropical, constituindo um enorme desafio, oportunidade e responsabilidade para os programas brasileiros de melhoramento de forrageiras (VALLE et al., 2009).

Estima-se que a área coberta por pastagens no Brasil alcance 170 milhões de hectares, dos quais cerca de 120 a 135 milhões são de pastagens cultivadas, das quais 80% são representadas por capins do gênero *Brachiaria*, tendo relevância também o gênero *Panicum* (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005; MACEDO, 2005). Nos cerrados, basicamente predominam *B. decumbens* cv. Basilisk, com alta tolerância ao alumínio tóxico dos solos, mas suscetível às cigarrinhas-das-pastagens, e *B. brizantha* cv. Marandu, resistente às cigarrinhas, mas com menor tolerância ao alumínio e ao alagamento (BARBOSA, 2006). Esta ultima é uma das espécies mais importantes para o sistema de produção, a cultivar Marandu é responsável por cerca de 33,7% das sementes comercializadas no país (JANK et al., 2005).

Apesar da incontestável importância dessas gramíneas forrageiras tropicais para a sustentabilidade da pecuária bovina nacional, há poucas cultivares disponíveis no mercado, as quais cobrem extensas áreas. Além disso, tais pastagens são formadas essencialmente por cultivares apomíticas, ou seja, caracterizadas por reprodução

assexuada por meio de sementes, constituindo, assim, extensos monocultivos clonais, cuja vulnerabilidade coloca em risco todo o sistema produtivo (PEREIRA et al., 2001; MACEDO; VALÉRIO, 2006).

Desse modo, problemas como o aparecimento de pragas ou doenças podem colocar em risco todo o sistema de produção, como ocorreu com a síndrome da morte do capim braquiarão (*B. brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Legal, em 2006 (ALMEIDA et at., 2011). Neste aspecto, o aumento da diversificação das pastagens, pela obtenção de novas cultivares por meio do melhoramento, é essencial e imprescindível.

Gerar populações segregantes a fim de selecionar progênies para diversificação de pastagens tropicais cultivadas do gênero *Brachiaria* é de fundamental importância. Tal objetivo pode ser alcançado por meio da realização de intercruzamento de genitores sexuais previamente selecionados, visando à obtenção de progênies do primeiro ciclo de recombinação da seleção recorrente, e/ou pela realização de cruzamento de genitores sexuais selecionados com cultivares apomíticas elites, visando gerar populações segregantes quanto a estresses abióticos e bióticos (VALLE et al., 2009).

### 2.3. O melhoramento genético

A seleção, a partir da exploração da variabilidade natural dos recursos genéticos forrageiros, tem sido o principal método de desenvolvimento de cultivares utilizado para forrageiras tropicais no Brasil (PEREIRA et al., 2001; JANK et al., 2005). Para muitas espécies nativas e exóticas, esse processo continua válido e deverá ser responsável pela obtenção, em curto prazo, de cultivares superiores (SAVIDAN; VALLE, 1999). Esse método, apesar de mais simples e rápido, é finito, visto que se baseia apenas na avaliação da capacidade adaptativa de materiais coletados na natureza.

O melhoramento de forrageiras via recombinação genética passa, portanto, a se constituir na melhor opção na geração de novos cultivares (VALLE, 2001). Com base nos índices de avaliação usados é possível identificar híbridos sexuais superiores, para integrar novos cruzamentos no programa de seleção recorrente recíproca, bem como híbridos apomíticos, para alocação em ensaios regionais e de Valor de Cultivo e Uso, visando a avaliar a interação genótipos-ambientes.

Apesar da grande importância das forrageiras tropicais, os programas de melhoramento são recentes e contam com poucos especialistas, não apenas no Brasil, como em todo mundo tropical. O melhoramento genético *stricto sensu* de forrageiras tropicais no Brasil está concentrado em instituições públicas, ao contrário do que ocorre com o melhoramento de alfafa, azevém e trevos, na Europa e América do Norte (PEREIRA et al., 2001).

São reconhecidas algumas deficiências dos cultivares utilizados comercialmente deste gênero: *B. decumbens* cv. Basilisk é susceptível à cigarrinhas-das-pastagens; *B. brizantha* cv. Marandu é resistente ao inseto, mas susceptível a *Rhizoctonia* e menos persistente em solos ácidos, de baixa fertilidade natural e mal drenados; *B. humidicola* comum é bem adaptada a condições de solos mal drenados, mas apresenta menor valor nutritivo e é apenas tolerante a cigarrinhas das-pastagens; e *B. ruziziensis*, a

única espécie sexual, mas diploide, entre essas, apresenta o melhor valor nutritivo, porém é susceptível a cigarrinhas-das-pastagens e não persiste em solos ácidos nem tolera longos períodos secos (MILES et al., 2004).

Deste modo, o objetivo do desenvolvimento de novas cultivares é a redução da vulnerabilidade dos sistemas de produção de gado pela liberação de variedades que apresentem boa produtividade e alto desempenho animal, minimizando também a necessidade de abertura de novas áreas de cultivo (ALMEIDA et al., 2011). Isto será possível pela obtenção de híbridos persistentes, que reúnam características desejáveis de dois ou mais progenitores agronomicamente promissores, tais como adaptação a solos ácidos, alta produtividade, bom valor nutritivo e resistência a cigarrinhas-daspastagens. Para tanto, tem sido usado o cruzamento interespecífico, cruzando-se plantas sexuais com outras apomíticas e estudando-se o modo de reprodução nas progênies (SAVIDAN; VALLE, 1999).

Algumas das diversas etapas no desenvolvimento de cultivares de braquiária são: a conservação de germoplasma, passando por cruzamentos controlados; a avaliação de progênies; os ensaios de Valor de Cultivo e Uso; os ensaios de apoio, como os de resistência a cigarrinhas-das-pastagens e os ensaios sob pastejo. Os cruzamentos são feitos em casa de vegetação, com plantas sexuais em vasos e o pólen apomítico trazido de inflorescências cortadas no campo. As sementes obtidas são germinadas individualmente e, quando as plantas florescem, o modo de reprodução é determinado por meio de análises dos ovários clarificados e por microscopia com contraste de interferência (YOUNG et al., 1979).

A eficiência do melhoramento depende do conhecimento do controle genético dos caracteres a serem melhorados. O conhecimento da variabilidade e da divergência genética entre os genótipos e as espécies é de fundamental importância para a obtenção de sucesso no melhoramento intra e interespecífico neste gênero (JANK et al., 2005).

Embora a base genética de algumas características de interesse em forrageiras seja conhecida, pode-se dizer que para a maioria dos caracteres de mais significativa importância, a herança genética é complexa, pouco conhecida e frequentemente poligênica. Apesar disso, o melhoramento tem proporcionado aumento contínuo da produtividade das plantas cultivadas. Entretanto, ganhos adicionais exigirão, cada vez mais, melhor conhecimento da biologia das espécies, bem como, da resposta à seleção em nível genotípico (SOUZA, 2001).

### 2.3.1. Métodos auxiliares na identificação de genótipos superiores

Os marcadores moleculares têm sido utilizados extensivamente como ferramenta para conservação de recursos genéticos vegetais e para fornecer informações para o melhoramento das plantas (ROUT; MOHAPATRA, 2006). Dentre essas técnicas, o RAPD (Polimorfismos de DNA amplificados ao acaso) que utiliza um *primer* de sequência arbitrária para amplificar simultaneamente fragmentos de DNA, tem sido uma das mais utilizadas para estudos de diversidade genética em genomas anônimos (DIAS et al., 2004).

Em estudo realizado por Almeida et al. (2011), com objetivo de estimar a diversidade genética nas principais cultivares, acessos e híbridos elite com o uso de

marcadores moleculares do tipo RAPD, concluiu-se que todos os genótipos estudados foram molecularmente divergentes e que os marcadores RAPD utilizados podem auxiliar na identificação de cada genótipo. Além disso, os diferentes graus de similaridade genética entre e dentro das espécies estudadas podem orientar os melhoristas na tomada de decisão ao longo do programa de melhoramento genético dessas forrageiras.

Dentre os estudos básicos necessários ao programa de melhoramento, como o de braquiárias, a citogenética mostrou-se crucial, não apenas para auxiliar na seleção de genitores compatíveis, determinando-se o nível de ploidia e a ausência de anormalidades meióticas que comprometam a viabilidade dos gametas, como, também, para a elucidação de problemas de fecundidade e produção de sementes viáveis em híbridos selecionados pelo bom desenvolvimento vegetativo (VALLE; PAGLIARINI, 2009).

Muito importante também é determinar o modo de reprodução dos genótipos selecionados e dos genitores envolvidos no programa. Fosse a apomixia obrigatória, o melhoramento genético dessas plantas seria impossível, uma vez que não permitiria cruzamentos e introgressão de genes, para gerar nova variabilidade. Daí a importância de determinar o modo de reprodução, tanto nos acessos do germoplasma, a fim de identificar plantas sexuais ou apomíticas facultativas de alta sexualidade, como nas progênies. Essas plantas com megagametófitos funcionais, portanto, com gametas reduzidos, podem ser polinizadas por plantas apomíticas, que produzem pólen normal e, com isso, progênies segregantes são produzidas e genótipos superiores podem ser selecionados (VALLE et al., 2009).

#### 2.3.2. Resultados obtidos

Em genótipos híbridos de *B. brizantha/B. decumbens* com *B. ruziziensis*, tetraploidizada artificialmente, viabilizou-se a avaliação de desempenho agronômico, ao mesmo tempo em que se estudou a herança da apomixia, que, em *Brachiaria*, é simples e dominante sobre a sexualidade (SAVIDAN; VALLE, 1999).

Num estudo envolvendo 45 híbridos e duas testemunhas, cultivares Marandu e Basilisk, utilizou-se um índice para facilitar a seleção de genótipos superiores, com base em diversos caracteres de importância agronômica (VALLE et al., 2004). As características herdabilidade individual no sentido amplo, repetibilidade individual e valores médios de produção, para os 47 genótipos e para cada característica, mostraram valores altos, refletindo a boa sensibilidade para seleção de genótipos superiores, bem como o potencial de vários desses genótipos como futuros cultivares. Híbridos interespecíficos exibiram, normalmente, anormalidades meióticas, que afetaram em graus variados a fertilidade e a obtenção de sementes viáveis, cruciais para assegurar a ampla adoção de novos cultivares (VALLE; PAGLIARINI, 2009).

No programa de melhoramento de braquiária no CIAT (Colômbia), seis ciclos de seleção recorrente, para resistência à cigarrinhas-das-pastagens típicas do país (*Aeneolamia varia*), em populações sintéticas, mostraram que a sobrevivência de ninfas, em genótipos selecionados, caiu de 55,6 para 7%, do segundo ao sexto ciclo de recombinação, respectivamente (MILES et al., 2006).

Híbridos intraespecíficos foram recentemente obtidos em *B. humidicola*, espécie bem adaptada a solos de drenagem deficiente ou alagados. Nessa população, fez-se o uso de marcadores RAPD, para estudo da diversidade genética na coleção, identificação de híbridos e descarte das plantas de autofecundação. Foi também encontrado um marcador para apomixia (ZORZATTO et al., 2008).

Em pesquisa realizada por Almeida et al. (2011), com objetivo de estimar a diversidade genética nas principais cultivares, acessos e híbridos elite com o uso de marcadores moleculares do tipo RAPD, observou-se entre os genótipos de *Brachiaria* avaliados que a similaridade genética variou de 0,07 a 0,84, denotando uma alta variabilidade genética. Com relação aos híbridos avaliados neste estudo, aqueles resultantes de cruzamentos interespecíficos apresentaram menor coeficiente de similaridade genética (0,69) comparando aos híbridos intraespecíficos, nos quais a similaridade variou de 0,70 a 0,84.

Em estudo similar Chiari et al. (2008), encontraram uma variação de 0,49 a 0,87 entre os coeficientes de similaridade genética obtidos para 14 genótipos de quatro espécies de *Brachiaria*, que incluíram as cultivares Marandu, BRS Piatã, Basilisk e BRS Tupi. Esse estudo foi realizado usando 396 marcadores RAPD obtidos pela análise de 47 *primers*.

Em experimentação sob pastejo visando a avaliar o efeito do pasto sobre o desempenho animal, comparou-se o desempenho animal dos cultivares Xaraés e Piatã e da testemunha Marandu, em regime de pastejo alternado, durante três anos, em Campo Grande-MS. O ganho de peso diário dos animais na estação chuvosa foi semelhante entre os pastos de Piatã e Marandu, mas superou o proporcionado por Xaraés. Na estação seca, o desempenho diário dos animais foi semelhante entre os três cultivares. No entanto, o cv. Xaraés proporcionou, ao longo das estações, as maiores taxas de lotação (número de cabeças/área), o que resultou em maior produtividade anual em quilogramas de peso vivo/ha/ano (VALLE et al., 2004; EUCLIDES et al., 2008).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As pesquisas relacionadas ao melhoramento genético têm gerado conhecimentos e métodos para a melhoria da eficiência de seleção de gramíneas do gênero *Brachiaria* e, com isso, tem agilizado a liberação de novos cultivares para diversificar as pastagens no Brasil.

A adoção de cultivares melhorados deverá aumentar a produtividade por animal e por área, bem como contribuir para a diversificação de pastagens no Brasil tropical.

A comercialização de cultivares como um pacote tecnológico, incluindo maior produtividade, resistência a estresses bióticos e abióticos, traz benefícios diretos aos produtores de corte e de leite.

### 3. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.C.C.; CHIARI, L.; JANK, J.; VALLE, C.B. Diversidade genética molecular entre cultivares e híbridos de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum*. Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.11, p.1998-2003, nov, 2011.

- ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: IFNP, p.380. 2008.
- BARBOSA, R.A. **Morte de pastos de Braquiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 206 p. 2006.
- CHIARI, L. et al. Variabilidade genética em acessos e cultivares de quatro espécies de *Brachiaria* estimada por marcadores RAPD. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. 20p. (Embrapa Gado de Corte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24).
- DIAS, L.A.S. et al. A priori choice of hybrid parents in plants. **Genetics Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.3, n.3, p.356-368, 2004. Disponível em: <a href="http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2004/vol3-3/gmr0087\_full\_text.htm">http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2004/vol3-3/gmr0087\_full\_text.htm</a>. Acesso em: 26 fev. 2010.
- DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. Pastagens no ecossistema do Trópico Úmido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiânia, GO. Anais... Goiânia: SBZ, p.95-104. 2005.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B.; BARBOSA, R.A.; GONCALVES, W.V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43:1805-1812. 2008.
- FAOSTAT. 2007. Disponível em: <a href="http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569">http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569</a>>. Acessado em: 18 de iunho de 2009.
- GARCIA, C.S.; FERNANDES, A.M.; FONTES, C.A.A.; VIEIRA, R.A.M.; SANT'ANA, N.F; PIMENTEL, V.A.; Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça; **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.403-410. 2011.
- IBGE. 2006. **Censo agropecuário**. Disponível em <a href="http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\_impressao.php?id\_noticia=1064">http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\_impressao.php?id\_noticia=1064</a> > Acessado em: 18 de junho de 2009.
- JANK, L.; VALLE, C.B.; KARIA, C.T.; PEREIRA, A.V.; BATISTA, L.A.R.; RESENDE, R.M.S. Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. Informe Agropecuário, v.26, n.226, p.26-35, 2005.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ. p.56-84.
- MACEDO, M.C.M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: Barbosa, R.A. (Ed) **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. p 35-65. 2006.
- MACEDO, M.C.M.; VALÉRIO, J.R. Considerações sobre a mortalidade de plantas forrageiras em pastagens nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. In: BARBOSA, R. A. (ed). Morte de pastos de Braquiárias. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, p.199-206, 2006.
- MILES, J.W.; CARDONA, C.; SOTELO, G. Recurrent selection in a synthetic *Brachiariagrass* population improves resistance to three spittlebug species. Crop Science, 46:1088-1093. 2006.
- MILES, J.W.; VALLE, C.B.; RAO, I.M.; EUCLIDES, V.P.B. Brachiariagrasses. In: SOLLENBERGER, L.E.; MOSER, L.; BURSON, B. (Eds.). Warm-season (C4) grasses. Madison, ASA: CSSA: SSSA (American Society of Agronomy Crop Science Society of America-Soil Science Society of America). p.745-783. (Agronomy, 45). 2004.
- PARSONS J. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **Journal of Range Management**, 25:12-17. 1972.
- PEREIRA, A.V.; VALLE, C.B.; FERREIRA, R.; MILES, J.W. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: **Recursos Genéticos e Melhoramento Plantas**. Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Inglis-Valadares, M.C. (eds). Fundação MT, Rondonópolis. p.549-601. 2001.
- RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Eds.)

- **Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento**. 1.ed. Cali, Colombia: Centro Nacional de Agricultura Tropical; Campo Grande: Brasil: Embrapa Gado de Corte, p.1-17. 1998.
- ROUT, G.R.; MOHAPATRA, A. Use of molecular markers in ornamental plants: a critical reappraisal. European Journal of Horticultural Science, Stuttgart, v.71, n.2, p.53-68, 2006.
- SAVIDAN, Y.H.; VALLE, C.B. Amélioration génétique des graminées fourragère tropicales. In: ROBERGE, G. TOUTAIN, B. (Eds.). Cultures fourragères tropicales. Montpellier, La Librairie du CIRAD - Centre de coopération internationale en recherché agronomique pour le développement. p. 53-68, 1999.
- SOUZA, A.P. Biologia molecular aplicada ao melhoramento. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Eds.). **Recursos Genéticos & Melhoramento** Plantas, Rondonópolis, Fundação MT. p.549-602. 2001.
- VALLE, C.B. Genetic resources for tropical areas: Achievements and perspectives. In: 19° International Grassland Congress. Anais... Piracicaba. Proceedings, FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Querioz). p.477-482. 2001.
- VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIAS-FILHO, M.B.; LEMPP, P.A.; SOUZA, M.A. O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. **Documentos, 149**. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. p.36. 2004.
- VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres** 56(4): 460-472. 2009.
- VALLE, C.B.; PAGLIARINI, M.S. Biology, cytogenetics and breeding of *Brachiaria*. In: SINGH, R.J. (Ed.) **Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement**. v.5. Boca Raton, CRC Press. p.103-151. 2009.
- VALLE, C.B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; CHIARI, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. (Eds.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. 1ª ed.Campo Grande, Embrapa. p.13-53. 2008.
- YOUNG, B.A.; SHERWOOD, R.T.; BASHAW, E.C. Cleared-pistyl and thick sectioning techniques for detecting aposporous apomixes in grasses. Canadian Journal of Botany, 57:1668-1672. 1979.
- ZORZATTO, C.; CHIARI, L.; VALLE, C.B.; LEGUIZAMON, G.O.C.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S.; PAGLIARINI, M.S. Search of RAPD molecular marker linked to apomixis in *Brachiaria humidicola* In: International Congress on Sexual Plant Reproduction, Brasília. Anais..., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 259. p.212-213. 2008.



# Capítulo 6- Dinámica da regulação de ingestão voluntaria em ruminantes

# Alberto Chambela Neto<sup>1</sup>, José Fernando Coelho da Silva<sup>2</sup>, Bruno Borges Deminicis<sup>3</sup>, Ricardo Augusto Mendonça Vieira<sup>4</sup>, Ismail Ramalho Haddade<sup>5</sup>, Júlia Gazzoni Jardim<sup>6</sup> 1. Introdução

Existe alta correlação entre o consumo voluntário de alimentos e o desempenho animal, e, uma vez que esta é a fonte de nutrientes para o animal, o conhecimento sobre a qualidade de alimento consumido pelos animais tem interessado a pesquisadores em diversos países, e desse modo espera-se que a quantificação de alimento consumido, aliada à sua qualidade, satisfaça totalmente ou em grande parte as exigências de mantença, crescimento e produção dos animais.

A regulação da ingestão de alimentos por ruminantes é um processo extremamente complexo que envolve múltiplos mecanismos ainda pouco elucidados. Várias teorias têm sido propostas para demonstrar o mecanismo pelo qual o animal controla o consumo de alimentos, contudo, pouco se sabe sobre os receptores que atuam nesses mecanismos.

O centro da saciedade e o centro da fome, localizados no hipotálamo, estão envolvidos neste mecanismo. Estímulos de um inibem a ação do outro. Quando o animal está saciado, há um estímulo no centro da saciedade que inibe o centro da fome e causa diminuição do consumo. O apetite do animal de alguma forma diminui o estímulo sobre o centro da saciedade, o que diminui a inibição sobre o centro da fome e desta forma a ingestão de alimentos é aumentada.

Assim, definida a importância da ingestão voluntária de matéria seca (MS), podese justificar a existência de numerosos estudos que objetivam comprovar diversas hipóteses acerca dos mecanismos que regulam esse consumo. Atualmente são propostos três mecanismos básicos envolvidos neste controle: o psicogênico, que envolve o comportamento do animal diante de fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente; o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional; e o físico, relacionado com a capacidade de distensão do rumem do animal (MERTENS, 1994). Definidos esses mecanismos, esta revisão visa abordálos a fim de elucidar as teorias existentes mais aceitas na atualidade.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Zootecnista, M.Sc. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, chambela@gmail.com , <sup>2</sup>Engenheiro Agronômo, D.Sc. Docente do Laboratório de Nutrição Animal e Zootecnia da UENF, <sup>3</sup>Zootecnista, D.Sc. Docente do Departamento de Zootecnia da UFES, <sup>4</sup>Zootecnista, D.Sc. Docente - LZNA/CCTA /UENF. <sup>5</sup>Zootecnista, D.Sc. Docente do IFES – Santa Teresa, <sup>6</sup>Zootecnista, Doutoranda em Ciência Animal da UENF.

### 2. DEFINIÇÕES

Consumo voluntário de matéria seca (CMS) é o peso ingerido por um animal ou grupo de animais durante um determinado período de tempo durante o qual eles têm acesso livre à comida, geralmente é apresentado na unidade de kg de MS/animal/dia, ou ainda em uma medida comparativa relativa ao seu peso vivo, ou peso vivo metabólico em porcentagem (%). Através dele, pode-se determinar a quantidade de nutrientes ingeridos e se obter estimativas da quantidade de produto animal elaborado (VAN SOEST 1994).

Em geral, o CMS eleva-se com o aumento do peso vivo do animal. Assim, algumas variações podem ser observadas expressando-se a ingestão como uma taxa do peso do animal. Vários pesquisadores, tradicionalmente expressam o CMS como porcentagem do peso vivo (% PV), embora na literatura sejam observadas variações quanto a unidade ao expressá-la em peso metabólico, que para Brody (1945) equivale ao PV<sup>0,73</sup> ou para Kleiber (1975) que considera PV<sup>0,75</sup>.

Kleiber (1975) postulou que o consumo de energia pelos animais é proporcional ao tamanho do corpo metabólico, o que foi contrariado por Van Soest (1982), que ao observar espécies herbívoras, propôs que a ingestão é proporcional ao peso vivo, pois formou este conceito a partir da relação entre o conteúdo presente no estômago e o peso vivo do animal.

A história de estudos de mecanismos relacionados ao controle do consumo foi revisada por Gallouin e Lê Magnen (1987). Estes autores dividem cronologicamente os estudos acerca do controle do consumo em três etapas:

- 1ª O período pré-científico; onde abordam os trabalhos do fisiologista renascentista Fernel, que em 1655 define a fome como um apetite natural controlado pelo fígado, e daí em diante citam diversas pesquisas que se estendem até o século XIX com destaque para os trabalhos do naturalista Buffon (1774, 1858) quando a fome e o apetite são abordados em termos comportamentais.
- 2ª O período experimental; onde já no século XIX, as respostas ao método experimental na fisiologia se tornam mais claras com os testes em animais.
- 3ª As teorias mecanicistas; nesta etapa os animais passam a ser considerados "explicáveis" por meio de uma série de causas e efeitos estritamente físico-químicos, assim sendo, ganhou destaque o trabalho de Tiedemann e Gmelin (1826) que aborda a motilidade do estômago e a capacidade de distensão do mesmo. Em 1953, Mayer em experimentos com ratos, propôs a teoria glucostática que sugere que o animal tenta manter um nível relativamente constante de glicose no sangue monitorado pelo sistema nervoso central.

Posteriormente foi demonstrada a importância do enchimento do intestino (BALCH e CAMPLING, 1962 APUD. GALLOUIN e LÊ MAGNEN, 1987), e diversas teorias individuais baseadas no enchimento físico do retículo-rúmen (ALLEN, 1996; MERTENS, 1994a, 1994b; ALLEN, 2000), fatores de feedback metabólico (ILLIUS E JESSOP, 1996; MERTENS, 1994), lipostática (KENNEDY, 1953), teorias neuro-hormonais (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000) e de consumo de oxigênio (KETELAARS e TOLKAMP, 1996) têm sido propostas para determinar e predizer o consumo voluntário de matéria seca.

### 3. TEORIAS

# 3.1. ENCHIMENTO FÍSICO DO RETÍCULO-RÚMEN vs. FEEDBACK METABÓLICO

Há um consenso geral que os mecanismos que regulam a ingestão voluntária de alimentos em herbívoros ruminantes é um processo muito complexo que envolve vários mecanismos ainda pouco elucidados. As teorias atuais estudadas nas últimas décadas ainda são muito contraditórias, contudo o efeito físico de enchimento ruminal (ALLEN, 1996; MERTENS, 1994a, 1994b) desponta como uma das teorias mais aceitas pela comunidade acadêmica.

Inicialmente, a regulação física foi proposta em um modelo conhecido como *Two-Phase Hypothesis* (TPH). De acordo com trabalho de Pittroff e Kothmann (1999) a TPH começou a se fundamentar em um trabalho de Settegast (1868) que afirmava que os componentes não digeríveis do alimento no rúmen funcionavam como um "lastro", assim em 1941, Lehmann afirma que a permanência desses resíduos não digeríveis de alimento comprometeria a ingestão voluntária de alimentos, até que, mais recentemente, Conrad et al. (1964) explicam a TPH como uma hipótese de controle físico e fisiológico.

Embora o conceito da TPH tenha sido repetidamente criticado, a maioria dos modelos de ingestão tem por base este conceito, ou usa funções constantes de peso e digestibilidade como variáveis independentes (SANDERS, 1977; FORBS, 1977; MERTENS, 1987; ILLIUS e GORDON, 1991 apud PITTROFF e KOTHMANN 1999)

Em 1956, Blaxter et al. baseados no peso da MS do alimento no intestino de ovinos, postularam o primeiro modelo para calcular o preenchimento do intestino. Este trabalho criou o conceito *rumen fill*, que relaciona a ingestão de matéria seca com a taxa de passagem da fração não digerível do alimento no rúmen-retículo (RR), dependente do teor de fibra retida no rúmen (Figura 1).

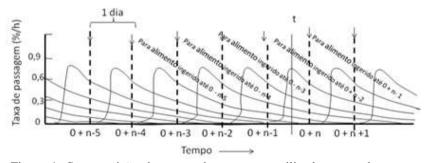


Figura 1: Superposição das taxas de passagem utilizadas para obter a taxa de produção de fezes. (Fonte: BLAXTER *et al.*, 1956).

Embora o papel da fibra na disponibilidade de energia e na fermentação ruminal seja reconhecido, o seu real efeito na regulação do consumo não tem sido bem explicado, muito, devido a falta de reconhecimento da complexidade e das interações que ocorrem ao se determinar o consumo de um grupo de animais.

O conceito de fibra ainda é controverso na literatura científica, entre outras, é definida como a fração parcialmente disponível dos alimentos, que ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais. Assim, as limitações físicas estão relacionadas com a degradação do alimento e com o fluxo das frações não digeridas pelo rúmen e o restante do trato gastrintestinal (TGI).

Recentemente, Mertens (1994b) propôs um modelo em que o efeito de enchimento da dieta é representado exclusivamente pelo peso da FDN das grandes partículas do alimento contido no RR, e sugeriu ainda que as partículas pequenas presentes no fluido ruminal, em função da sua baixa densidade pouco contribuem para o efeito de enchimento da dieta. No entanto, Allen (1996) afirma que tanto o peso quanto o volume do alimento no RR são estimuladores dos receptores de tensão naquele órgão, e que a probabilidade de passagem do RR aumenta com o aumento da densidade de partículas (Figura 2). Assim, aparentemente, seria mais prudente preconizar modelos que combinem ambos os efeitos.

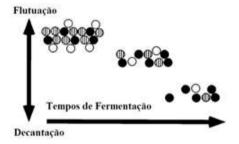


Figura 2: Efeito da extensão da fermentação na flutuabilidade de partículas no RR. Os círculos são os produtos da fermentação: a FDN potencialmente fermentável (Φ) é removida enriquecendo a fração FDN indigestível (•). As partículas de baixa densidade associadas à parte gasosa (□) diminuem devido ao esgotamento do substrato potencialmente fermentável. Allen, 1996.

A importância da gravidade específica (GE) das partículas do alimento ingerido é frequentemente questionada no contexto da remoção da digesta do RR. Para Allen e Mertens (1988) embora os estudos realizados apontem para uma íntima relação entre a GE e o tamanho das partículas, os mesmos não estabelecem uma relação funcional com o controle da ingestão.

Há ainda um efeito de latência que deve ser considerado na utilização de modelos de controle físico da ingestão, uma vez que o alimento precisa interagir com o ambiente ruminal antes que se inicie a adesão dos microrganismos e posterior digestão. É provável que as interações entre o alimento e o animal afetem os mecanismos específicos que atuam na regulação do fluxo do orifício retículo-omasal (ALLEN, 1996).

Embora esse controle físico da ingestão de alimento seja aceito no meio científico, fica claro que seus efeitos são dependentes da digestibilidade da dieta, uma vez que, com dietas de baixa digestibilidade, o consumo de alimentos aumenta com o aumento do valor nutritivo, até um ponto em que a distensão ruminal não permita uma

maior ingestão. Assim, dietas com baixo valor nutritivo, devido à distensão do TGI, muitas vezes inibem o consumo de matéria seca antes que esteja satisfeita a demanda de energia do animal.

Os mecanismos homeostáticos que regulam o CMS procuram assegurar a manutenção do peso corporal e as reservas teciduais durante a vida adulta. Os mecanismos homeorréticos ajustam o CMS para atender as exigências específicas de vários estágios fisiológicos, como crescimento corporal, prenhez e lactação. O apetite é função dos requerimentos energéticos determinados pelo potencial genético ou pela condição fisiológica (MERTENS, 1994a).

Deste modo, fica claro que equações que considerem apenas o efeito do enchimento físico do RR estão propensas a fornecer informações de pouca acurácia, sendo mais prudente aceitar a inter-relação entre os efeitos físicos e fisiológicos.

Pois quando a densidade energética da ração é alta (baixa concentração de fibra) em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética do animal e o RR não ficará cheio. Em contrapartida, se a dieta contém baixa densidade energética (teor de fibra elevado) relativa aos requerimentos do animal, o consumo será limitado pelo efeito do enchimento do alimento, desde que a disponibilidade de alimento não seja limitante, pois assim nem o enchimento nem a demanda de energia seriam importantes para predizer o consumo.

Assim, Mertens (1985) apud Mertens (1997) propõe um modelo estático de regulação do consumo ilustrado abaixo.

A Figura 3 ilustra a relação de reciprocidade entre as características alimentares e o CMS. Esta relação não pode ser demonstrada com precisão por um modelo que considere apenas um efeito (enchimento do RR ou demanda energética). A figura mostra o consumo esperado quando a limitação ocorre pela demanda energética ( $I_E$ ) ou enchimento físico ( $I_F$ ). as linhas tracejadas representam o consumo previsto por extrapolação das equações teóricas.

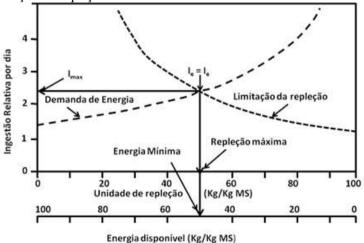


Figura 3: Modelo estático de regulação do consumo. (MERTENS 1985, apud MERTENS, 1997).

Outro problema pode ser analisado na determinação do consumo quando se considera os ensaios *in vitro* e/ou *in situ* para determinação da digestibilidade da fibra. Isto ocorre devido aos efeitos causados pelo processo de trituração da fibra exigida na aplicação destes ensaios.

A trituração da fibra decresce a atividade de mastigação, normalmente associada a alimentos com elevado teor de fibra. Então, esses alimentos não serão tão efetivos na manutenção do pH ruminal quanto a forragem não processada. Outro efeito da trituração é que a mesma eleva o potencial de consumo destes alimentos, porque o volume ocupado pelo alimento moído será menor que aquele do alimento não processado.

Van Soest (1982) apud Vieira e Fernandes (2006) propôs a "Teoria do Hotel" para explicar tal fenômeno. Forragens inteiras são análogas ao edifício de um hotel, que ocupa um grande espaço em relação ao peso ou volume específico de suas paredes. Da mesma forma que o prédio pode ser reduzido a um pequeno volume de entulho, após sua demolição, os alimentos moídos ocupam menos espaço do que indicado pelo seu teor de fibra. Daí, alimentos moídos têm menor efeito de enchimento por unidade de FDN e um valor ajustado ou corrigido para FDN, torna-se necessário para refletir seu efeito de enchimento real (MERTENS, 1992).

### 3.2. TEORIA LIPOSTÁTICA

Os recentes avanços nas pesquisas sobre fisiologia do tecido adiposo são muito promissores, em especial aos mecanismos de regulação lipostática da ingestão alimentar. Particularmente, o papel do sistema endócrino e a descoberta da leptina podem explicar a hipótese de *feedback* do tecido adiposo sobre o sistema nervoso central (SNC) (FAVERDIN e BAREILLE, 1999).

Em 1953, Kennedy propôs a teoria da regulação lipostática no consumo de alimentos. Ele sugeriu que o controle em longo prazo da ingestão de alimentos pelo hipotálamo foi secundário à regulação das reservas energéticas do corpo.

Suas suposições foram pautadas nos estudos de Brobeck (1946 e 1948), Brobeck, Tepperman e Long (1943), Lundbaek e Stevenson (1947), entre outros. Estes trabalhos, realizados com ratos, foram baseados em lesões ventromediais no hipotálamo (LVM), que causaram hiperfagia e obesidade nos animais.

Em Kennedy (1953), são descritos dois efeitos da LVM: a) um efeito dinâmico, que se caracteriza por rápido ganho de peso e hiperfagia, e b) um efeito estático, caracterizada pela estabilização do peso e do retorno da ingestão de alimentos ao seu nível inicial. Assim, o autor propôs que a LVM causou aumentos nos níveis normais de reservas corporais, ocasionados pelo aumento do consumo de alimentos até um novo *status* de reserva, e pressupôs então que ocorreria um *feedback* por parte do próprio tecido adiposo, que se auto-monitora e informa alterações ao sistema nervoso o que regularia o consumo de alimentos.

Desta forma, ao se considerar esta teoria, assume-se que o hipotálamo é a estrutura do sistema nervoso encarregada do controle da ingestão de alimentos, seja ela de curto-prazo (regulação de fome e saciedade) ou longo-prazo (manutenção do peso corporal), contudo não se permite estabelecer o fator principal que regula esta

ingestão de alimentos, ou de que forma o sistema nervoso central é informado sobre o nível de reservas corporais.

Bareille e Faverdin (1996) em experimento com vacas leiteiras em início de lactação afirmam que a alta taxa de crescimento da insulina circulante induzida pela alta demanda de energia para produção de leite e pelo aumento da lipólise pode limitar o CMS neste período através do efeito direto do SNC nos sensores de saciedade animal e que há um efeito secundário neste controle proveniente da mobilização de lipídeos.

Em trabalho com ovelhas da raça Dorper, Kaske e Groth (1997) observaram que o consumo de alimento depende consideravelmente das reservas corporais, sendo que a ingestão de alimentos volumosos aumentou consideravelmente durante o início da lactação, período este de maior demanda energética do animal.

### 3.3. TEORIAS NEURO-HORMONAIS

O sistema nervoso central exerce papel vital no controle da ingestão voluntária de alimento, bem como no crescimento, reprodução e deposição de gordura corporal. O cérebro possui receptores especiais na parede do trato digestivo e tecidos metabolizadores, e assim, envia informações integradas de tal forma a determinar que alimento ingerir e se o consumo deve iniciar ou cessar (FORBES, 2005). Este autor afirma que o hipotálamo atua no controle da ingestão de alimentos, em particular, sua região ventral-mediana, que passou a ser conhecida como "o centro da saciedade".

Ingvartsen e Andersen (2000) listaram diversos hormônios como os reprodutivos, do *stress*, entre outros, como sinalizadores da regulação do consumo.

### **3.3.1.** Leptina

A descoberta da leptina, responsável pela regulação do consumo e do metabolismo energético, renovou o interesse sobre o estudo do controle homeostático do metabolismo energético (DIAS-SALMAN *et al.*, 2007).

A leptina é o produto do gene da obesidade (ob) que causa obesidade e hiperfagia em ratos. É sintetizada, primariamente, pelo tecido adiposo e atua como um hormônio que regula a ingestão de alimento, bem como as reservas corporais (COELHO da SILVA, 2006). Sabe-se que o tecido adiposo branco não é apenas um tecido de reserva de energia, mas também o maior sítio de produção de leptina (DIAS-SALMAN *et al.*, 2007). O nível de leptina no plasma está fortemente relacionado com o tamanho das células adiposas e positivamente correlacionado com a alimentação de bovinos adultos (COELHO da SILVA, 2006). O aumento da massa adiposa é limitado, eventualmente, pela ação de *feedback* negativo que a leptina exerce sobre o centro da saciedade no hipotálamo (PITTROFF e KOTHMANN, 1999).

Num nível mais amplo, o tecido adiposo tem mostrado que à medida que aumenta o tamanho dos adipócitos, aumenta também a produção de leptina (FORBES e PROVENZA, 2000). Estes autores afirmam ainda que a leptina é liberada via SNC, onde inibe a alimentação, através do sistema neuropeptídeo Y. É razoável presumir que, todo o *feedback* negativo, devido à leptina é integrado com os estímulos

provenientes das vísceras, sendo regulada de forma rápida, mas que, sendo persistente, resulta em redução significativa, a longo prazo, no consumo dos animais obesos.

### 3.3.2. Glucagon

O balanço energético negativo está associado a hipoglicemia (alta demanda de glicose gerada pela necessidade da síntese de lactose). Isso faz com que os níveis de glucagon aumentem, havendo aumento também do AMP cíclico no tecido adiposo, o que ativa a lipase hormônio sensível, com mobilização das reservas corporais (triglicerídeos), e conseqüente liberação de ácidos graxos de cadeia longa (AGL) e glicerol no sangue. Os AGL são utilizados pelos tecidos periféricos para a produção de energia através da β-oxidação (LEHNINGER, 2002).

Há poucos estudos com o glucagon sobre o consumo alimentar em ruminantes. Geary *et al.* (1983) apud. Ingvartsen e Andersen (2000) apresentam resultados da atuação do glucagon na regulação do consumo em ratos. Mas aceitam que seja mais provável que o hormônio não atue diretamente sobre o cérebro, mas sim sobre o fígado, pois seu efeito depressivo de pode ser prevenido pela vagotomia hepática.

### 3.3.3. Insulina

A insulina é o hormônio anabólico mais conhecido e é essencial para a manutenção da homeostase de glicose e do crescimento e diferenciação celular. A insulina regula a homeostase de glicose em vários níveis, reduzindo a produção hepática de glicose (via diminuição da gliconeogênese e glicogenólise) e aumentando a captação periférica de glicose, principalmente nos tecidos muscular e adiposo. A insulina também estimula a lipogênese no fígado e nos adipócitos e reduz a lipólise, bem como aumenta a síntese e inibe a degradação protéica (CARVALHEIRA *et* al., 2002).

A insulina estimula a secreção de leptina, enquanto que o agonista β3-adrenérgico reduz a expressão do gene leptina (ob) no tecido adiposo (FAVERDIN e BAREILLE, 1999 apud. COELHO da SILVA, 2006). A insulina exerce efeitos biológicos sobre os tecidos cerebrais, pois atua como um modulador do sistema nervoso. Acredita-se que o hormônio seja um sensor do metabolismo periférico, pois se acopla a receptores cerebrais específicos encontrados nas áreas mais importantes para a regulação do consumo e do metabolismo energético no cérebro (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000).

Para Forbes (2005), a insulina pode exercer, em longo prazo, certo efeito no peso vivo de animais ruminantes, contudo, ele não parece não deprimir o consumo em vacas de leite em início de lactação quando sua concentração é baixa.

### 3.3.4. Colecistocinina (CCK)

A CCK foi o primeiro hormônio em que se reconheceram propriedades anoréxicas (FORBES, 2005). Embora a CCK seja produzida em várias formas fisiologicamente distintas (PITTROFF e KOTHMANN 1999), pelo menos dois receptores são ativos na regulação do consumo, os receptores CCKa, que predominam

em estruturas neurais e no pâncreas e os CCKb, que encontram-se no estômago e em áreas do SNC (FORBES, 2005).

A CCK é um neuropeptídeo, produzido no duodeno-jejuno, que promove a contração da vesícula biliar. Em associação com a gastrina, o peptídeo inibitório gástrico (GIP) e a secretina, promovem a constrição do esfíncter pilórico e, dessa forma, retardam o esvaziamento gástrico (PITTROFF e KOTHMANN 1999).

Dessa forma, sua função mais aceita parece ser a de regular a motilidade do intestino.

### 3.3.5. Neuropeptídeo Y (NPY)

O NPY é encontrado em corpos celulares e terminais nervosos de várias áreas do cérebro, particularmente aquelas envolvidas na regulação do consumo voluntário e balanço energético (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000).

Estudos recentes vêm demonstrando que o tratamento com injeções intravenosas do hormônio do crescimento (GH) e do neuropeptídeo-Y (NPY) pode aumentar a síntese de leptina, a qual produz um mecanismo de retroalimentação sobre seu receptor no cérebro, diminuindo a secreção desses hormônios na circulação periférica (CHILLIARD *et al.*, 2001 apud. DIAS-SALMAN *et al.*, 2007).

### 3.4. CONSUMO DE OXIGÊNIO

A correlação entre o teor de digestibilidade da parede celular e o consumo de alimentos é por vezes extraordinariamente grande, e isso induz a teorias de regulação da ingestão pautadas em mecanismos físicos (KETELAARS e TOLKAMP, 1996).

Contudo, uma forte correlação estatística não implica necessariamente uma relação causal entre o preenchimento ruminal e a ingestão de alimentos. Os mesmos parâmetros que caracterizam o enchimento ruminal também estão correlacionados com a eficiência de utilização de energia (KETELAARS e TOLKAMP, 1992). Assim, propriedades como a digestibilidade do alimento, o teor de parede celular, o conteúdo de nitrogênio ruminal, a proporção de AGVs, tem efeitos particulares do animal que excedem em muito aqueles que operam em nível ruminal.

Em uma escala de tempo de um dia, a taxa de enchimento não pode exceder a taxa de desaparecimento da digesta. Portanto, pelo cálculo da taxa de desaparecimento, pode-se obter a taxa de enchimento, ou seja, o consumo voluntário de alimento. Infelizmente, o volume do rúmen não é estático, e as taxas de digestão, absorção e passagem não são apenas dependentes das propriedades do alimento, mas também estão sob o controle do animal (KETELAARS e TOLKAMP, 1996).

Dessa forma, os autores assumem que modelos exclusivamente físicos não podem predizer o consumo de alimentos, eles podem no máximo mostrar como certa quantidade de alimentos é processada pelo animal.

Ketelaars e Tolkamp (1992) propuseram que os ruminantes têm evoluído para comer a mesma quantidade de um determinado alimento que resulta na produção máxima de energia líquida por unidade de oxigênio consumido, ou seja, a maximização da eficiência. Essa relação, entre a eficiência de utilização de oxigênio e o consumo de energia líquida para um determinado número de forragens, está

demostrada na figura 4, onde o valor máximo para o qual a eficiência de utilização de oxigênio pode atingir para um determinado alimento, aumenta com o aumento da metabolizibilidade do alimento.

O suporte desta teoria está nas causas fundamentais do processo de envelhecimento por ação de radicais livres. Neste enfoque, o envelhecimento é iniciado por danos oxidativos causados por espécies reativas de oxigênio. Estas se originam no processo de uso de oxigênio para geração de ATP, e causam danos às estruturas celulares que acumulam com a idade e resultam em deterioração da função celular e a perda de vitalidade, diretamente ligada ao consumo cumulativo de oxigênio.

Esse novo conceito de regulação de consumo de alimento em ruminantes foi desenvolvido a partir da idéia de que o consumo de alimento apresenta tanto custos como benefícios para o animal. Considera-se que o consumo de energia líquida para mantença e ganho como sendo os benefícios do consumo de alimento, e o concomitante consumo de oxigênio o custo, pois gera subprodutos prejudiciais – os radicais livres.

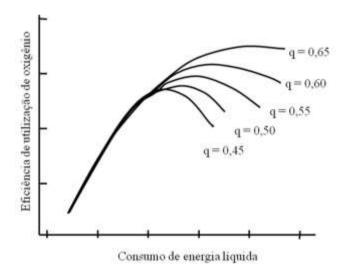


Figura 4: Eficiência de utilização de oxigênio (NEI/O $_2$  consumido) como uma função do NEI para forragens de digestibilidade (%) = 0.45, 0.50, 0.55, 0.60 e 0.65 (Ketelaars e Tolkamp, 1992)

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo voluntário de matéria seca pelos ruminantes pode ser regulado por diversos mecanismos, por essa razão, a condição corporal, o peso vivo, a capacidade de distensão ruminal, a raça e a condição fisiológica do animal alteram os requerimentos nutricionais destes, o que influencia a ingestão voluntária de matéria seca.

Dentre as teorias propostas para explicar e predizer o CMS parece ser a teoria baseada na concentração de FDN dos alimentos, que mede a propriedade dos mesmos em ocupar espaço no RR, é a mais acurada.

Embora a teoria da concentração de FDN tenha vantagens teóricas em relação as demais teorias, atualmente, as teorias aceitas ainda necessitam de mais estudos, uma vez que os mecanismos que determinam o CMS não atuam individualmente.

### 5. REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. Journal of Animal Science, v.74, p. 3063-3075, 1996.
- ALLEN, M.S.; MERTENS, D.R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. Journal of Nutrition, v.118, p. 261-270, 1988.
- BAREILLE, N.; FAVERDIN, P. Lipid Metabolism and Intake Behavior of Dairy Cows: Effects of Intravenous Lipid and β-Adrenergic Supplementation. Journal of Dairy Science, v.79, p.1209-1220, 1996.
- BLAXTER, K.L.; M.C.C. GRAHAM, N.; WAINMAN,F.W. Some observations on the digestibility of food by sheep, and on related problems. Brithish Journal Nutrition, v.10, n.69. 1956.
- BRODY, S. Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals. Baltimore: Reinhold Publishing Publishing Corporation, 1945.
- CARVALHEIRA, J.B.C.; ZECCHIN, H.G.; SAAD, M.J.A. Vias de Sinalização da Insulina. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v.46, n.4, São Paulo, 2002.
- COELHO DA SILVA, J.F. Mecanismos Reguladores de Consumo. In: Berchieli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. Nutrição de Ruminantes. FUNEP. Jaboticabal. 2006.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. Journal Dairy Science, v.47, n.1, p. 54-62, 1964.
- DIAS-SALMAN, A.K.; BERMAL COSTA, R.; GIACHETTO, P.F. Gene da Leptina em Ruminantes. Revista electrónica de Veterinária, v.7, n.12, 2007.
- FAVERDIN, P.; BAREILLE, N. Lipostatic Regulation of Feed Intake in Ruminants. In: Van Der Heide, D.; Huisman, E.A.; Kanis, E.; Osse, J.W. M.; Verstegen, M.W.A. Regulation of Feed Intake. CAB International. 1999.
- FORBES, J.M. Voluntary Feed Intake and Diet Selection. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism -2nd ed., p. 607-625. CAB International 2005.
- FORBES, J.M.; PROVENZA, F.D. Integration of Learning and Metabolic Signals into a Theory of Dietary Choice and Food Intake. In: Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth, and reproduction / edited by P. Cronje; assoc. editors, E.A. Boomker ... [et al.]. p. 3-19. CAB International 2000.
- GALLOUIN, F. LE MAGNEN, J. History of concepts of hunger, satiety and appetites. Reproduction, Nutrition and Development, v.27, p. 109-128, 1987.
- ILLIUS, A.W., JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. Journal of Animal Science, v.74, p.3052-3062. 1996.
- INGVARTSEN, K.L.; ANDERSEN, J.B. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. Journal of Dairy Science, v.83, p.1573-1597. 2000.
- KASKE, M.; GROTH, A. Changes in factors affecting the rate of digesta passage during pregnancy and lactation in sheep fed on hay. Reproduction Nutrition Development, v.37, p.573–588, 1997.
- KENNEDY, G.C. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. Proceedings of the Royal Society, p.578-592, 1953.
- KETELAARS, J.J.M.H.; TOLKAMP, B.J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. 1. Causes of differences in voluntary feed intake: Critique of current views. Livestock Production Science, v.30, p.269, 1992.
- KETELAARS, J.J.M.H.; TOLKAMP, B.J. Oxygen efficiency and the control of energy flow in animals and humans. Journal of Animal Science, v.74, p.3036-3051, 1996.
- KLEIBER, M. The fire of life. 2<sup>th</sup> ed. New York: Robert. E. Krieger Publishing, 1975.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica. 3 ed. São Paulo. Ed. Sarvier, 975p., 2002.

- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. Journal Animal Science, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, 1992, Lavras. Anais... Lavras: SBZ-ESAL, 1992. p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization, G. C. Fahey Jr., M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser, ed., American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. 1994a, p.450-493.
- MERTENS, D. R. Using a mass action model of ruminal function to estimate the filling effect of forage NDF. In: Proceedings...Foulum, IVth Intl. Workshop on Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals. p 27. Ministry of Agriculture, National Institute of Animal Science, Foulum, Denmark. 1994b.
- PITTROFF, W., KOTHMANN, M.M. Regulation of intake and diet selection by herbivores. In: V International Symposium on the Nutrition of Herbivores, Proceedings...p.366-422. 1999.
- TOLKAMP, B.J.; KETELAARS, J.J.M.H. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. 2. Costs and benefits of feed consumption: an optimization approach. Livestock Production Science, 30: 297–317, 1992.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ithaca: 2nd ed., Cornell University Press, 476p., 1994.
- VIEIRA, R.A.M.; FERNANDES, A.M. The importance of quantitative studies associated to fiber for the nutrition and feeding of ruminants. Revista Brasileira de Zootecnia, V.35 (Special Supplement), p.258-290, 2006.



### Capítulo 7- Doença Periodontal e Endocartite infecciosa em Cães

### Grasiele Bonadiman Cypriano Mazioli<sup>1</sup>, Karina Preising Aptekmann<sup>2</sup>, Afonso Cassa Reis<sup>3</sup>, Hévila Dutra Barbosa de Cerqueira<sup>3</sup>

### Introdução

Nos cães, é bastante comum a formação de um biofilme envolvendo os dentes, que posteriormente evolui para um cálculo dentário, levando a uma doença periodontal (DP) (Debowes, 2004), que é comumente encontrada em cães com dois anos de idade ou mais (Niemiec, 2008). O acúmulo de cálculo pode resultar em inflamação e destruição das estruturas da gengiva por proliferação bacteriana e consequente produção de toxinas, podendo causar endocardite infecciosa (Nelson e Couto, 2006).

### 1. Anatomia Dentária

### 1.1 Tipos de dente

Os dentes localizam-se em alvéolos dispostos nas margens dos ossos incisivo, maxilar e mandíbula, em um arranjo denominado de tecodontia. Eles se desenvolvem de maneira diferente em regiões distintas da boca para que melhor desempenhem funções especiais, assim, os cães apresentam tipos de dentes diferenciados (heterodontia). São divididos em incisivos (I), com funções de mordedura e higiene, caninos (C), para perfurar, prender e rasgar alimentos e presas, pré-molares (P) e molares (M), que são utilizados para corte e trituração. Nos cães, o quarto pré-molar superior e o primeiro molar inferior são denominados dentes sectórios (carniceiros ou canassianos) (Logan, 2006).

Os cães possuem dentição difiodonte, o que significa que os primeiros dentes a nascer, entre 4 a 6 semanas de idade, são denominados decíduos, totalizando vinte e oito dentes, divididos entre incisivos, caninos e pré-molares. Estes são substituídos por um conjunto de dentes permanentes até o sexto ou sétimo mês de vida, num total de quarenta e dois dentes, divididos entre incisivos, caninos, pré-molares e molares (Dyce, Sack e Wensing, 2004; Konig e Liebich, 2011). Os dentes possuem período limitado de crescimento, recebendo a denominação de dentes anelodontes (Konig e Liebich, 2011).

Os dentes podem ser uni, bi ou trirradiculares, sendo que cada raiz apresenta um só canal. Os dentes incisivos e caninos são unirradiculares, tanto na arcada

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Mestre, Médica Veterinária, <sup>2</sup> Docente do Departamento de Medicina Veterinária da UFES,

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup>Discente do curso de Medicina Veterinária da ÚFES.

dentária superior quanto na inferior. Na arcada dentária superior, o primeiro dente após o canino é unirradicular, enquanto os dois próximos são birradiculares, e os três últimos são trirradiculares. Na arcada dentária inferior, o primeiro dente após o canino e o último dente são unirradiculares, enquanto os demais são birradiculares (Smith, 1999).

### 1.2 Composição dentária

A dentina encontra-se subjacente ao esmalte fornecendo suporte a ele. Representa a maior parte do material do dente e é composta principalmente por colágeno (20%) e hidroxiapatita inorgânica (70%) (Ferreira et al., 2007). Contém em seu interior uma cavidade central, pequena, onde aloja a polpa composta por tecido conjuntivo, nervos, artérias e veias, que por sua vez se estende até a raiz do dente, onde se funde com o tecido conjuntivo no fundo do alvéolo (Dyce, Sack e Wensing, 2004; Konig e Liebich, 2011).

O delta apical (forame) é a área do ápice da raiz, onde passam vasos e nervos, é a área de entrada e saída da cavidade pulpar (Mitchell, 2005). Visto a presença de nervos, a polpa é uma estrutura sensitiva, qualquer que seja o estímulo (térmico, mecânico ou químico) a sensação é a dor (Dyce, Sack e Wensing, 2004). Contêm ainda células especializadas, denominadas odontoblastos, responsáveis pela formação contínua de dentina durante toda a vida dos cães (Gioso, 2007; Ginjeira et al., 2008). O periodonto é o conjunto de tecidos moles e duros que suportam as raízes e fixam os dentes. Os componentes são: ligamento periodontal, gengiva, cemento e alvéolo (Mitchell, 2005).

O ligamento periodontal contem fibras de colágeno e fixa o dente à cavidade alveolar, conectando o cemento ao osso (Logan, 2006; Konig e Liebich, 2011). A gengiva se liga ao processo alveolar do osso através da lâmina própria subjacente de tecido conjuntivo, estendendo-se até ao colo do dente, protegendo a raiz. É altamente vascularizada e pouco sensível. Em animais saudáveis apresenta-se de coloração rosada ou de acordo com a pigmentação do animal, firme, resistente e fortemente ligada ao periósteo do osso alveolar; se retrai com o avanço da idade, expondo o colo da raiz (Mitchell, 2005; Konig e Liebich, 2011). Entre o dente e a gengiva livre encontra-se uma depressão denominada sulco gengival que se estende desde o ponto de inserção da gengiva no dente até a margem da gengiva livre (Gioso, 2007).

O cemento é um tecido conjuntivo mineralizado e avascular que cobre a raiz do dente e é composto por 40-50% de material inorgânico e 50-55% de material orgânico e água (Ferreira et al., 2007). É considerado parte funcional do periodonto, uma vez que é penetrado pelas fibras de colágeno do ligamento periodontal, o que torna possível a retenção da raiz no alvéolo (Smith, 1999).

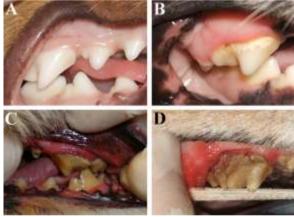
O osso alveolar é o orifício ósseo que segura e suporta a raiz do dente através da sua conexão ao ligamento periodontal (Mitchell, 2005). É uma estrutura dentedependente, isto é, desenvolve-se com a erupção dentária e é reabsorvido com a esfoliação do dente. Encontra-se em constante dinâmica na medida em que responde a estímulos externos e sistêmicos através da reabsorção e da remodelação óssea (Logan, 2006).

### 2. Doença periodontal

Na medicina veterinária a DP é diagnosticada em aproximadamente 80% dos cães com idade de dois anos ou mais (Niemiec, 2008). O acúmulo de cálculo pode resultar em inflamação e destruição das estruturas da gengiva por proliferação bacteriana e consequente produção de toxinas (Nelson e Couto, 2006).

De acordo com Albuquerque et al. (2012), o periodonto pode apresentar-se:

- A) Saudável: arcada dentária maxilar e mandibular apresentando tecido gengival normal;
- B) Com DP branda: quarto pré-molar superior com uma delgada margem gengival eritematosa e moderado acúmulo de placas bacterianas;
- C) Com DP moderada: quarto pré-molar superior apresentando significante eritema e edema gengival, com grande acúmulo de placas bacterianas nos dentes;
- D) Com DP avançada: quarto pré-molar superior apresentando retração gengival com severa inflamação e acúmulo de placa bacteriana (Figura 1).



**Figura 1** - Diferentes graus de doença periodontal. A – periodonto saudável; B – doença periodontal branda; C – doença periodontal moderada e C – doença periodontal avançada. Fonte: Albuquerque et al. (2012)

Muitos cães apresentam-se assintomáticos. Conforme a DP evolui, desenvolvem-se sinais clínicos como halitose, desconforto oral, disfagia ou recusa em se alimentar, salivação e perdas dentárias (Nelson e Couto, 2006).

O diagnóstico faz-se pela inspeção da cavidade oral e exame radiográfico simples. A melhor forma de avaliar a DP é mensurar, por meio de sonda periodontal, a profundidade natural do alvéolo, também chamada de sulco (formado pelas superfícies interna da gengiva e externa do dente). A profundidade do sulco aumenta conforme a doença evolui (Farrow, 2005).

A radiografia fornece pouca informação sobre os tecidos gengivais, mas se mostra importante na DP avançada para a avaliação das estruturas ósseas. Conforme a DP avança há a perda óssea horizontal de um grupo de dentes, assim, a reabsorção do osso alveolar se desenvolve distante da coroa dentária, expondo as raízes do dente. Há

também um alargamento do espaço periodontal (Forrest, 2010). Radiograficamente se visibiliza uma discreta área radiotransparente ao redor do ápice de uma única raiz dentária, embora várias raízes possam estar acometidas. Pode haver também um grau variável de destruição da raiz, na qual a maior parte ou todo o alvéolo dentário está destruído e há lise no osso maxilar adjacente (Farrow, 2005).

O tratamento deve se basear na remoção do cálculo dentário, tanto supra quanto subgengivais, extração dos dentes comprometidos e polimento dos viáveis, além do uso de antibióticos eficientes contra bactérias anaeróbicas, tendo início antes e continuado após o procedimento (Debowes, 2004; Nelson e Couto, 2006).

Formas preventivas incluem escovação dentária regular, uso de antissépticos bucais, e paliativos como biscoitos, ossos e brinquedos específicos para tal (Niemiec, 2008). O prognóstico é dependente da precocidade do diagnóstico e intervenção (Nelson e Couto, 2006).

### 3. Endocardite secundária à doença periodontal

Estudos têm demonstrado uma possível associação entre doença cardiovascular e DP no homem (Niedzielska et al., 2008). Cotti et al. (2011) sugeriram a existência de uma disfunção endotelial precoce em adultos jovens com DP apical baseada em parâmetros laboratoriais como: interleucinas 1, 2 e 6, factor de necrose tumoral alfa e dimetilarginina assimétrica, não tendo observado no entanto, lesões aparentes no eletrocardiograma e ecocardiograma.

Ainda não existem provas conclusivas da relação entre a DP e desordens sistêmicas em cães (Peddle et al., 2009; Peddle, Sleeper, et al., 2007). Pavlica et al. (2008) estabeleceram que, para cada centímetro quadrado de DP em cães, existe uma probabilidade 1,4 vezes maior de alterações em válvulas átrio ventriculares, sugerindo que há uma contribuição da DP no desenvolvimento de doenças cardíacas em cães.

As bactérias aderidas ao cálculo dentário podem, por tratamento periodontal, transpassar a parede do endotélio e predispor o animal a uma bacteremia transitória ou persistente, podendo chegar ao endocárdio, provocando a chamada endocardite infecciosa (Nelson e Couto, 2006; Macdonald, 2010) (Figura 2). Contudo, a prevalência de endocardite infecciosa nos cães, de uma forma geral, é relativamente baixa (0.09 a 6.6%) (Macdonald, 2010).

As válvulas mitral e aórtica são as mais comumente infectadas, podendo se estender para cordoalhas, folheto oposto ou endotélio atrial. Pode ocorrer ainda a ruptura de cordas tendíneas. A colonização bacteriana resulta em ulceração do endotélio valvular, que expõe o colágeno subendotelial, estimulando a agregação plaquetária e a ativação da cascata de coagulação, levando à formação de vegetações (Calvert, 1982; Santamarina et al., 2011). Estas vegetações são constituídas por agregados plaquetários, fibrina, células sanguíneas e bactérias (Nelson e Couto, 2006).

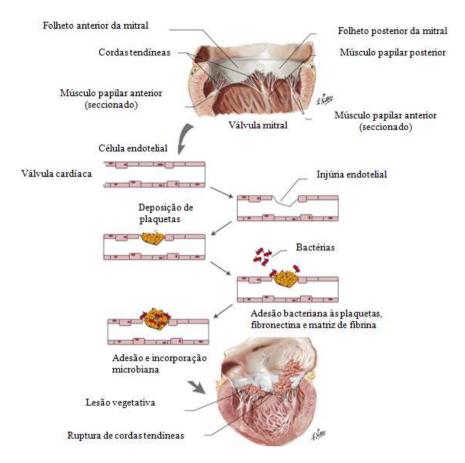


Figura 2 - Fisiopatogenia da endocardite infecciosa. Fonte: Macdonald, 2010.

Conforme a fibrina adicional vai sendo depositada sobre as colônias, elas vão se tornando protegidas das defesas naturais do organismo e de muitos antibióticos. As vegetações provocam deformação valvular, incluindo perfuração ou rompimento de folhetos, resultando em insuficiência da válvula acometida. Por conseguinte, uma sobrecarga de volume leva a uma insuficiência cardíaca congestiva, em sua maioria esquerda, por maior comprometimento das válvulas aórtica e mitral (Nelson e Couto, 2006; Santamarina et al., 2011). As vegetações mais recentes são friáveis e com o tempo, as lesões tornam-se fibrosas e podem calcificar-se (Nelson e Couto, 2006).

Os organismos identificados com maior freqüência em cães com endocardite infecciosa são *Streptococcus sp.* e *Escherichia coli* (Nelson e Couto, 2006), embora outros microorganismos sejam também descritos, como *Corynebacterium sp.*, *Pasteurella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Bartonella vinsonii* subsp. *Berkoffii*, *Bartonella henselae*, *Bartonella clarridgeiae* e *Proteus* (Miller, Fox e Saunders, 2004; O'grady, 2004; Cavaguchi et al., 2010).

### 3.1 Manifestações clínicas

As manifestações clínicas da endocardite em cães variam amplamente devido a fenômenos embólicos, infecções metastáticas e alterações imunomediadas (Chetboul, 2010). Os cães acometidos podem apresentar anorexia, hipertermia, perda de peso, distúrbios gastrointestinais, intolerância ao exercício, taquipnéia e dispnéia (Cavaguchi et al., 2010). Fragmentos podem se soltar das lesões vegetativas podendo causar infartos ou infecções metastáticas e os sinais clínicos podem ser diversos, entre eles tosse, taquipnéia, fraqueza ou colapso (Wall, Calvert e Greene, 2002; Peddle e Sleeper, 2007; Chetboul, 2010). O tromboembolismo sistêmico é sugerido por convulsões, alteração mental ou claudicação (Chetboul, 2010).

Podem ocorrer lesões diretas ao miocárdio por extensão da infecção, podendo comprometer a função cardíaca, com redução na contratilidade e desenvolvimento de arritmias (Sykes, Kittleson, Chomel et al., 2006).

### 3.2 Diagnóstico

As manifestações clínicas da endocardite são variadas e inespecíficas, o que pode comprometer o diagnóstico (Cavaguchi et al., 2010). Sendo assim, o diagnóstico é realizado pela associação de achados no exame físico, hemocultura, eletrocardiograma, ecoDopplercardiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética (Cotti et al., 2011).

No exame físico, a ausculta cardíaca pode fornecer informações sobre o envolvimento valvular, especialmente na presença de um sopro (Nelson e Couto, 2006). As arritmias surgem em consequência da infecção do miocárdio, cerca de 40 a 70 % dos animais podem apresentá-la. Arritmias graves, tais como taquicardia ventricular, fibrilação atrial, bloqueio atrioventricular completo, complexos ventriculares prematuros, taquicardias (K Vart e Haggstrom, 2004), distúrbios de condução ou evidências de isquemia miocárdica (Nelson e Couto, 2006) podem ser observadas através de exame eletrocardiográfico (Miller, Fox e Saunders, 2004; Cavaguchi et al., 2010), mas, o mesmo, pode também, apresentar padrões dentro da normalidade (K Vart e Haggstrom, 2004).

O ecocardiograma é um método simples e preciso para a detecção de danos no endocárdio por endocardite. É um método que pode facilitar o diagnóstico, particularmente lesões valvares. No entanto, estudos de ecocardiografia podem ser limitados em algumas situações clínicas por não ser capaz, por exemplo, de distinguir entre pequenas vegetações da válvula mitral e doença valvular degenerativa crônica precoce (Miller, Fox e Saunders, 2004). O diagnóstico ecocardiográfico torna-se difícil também na presença de grave lesão preexistente (prolapso da válvula mitral, lesões degenerativas) ou quando há a endocardite infecciosa, mas sem presença de vegetações (fase inicial da doença), pois não fornece uma avaliação aos níveis celular e molecular. Um falso diagnóstico pode ocorrer em situações, por exemplo, quando é difícil diferenciar vegetações de trombos, prolapso da cúspide e tumores cardíacos. Em alguns casos, o ecocardiograma se apresenta negativo ou duvidoso para endocardite infecciosa, mesmo quando realizado por especialista e posteriormente repetido. Ainda assim, continua a ser o método de eleição pela sua rápida execução e

precisão no diagnóstico de complicações, como abscessos e rompimento de cordas tendíneas (Thuny et al., 2013).

A tomografia computadorizada e a ressonância magnética são melhores na identificação de danos cardíacos anatômicos e complicações extra-cardíacas (Thuny et al., 2013), contudo menos acessíveis na medicina veterinária.

Apesar de ser difícil o diagnóstico definitivo *ante-mortem*, um diagnóstico presuntivo é feito com base em resultado positivo em duas ou mais hemoculturas, associadas a evidências ecocardiográficas de vegetações ou de destruição valvular, ou ao registro de surgimento recente de sopro regurgitante (Nelson e Couto, 2006). Devem ser colhidas 3 a 4 amostras de sangue (5-10 ml cada) em diferentes pontos de punção venosa preparados assepticamente, com uma diferença de tempo de extração de pelo menos 1 hora, e enviado para a cultura aeróbia e anaeróbia. Contudo, mesmo se realizado corretamente, verifica-se que apenas 50% dos pacientes afetados mostram culturas de microrganismos compatíveis com endocardite infecciosa. A falta de sensibilidade do método pode ser justificada pelas baixas concentrações bacterianas no sangue, a presença de vegetações encapsuladas, bacteremia intermitente, baixo volume de sangue, má técnica laboratorial, administração prévia de antibióticos ou presença de organismos de crescimento lento, como *Bartonella* (Sykes, Kittleson, Pesavento et al., 2006).

A *Bartonella* foi a causa de até 45% de endocardite infecciosa em cães cujas amostras confeccionadas previamente apresentaram-se negativas (Calvert, 1982). O principal método diagnóstico para determinar se existe endocardite infecciosa causada por *Bartonella* é o sorológico. Sororeatividade maior que 1:1024 é suficiente para suspeitar do envolvimento desse agente como causa da endocardite infecciosa (Meurs et al., 2011).

Os achados laboratoriais usualmente refletem a presença de um processo inflamatório ou isquêmico. Anemia discreta, geralmente normocítica normocrômica, pode ser observada. A neutrofilia com desvio à esquerda é típica de endocardite infecciosa aguda, enquanto a neutrofilia madura, com ou sem monocitose, pode se desenvolver na doença crônica. Algum grau de trombocitopenia pode estar presente como resultado do consumo ou destruição imunomediada (Nelson e Couto, 2006 Sykes, Kittleson, Chomel, et al., 2006; Macdonald, 2010; Santamarina et al., 2011). É comum ainda observar hipoalbuminemia, relativa hipoglicemia, altos níveis de fosfatase alcalina e alterações que possam indicar comprometimento renal, como azotemia, proteinúria, hematúria e cilindros (Nelson e Couto, 2006; Macdonald, 2010; Santamarina et al., 2011).

### 3.3 Tratamento

O objetivo do tratamento da endocardite é eliminar o microorganismo infeccioso e tratar as complicações secundárias. Faz-se necessário identificar e tratar a potencial fonte de infecção, que é a DP.

Devem-se considerar antibióticos bactericidas ou uma combinação de antibióticos, em doses altas e em longo prazo, baseando-se nos resultados da hemocultura (K Vart e Haggstrom, 2004; Santamarina et al., 2011).

Inicia-se com antibióticos de amplo espectro, por via intravenosa, até que se obtenha o resultado da hemocultura e antibiograma. A terapia empírica inicial sugerida por inclui o uso de ampicilina ou cefalosporina de primeira geração combinada com aminoglicosídeos (gentamicina ou amicacina) ou quinolonas (Wall, Calvert e Greene, 2002; Miller, Fox e Saunders, 2004; Peddle e Sleeper, 2007; Macdonald, 2010).

Posteriomente, com os resultados da hemocultura e antibiograma, administrar o fármaco de escolha por via oral ou subcutânea, completando 6 a 8 semanas (Santamarina et al., 2011). No caso de *Bartonella sp* há a indicação de doxiciclina, azitromicina ou fluoroquinolonas (Macdonald, 2010). A azitromicina atinge alta concentração intracelular, mas devem-se monitorar as enzimas hepáticas, pois pode causar hepatotoxicidade em longo prazo (Miller, Fox e Saunders, 2004).

Os cuidados de suporte incluem o tratamento da insuficiência cardíaca congestiva e das arritmias quando presentes, tratar as complicações relacionadas à fonte primária da infecção, aos eventos embólicos, ou às respostas imunes (Nelson e Couto, 2006). Em casos de tromboembolismo, não é indicado o uso de anticoagulantes, pois não evita o risco de embolia pelas formações vegetativas (Miller, Fox e Saunders, 2004; Santamarina et al., 2011).

A fim de acompanhar o tratamento dos pacientes, os que demonstraram hemocultura positiva, devem ser submetidos à nova cultura após sete dias de terapia e duas semanas após cessar o uso do antibiótico. O ecocardiograma deve ser realizado após uma a duas semanas e quatro a seis semanas de terapia, e duas semanas após o término do antibiótico. Pacientes com sorologias positivas para *Bartonella sp* devem ser submetidos à nova sorologia com 30 dias de terapia e se o título não diminuir, outro antibiótico deve ser selecionado (Macdonald, 2010).

### 3.4 Prevenção da endocardite causada por doença periodontal

Lockhart et al. (2009) avaliaram a relação entre higiene oral deficiente ou DP no desenvolvimento de bacteremia em 194 indivíduos, após a escovação ou extração de um único dente. Observaram que pacientes com melhor higiene bucal e sem sinais de doença gengival têm menor risco de desenvolvimento da endocardite infecciosa Dayer et al. (2013) sugerem ainda, que mais evidências são necessárias em torno do uso de antibioticoterapia na profilaxia da endocardite infecciosa, sugerindo um ensaio clínico controlado com placebo duplo cego. Na medicina veterinária ainda é amplamente utilizada, sendo recomendado o uso de amoxicilina com ácido clavulânico, clindamicina ou metronidazol (Debowes, 2004; Nelson e Couto, 2006).

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da grande ocorrência da doença periodontal em cães e a possibilidade de causar complicações locais e endocardite infecciosa, torna-se importante a efetivação de medidas de prevenção e tratamento precoce.

### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. et al. Canine periodontitis: The dog as an important model for periodontal studies. **Veterinary Journal**, v. 191, n. 3, p. 299-305, 2012. ISSN 1090-0233. Disponível em: < Go to ISI>://WOS:000301812600008 >. Acesso em: 10 out 2013.
- BUCZINSKI, S.; BELANGER, A.-M. Bovine tricuspid endocarditis as a cause of increased serum concentration of cardiac troponins. **Canadian Veterinary Journal- Revue Veterinaire Canadienne**, v. 51, n. 2, p. 195-197, Feb 2010. ISSN 0008-5286. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000274482800011 >. Acesso em: 10 out 2013.
- CALVERT, C. A. Valvular bacterial-endocarditis in the dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 180, n. 9, p. 1080-1084, 1982. ISSN 0003-1488. Disponível em: < Go to ISI>://WOS:A1982NN64000013 >. Acesso em:10 out 2013.
- CAVAGUCHI, D. K. et al. Aspectos clínico-patológicos e epidemiológicos da endocardite bacteriana em cães: 28 casos (2003-2008). Ciências Agrárias, v. 31, n. 1, p. 183-190, 2010.
- CHETBOUL, V. Advanced Techniques in Echocardiography in Small Animals. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 40, n. 4, p. 529- 543, 2010. ISSN 0195-5616. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195561610000355 >.Acesso em: 10 out 2013.
- CILLI, F. et al. Incidence of elevation of cardiac troponin I prior to and following routine general anaesthesia in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 37, n. 5, p. 409-416, 2010. ISSN 1467-2987. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000281002400003 >. Acesso em: 12 out 2013.
- COTTI, E. et al. Association of endodontic infection with detection of an initial lesion to the cardiovascular system. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 12, p. 1624-1629, 2011. ISSN 00992399 (ISSN). Disponível em: <a href="http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.081755178995&partnerID=40&md5=bf90cf4d05aaefa7bc01e4919c99d948">http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.081755178995&partnerID=40&md5=bf90cf4d05aaefa7bc01e4919c99d948</a>. Acesso em: 12 out 2013.
- DAYER, M. J. et al. NICE guidance on antibiotic prophylaxis to prevent infective endocarditis: a survey of clinicians' attitudes. **International Journal of Medicine**, v. 106, n. 3, p. 237-243, Mar 2013. ISSN 1460-2725. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000315615500004 >. Acesso em: 12 out 2013.
- DEBOWES, L. J. Odontologia: aspectos periodontais. 5. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. Tratado de Anatomia Veterinária . 3. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- FARROW, C. S. Doenças de dente, gengiva e língua. 1. São Paulo: Roca, 2005.
- FERREIRA, M. M. et al. Glossário de Termos Endodônticos: Parte I A a F. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, v. 48, n. 4, p. 247-255, 2007. ISSN 1646-2890. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1646289007700778>.Acesso em: 10 out 2013.
- FORREST, L. J. Cavidades craniana e nasal: cães e gatos . 5. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- GINJEIRA, A. et al. Glossário de Termos Endodônticos: Parte III. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, v. 49, n. 2, p. 119-125, 4// 2008. ISSN 1646-2890. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1646289008700451 >. Acesso em: 12 out 2013.
- GIOSO, M. A. Odontologia Veterinária para o Clínico de Pequenos Animais . São Paulo: Manole 2007.

- K VART, C.; HAGGSTROM, J. Cardiopatia valvular adquirida. 5. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- KONIG, H. E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos** Texto e Atlas Colorido . 4. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- LOCKHART, P. B. et al. Poor oral hygiene as a risk factor for infective endocarditis—related bacteremia. **Journal of the American Dental Association**, v. 140, n. 10, p. 1238-1244, 10//2009. ISSN 00028177. Disponível em: < http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=45458470&lang=pt br&site=ehost-live >. Acesso em: 15 out 2013.
- LOGAN, E. I. Dietary Influences on Periodontal Health in Dogs and Cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, n. 6, p. 1385-1401, 11// 2006. ISSN 0195-5616. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195561606001045 >. Acesso em: 15 out 2013.
- MACDONALD, K. Infective Endocarditis in Dogs: Diagnosis and Therapy. **Veterinary Clinics of North America-Small Animal Practice**, v. 40, n. 4, p. 665, Jul 2010. ISSN 0195-5616. Disponível em: <a href="http://www.wos:000280738700012">http://www.wos:000280738700012</a> >. Acesso em: 10 out 2013.
- MEURS, K. M. et al. Comparison of Polymerase Chain Reaction with Bacterial 16s Primers to Blood Culture to Identify Bacteremia in Dogs with Suspected Bacterial Endocarditis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 25, n. 4, p. 959-962, 2011. ISSN 1939-1676. Disponível em: <a href="http://www.dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.0742.x">http://www.dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.0742.x</a> . Acesso em: 18 out 2013.
- MILLER, M. W.; FOX, P. R.; SAUNDERS, A. B. Pathologic and clinical features of infectious endocarditis. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 6, n. 2, p. 35-45, 2004.
- MITCHELL, P. Q. Odontologia de pequenos animais. Sao paulo: rocca: 159-167 p. 2005.
- NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Doença Valvar e Endocardíacas Adquiridas** . 3. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Distúrbio da cavidade oral, faringite e esôfago** . 3. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- NIEDZIELSKA, I. et al. **The effect of chronic periodontitis on the development of atherosclerosis**: Review of the literature. Medical Science Monitor, v. 14, n. 7, p. RA103-RA106, 2008. ISSN 12341010 (ISSN). Disponível em: < http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-
- 48349085409&partnerID=40&md5=b1668231b48a51015c703ae904708b5d >. Acesso em: 10 out 2013.
- NIEMIEC, B. A. **Periodontal Disease. Topics in Companion Animal Medicine**, v. 23, n. 2, p. 72-80, 2008. ISSN 19389736 (ISSN). Disponível em: <a href="http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-">http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-</a>
  - 43049181356&partnerID=40&md5=6c5538210032394223aa1ab83b8ff2b0 >. Acesso em: 18 out 2013.
- O'GRADY, M. R. Cardiopatia valvular adquirida . 5. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- PAVLICA, Z. et al. Periodontal disease burden and pathological changes in organs of dogs. **Journal of Veterinary Dentistry**, v. 25, n. 2, p. 97-105, 2008. ISSN 0898-7564. Disponível em: <a href="http://www.wos:000257898600009">http://www.wos:000257898600009</a> >. Acesso em: 18 out 2013.
- PEDDLE, G.; SLEEPER, M. M. Canine bacterial endocarditis: A review. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 43, n. 5, p. 258-263, 2007. ISSN 0587-2871. Disponível em:<a href="http://www.wos:000249284100003">http://www.wos:000249284100003</a> >. Acesso em: 18 out 2013.
- PEDDLE, G. D. et al. Association of periodontal disease, oral procedures, and other clinical findings with bacterial endocarditis in dogs. Javma-**Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 234, n. 1, p. 100-107, Jan 2009. ISSN 0003- 1488. Disponível em:<a href="http://www.wos:000262168700019">http://www.wos:000262168700019</a> >. Acesso em: 18 out 2013.

- SANTAMARINA, G. et al. Canine Infective Endocarditis. Clinica Veterinaria De Pequenos Animales, v. 31, n. 4, p. 193-202, 2011 2011. ISSN 1130-7064. Disponível em: <a href="http://www.wos:000299133900002">http://www.wos:000299133900002</a> >. Acesso em: 18 out 2013.
- SAUNDERS, A. B. et al. Assessment of cardiac troponin I and C-reactive protein concentrations associated with anesthetic protocols using sevoflurane or a combination of fentanyl, midazolam, and sevoflurane in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 36, n. 5, p. 449-456, 2009. ISSN 1467-2995. Disponível em:<a href="http://www.dx.doi.org/10.1111/j.1467-2995.2009.00483.x">http://www.dx.doi.org/10.1111/j.1467-2995.2009.00483.x</a> >. Acesso em: 18 out 2013.
- SMITH, B. J. Canine Anatomy . Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- SYKES, J. E. et al. Clinicopathologic findings and outcome in dogs with infective endocarditis: 71 cases (1992-2005). **Javma-Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 228, n. 11, p. 1735-1747, Jun 2006. ISSN 0003-1488. Disponível em: < http://www.wos:000237983100039 >. Acesso em: 15 out 2013.
- THUNY, F. et al. Imaging investigations in infective endocarditis: Current approach and perspectives. **Archives of Cardiovascular Diseases**, v. 106, n. 1, p. 52-62, 1// 2013. ISSN 1875-2136. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213612002902 >. Acesso em: 10 out 2013.
- Tooth Development (Odontogenesis). In: (Ed.). Small Animal Dentistry: Blackwell Publishing Ltd, 2008. p. 1-32. ISBN 9780470753187.
- WALL, M.; CALVERT, C. A.; GREENE, C. E. Infective endocarditis in dogs. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, v. 24, n. 8, p. 614-625, Aug 2002. ISSN 0193-1903. Disponível em: <a href="http://www.wos:000182282100007">http://www.wos:000182282100007</a> >. Acesso em: 10 out 2013.
- WATKIN, R. W. et al. Role of troponin I in active infective endocarditis. **American Journal of Cardiology**, v. 94, n. 9, p. 1198-1199, 2004. ISSN 0002-9149. Disponível em: <a href="http://www.wos:000224837500023">http://www.wos:000224837500023</a> >. Acesso em: 15 out 2013.
- YONEZAWA, L. A. et al. Marcadores cardíacos na medicina veterinária. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 222-230, 2010.



Capítulo 8- Efeito protetor de *Taraxacum officinale* l. (dente-deleão) (asteraceae) contra diabete aloxânico em *mus musculus* l. linhagem balb/c

Lenir Cardoso Porfirio, Patrícia Giordana Faller Tagarro, Carlos Cesar Jorden Almança, Jorge Pinto da Silva Filho, Tamy Ingrid Restel, Iandara Schetertt Silva

### Introdução

O diabetes mellitus (DM) pode ser classificado em dois grupos: dependente de insulina (IDDM ou tipo I), e não insulino-dependente (NIDDM ou tipo II). Sem considerar as características etiopatofisiológicas, ambos os tipos podem resultar em complicações tardias (nefropatias, retinopatias, neuropatias, vasopatias). O estudo do DCCT (*The Diabetes Control and Complications Trial*) mostrou que um rígido controle sobre a glicemia pode retardar a progressão de complicações tardias (LOJUDICE e SOGAYAR, 2008).

Diabetes mellitus (DM) não é uma única doença, mas com um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos que apresenta em comum a hiperglicemia, a qual é o resultado de defeitos na ação da insulina, na secreção de insulina ou em ambos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2009). Ocorre deteriorização progressiva da função das células Beta, seja como parte da história natural da doença, seja em consequência da glicotoxidade em aproximadamente 50% dos diabéticos tipo 2, o que levará a necessidade do uso de insulina para se obter o controle metabólico desejado (MARCONDES, 2003).

Aloxano exerce sua ação diabetogênica quando é administrado por via parenteral: intravenosa, intraperitoneal ou subcutânea. Para induzir o diabete, a dose necessária de aloxano depende da espécie animal, via de administração e do estado nutricional. Ilhotas pancreáticas de humano são consideravelmente mais resistentes aos efeitos do aloxano do que em camundongos e rato (EIZIRIK et al. 1994).

A Fitoterapia é uma ciência de aplicação para várias patologias e pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de comprovar o efeito de espécies vegetais muitas vezes utilizadas apenas baseadas em dados empíricos. O *Diabetes mellitus*, por ser uma doença crônica, de tratamento contínuo, é um alvo interessante para a busca de novos métodos de tratamento. Há possibilidade de uso de várias espécies de plantas medicinais para o tratamento do diabetes, contribuindo para triagens etnofarmacológicas (CECÍLIO et al. 2008).

O *Taraxacum officinale* L. tem propriedades na medicina tradicional com a utilização das folhas, flores e raízes em afecção de pele e olhos (LORENZI e MATOS, 2002), como diurética, em reumatismo, diabete, inapetência, pele, fígado,

prisão de ventre, astenia e digestão. Indicada também no tratamento do câncer e prevenção de derrame (CORREA, 1984).

#### Diabetes mellitus

DM apresenta alta morbimortalidade, com perda importante na qualidade de vida. É uma das principais causas de mortalidade, insuficiência renal, amputação de membros inferiores, cegueira e doença cardiovascular. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou em 1997 que, após 15 anos de doença, 2% dos indivíduos acometidos estarão cegos e 10% terão deficiência visual grave. Além disso, estimou que, no mesmo período de doença, 30 a 45% terão algum grau de retinopatia, 10 a 20%, de nefropatia, 20 a 35%, de neuropatia e 10 a 25% terão desenvolvido doença cardiovascular (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

É uma doença crônica com complicações em curto e longo prazo e o tratamento é por meio da administração de insulina, com preparações de insulina basal e bolus. *Protamine Hagedorn Neutral* (NPH) foi considerado o padrão de tratamento para reposição de insulina basal em pessoas com *diabetes mellitus* tipo 1. Ao longo dos anos, as insulinas de ação mais recentes e com ação mais fisiológica tornou-se disponível: a insulina ultralenta e, posteriormente, a insulina glargina e a insulina detemir. Tem vantagens de efeito benéfico sobre o nível de glicose e redução da taxa de complicações, tais como os níveis muito baixos de glicose e da redução das complicações em longo prazo (VARDI et al. 2008).

Para a Organização Mundial de Saúde, o número de portadores de diabete melito em 2000 era 177 milhões, com expectativa de 350 milhões de pessoas em 2025. Estima-se que no Brasil esta doença atinge quase 12 milhões de indivíduos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Um indicador macroeconômico a ser considerado é que o diabetes cresce mais rapidamente em países pobres e em desenvolvimento, o que gera impacto negativo devido à morbimortalidade precoce que atinge pessoas em plena vida produtiva, afetando a previdência social (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Diabetes mellitus (DM) é uma síndrome de etiologia múltipla caracterizada por hiperglicemia crônica, que induz o aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e diminuição das defesas antioxidantes. Devido às complicações causadas pelo diabete, muitos indivíduos optam por terapias alternativas à base de plantas medicinais para amenizar seus efeitos (DALLAQUA e DAMASCENO, 2011).

Várias espécies de plantas medicinais vêm sendo testadas quanto à sua eficácia no tratamento do diabetes, como por exemplo, <u>Taraxacum officinale</u> (dente-de-leão), <u>Cynara scolymus</u> (alcachofra), <u>Arctium lappa</u> (bardana), <u>Baccharis trimera</u> (carqueja), dentre outras. Em estudos foi observado que as 10 plantas mais citadas para esta patologia foram <u>Allium cepa</u> (cebola), <u>Phyllanthus niruri</u> (quebra-pedra), <u>Arctium lappa</u> (bardana), <u>Taraxacum officinale</u> (dente-de-leão), <u>Syzygium jambolanum</u> (jambolão), <u>Stevia rebaudiana</u> (stévia), <u>Salvia officinalis</u> (sálvia), <u>Eucalyptus globulus</u> (eucalipto), <u>Baccharis trimera</u> (carqueja) e <u>Bauhinia forficata</u> (pata-de-vaca) (CECÍLIO et al. 2008).

## Taraxacum officinale L. (Asteraceae)

Embora muitos trabalhos sejam realizados para verificar os efeitos antioxidantes de plantas medicinais em animais de laboratório, diversos pesquisadores não concluem os mesmos efeitos nos animais em comparação aos obtidos na população em geral. Isto pode ser devido à diferença de sensibilidade existente entre as espécies, tipo de preparo com as plantas, dose e via de administração utilizada (DALLAOUA e DAMASCENO, 2011).

Com o objetivo de popularizar o conhecimento sobre o uso de plantas e esclarecer quando e como estes medicamentos devem ser utilizados para alcançar o efeito terapêutico, a ANVISA fornece notificação de drogas vegetais na Resolução-RDC Nº 10, de 9 de março de 2010. Para padronizar o uso de *Taraxacum officinale*, pode ser utilizada a planta toda, por decocção na dose de 3-4 g, o que equivale a 3 a 4 colheres de chá em 150 mL de água ou uma xícara de chá, na dose de 1 xícara 3 vezes ao dia, por via oral. Recomenda para dispepsia (distúrbios digestivos), estimulante do apetite e como diurético. O uso excessivo pode provocar hiperacidez gástrica e hipotensão. Não deve ser utilizado por pessoas portadoras de obstrução dos dutos biliares e do trato intestinal e não deve ser utilizada em menores de dois anos (BRASIL, 2010).

Taraxacum officinale L. é uma espécie com propriedades medicinais originária da Eurásia (MARTINS-RAMOS et al., 2010) e tem como nomes populares, dente-de-leão, amor-de-homem, amargosa, taraxaco, alface-de-cão, salada-de-toupeira, chicória-louca, chicória-silvestre, coroa-de-monge, leutodonte, quartilho, relógio-dos-estudantes. Está amplamente disseminada no sul e sudeste do Brasil (KISSMANN e GROTH, 1999) é também conhecida serralha, tem suas raízes ou rizomas utilizados em alcoolatura ou decocção e as folhas em salada. Tem efeito terapêutico como amargoso, colagogo, diurético, depurativo, anemia, icterícia, fraqueza, diabete e dor na coluna (GRANDI et al. 1989).

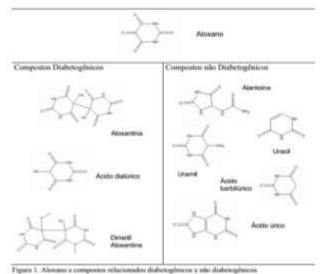
Esta planta tem atividade antiangiogênica, anti-inflamatória e anti-nociceptiva por meio da inibição da produção de NO e da expressão de ciclooxigenase-2 (COX-2) e/ou a sua atividade antioxidante (JEON et al. 2008).

A triagem fitoquímica da raiz, caule, folha e flor de dente-de-leão têm sido realizados. As principais classes de princípios ativos encontradas foram flavonoides (quercetina, rutina, hiperoside), derivados do ácido hidroxicinâmicos (ácido cafeico, ácido clorogênico), taninos, esteróis/triterpenos e mucilagens. Estes produtos não foram citotóxicos, mas um efeito de inibição de mitoses foi observado nos extratos de concentração mais elevados. Os elementos anatômicos específicos são a papo, tubos de látex, células epidérmicas com paredes espessas e de forma irregular com depósito de substância (POPESCU et al. 2010).

Apresentam também como princípio ativo óleo-resina, alcaloides, taninos, carotenoides, colina, fitoesterol, sais minerais e taraxicina (LORENZI e MATOS, 2002). Há presença de flavonoides (rutina, hiperoside, quercetina), derivados hidroxicinâmicos (ácido cafeico, ácido clorogênico), taninos catequicos, esterois, triterpenos, carotenoides, cumarinas e mucilagens. Flores e folhas têm uma maior quantidade de polifenóis em comparação com os caules e raízes (POPESCU et al. 2010).

### Aloxano (Dioxiuracil monohidrato)

O aloxano é amplamente utilizado para induzir diabetes experimental em animais. O mecanismo de ação em células B do pâncreas tem sido intensivamente investigado e está bem compreendido. A ação citotóxica deste agente diabetogênico é mediada por espécies reativas de oxigênio, no entanto, a fonte da sua geração é diferente entre aloxano e estreptozotocina. O aloxano e o produto da sua redução, ácido dialúrico (Fig. 1), estabelecem um ciclo redox com a formação de radicais superóxido. Estes radicais sofrem dismutação de peróxido de hidrogênio. Posteriormente radicais hidroxilo altamente reativos são formados pela reação de Fenton. A ação de espécies reativas de oxigênio com enorme aumento simultâneo da concentração de cálcio intracelular é que causa a destruição rápida de células B, desenvolvendo diabete (SZKUDELSKI, 2001).



Fonte: SZKUDELSKI (2001).

A ação diabetogênica do aloxano em modelo experimental da *diabetes mellitus* caracteriza-se principalmente pela produção de radicais livres através de sua redução e subsequente formação de radicais superóxidos, que são altamente reativos e destroem seletivamente as células-pancreáticas produtoras de insulina nas ilhotas de Langerhans (DORNAS et al. 2006).

### METODOLOGIA

### Formação dos grupos

Foram utilizados 20 camundongos isogênicos, fêmeas, com peso de 18 a 23g, da linhagem Balb/c, cedidos pelo biotério da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Os animais controles (G1) foram submetidos ao jejum e receberam apenas 0,2

mL de solução fisiológica, por via intraperitoneal (IP). No grupo 2 (G2), controle positivo, a indução do diabete ocorreu após jejum alimentar de 8 horas. Os camundongos receberam por via IP, uma solução de 42 mg.kg<sup>-1</sup> de Aloxano (Sigma Co.) recentemente preparada em solução fisiológica a 0,9%. No grupo 3 (G3), após 14 dias recebendo o infuso de *Taraxacum officinale*, 30 minutos depois da última dose, os animais receberam aloxano na mesma dose do controle positivo. O grupo 4 (G4) recebeu apenas o extrato aquoso de dente de leão, no mesmo volume e temperatura.

Logo após a formação dos grupos, todos os animais foram alocados em caixas de polietileno com água e alimento à vontade. Todas as caixas ficaram, durante o experimento em estantes climatizadas, no setor experimental do Biotério Central, Unidade Técnica, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com claro/escuro de 12/12 horas, temperatura entre 21°C a 23°C e umidade controlada.

### Indução do Diabetes mellitus

Para obtenção de animais diabéticos insulino-dependentes foram necessários: solução fisiológica, Aloxana (Sigma. Co); aparelho G-Tech Free® e glicofitas. O Aloxano, mantido à temperatura de 2°C a 8°C foi diluído em soro fisiológico, para uso imediato, na proporção de 42 mg.kg⁻¹ nos grupos G2 e G3 . Transcorrida 1 hora após a aplicação de Aloxano, os animais foram avaliados para confirmar a indução de diabete por meio da análise da glicemia. No mesmo momento em que foi obtida a amostra para exames laboratoriais, colocou-se uma gota de sangue sobre a glicofita. A glicose foi mensurada pela glicofita e os animais com glicemia ≥200 mg.dL⁻¹ foram considerados diabéticos.

### Infuso de *Taraxacum officinale* (dente-de-leão)

O infuso foi preparado diariamente com partes aéreas secas e rasuradas de dente-de-leão, na concentração de 10% com água a 70°C e, ao atingir a temperatura ambiente, foi administrado nos grupos G3 e G4 pelo período de 14 dias. A planta foi adquirida no mercado municipal de Campo Grande – MS. A administração de 0,2 mL de infuso de dente-de-leão foi feita por gavagem, para os grupos G3 e G4. Após os 14 dias recebendo a planta medicinal, o grupo G3 recebeu aloxano por via intraperitoneal.

### Coleta de sangue

Os animais foram anestesiados com associação de 0,05 mL de xilazina a 2% e 0,1 mL de cetamina para a coleta de sangue e realização do hemograma e bioquímica do soro obtido. Todas as análises foram realizadas com jejum prévio de 8 horas. Amostras de sangue foram coletadas do coração dos animais para determinação de glicose pela glicofita G-Tech Free®.

Uréia CE (Ref. 27), creatinina (Ref. 35), proteína sérica (Ref. 99), atividade sérica de fosfatase alcalina (Ref. 40) e gama glutamil trasferase liquiform (Ref. 105) foram determinados por meio de kit comercial (Labtest®) com leitura em espectofotômetro Bioplus 200®. O hemograma foi realizado pelo aparelho da marca

Sysmex XE 2100, do Laboratório de Análises Clínicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e a citoscopia confirmada com leitura dos esfregaços corados com kit panótipo rápido (Laborclin®), identificadas por imersão em microscopia de luz com microscópio (Olympus CX40®), no Laboratório de Análises Clínicas Veterinária do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, ES.

### Eutanásia

Todos os animais foram submetidos à eutanásia com tiopental sódico na dose letal de 100 mg.kg<sup>-1</sup> por via intraperitoneal, 24 horas após os últimos tratamentos e em seguida realizada a necropsia para obtenção de material biológico.

### A análise estatística

Os resultados foram submetidos à estatística descritiva, seguida do teste t, com auxílio do programa BioEstat 5.0. Para todos os grupos considerou-se estatisticamente significativo com p<0.05.

### RESULTADOS

Os resultados do presente trabalho encontram-se nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

TABELA 1. Glicemia antes e uma hora após aplicação de 42 mg.kg<sup>-1</sup> de Aloxano, por via intraperitoneal, nos grupos experimentais G2 e G3.

Animal/Grupo	G1	G2	G3	G4
1	137	285	195	157
2	116	237	188	127
3	124	219	185	138
4	112	270	172	129
5	113	283	198	146

G1-Soro fisiológico. G2-Aloxano. G3- Dente-de-leão + aloxano. G4- Dente-de-leão

TABELA 2. Valores glicêmicos médios, mínimos e máximos dos grupos controle e experimentais, antes e uma hora após aplicação intraperitoneal de Aloxano, nos grupos experimentais G2 e G3.

Grupo	Min/mg.dL <sup>-1</sup>	Max/mg.dL <sup>-1</sup>	Média	DP
G1	112.0	137.0	120.4	10.4
G2	219.0	285.0	258.8	29.4
G3	172.0	198.0	187.6	10.2
G4	127.0	157.0	139.4	12.4

G1-Soro fisiológico. G2-Aloxano. G3- Dente-de-leão + aloxano. G4- Dente-de-leão

Tabela 3. Valores médios do hemograma dos camundongos Balb/c nos grupos controles e experimentais com aloxana e dente de leão.

Parâmetros	G1	G2	G3	G4
Hemácias (10 <sup>6</sup> /µl)	9.68	10.52	10.13	9,03
Hemoglobina (g/dL)	14.1	15.17	16.2	14,4
Hematócrio (%)	50.4	49.1	51.3	47,7
VGM (fL)	49.7	48.5	48.8	51,76
HGM/pg	15.05	15	15.4	15,41
CHGM (%)	31.95	30.9	31.55	29,77
Plaquetas $(10^3/\mu L)$	607,00	389,74	530,00	765,71
MPV/fL	7.5	7.3	7,9	7.4
RDW-SD/fL	23.9	23.6	26,8	23.7
RDW-CV/%	18.7	17.9	17,5	18.1
Leucócitos $(10^3/\mu L)$	4.79	3,43	4.52	3.79
Bastão $(10^3/\mu L)$	0	0	0	0
Neutrófilo $(10^3/\mu L)$	665	1400	773	766,18
Linfócito (10 <sup>3</sup> /µL)	2720	2055	3677	2751,44
Monócito (10 <sup>3</sup> /μL)	285	300	63	169
Eosinófilo (10 <sup>3</sup> /µL)	40	25	3	39,12
Basófilo $(10^3/\mu L)$	00	15	7	1,00

G1-Soro fisiológico. G2-Aloxano. G3- Dente-de-leão + aloxano. G4- Dente-de-leão

TABELA 4. Valores médios das análises séricas dos camundongos Balb/c nos grupos controles e experimentais.

Grupos/ Média	Gama GT/	FAZ/	Proteína	Ureia/	Creatinina/
	UI/L	UI/L	g.dL <sup>-1</sup>	mg.dL <sup>-1</sup>	mg.dL <sup>-1</sup>
G1	7,19	70,32	6,50	64,34	0,45
G2	368,5	131,2	6,49	179,33	5,36
	5	9			
G3	72,30	88,50	6,47	97,05	2,68
G4	7,85	81,98	6,49	68,02	0,38

G1-Soro fisiológico. G2-Aloxano. G3- Dente-de-leão + aloxano. G4- Dentede-leão

## DISCUSSÃO

A planta medicinal utilizada neste experimento, por estar na lista dos fitoterápicos do anexo da RDC 10 de 2010 (BRASIL, 2010), já passou por todos os testes toxicológicos, portanto pode-se descartar a possibilidade que esta substância mesmo que na corrente sanguínea, apresente efeitos tóxicos, o que fica comprovado pelos valores séricos de ureia, creatinina, proteína, atividade da enzima fosfatase alcalina e gama glutamiltransferase dos animais controle e dos que receberam apenas dente-de-leão na forma de infusão após o período experimental (Tab. 4).

Mesmo que NEMZK et al. (2001) tenham, em seus resultados demonstrado que a contagem de células são mais elevadas no sangue da cauda, menor no sangue do olho e menor no coração de camundongos Balb/c pesando 19 a 20 gramas, anestesiados com quetamina e xilazina, no presente estudo escolheu-se a técnica de coleta intracardíaca para obter material sem hemólise ou microcoágulos.

Uma hora após a indução e confirmação do aumento da glicemia, nos animais que receberam apenas aloxano, todos se apresentaram debilitados, com características de desidratação e sem conseguir ingerir alimento ou água, neste momento houve suporte nutricional. Este fato vem de encontro a LEME et al. (2010) que também observaram 24 horas após a aplicação do aloxano em ratos, redução da massa corporal e da ingestão alimentar, mas aumento da ingestão hídrica e isso indica que parte dos sinais de diabetes causados pelo aloxano manifesta-se em curto prazo da administração da droga.

A terapia de suporte concorda com VARDI et al. (2008) pois reportam complicações a curto e longo prazo, cujas metas de terapia são eliminar os sintomas da hiperglicemia, reduzir complicações microvasculares, macrovasculares em longo prazo e ainda permitir que os pacientes tenham um estilo de vida normal.

Dos sinais clínicos que LERCO et al. (2003) observaram como elevação substancial da ingestão hídrica, ingestão alimentar e da diurese, com valores glicêmicos acima de 300 mg/dl, glicosúria 3+ e, eventualmente, cetonúria, em ratos, apenas a queda progressiva do peso corporal foi observado no presente trabalho, provavelmente pelo curto espaço de tempo que ficaram em observação.

De acordo com LEME et al. (2010), ratos que receberam 32 mg.kg<sup>-1</sup> de peso corporal de aloxano para indução do diabete apresentaram valores para glicemia: 130,5±19,8 mg.dL<sup>-1</sup> e trigliceridemia: 140,5±50,7 mg.dL<sup>-1</sup> pré e 192 horas após a aplicação a glicemia foi de 256,1±51,9 mg.dL<sup>-1</sup> e trigliceridemia: 194,1±42,7 mg.dL<sup>-1</sup>. Os valores para glicemia são muito semelhantes aos obtidos no presente trabalho (Tab. 1), mesmo para camundongos do grupo controle (G1) e para o grupo G2, após receberem 42 mg.kg<sup>-1</sup> de peso corporal de aloxano, que causou aumento da glicemia uma hora após a aplicação da droga.

Neste trabalho houve diferença significativa dos grupos G1, G3 e G4 em relação ao G2 (p>0,01). Isto significa que a planta medicinal dente-de-leão inibiu o aumento da glicemia nos animais que receberam aloxano, mas não reduziu a glicemia dos animais normais recebendo apenas infuso da planta (Tab. 1 e 2).

O modelo experimental de indução de diabetes por estreptozotocina (STZ) utilizado no trabalho de VAREDA (2013) comprovou que houve provável destruição das células beta de camundongos Swiss albino machos com 60±10 dias de idade, a

julgar pelo aumento significativo da glicemia de jejum dos camundongos induzidos (acima de  $400~\text{mg.dL}^{-1}$ ) em relação à glicemia dos animais normais com menos de  $200~\text{mg.dL}^{-1}$ , caracterizando um modelo de diabetes tipo 1.

Utilizou-se métodos químicos para indução do diabete melito, seguindo LERCO et al. (2003), que reportam a indução por aloxano, onde os animais submetidos a este método exibem todos os eventos bioquímicos, hormonais e morfológicos que ocorrem durante e após a indução do estado diabetogênico, porque a pancreatectomia total ou parcial consiste em método clássico de obtenção de diabetes experimental restrita a animais de maior porte, além de ser necessário procedimento cirúrgico com todas as suas implicações.

Apesar de SWANSTON-FLATT et al. (1989) relatarem que o dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) não interferiu nos parâmetros da glicose basal, nos níveis de insulina e na hipoglicemia induzida por insulina em camundongos optou-se por desafiar com a mesma planta, hiperglicemia induzida por aloxano e, conforme a Tab 1 e 2, obseva-se que o infuso de dente-de-leão aplicado aos animais pelo período de 14 dias, evitou que uma dose de aloxano provocasse diabete, pois a glicose manteve-se menor que 200 mg.dL<sup>-1</sup>, diferente dos animais que receberam apenas aloxano e cujas dosagens de glicose foram superiores a 200 mg.dL<sup>-1</sup>.

O fato dos valores de glicemia aumentar nos grupos que receberam aloxano está de acordo MAGALHÃES et al. (1978) que observaram glicemia de 230 a 400 mg.dL<sup>-1</sup>, em camundongos albinos fêmeas alimentados com ração e açúcar por 60 dias, após receberem injeção endovenosa de 80 mg.dL<sup>-1</sup> de peso corporal de aloxano (Carlo Erba). Valores semelhantes foram observados no presente trabalho em que a glicemia dos animais diabéticos apresentaram valores de 219 mg.dL<sup>-1</sup> e 285 mg.dL<sup>-1</sup>, mínimo e máximo respectivamente, e com menor dose da substância diabetogênica.

NEMZK et al. (2001) observaram que o local de amostragem influencia as contagens de neutrófilos no sangue e concluem que os resultados ressaltam a necessidade de padronizar local de amostragem ao medir estes parâmetros. Obtiveram para no sangue retirado da cauda, olho e coração, respectivamente: plaquetas:  $882\pm95\times10^{3}/\mu$ L;  $637\pm56\times10^{3}/\mu$ L e  $344\pm73\times10^{3}/\mu$ L. Hemoglobina:  $15.5\pm1.15g/d$ L; 14,28±0,59g/dL e 13,04± 0,34 g/dL. Hematócrio: 53,15±2,27%; 46,12 ±1,90% e  $10,94\pm0,54\times10^6/\mu L$ ;  $10,14\pm0,42\times10^{6}/\mu$ L 41.16±1.11%. Hemácias:  $9,00\pm0,22\times10^{6}$ /µL. O volume corpuscular médio:  $48,85\pm1,94$ fL;  $45,5\pm0,62$ fL e 45,5±0,33fL respectivamente, frisa que foi significativamente menor nas amostras obtidas do coração. Os valores obtidos no presente trabalho são discordantes desses autores quando se comparam os valores obtidos no sangue dos animais do grupo G1, que receberam 0,2 mL de soro fisiológico por via intraperitoneal, onde se observa que todos os valores estão mais próximos dos valores apresentados para as amostras retiradas da cauda e do olho e superiores aos valores apresentados para amostras retiradas do coração (Tab. 3).

No presente trabalho houve redução na contagem de leucócitos totais (Tab. 4), 24 horas após a aplicação de aloxano nos camundongos do grupo G2. O mesmo ocorreu com LEME et al. (2010) em seu trabalho com ratos, que desenvolveram diabete aloxânica.

Para Balb/c adultos fêmeas, não anestesiados e sangue obtido da cauda, NEMZK et al. (2001) observaram valores para leucócitos totais:  $17.7\pm1.034\times10^3/\mu$ L

com intervalo de 9,1 a 28,7 x10³/µL; neutrófilos:  $5,7\pm0,4$  x10³/µL e intervalo de 1,9 a 11,5 x10³/µL; linfócitos:  $10,5\pm0,5$  x10³/µL, intervalo de 6,7 a 15,7 x10³/µL; monócitos:  $0,7\pm0,06$  x10³/µL, intervalo de 0,3 a 1,4 x10³/µL; eosinófilos:  $0,2\pm0,03$ x10³/µL, intervalo de 0,05 a 0,51 x10³/µL, plaquetas:  $934,7\pm34,5$  x10³/µL, intervalo de 668 a 1543 x10³/µL; hemácias:  $10,2\pm0,2$ x106/µL, intervalo de 8,48 a 15,15 x106/µL; volume corpuscular médio:  $50,7\pm0,4$ fL e intervalo de 47,4 a 54,4fL e para hemoglobina:  $16,9\pm0,2$  fL, intervalo de 14,8 a 18,3fL. Se forem considerados os intervalos relatados acima, pode-se afirmar que os valores do presente trabalho, concordam com o autor e também com Pereira et al. (2003) que obtiveram os seguintes valores para os animais controle: hemácias:  $9,3\pm0,4$ x106/µl, hemoglobina:  $15,2\pm1,2$ g/dl, hematócrito:  $43,6\pm2,4$ %, VCM:  $47,1\pm1,5$ fL, HCM:  $16,4\pm1,4$ pg), CHCM:  $34,8\pm2,0$ g/dL, RDW:  $39,2\pm1,0$ %, leucócitos:  $6,5\pm2,2$  x10³/µL, neutrófilos:  $0,5\pm0,5$  x10³/µL, linfócitos:  $55\pm2,0$  x10³/µL, monócitos:  $0,6\pm0,3$  x10³/µL), eosinófilos:  $0,03\pm0,05$ x10³/µL e basófilos:  $0,2\pm0,5$  x10³/µL.

DORNAS et al. (2006) relataram diferentes doses de aloxano para induzir diabete em várias espécies animais e relatam também a  $DL_{50}$ , para rato de 45 a 49 mg.kg<sup>-1</sup> de peso por via intravenosa (IV); intraperitoneal (IP) e por via subcutânea (SC) de 152 a 175 mg.kg<sup>-1</sup> de peso. Para hamster com aplicação IV de 65,4±9,8 mg.kg<sup>-1</sup> de peso; pombo  $118\pm11.8$  mg.dL<sup>-1</sup> IV e em galo  $199.8\pm19.4$  mg.dL<sup>-1</sup> IV, mas não menciona valores para camundongos. No entanto, a dose de 42 mg.kg<sup>-1</sup> foi suficiente para provocar diabete, mas sem suporte nutricional, os animais passam a um estado de desidratação associado a emagrecimento rápido, por falta de ingestão de água e comida, possivelmente pelo mal estar provocado necessitando de amparo medicamentoso imediato, tendo como base a glicose, caso contrário em menos de oito horas iriam a óbito. Provavelmente, para mantê-los em estado diabético haja necessidade de uma menor dose e por mais tempo.

A mortalidade observada nos ratos, segundo LERCO et al. (2003) ocorreu na dose de 42 mg.kg<sup>-1</sup>. Esses autores relataram que em estudo para caracterizar as alterações clínicas e laboratoriais de rato portador de *Diabetes Mellitus* induzido pela administração endovenosa de aloxano a 2% na via endovenosa foi acompanhado de 39% de mortalidade e produziu diabetes grave também em 39% dos animais. No presente trabalho, devido às precauções tomadas, a mortalidade foi reduzida.

SPINELLI et al. (2012ab) obtiveram para fêmeas maiores que 10 semanas de idade da linhagem Balb/c valores para creatinina: 0,24±0,07 mg.dL<sup>-1</sup>; ureia 44,10±5,07 mg.dL<sup>-1</sup>; glicose: 88,60±6,44 mg.dL<sup>-1</sup>; proteína total: 77,22±8,24 mg.dL<sup>-1</sup>; albumina: 24,80±1,72 mg.dL<sup>-1</sup>, globulina: 52,42±7,43 mg.dL<sup>-1</sup>. No presente trabalho obteve-se para proteína total valores entre 6,47 a 6,50 mg.dL<sup>-1</sup> para todos os grupos. Os valores de creatinina nos animais que não receberam aloxano foram semelhantes, porém os valores de creatinina nos animais que receberam aloxano foram maiores, o que indica que também é uma substância nefrotóxica, pela desidratação observada ou pela proteólise ocasionada pelo DM. Os valores de fosfatase alcalina foram semelhantes ao grupo G2, que recebeu somente aloxano, mas diferem dos outros grupos que apresentam menores valores. A ureia, por ser um composto nitrogenado não proteico é a principal forma de excretar o nitrogênio proveniente do catabolismo proteico, formado no ciclo da ureia pelo fígado para eliminar a amônia liberada pela desaminação dos aminoácidos e observa-se elevação no grupo G2. Não houve

aumento nos outros grupos, mas são maiores que os valores apresentados por SPINELLI et al. (2012 ab) Em conjunto, estes dados indicam que nenhum dos tratamentos influenciou neste parâmetro e as alterações encontradas devem-se aos efeitos do aloxano sobre a função renal. Os valores da glicose encontrados no presente trabalho diferem para os animais controles. Os valores da glicose foram maiores, enquanto que para as proteínas totais foram menores.

SPINELLI et al. (2012ab) obtiveram para fêmeas maiores que 10 semanas de idade da linhagem Balb/c valores para atividade sérica de ALT: 31,60±4,50U/L; AST: 25,20±7,78U/L e fosfatase alcalina: 132±25,1U/L, este último foi semelhante aos valores obtidos para o grupo G2, dos animais que receberam aloxano e maiores que valores dos outros grupos G1, G3 e G4.

### CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e nas condições experimentais do presente trabalho, conclui-se que o aloxano, na dose de 42 mg.kg<sup>-1</sup> de peso corporal, induz diabetes experimental grave no camundongo Balb/c. A planta medicinal *Taraxacum officinale* L. foi eficaz na prevenção do diabete aloxânico em camundongos isogênicos Balb/c.

### REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 90 de 16 de março de 2004, determina a publicação do guia para a realização de estudos de toxicidade pré-clínica de fitoterápicos. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 8 de mar. 2004. Disponível em: <a href="http://www.anvisa.gov.br">http://www.anvisa.gov.br</a>>. Acesso em: 20 ago 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC** nº 10, de 09 de março de 2010. Dispõe sobre a notificação de drogas vegetais junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 10 de mar. 2010. Disponível em: <a href="http://www.anvisa.gov.br">http://www.anvisa.gov.br</a>. Acesso em: 05 ago 2013.
- CECÍLIO, A.B.; RESENDE, L.B.; COSTA, A.C. et al. Espécies vegetais indicadas no tratamento do diabetes. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 15, n.3, p.23 28, 2008.
- CORRÊA, M.P. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestral, v. 6, 1984.
- DALLAQUA, B.; DAMASCENO, D.C. Comprovação do efeito antioxidante de plantas medicinais utilizadas no tratamento do *Diabetes mellitus* em animais: artigo de atualização. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n.3, p.367-373, 2011.
- DORNAS, W.C.; NAGEM, T.J.; OLIVEIRA, T.T. de. et al. Aloxano e Diabetes. **Revista Brasileira de Toxicologia**. v. 19, n.2, p. 81-87, 2006.
- EIZIRIK, D.L.; PIPELEERS, D.G.; LING, Z. et al. Major species differences between humans and rodents in the susceptibility to pancreatic beta-cell injury. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA, v. 91, p. 9253-9256, 1994.
- GRANDI, T.S.M.; TRINDADE, J.A. da; PINTO, M.J.F. et al. Plantas Medicinais de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 3, n. 2, supl. 185. 1989
- JEON, H.J.; KANG, H.J.; JUNG, H.J. et al, Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*, **Journal of Ethnopharmacology**, v. 115, n. 1, p. 82-88. Jan 2008.
- KISSMANN, K.G; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**, v.2, 2 ed. São Paulo: BASF, 1999.

- LEME, J.A.C. de A.; CASTELLAR, A.; REMEDIO, R.N. et al. Efeitos em curto prazo da aplicação de aloxana para indução de diabetes em ratos wistar. **Bioscience Journal.** Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 451-456, May-June, 2010.
- LERCO, M.M.; SPADELLA, C.T.; MACHADO, J.L.M. et al. Caracterização de um modelo experimental de *Diabetes mellitus*, induzido pela aloxana em ratos. Estudo clínico e laboratorial. **Acta Cirúrgica Brasileira.** [serial online], v. 18, n. 2, Mar-Abr 2003; Disponível em URL: http://www.scielo.br/acb.
- LOJUDICE, F.H.; SOGAYAR, M.C. Células-tronco no tratamento e cura do diabetes mellitus. Ciência & Saúde Coletiva, v.13, n.1, p.15-22, 2008.
- LORENZI, H. E.; MATOS, F.J. DE A. **Plantas medicinais no Brasil/Nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 512 p.
- MAGALHAES, L.A.; GUARALDO, A.M.A.; BASTOS, O. de C. et al. Influência da dieta hiperglicêmica e do diabetes aloxânico sobre a vitalidade do *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907, em camundongos experimentalmente infectados. **Revista de Saúde Pública** [online]. 1978, v.12, n.3, p. 267-276. ISSN 0034-8910.
- MARCONDES, J.A.M. Diabete Melito: Fisiopatologia e tratamento. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v.5, n.1, p.18-26, 2003.
- MARTINS-RAMOS, D.; BORTOLUZZI, R.L.C.; MANTOVANI, A. Plantas medicinais de um remascente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana, Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. Botucatu, v.12, n.3, p.380-397, 2010.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Cadernos de Atenção Básica, Diabetes Mellitus n.º 16. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília DF, 2006
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano de Ações estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011 2022, Vigitel, Brasil, 2011.
- NEMZEK, J.A.; BOLGOS, G.L.; WILLIAMS, B.A. et al. Differences in normal values for murine white blood cell counts and other hematological parameters based on sampling site. *Inflammation* Research, v. 50, p. 523–527, 2001.
- PEREIRA, V.R.A.; LORENA, V.M.B. de; SILVA, A.P.G. da. et al. Avaliação hematológica e histopatológica de camundongos BALB/c e C57BL/6 expostos aos antígenos recombinantes *Cytoplasmic Repetitive Antigen* e *Flagellar Repetitive Antigen* de *Trypanosoma cruzi.* **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** v.36, n.6, Uberaba Nov./Dec. 2003.
- POPESCU, M.L.; DINU, M.; URSACHE, D.D. Contributions to the pharmacognostical and phytobiological study on *Taraxacum officinale* (L.) Weber. **Farmácia**, v. 58, n.5, P. 646-653, 2010.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Classificação Etiológica do diabetes mellitus. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**. Itapevi, SP, 2009.
- SPINELLI, M.O.; CRUZ, R.J.; GODOY, C.M.S. et al. Comparação dos parâmetros bioquímicos de camundongos criados em diferentes condições sanitárias. **Scientia Plena.** v. 8, n. 1, 2012a www.scientiaplena.org.br.
- SPINELLI, M.O.; GODOY, C.M. dos S.C. de.; MOTTA, M.C. da. et al. Perfil bioquímico dos animais de laboratório do Biotério da faculdade de medicina da USP. **RESBCAL**, São Paulo. v.1 n.1, p. 76-81, jan./fev./mar. 2012b.
- SWANSTON-FLATT, S.K.; DAY, C.; FLATT, P.R.; et al. Glycaemic effects of tradional european plant treatments for diabetes, studies in normal and streptozocin diabetic mice. **Diabetes Research**. v.10, n.2, p.69-73, 1989.
- SZKUDELSKI, T. The Mechanism of Alloxan and Streptozotocin Action in B Cells of the Rat Pancreas. **Physiological Research**, 50: 536-546, 2001.
- VARDI, M.; JACOBSON, E.; NINI, A. et al. **Acção intermédia em relação insulina de acção prolongada para a diabetes mellitus tipo 1.** Banco de Dados Cochrane Syst Rev. 2008 jul 16; (3): CD006297. doi: 10.1002/14651858.CD006297.pub2. Medicina Interna, Carmel Medical Center, 7 Michal St, Haifa, Israel, 34362.

VAREDA, P.M.P. Avaliação da atividade hipoglicemiante do extrato de *Myrcia bella* em camundongos diabéticos induzidos por estreptozotocina. (**Dissertação**), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. Botucatu, 2013.



# Capítulo 9- Hemoncose ovina: aspectos importantes no diagnóstico

# Bárbara do Nascimento Lemos Hupp<sup>1</sup>, Isabella Vilhena Freire Martins<sup>2</sup>, Adriano Conti Hupp<sup>3</sup>

### Introdução

Um dos principais problemas enfrentados no crescimento da ovinocultura e que em muitos casos acaba inviabilizando a criação são as parasitoses gastrintestinais, que representam o maior e mais grave problema sanitário dos pequenos ruminantes (Vieira, 2008).

Estima-se que o mercado internacional de produtos veterinários é de 15 bilhões de dólares, sendo que 27% destes são gastos com compostos antiparasitários. No Brasil, o volume comercializado chega à casa dos 600 milhões de dólares, dos quais 29% são destinados à aquisição de parasiticidas (Molento e Verissimo, 2003). O déficit produtivo em infecções subclínicas acarreta o maior impacto econômico, entretanto também devem ser contabilizadas perdas produtivas em infecções clínicas, custos com tratamentos e, em casos extremos, mortalidade de animais, especialmente jovens e fêmeas ovinas no pré-parto. As doenças parasitárias podem, ainda, forçar a seleção de animais menos susceptíveis aos parasitas em detrimento de seu desempenho produtivo (Mota et al., 2003). Desta forma para que seja evitada a seleção de indivíduos resistentes em uma população de parasitos o diagnóstico deve ser precoce, pois, caso contrario, os animais parasitados só serão detectados quando estiverem presentes sinais clínicos, acarretando maiores perdas em decorrência das infecções (Molento et al., 2004). O objetivo desde trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre os aspectos de importância no diagnostico da hemoncose ovina.

### 1. Gênero Haemonchus

O parasito *Haemonchus* um nematóide hematófago que parasita o abomaso de bovinos, caprinos e ovinos. Existem três espécies: *H. contortus*, *H. placei e H. similis*. Acreditava-se que o *H. contortus* era a espécie que parasitava ovinos e o *H. placei* a espécie que parasitava bovinos, entretanto novas evidências sugerem que estes são uma espécie única *Haemonchus contortus*, com adaptações de linhagens para bovinos e ovinos. O gênero *Haemonchus* apresenta distribuição mundial, sendo considerado de maior relevância em regiões tropicais e subtropicais (Urquhart et al., 1998). Pode ocorrer durante todo o ano, sendo mais prevalente no verão e outono, épocas de

<sup>1</sup>Mestranda em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Espírito Santo (UFES), <sup>2</sup>Professora adjunto do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES, <sup>3</sup>Médico Veterinário do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFES). temperatura e umidade elevadas, condições ideais para o desenvolvimento das fases de vida livre do parasita (Waller et al., 1996).

O ciclo evolutivo do *H. contortus* é direto, com uma fase de vida parasitária (período de desenvolvimento no hospedeiro) e uma fase de vida livre (onde o parasito se encontra no ambiente) (Taylor et al., 2007).

A fase ambiental tem início com a liberação dos ovos através das fezes nas pastagens, em um ou dois dias os ovos eclodem e liberam larvas (L1), que irão se alimentar de micro-organismos presentes nas fezes. Após uma primeira muda a larva evolui para L2 que também se alimenta de micro-organismos presentes nas fezes; a segunda muda se inicia no ambiente externo, porém a forma infectante (L3) presente na pastagem permanece envolvida pela cutícula do segundo estágio até que seja ingerida pelo ovino (Bowman, 2006). Esta fase tem duração média de sete dias (Vieira et al., 1997).

Na fase parasitária L3 penetra na mucosa do abomaso do animal, perde sua bainha e muda para L4, a larva do quarto estágio evolui para o estágio adulto L5 (Bowman, 2006).

O período pré-patente, que se refere ao tempo gasto para o desenvolvimento da infecção no animal até os parasitos adultos produzirem ovos varia de dias a três semanas para a maioria das espécies parasitárias de ovinos (Taylor et al., 2007).

#### 2. Hemoncose ovina

A patogenicidade do *Haemonchus* está relacionada à incapacidade do hospedeiro de superar as perdas sanguíneas; em casos de perdas pequenas quando o hospedeiro consegue restituir completamente o volume sanguíneo os sinais clínicos normalmente não são evidentes. Já nos casos em que a perda sanguínea excede a capacidade hematopoiética do hospedeiro, a anemia progressiva poderá levar a morte rapidamente; esses casos podem ocorrer devido a grande quantidade de parasitos, ou por uma resposta deficiente, comum nos casos de má nutrição, estresse ou fenótipos desfavoráveis (Bowman, 2006).

Cada parasito remove cerca de 0,05 ml de sangue dia, por ingestão e pelas lesões ocasionadas no abomaso do hospedeiro, além disso, o parasito lança uma substância anticoagulante, capaz de impedir a formação da rede de fibrina no local que estava sendo sugado (Taylor et al., 2007). Assim um ovino com 5.000 *Haemonchus* pode perder cerca de 250 ml de sangue por dia (Urquhart et al., 1998).

A presença do parasito não significa necessariamente a ocorrência da doença e os fatores que interferem na epidemiologia dos nematóides gastrintestinais podem estar relacionados ao ambiente ou ao hospedeiro (Vieira, 2005).

Dentre os fatores ambientais que interferem no aumento ou diminuição da população de nematóides gastrointestinais, podemos citar a umidade, a temperatura e a precipitação pluviométrica (GASBARRE et al. 2001).

Segundo Braghieri et al. (2007) a precipitação pluviométrica ideal para a transmissão de nematóides gastrointestinais deve ser superior a 5 mm por mês; áreas de pastejo com sombreamento e boa cobertura de solo também favorece o desenvolvimento de ovos e larvas, uma vez que protege essas fases de vida livre da dessecação. A elevada densidade de animais por área e o manejo sanitário deficiente

contribuem para o aumento da contaminação ambiental, tornando as pastagens fontes de infecção constante (Cavele et al., 2009).

A resposta do hospedeiro ao parasito pode estar relacionada a resistência, que é considerada como a habilidade do animal em impedir o estabelecimento e o desenvolvimento da infecção parasitária; tolerância, sendo esta a capacidade dos animais de sobreviver e ser produtivo mesmo quando parasitados e a susceptibilidade, que ocorre quando o hospedeiro não é efetivo no controle de infecções sendo incapaz de impedir o estabelecimento e o desenvolvimento dos nematoides (Amarante et al., 2004).

De acordo com Cezar, Catto e Bianchin (2008), o estado nutricional também é um importante fator relacionado ao hospedeiro, uma vez que a imunidade do animal ao parasita é diminuída em condições de restrição nutricional.

Particularmente, a disponibilidade de proteínas e minerais são fatores importantes, interferindo na patogenia e nos mecanismos de respostas imunológicas dos hospedeiros às infecções por nematódeos gastrintestinais, o alimento também pode conter compostos antiparasitários o que ocorre, por exemplo, com plantas ricas em taninos condensados (Coop e Kyriazakis, 2001). Outro ponto importante relacionado ao hospedeiro é a faixa etária, sendo os animais mais jovens mais susceptíveis que os adultos, isso se deve provavelmente ao fato da competência imunológica ainda imatura desses animais (Amarante, 2009).

A raça e constituição genética também podem influenciar na resposta do hospedeiro ao parasita, existindo variação entre raça e entre indivíduos de uma mesma raça. Experimentos realizados com algumas raças de ovinos criadas em regiões tropicais ou subtropicais mostraram resistência às infecções por *H. Contortus*, destacando-se as raças Florida Native, Gulf Coast Native, Saint Croix, Barbados Blackbelly e Red Massai (Amarante e Amarante, 2003).

## 3. Alterações clínicas e hematológicas decorrentes da hemoncose

A principal manifestação da hemoncose é a palidez da pele e das mucosas. Nesses casos as taxas do hematócrito frequentemente são abaixo de 15%, sempre acompanhado de fraqueza, respiração leve e superficial, caracterizando um prognóstico desfavorável. Como resultado da perda de proteína plasmática o animal apresenta edema submandibular (Bowman, 2006).

Na hemoncose aguda a anemia é evidenciada em torno de duas semanas após a infecção, caracterizando-se por diminuição dramática e progressiva do volume globular; com o decorrer das semanas normalmente o hematócrito se estabiliza em níveis baixos, mas apenas à custa de um aumento compensador de duas a três vezes da eritropoiese, letargia, coloração escura das fezes e queda de lã também são observados, com a contínua perda de ferro e proteína no trato gastrintestinal e o aumento da inapetência, as reservas medulares se esgotam reduzindo ainda mais os valores do hematócrito antes do óbito. Na infecção crônica, o animal apresenta diminuição progressiva de peso e fraqueza e quadros graves de anemia e edema não são observados (Urquhart et al., 1998). Durante a hemoncose hiperaguda ocorrer morte súbita em consequência de gastrite hemorrágica grave. Observa-se ainda

hipoproteinemia e hipoalbuminemia. A diarréia não é um sintoma comum em uma infecção por *H. contortus* (Soulsby, 1987).

As infecções por nematóides gastrintestinais em geral estão associadas à interação de diversos elementos estruturais, celulares e moleculares que irão provocar resposta imune local (Amarante et al., 2005).

Em ovinos à infecção por *Haemonchus contortus* se expressa em análises hematológicas por eosinofilia e mastocitose em decorrência do aumento da quantidade destas células na mucosa gastrintestinal e níveis elevados de imunoglobulidas mais especificamente IgA e IgG (Gill et al., 2000).

Ainda na tentativa de conter o estabelecimento da infecção, moléculas como as lectinas (colectinas e galectinas) são expressas pelas células gastrintestinais e secretadas no muco, estas moléculas irão atuar provocando reações com os oligossacarídeos presentes na superfície dos parasitos (Robinson et al., 2011). Assim o estabelecimento ou não da infecção irá depender da capacidade das células e anticorpos destruir efetivamente o parasito (Pérez et al., 2001).

### 4. Ferramentas de diagnóstico no controle da hemoncose

Berne et al. (2001) relatam vários fatores que podem favorecer a instalação das parasitoses em um rebanho, por isso deve ser feita primeiramente uma anamnese minuciosa avaliando o hospedeiro, a pastagem e o tipo de manejo. Com estas observações aliadas aos sinais clínicos, pode-se suspeitar de parasitose gastrintestinal. O diagnóstico definitivo deverá ser realizado utilizando exames de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e coprológicos.

Correa et al. (2001) afirmam que o diagnóstico dos nematóides gastrintestinais pode partir de uma avaliação clínica dos animais, contudo, somente sinais clínicos não são suficientes para um diagnóstico preciso, visto que existem outras enfermidades que apresentam sinais clínicos semelhantes aos das verminoses. A técnica normalmente utilizada para contagem de ovos de nematóides gastrintestinais de ovinos e caprinos é a de McMaster (Gordon e Whitlock modificada, 1939).

É prudente ressaltar que a correlação entre a patogenicidade e OPG ou o número de helmintos, serve apenas para ilustrar aos veterinários uma situação que deve ser associada a outros fatores externos (ambiente) e fisiológicos relacionados ao animal.

Embora haja muito interesse atual no uso de sorologia como auxilio para o diagnóstico de helmintoses, particularmente com a introdução do teste imunoenzimatico (ELISA), o exame de fezes para a presença de ovos ou larvas de parasitos constitui o exame rotineiro mais comum e prático utilizado para o diagnostico.

Roberts et al. (1950) reportam que para a confirmação dos helmintos da família Strongyloidea faz-se necessário utilizar o método de coprocultura, que consiste na prática de cultivo de larvas de nematóides gastrintestinais.

### 4.1 Contagem de ovos por grama de fezes (OPG)

A técnica de OPG (Gordon e Withlock, 1939) é realizada com uma lâmina denominada "Câmara McMaster", sendo esta técnica aprimorada no laboratório

McMaster, da Universidade de Sidney e por isso, recebeu também o nome de técnica McMaster, todas as demais técnicas de contagem de ovos por grama de fezes são derivadas desta técnica (Cringoli et al., 2004).

A contagem de OPG é o parâmetro mais utilizado como marcador fenotípico no que diz respeito à identificação de animais susceptíveis e resistentes a endoparasitoses gastrintestinais (Good et al., 2006). Entretanto, segundo Ueno e Gonçalves (1998), a relação do OPG e a contagem de nematoides não é fácil já que a contagem de ovos não reflete o numero que helmintos adultos existentes nos animais.

A técnica de OPG apresenta alta variabilidade que é decorrente, entre outros fatores, da modulação da excreção de ovos que será influenciado pelo estabelecimento e fecundidade das espécies de parasitos, bem como, pelos mecanismos que regulam esses processos (Hoste et al., 2002). Além disso, as formas jovens dos parasitos não fazem ovipostura, fato que impede a evidenciação destes por meio de métodos coprológicos (Ueno e Gonçalves,1998).

Entretanto, apesar da técnica apresentar ampla margem de variação a contagem de ovos por grama de fezes ainda é a única forma de correlacionar aproximadamente o exame de fezes da real carga parasitária dos animais.

### 4.1 Método famacha: correlação com hematócrito

O nome do método é decorrente das iniciais do seu idealizador o Dr. Faffa Malan Chart. Malan e Van Wyk (1992) associaram a incidência do parasita *Haemonchus* contortus com o hematócrito e correlacionaram os valores do hematócrito com diferentes colorações de conjuntiva. Com o auxílio da computação gráfica, a partir da fotografia da mucosa ocular de vários animais, foram estabelecidos 5 graus de anemia apresentando correlação de 0,8 e confiabilidade de 95% nas infecções por *Haemonchus* contortus (Malan et al., 2001).

As diferentes colorações de conjuntiva correspondentes à classificação de 1 a 5 no grau de anemia variam entre vermelho, rosa-vermelho, rosa, rosa-pálido e branco; sendo que os graus 1 e 2 do Famacha® identificam o animal com saldável, apresentando mucosa ocular bem vascularizada e com valores de hematócrito superior ou igual a 23%; já os graus 3, 4 e 5 identificam o animal como anêmico, que apresenta mucosa pálida. Para tanto, o hematócrito menor ou igual a 18%, caracteriza um quadro anêmico severo com limites críticos de hematócrito (Malan et al., 2001).

Segundo Wyk e Bath (2002) o método recomenda a everminação somente doa animais classificados como 3, 4 ou 5; que apresentam valores de hematócrito igual ou inferior a 18%. Desta maneira, não elimina os parasitas sensíveis de uma só vez, mantendo animais "refúgio" e evitando a seleção de parasitas resistentes às drogas comerciais comumente utilizadas.

Para determinação do hematócrito tubos capilares devem ser preenchidos com sangue, vedados em uma das extremidades e dispostos em uma centrífuga onde por 5 minutos serão centrifugados a aproximadamente 1200 rotações por minuto, desta maneira, o plasma é separado do conteúdo celular, que se subdivide em duas partes, sendo uma composta por leucócitos e plaquetas e outra pelos eritrócitos. O valor do hematócrito é obtido através da sobreposição do tubo capilar a um cartão padronizado

que indica a porcentagem de eritrócitos em relação ao volume total de sangue (Vallada, 2002).

No Brasil Molento et al., (2004) usaram o método Famacha® como parâmetro clinico na identificação de ovinos e caprinos parasitados por *Haemonchus contortus* e comprovaram a aplicabilidade em ambas as espécies.

Segundo Vatta et al., (1999), a eficiência do Famacha® torna possível tratar somente nos animais que sofrem de parasitismo severo, evitando o tratamento daqueles que não apresentam anemia clínica, assim, a pressão de seleção para a resistência aos anti-helmínticos torna-se menos intensa.

Segundo Jain, (1993) o valor normal do hematócrito em ovinos varia de 27 a 45%. Entretanto a correlação entre hematócrito e grau Famacha segue o seguinte critério:

Correspondência da classificação segundo o método Famacha e hematócrito

Classificação pelo Famacha®	Valores de hematócrito (%)	Coloração da mucosa ocular	Everminação?
1	≥ 28	Vermelha	Não
2	$23 \le x \le 27$	Rósea - Vermelha	Não
3	$18 \le x \le 22$	Rósea	Sim

Rósea - Pálida

Pálida

Sim

Sim

4.2 Resistencia anti-helmíntica e a importância do controle parasitário

13 < x < 17

 $\leq 12$ 

4

A resistência anti-helmíntica é a capacidade que uma população de parasitas tem em sobreviver a doses de anti-helmínticos letais para populações susceptíveis (Vieira, 2008).

Esta habilidade de sobreviver a futuras exposições de uma droga pode ser transmitida aos seus descendentes. Este fenômeno ocorre frequentemente com todos os compostos químicos; a resistência entre produtos de um mesmo grupo químico é chamada de lateral, quando duas drogas de grupos diferentes são envolvidas, chamase resistência anti-helmíntica cruzada, já quando ha resistência do parasita a mais de duas bases farmacológicas, chama-se resistência múltipla (MOLENTO, 2005).

Com a domesticação dos animais, alterações ambientais e a seleção de animais baseada apenas nas suas características produtivas houve uma alteração no equilíbrio normal entre parasita e hospedeiro. Na tentativa de conter esse desequilíbrio drogas com amplo espectro de ação passaram a ser indiscriminadamente utilizados, o que agravou ainda mais o problema, pois acarretou em uma seleção de parasitas resistentes (Molento et al., 2004).

Os mecanismos de resistência podem ser específicos, que são aqueles associados à ação dos anti-helmínticos ou inespecíficos, que se referem a alterações no receptor da droga ou na modulação da concentração do fármaco (Wolstenholme et al., 2004).

Qualquer fármaco utilizado desempenha pressão de seleção de genótipos resistentes na população (Gilleard, 2006). Para evitar estes inconvenientes, associam-se métodos alternativos com a utilização correta dos anti-helmínticos; objetivando controlar as infecções com a menor frequência de tratamentos possível e sem evitar a completa exposição dos ruminantes aos parasitas, já que este contato é importante para o desenvolvimento da resposta imune ao hospedeiro (Floate, 2006).

Independente do conjunto de ações e medidas a serem adotadas, o elaborador do programa de controle deve ter conhecimento em relação à população refugia, que se refere ao grupo de larvas que permanece na pastagem sem sofrer ação das drogas, sendo consideradas como um estoque de larvas susceptíveis e aos parasitos adultos que estão dentro dos animais e que não recebem tratamento químico. Esses grupos de parasitos são importantes, pois o aparecimento da resistência anti-helmíntica está intimamente ligado ao sucesso da progênie que sobreviveu ao tratamento (Van wyk 2001).

Segundo Molento, (2005) as larvas em refugia permanecem com seu caráter susceptível, pois ficam livres de qualquer medida de seleção para resistência antihelmíntica, contribuindo para a diminuição dos genes responsáveis pela resistência anti-helmíntica nas próximas gerações.

A elaboração de um programa de controle parasitário deve se basear no grau de infecção dos animais e na contaminação ambiental por meio de exames clínicos e laboratoriais, na epidemiologia e na eficácia dos fármacos a serem utilizados (Bianchin et al., 2003).

O controle de infecções parasitárias é indispensável para o sucesso do sistema de produção, uma vez que as infecções podem levar a diminuição da produção, custos com tratamentos desnecessários e perda dos animais mais susceptíveis (Mota et al., 2003).

Diferentes estratégias podem ser adotadas para o controle de parasitoses gastrintestinais, a escolha do tratamento e das medidas de controle devem ser baseadas no ciclo biológico dos parasitos (fase de vida livre, fase de vida parasitária, hospedeiro intermediário...) e em fatores relacionados ao hospedeiro. Desta forma o objetivo é impedir ou diminuir o contato entre as formas infectantes dos parasitos e os hospedeiros susceptíveis (Eysker et al., 2005).

Algumas alternativas relacionadas ao manejo do rebanho e das pastagens incluem a utilização de sistema rotacionado, analisando as vantagens e desvantagens deste sistema, incluindo custos, densidade animal, tempo de descanso da pastagem e qualidade da forragem oferecida (Bianchin et al., 1993), descontaminação das pastagens (mantendo-as vazias por tempo suficiente à inviabilidade de ovos e/ou larvas) (Barger, 1999) e pastejo com alternância de categorias (faixas etárias) e/ou espécies de hospedeiros (estes métodos reduz-se o contato do parasito com o hospedeiro mais susceptível) (Amarante et al., 2004).

Alternativas relacionadas ao hospedeiro como o estimulo da resposta imune também são uma importante ferramenta, ressaltando que a presença e o nível da resposta imune do hospedeiro dependem de fatores genéticos, do histórico de

exposição ao parasito, da idade e da nutrição. Basicamente, três diferentes meios são estudados neste sentido; sendo eles a seleção genética, nutrição e vacinação, esses meios têm por objetivo promover o aumento da resposta imunológica do hospedeiro para expulsar vermes adultos ou evitar o estabelecimento das larvas ingeridas (Cezar et al., 2008).

Outra ferramenta é o controle biológico, que consiste no uso de antagonistas naturais para restringir a um limiar subclínico e economicamente viável a ação de parasitos por meio da diminuição da fonte de infecção (Gronvold et al., 1996).

A escolha do melhor momento para intervir deve se basear nas condições climáticas da microrregião para evitar problemas de hipobiose ou desenvolvimento larval inibido, que corresponde a um artifício usado pelos parasitos para evitar condições climáticas desfavoráveis às suas progênies e permanecer sexualmente imaturos até que haja boas condições para seu desenvolvimento; a maturação de larvas que estavam inibidas aumenta a contaminação do ambiente, podendo, resultar em manifestações clínicas (Vieira et al., 1997).

Normalmente o acúmulo de larvas hipobióticas ocorre no início do período seco nas regiões tropicais e subtropicais e a volta ao estado larval maturo coincide com o retorno das condições favoráveis no início do período chuvoso (Urquhart et al., 1998).

## **5.0 CONSIDERAÇÕES Finais**

Dos vários desafios enfrentados pelos criadores de ovinos, sem dúvida, a hemoncose tem grande relevância devido à suscetibilidade da espécie e aos problemas com resistência enfrentados por criadores de todo o Brasil. São muitos os pontos a serem controlados para que haja sucesso no combate a hemoncose, e dentre elas o diagnóstico é o ponto chave, uma vez que só após conhecida a espécie do parasito pode ser montado um programa de controle específico e eficaz, determinando o tipo de tratamento, a melhor droga e período de combate.

Por isso o conhecimento teórico aliado ao pratico é que será determinante na melhor escolha do tipo e período de intervenção.

### REFERÊNCIAS

- AMARANTE, A.F.T.; AMARANTE, M.R.V. Breeding sheep for resistance to nematode infections. **Journal of animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v.2, p.147-161, 2003.
- AMARANTE, A.F.T.; BRICARELLO, P.A.; ROCHA, R.A.; GENNARI, S.M. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France lambs to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 120, p. 91-106, 2004.
- AMARANTE, A F. T.; BRICARELLO, P A.; HUNTLEY, J F. et al. Relationship of abomasal histology and parasite-specific immunoglobulin A with the resistance to Haemonchus contortus infection in three breeds of sheep. **Veterinary parasitology**, v. 128, n. 1-2, p. 99-107, 10 mar. 2005.
- AMARANTE, A.F.T. Nematoides gastrintestinais em ovinos. In: CAVALCANTE, A.C.R.; VIEIRA, L.S.; CHAGAS, A.C.S; MOLENTO, M.B., ed. Doenças parasitárias de caprinos e ovinos: epidemiologia e controle. Brasilia, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 19-61.

- BARGER, I.A. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. **International Journal for Parasitology**, v.29, p.41-47, 1999.
- BIANCHIN, I. et al. Epidemiologia dos nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil. Campo Grande: EMBRAPA CNPG. 120p., 2003.
- BARGER, I.A. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. **International Journal for Parasitology**, v.29, p.41-47, 1999.
- BERNE, M. E. A.; VIEIRA, L. S; COSTA, C. A. F. Parasitoses por nematóides gastrintestinais em caprinos. In: RIET-CORREIA, F. Doenças de ruminantes e eqüinos. 2.ed. São Paulo: Varela. 2001.
- BOWMAN, D. D. Parasitologia Veterinára de Georgis. 8ª ed. São Paulo: Manole, 162 p., 2006.
- BRAGHIERI, A.; PACELLI, C.; VERDONE, M. et al. Effect of grazing and homeopathy on milk production and immunity of Merino derived ewes. **Small Ruminant Research**, v.69, p.95-102, 2007.
- CAVELE, A.; ALMEIDA, M.A.O.; BARRETO, M.A. et al. Estudo comparativo do sistema Famacha entre caprinos e ovinos sob o mesmo manejo produtivo no sertão baiano. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, supl. 1, p. 690-697, 2009.
- CEZAR, A.S.; CATTO, J.B.; BIANCHIN, I. Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: atualidade e perspectivas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2083-2091, 2008.
- COOP, R.L.; KYRIAZAKIS, I. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. Trends Parasitology, v.17, p.325– 330, 2001.
- CORREA, F.R.; SHILD, A.L.; MÉNDEZ, M.C. et al. Doenças de ruminantes e eqüinos, v. 1, Varela, São Paulo-SP, 2001a
- CRINGOLI, G.; RINALDI L.; VENEZIANO V.; CAPELLI G.; SCALA A. The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and Dicrocoelium dendriticum in sheep. Veterinary Parasitology, vol. 123, p. 121–131, 2004.
- EYSKER, M. et al. The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. **Veterinary Parasitology**, v.129, p.95-104, 2005.
- FLOATE, K.D. Endectocide use in cattle and fecal residues: environmental effects in Canada. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.70, p.1-10, 2006.
- GASBARRE, L.C.; LEIGH, E.A.; SONSTEGARD, T. Role of the bovine immune system and genome in resitance to gastrointetinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 98, p. 51-64, 2001.
- GILL, H.S.; ALTMANN, K.; CROSS, M.L. et al. Induction of T helper 1 and T helper 2-type immune responses during Haemonchus contortus infection in sheep. **Immunology**, v. 99, n. 3, p. 458-63, mar. 2000.
- GILLEARD, J.S. Understanding anthelmintic resistance: the need for genomics and genetics. **International Journal for Parasitology**, v.36, p.1227-1239, 2006.
- GOOD, B.; HANRAHAN, J. P.; CROWLEY, B.A. et al. Texel sheep are more resistance to natural nematode challenge than Suffolk sheep based on faecal egg count and nematode burden. **Veterinary Parasitology**, v.136, p. 317-327, 2006.
- GORDON, H. M. CL.; WHITLOCK, H.V.A. New technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of Commonwealth Science and Industry Research Organization**, v.12, n.1, p.50-52, 1939.
- GRONVOLD, J. et al. Biological control Aspects of biological control with special reference to arthropods, protozoans and helminthes of domesticated animals. **Veterinary Parasitology**, v.64, p.47-64, 1996.

- HOSTE, H.; FRILEUX, Y; POMMARET, A. Comparison of selective and systematic treatments to control nematode infection of the digestive tract in dairy goats. **Veterinary Parasitology**, v.106, p.345–355, 2002.
- JAIN, N.C. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993, Cap. 2. 470p.
- MALAN, F.S.; VAN WYK, J.A.; WESSELS, C.D. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. Onderstepoort. **Journal Veterinary Research**, vol. 68, p. 165-174, 2001.
- MOLENTO, M.B.; TASCA, C.; GALLO, A.K. et al. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por Haemonchus contortus em pequenos ruminantes. Ciência Rural, v. 34, p. 1139-1145, 2004.
- MOLENTO M.B. Avanços no diagnóstico e controle das helmintoses em caprinos. I Simpósio Paulista de Caprinocultura (SIMPAC). Multipress, Jaboticabal, p.101-110, 2005.
- MOTA, M.A. et al. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.23, n.3, p.93 100, 2003.
- PÉREZ, J.; GARCÍA, P.M; HERNANDEZ, S. et al. Pathological and immunohistochemical study of the abomasum and abomasal lymph nodes in goats experimentally infected with Haemonchus contortus. **Veterinary Research**, v. 32, p. 463-473, 2001.
- ROBERT, F.H.S.; O'SULLIVAN, P.I. Methods for egg counts and larval cultures for Strongyles infecting the gastro-intestinal tract of cattle. **Australian Journal Agriculture Research**, v.1, p. 99-192, 1950.
- ROBINSON, N.; PLEASANCE, J.; PIEDRAFITA, D. et al. The kinetics of local cytokine and galectin expression after challenge infection with the gastrointestinal nematode, Haemonchus contortus. **International journal for parasitology**, v. 41, n. 5, p. 487-93, abr. 2011.
- SOULSBY, E.J.L. Parasitologia y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 782p., 1987
- TAYLOR, M.A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. Parasites of sheep and goats. **Veterinary Parasitology**. Third edition, p. 152-165, 2007
- UENO, H.; GONÇALVES, P.C. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. 4. ed. Tokyo: Japan International Cooperation Agency, 1998. 143 p.
- URQUHART, M.G. ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L. et al. Parasitologia Veterinária. 2ª ed. Rio de Janeiro RJ: Guanabara Koogan S.A., p.18 20, 114 -115, 1998.
- VALLADA, E.P. Manual de técnicas hematológicas. Editora Atheneu, São Paulo, p. 31-34, 2002.
- VAN WYK J.A. Refugia overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthemintic resistance. **Onderstepoort Journal Veterinary Research**. 68:55-67, 2001.
- VATTA, A.F.; LETTY, B.A. van der LINDEN, M. Testing for clinical anaemia caused by Haemonchus spp. in goats farmed under resourcepoor conditions in South África using na eye colour chart developed for sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 80, p. 239-249. 1999.
- VIEIRA, L.S. Endoparasitoses gastrintestinais em caprinos e ovinos. Sobral: Embrapa Caprinos, 32p. Embrapa Caprinos. Documentos, 58, 2005
- VIEIRA, L.S.; CAVALCANTE, A.C.R.; XIMENES, L.J.F. Epidemiologia e controle das principais parasitoses de caprinos nas regiões semi-áridas do Nordeste. Sobral: EMBRAPA-CNPC. 50p, 1997.
- VIEIRA, L.S. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos. **Revista Ciência & Tecnologia Agropecuária**, v. 2, p. 28 31, 2008.
- WALLER, P.J.; ECHEVARRIA, F.; EDDI, C. et al. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: General overview. **Veterinary Parasitology**, Amsterdan, v. 62, p. 181- 187, 1996.
- WOLSTENHOLME, A.J.; FAIRWEATHER, I.; PRICHARD, R. et al. Drug resistance in veterinary helminthes. **Trends Parasitology**, v.20, p.469-476, 2004.

WYK, J.A.V. e BATH, G.F. The Famacha system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, vol. 33, p. 509–529, 2002.



# Capítulo 10- importáncia da imunidade passiva para o neonato equino

## Ingrid Bromerschenkel<sup>1</sup>, Carla Braga Martins<sup>2</sup>

### Introdução

Nos primeiros meses de vida, os neonatos são expostos a desafios e passam por diferentes adaptações fisiológicas. Tais adaptações incluem a aquisição de imunidade passiva nas primeiras horas de vida (FREY JR, 2006). Antes de ingerir o colostro, os potros apresentam concentrações insuficientes de imunoglobulinas, estando susceptíveis a infecções causadas por agentes infecciosos (REED et al., 2004).

O colostro é a primeira secreção a se formar na glândula mamária (UNANIAN et al., 1994) e possui grande quantidade de imunoglobulinas, promovendo a proteção do potro no período neonatal (PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006).

Há várias técnicas para a análise da qualidade do colostro e para a confirmação da passagem de imunidade passiva para o potro, entre elas o teste de turvação do sulfato de zinco e a eletroforese de proteínas (PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006).

A falha da transferência de imunidade passiva é considerada um distúrbio de imunodeficiência (MORRIS, 2000), que predispõe o potro ao desenvolvimento de septicemia (Raidal, 1996), onfaloflebites, artrite séptica e outras doenças infecciosas (SELLON, 2006).

O Objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão literária sobre a importância da imunidade passiva para o neonato equino, abordando o período gestacional da égua, as pré-imunizações que devem ser realizadas e o tratamento que deve ser realizado no potro que teve falha na transferência de imunidade passiva.

### 1. Período Gestacional

A duração média da gestação na égua é de aproximadamente 340 dias (THRELFALL E IMMEGART, 2000), variando entre 315 a 360 (HAFEZ E HAFEZ, 2004). É influenciada pelo genótipo fetal, tamanho da égua e pela fase da estação de monta do período de concepção (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

As éguas gestantes devem ser alocadas em pastagens pré-maternais, e receber suplementação alimentar equilibrada, com concentrados e sais minerais para que o desenvolvimento do feto não seja prejudicado (THOMASSIAN, 2005).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Mestranda em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, <sup>2</sup>Docente do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES, Alegre.

A vacinação da égua prenhe no décimo mês de gestação aumenta a concentração de IgG no colostro (FENGER, 2000). Segundo Ley (2006), um programa básico de imunização deve conter as seguintes vacinações:

- **Influenza equina**: vacina semestral, com um reforço de quatro a seis semanas antes do parto.
- **Herpesvírus Equino**: vacinação no quinto, sétimo e nono mês de gestação, com um reforço de quatro a seis semanas antes da data prevista para o parto.
- **Encefalites equinas**: vacinação anual com reforço de quatro a seis semanas antes da data prevista para o parto.
- Rotavírus A: vacinação aos oito, nove e dez meses de gestação.
- Raiva: Anual, antes da cobertura.
- **Tétano**: anual, de quatro a seis semanas da data prevista para o parto.

### 2. Placenta equina

As placentas são classificadas de acordo com as características microscópicas da barreira materna fetal, com o seu aspecto macroscópico e pela perda de tecido materno ao nascimento (JAINUDEEN e HAFEZ, 2004).

A placenta na espécie equina é classificada como epiteliocorial difusa, sendo formada por seis camadas. A estrutura do lado materno é formada pelo endotélio capilar materno, tecido conjuntivo uterino e epitélio uterino. O lado fetal é constituído pelo epitélio coriônico, tecido conjuntivo fetal e endotélio capilar fetal. Neste tipo de placenta, a circulação materna e fetal são paralelas, não ocorrendo contato sanguíneo e transferência de imunoglobulinas maternas para o feto. Portanto, o neonato equino apresenta concentrações insuficientes de imunoglobulinas ao nascimento, antes de ingerir o colostro (FEITOSA, 1999; TIZARD, 2002; JAINUDEEN e HAFEZ, 2004).

### 3. Parto

O parto na égua ocorre normalmente entre o crepúsculo e a aurora. Na Inglaterra 86% dos partos acontecem entre 19h e 7h, sendo a maior incidência entre 22 e 23 horas. Sinais como hipertrofia mamária e secreção do cerume das tetas são evidenciados na eminência do parto, sendo que a presença de manchas de suor atrás dos codilhos e nos flancos são o melhor indicativo do inicio do primeiro estágio do parto (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O parto nas éguas é dividido em três estágios, que ocorrem gradativamente com várias modificações fisiológicas e morfológicas, tanto na fêmea gestante quanto no feto (PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006).

• Estágio I: seu início é difícil de ser determinado, pois não é caracterizado por nenhum evento ou alteração específica na égua. À medida que a hora do parto se aproxima, a égua pode ter redução de atividade durante o dia, evoluindo para a inquietude e sinais de cólica em torno de duas horas antes do parto, podendo escavar o solo e parar de comer por curtos intervalos de tempo, caracterizando sintomatologia de dor. A sudorese pode tornar-se evidente em algumas áreas como codilho, abdômen e pescoço. Esse sinal pode não ser evidenciado em éguas senis (THRELFALL e IMMEGART, 2000). Ainda, durante o estagio I, o útero se torna mais ativo, com o

início das contrações, o que impulsiona o feto e os líquidos fetais em direção a cérvix da égua, e a pressão gerada contribui para a dilatação do canal do parto. O término do estágio I é marcado pela ruptura da parte mais externa da placenta, e liberação do líquido alantoideano (THRELFALL e IMMEGART, 2000; STONEHAM, 2006).

- Estágio II: neste estágio a égua passa a maior parte do tempo deitada, podendo se levantar e deitar inúmeras vezes. Ela pode se morder, urinar e defecar frequentemente. A duração média desse período é de 20 a 30 minutos, que se inicia com o rompimento da membrana corioalantóica e termina com a expulsão fetal (THRELFALL; IMMEGART, 2000; PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006; STONEHAM, 2006).
- Estágio III: este estágio é marcado pela expulsão dos anexos fetais é só termina semanas mais tarde, quando se completa a involução uterina. Os anexos devem ser expelidos no máximo três horas após o parto (THRELFALL e IMMEGART, 2000; STONEHAM, 2006).

## 4. Neonato equino

Logo após o nascimento o potro passa por uma fase de adaptação ao novo ambiente. Esta fase de adaptação inclui a respiração, eliminação dos fluidos que se acumularam no trato respiratório durante o período fetal, estabilização da temperatura corporal e coordenação do sistema músculo esquelético. As primeiras 24 horas de vida são as que exigem maiores cuidados, e se for observada alguma alteração durante este período a intervenção deve ser o mais rápido possível, para minimizar e prevenir consequências mais graves (PRESTES e LADIM ALVARENGA, 2006).

O período neonatal se inicia ao nascimento e se estende até que o potro complete um mês de vida (ROSSDALE e RICKETTS, 1979). Segundo Morris (2000), potro recém-nascido é capaz de reproduzir uma resposta imune normal, mas como ele não teve exposição antigênica anterior, ainda não possui reservas de imunoglobulinas e outras formas de imunidade adaptativa.

O potro recém-nascido nasce essencialmente agamaglobulinêmico, por não ocorrer transferência de imunoglobulinas durante o período de vida intrauterino, devido ao tipo de placenta presente na égua, dessa forma, todas as imunoglobulinas são adquiridas por meio da ingestão do colostro materno após o nascimento (MORRIS, 2000; ARGENZIO, 2006).

### 5. Colostro

### 5.1 Formação e composição

O colostro é um tipo especial de leite, formado nas glândulas mamárias antes do parto (PARK E LINDBERG, 2006), que contêm imunoglobulinas produzidas durante as duas últimas semanas de gestação. É produzido uma vez a cada gestação (STONEHAM, 2006), e é substituído por leite que contem quantidades insignificantes de imunoglobulinas após 24 horas do início da lactação (MORRIS, 2000). Quando ocorre o extravasamento do colostro antes do parto, pode ocorrer o comprometimento da concentração de imunoglobulinas necessárias ao recém-nascido (UNANIAN et al., 1994).

É Sua formação é através de um processo secretor onde a lactogênese ocorre na ausência da remoção do leite, devido a efeitos inibitórios da progresterona e do estrógeno sobre a secreção do leite. Esses efeitos inibitórios cessam no parto ou imediatamente antes (DAVIDSON, 2004). O colostro possui importância fundamental para o neonato, pois além de ser altamente nutritivo, contém componentes essenciais que conferem proteção contra agentes infecciosos durante o período neonatal (DAVIDSON, 2004; PARK e LINDBERG, 2006).

No colostro as imunoglobulinas estão altamente concentradas (DAVIDSON, 2004). A égua concentra as imunoglobulinas no colostro contra um gradiente de concentração a partir do plasma, sendo a IgG e IgG (T) as principais imunoglobulinas presentes (FENGER, 2000).

As éguas produzem em média de um a dois litros de colostro por gestação (STONEHAM, 2006). Por meio da ingestão do colostro, o neonato adquire imunidade passiva contra patógenos expostos à mãe, permitindo que o recém-nascido receba proteção imediata contra os organismos ambientais (DAVIDSON, 2004). Além do fornecimento de imunoglobulinas, o colostro também promove a proteção do trato gastrointestinal, e estimula a sua motilidade (PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006; SELLON, 2006; STONEHAM, 2006).

#### 5.2 Avaliação do colostro

O momento ideal para a análise do colostro é imediatamente após o parto ou antes da primeira mamada (THOMASSIAN, 2005).

Entre as avaliações físicas que podem ser realizadas no colostro destaca-se a avaliação da coloração, que deve ser amarelo ouro, e a avaliação de viscosidade, que deve ser pegajoso, semelhante a parafina líquida (PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006). A sua densidade pode ser mensurada com o colostrômetro, devendo ser em torno de 1,050 (FENGER, 2000; THOMASSIAN, 2005).

Outros testes para a avaliação do colostro incluem: teste de Imunodifusão Radial Simples, eletroforese de proteínas, teste de aglutinação em látex e testes de turvação no sulfato de zinco (PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006).

Um colostro considerado de boa qualidade contém no mínimo 3000mg/dl de imunoglobulinas (FENGER, 2000), podendo variar de 1500 a 3000mg/dl. Sendo constituído de IgG (T): 500 a 1500mg/dl, IgM: 100 a 350 mg/dl e IgA: 500 a 1500mg/dl (SELLON, 2006).

#### 5.3 Absorção

A proteína intacta absorvida pelo intestino do neonato, representada pela transferência de anticorpos, ocorre por meio do processo de pinocitose (ARGENZIO, 2006). O trato digestivo dos neonatos equinos, difere do adulto, pois permite que as imunoglobulinas sejam absorvidas intactas; a secreção gástrica é retardada por vários dias após o parto; a digestão de proteínas pela tripsina é evitada por um atraso no desenvolvimento da função pancreática; e as vilosidades do epitélio intestinal são recobertas com enterócitos especiais que são capazes de absorver proteínas solúveis no lúmen intestinal (HERDT, 2004).

O processo de absorção de imunoglobulinas ocorre apenas por um curto período após o nascimento (ARGENZIO, 2006), que é limitado as primeiras 24 a 36 horas de vida, sendo muito importante a ingestão do colostro pelo neonato dentro deste intervalo, para que ocorra uma absorção eficaz das imunoglobulinas (DAVIDSON, 2004). Após este período, há substituição dos enterócitos especializados do epitélio intestinal, e perda da capacidade de absorção das imunoglobulinas (REED e BAYLY, 2000).

A absorção máxima de IgG ocorre entre nove e 12 horas após o parto, e conclui-se entre 13 e 16 horas após o parto (ERHARD et al., 2001).

#### 6. Transferência de imunidade passiva

#### 6.1 Imunoglobulinas

A concentração de gamaglobulinas séricas é baixa ao nascimento (MEDEIROS et al., 1976). Após a ingestão do colostro atinge o valor máximo e decresce continuamente nas quatro primeiras semanas de vida do potro. Após este período, a concentração aumenta, pois o potro começa a sintetizar suas próprias moléculas de gamaglobulinas (KUHL et al., 2011).

A evolução crescente das imunoglobulinas a partir dos três meses de vida é provavelmente consequência da produção ativa de imunoglobulinas, que começam a ser produzidas em escala efetiva a partir deste período (HOWARD et al., 2008).

As imunoglobulinas são sintetizadas pelos plasmócitos e linfócitos B no tecido linfoide em resposta a estimulação antigênica, e são classificadas nas frações beta e gamaglobulinas, sendo divididas em IgM, IgA, IgE e IgG (ECKERSALL, 2008). São moléculas proteicas grandes que reagem especificamente com as substâncias antigênicas que estimularam a sua produção (ARGENZIO, 2006).

As IgGs são responsáveis pela imunidade humoral do organismo e são as principais imunoglobulinas encontradas no sangue. Apresentam inúmeras funções biológicas, tais como a opsonização, aglutinação e fixação de complemento (JAIN, 1993).

As IgAs possuem a capacidade de neutralizar vírus e evitar a aderência de patógenos bacterianos em tecidos alvo, sendo importante como anticorpo secretório no trato intestinal e nos pulmões (GERSHWIN, 2008). Ela se apresenta em baixas concentrações no recém-nascido antes da ingestão do colostro (KANEKO, 1997). Está presente nas secreções externas, sendo muito importante para a proteção de várias superfícies do corpo contra invasão viral e bacteriana (JAIN, 1993).

A IgE esta ligada as alergias e anafilaxias, aumentando a sua quantidade sérica nesses casos. A IgM é uma imunoglobulina formada em resposta a agentes inespecíficos, e se encontra aumentada nas reações celulares, doenças inflamatórias e macroglobulinemia (ECKERSALL, 2008).

As IgGs são as imunoglobulinas mais abundantes constituindo 65% a 90% das imunoglobulinas totais, com concentração total que varia entre 2.050 a 7.650mg/dL. As concentrações de IgA e IgM variam de 500 a 1500 mg/dL e 100 a 350 mg/dL respectivamente (TIZARD, 2002).

#### 6.2 Falha da transferência de imunidade passiva

A falha de transferência de imunidade passiva é um distúrbio de imunodeficiência. Já foi relatado em todas as raças, e ocorre secundariamente a absorção inadequada de anticorpos do colostro (MORRIS, 2000).

A falha de transferência de imunidade passiva é um fator predisponente para o desenvolvimento de septicemia (RAIDAL, 1996; TYLER-MCGOWAN et al., 1997), onfaloflebites, artrite séptica e outras doenças infecciosas no potro recém-nascido (SELLON, 2006).

Dentre as causas de falha da transferência de imunidade passiva destaca-se a perda do colostro por lactação prematura, teor inadequado de imunoglobulinas no colostro, falha do potro em ingerir um volume adequado de colostro no período pósparto e absorção insuficiente de imunoglobulina pelo intestino (MORRIS, 2000).

A lactação prematura pode estar associada a gestação gemelar, placentite ou separação prematura da placenta (SELLON, 2006; STONEHAM, 2006).

A falta de instinto materno, comum em éguas primíparas ou fraqueza neonatal são causas comuns que levam a ingestão de volume colostral inadequado pelo potro, e se a ingestão for retardada por mais de seis horas, a absorção das imunoglobulinas é significantemente reduzida (MORRIS, 2000).

A baixa concentração de imunoglobulinas no colostro pode estar associada a raça e idade da égua, que quanto mais senil, pior a qualidade do colostro produzido (SELLON, 2006).

O neonato equino que nasce com distúrbio neurológico, ortopédico (Sellon, 2006), prematuro ou hipóxico pode encontrar dificuldade para mamar, e consequente ingestão do colostro (GALVIN, 2008). Animais com desordem neurológica podem apresentar falha no processo de deglutição, enquanto prematuros e portadores de desordem ortopédica apresentam dificuldade de acesso a teta (SELLON, 2006).

#### 6.3 Avaliação da transferência de imunidade passiva

A avaliação da transferência de imunidade passiva em potros recém-nascidos é considerada um fator significativo na prevenção de septicemia e pneumonia (Cohen, 1994), visto que as imunoglobulinas oriundas do colostro são imprescindíveis para a proteção imunológica do neonato equino (LeBLANC et al., 1992).

Os métodos disponíveis para avaliação dos níveis séricos de imunoglobulinas podem ser divididos em diretos e indiretos. Os métodos indiretos incluem a refratometria, turbidez pelo sulfato de zinco, coagulação por gluteraldeído e aglutinação no látex (MORRIS, 2000; PRESTES e LADIM-ALVARENGA, 2006; FAVERO et al., 2011). Os métodos diretos incluem a eletroforese, imunodifusão radial simples e ELISA (MORRIS, 2000; FAVERO et al., 2011). Esses métodos possibilitam determinar se houve falha na transferência de imunidade passiva e, por conseguinte, a necessidade da administração do colostro ou de outras fontes de imunoglobulinas para a proteção do potro (VALENTE et al., 2003).

#### a) Concentração de proteína total no soro sanguíneo

A proteína total pode ser mensurada no soro sanguíneo através do método do biureto ou pela refratometria. A obtenção da fração das globulinas pode ser realizada por meio da mensuração da albumina isoladamente, em seguida subtrai o valor da albumina da concentração de proteína total (KERR, 2003).

Após a ingestão do colostro, as concentrações de PT aumentam, em função da absorção das imunoglobulinas (JEFFCOTT, 1974).

#### b) Teste de Turbidez do Sulfato de Zinco (TSZ)

É um método pouco específico, mas é relativamente eficiente para a determinação das concentrações plasmáticas de imunoglobulinas (KERR, 2003). A adição de soro a solução de sulfato de zinco ocasiona a precipitação das imunoglobulinas, principalmente de IgG (MORRIS, 2000). Potros com valores menores que 15 unidades TSZ são classificados como "deficientes de colostro" (KERR, 2003). Erros no teste, como o aumento da turbidez pode ser ocasionado por amostra de soro hemolisado, erro na conduta do teste e má qualidade dos reagentes (MORRIS, 2000).

#### c) Teste de Coagulação do Gluraldeído

No teste de coagulação do gluraldeído há formação de complexos insolúveis com proteínas básicas no soro. Quando ocorre a formação de gel em dez minutos ou menos é indicativo de concentração sérica de IgG igual ou maior que 800 mg/dl. Quando o gel se forma em 60 minutos ou mais, é indicativo de concentração em torno de 400 mg/dL de IgG no soro. O soro hemolisado pode ocasionar a resultados errôneos, superestimando a concentração de IgG (MORRIS, 2000).

#### d) Teste de Aglutinação no Látex

No teste de aglutinação no látex, o soro do animal é misturado a IgG antiequina absorvida pelas partículas do látex. A IgG sérica é proporcional a aglutinação microscópica que ocorre (MORRIS, 2000).

#### e) Eletroforese

A eletroforese é uma técnica utilizada para obtenção de informações adicionais sobre as diferentes frações proteicas. Permite a separação das diferentes frações em um suporte sob a influencia de um campo elétrico. Ao aplicar o campo elétrico sob o suporte, as proteínas, que na sua maioria são carregadas negativamente, migram para o polo positivo, em velocidades diferentes. A velocidade depende das propriedades físicas de cada proteína. Após o tratamento com corantes específicos, obtêm-se as frações proteicas em forma de bandas com a intensidade de cor variável, que podem ser quantificadas através de um densitômetro. O resultado aferido pelo proteinograma gerado, onde a altura e a largura de cada fração indica a quantidade relativa de cada fração proteica (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; BOTTINI, 2007; ECKERSALL, 2008). Para calcular os valores absolutos de cada fração basta combinar a concentração de proteínas totais, determinada por colorimetria ou refratometria, com os resultados obtidos no proteinograma (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; BOTTINI, 2007).

Geralmente são diferenciadas no mínimo cinco frações proteicas na eletroforese: albumina, que aparece mais próxima ao polo negativo, sendo integrada apenas por uma proteína; alfaglobulinas, que se dividem em duas frações, a alfa-1 e alfa-2, e são integradas por proteínas de fase aguda e as lipoproteínas; betaglobulinas, integradas principalmente pelas globulinas IgM e IgA, além da transferrina, proteína C-reativa, fibrinogênio e hemoglobina; e as gamaglobulinas, que são integradas apenas por imunoglobulinas, a IgM, IgE, IgA e IgG (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; ECKERSALL, 2008; SILVA et al., 2008).

As imunoglobulinas estão distribuídas entre as frações das betaglobulinas e gamaglobulinas (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Os meios laboratoriais disponíveis para o fracionamento das proteínas através da eletroforese são: acetato de celulose, gel de agarose, papel, gel de amido e gel de poliacrilamida (NAOUM et al., 1999).

#### f) Teste de Imunodifusão Radial Simples (SRID)

Este teste permite a quantificação de imunoglobulinas de classe específica para a espécie. Baseia-se na capacidade do antígeno e anticorpo de precipitar-se de forma equivalente quando são combinados em proporção em placas de Agar gel. O soro é adicionado a recipientes em forma de poço em ágar gel e impregnados com anticorpo para a classe específica de imunoglobulina a ser mensurada, permitindo a difusão e a ligação com o anti-soro específico da classe. Forma-se um precipitado quando a equivalência é atingida, e a área dentro do anel for diretamente proporcional a concentração da classe de imunoglobulinas do soro. Necessita-se de um período de incubação de 24 horas para a realização do teste de SRID, o que dificulta a sua utilização clínica (MORRIS, 2000).

#### g) ELISA

No teste do ensaio imunoenzimático (ELISA), a IgG que esta presente no soro do potro é capturada pelo anticorpo IgG antiequino imobilizado em um filtro de membrana e a cor desenvolvida subsequentemente é proporcional a concentração de IgG (MORRIS, 2000).

#### 6.4 Caracterização de falha de transferência de imunidade passiva

A caracterização de falha na transferência de imunidade passiva ocorre quando a concentração de IgG é inferior a 400mg/dL, e a falha parcial quando as concentrações de IgG estão entre 400-800mg/dL. Quando a concentração é igual ou maior a 800mg/dL de IgG a transferência é considerada adequada (SELLON, 2006; KENZI, 2009).

#### 6.5 Tratamento para deficiência de transferência de imunidade passiva

Para potros que apresentaram falha de transferência de imunidade passiva causada por colostro de baixa qualidade, morte da mãe após o parto, fraqueza neonatal ou lactação prematura da égua, uma fonte de colostro equino deve ser administrada

nas primeiras oito horas de vida, por via oral, em uma quantidade de 2 litros, fornecida de forma fracionada (MORRIS, 2000).

Em potros com mais de 12 horas de vida é indicado a transfusão intravenosa de plasma. O volume de plasma ideal para que a IgG atinja níveis séricos adequados não pode ser estimado com precisão, pois este volume depende da gravidade da deficiência de transferência de imunidade passiva, do teor de imunoglobulinas do plasma a ser transfundido e se o potro já apresenta alguma doença concomitante, o que pode apressar o catabolismo da imunoglobulina. Normalmente a cada litro de plasma administrado em um potro de 50 kilos, aumenta a IgG sérica em 200 a 300mg/dl, sendo necessário em média de dois a quatro litros de plasma para alcançar 800mg/dl de IgG sérica. A cada litro administrado é recomendado fazer uma reavaliação sérica de IgG, e se a concentração desejada não for atingida, realizar a administração de mais plasma até se atingir a concentração ideal (MORRIS, 2000).

Como alternativa ao tratamento com plasma, pode ser realizado a administração de imunoglobulina G equina purificada, por via intravenosa, onde a administração de uma dose de 10mg, imediatamente após o nascimento, aumenta em 125mg/dl de IgG circulante, decorridas duas horas de administração (FRANZ et al., 1998).

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falha de imunidade passiva nos neonatos equinos envolve vários fatores como o manejo inadequado da mãe e/ou recém nascido, qualidade do colostro, quantidade de colostro ingerido pelo neonato, tempo para ingestão do colostro, entre outros. Essa falha pode ser detectada por testes simples como o teste de turbidez do sulfato de zinco ou mais específicos como a eletroforese.

O manejo adequado de éguas e neonatos visando a transferência de imunidade passiva ideal ajuda a prevenir a ocorrências de infecções neonatais.

#### REFERÊNCIAS

- ARGENZIO, R.A. Funções digestivas e absortivas dos intestinos. In: REECE, W.O. **Dukes, Fisiologia dos animais domésticos.** 12ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 388-403, 2006.
- BOTTINI, P.V. Testes laboratoriais para avaliação do componente monoclonal. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. v. 29, n.1, p. 23-26, 2007.
- COHEN, N.D. Causes of and farm management factors associated with disease and death in foals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v. 204, n. 10, p.1644-1651. 1994.
- DAVIDSON, G. H. S. A. P. A glândula mamária. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 417-431, 2004.
- ECKERSALL, P.D. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J. et. al. Clinical biochemistry of domestic animals. 6. ed. Burlington: Academic Press, p.117-155, 2008.
- ERHARD, M. H. et al. Assessment of colostral transfer and systemic availability of immunoglobulin G in new-born foals using a newly developed enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) system. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.85, n.5-6, p.164-173, 2001.

- FAVERO, D. H. M. F. et al. Proteínas séricas de potros da raça Puro Sangue Árabe recémdesmamados ou com mais de trinta dias de desmame. Pesquisa Veterinária Brasileira. v. 31, supl. 1, p.89-93, 2011.
- FEITOSA, F. L. F. Importância da transferência da imunidade passiva para a sobrevivência de bezerros neonatos. **Revista de Educação Continuada CRMV-SP**, v.2, p.17-22, 1999.
- FENGER, C. K. Doenças neonatais e perinatais. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M. **Medicina interna equina**. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 803-830, 2000.
- FRANZ, L.C. et al. Oral and intravenous immuniglobulin therapy in neonatal foals. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.18, n.11, p. 742-748, 1998.
- FREY JR, F. Índices epidemiológicos em potros Puro Sangue Inglês, do nascimento até os seis meses de vida, na região de Bagé/RS. 2006. 44f. Dissertação, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2006.
- GALVIN, N. The immune system. In: McAULIFFE, S. B.; SLOVIS, N. M. Color atlas of diseases and disorders of the foal. 1 ed. China: Elsevier Sauders, p. 293-305, 2008.
- GERSHWIN, L. J. Clinical veterinary immunology. In: In: KANEKO, J.J. et. al. Clinical biochemistry of domestic animals. 6. ed. Burlington: Academic Press, p.157-172, 2008.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2° ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 111-120, 2006.
- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. Ciclos reprodutivos em equinos In: : HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7 ed. Barueri: Editora Manole, p.193-218, 2004.
- HERDT, T. Digestão e absorção: os processos não fermentativos. In: CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,. p. 263-287, 2004.
- HOWARD, D.L. et al. Proteina total, albumina e globulinas no plasma de potras sadias da raça brasileiro de hipismo em crescimento. **ARS Veterinária**. v.24, n.2, p. 77-82, 2008.
- JAIN, N.C. Essentials of veterinary hematology. 1 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417
- JAINUDEEN, M.R.; HAFEZ, E. S. E. Gestação, fisiologia pré-natal e parto. In: HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Reprodução Animal. 7 ed. Barueri: Editora Manole, p.141-156, 2004.
- JEFFCOTT, L. B. Some practical aspects of the transfer of passive immunity to new born foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 6, n. 3, p. 109-115, 1974.
- KANEKO, J. J. Serum proteins and dysproteinemias. In: KANEKO, J.J. et. al. Clinical biochemistry of domestic animals. 5. ed. San Diego: Academic Press, p.117-138, 1997.
- KENZI, A. R. et al. Milk and serum immunoglobulin G concentrations in quarter horse mares and their foals. **Journal of Equine Veterinary Science** v. 29, n.5, p. 486-487, 2009.
- KERR, M.G. Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia. 2. ed. São Paulo: Editora Roca, p. 87-94, 2003.
- KUHL, J. et al. Changes in faecal bacteria and metabolic parameters in foals during the first six weeks of live. **Veterinary Microbiology**. v. 151, n.3-4, p.321-328, 2011.
- LeBLANC, M. M. et al. Factors that influence passive transfer of immunoglobulins in foals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v. 200, n.2, p.179-183, 1992.
- LEY, W.B. **Reprodução em éguas para veterinários de equinos**. 1 ed. São Paulo: Editora Roca, p.26-40, 2006.
- MEDEIROS, L.F. et al. The effect of age on levels of serum proteins in the growing foal. **Indian Veterinary Journal**, v. 53, 1976
- MORRIS, D. D. Distúrbios do sistema imune. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M. **Medicina interna equina**. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-46, 2000.
- NAOUM, P. C. et al. Conhecimentos básicos de eletroforese, În: NAOUM, P. C. Eletroforese técnicas e diagnósticos. 2. ed. São Paulo: Santos Livraria e Editora, p. 1-38, 1999.
- PARK, C. S.; LINDBERG, G.L. Glândula mamária e lactação. In: REECE, W.O. **Dukes**, **Fisiologia dos animais domésticos.** 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 670-690, 2006.

- PRESTES, N. C.; LADIM-ALVARENGA, F. C. **Obstetrícia veterinária**. 1 ed. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2006. 241p.
- RAIDAL, S. L. The incidence and consequences failure of passive transfer of immunity on a Thoroughbred breeding farm. **Australian Veterinary Journal.** v.73, n. 6, p.201-206, 1996.
- REED, S.M. et al. Equine Internal Medicine, 2 ed. Missori: Elsevier, 2004. 1488p
- REED, S.M.; BAYLY, W.M. **Medicina Interna equina**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 938p.
- ROSSDALE, P.D.; RICKETTS, S.W. **Medicina práctica en el haras**. 1. ed. Buenus Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1979. 464 p.
- SELLON, D.C. Neonatal Immunology. In: PARADIS, M.R. **Equine Neonatal Medicine** A Case-Based Approach. 1 ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, p.31-50, 2006.
- SILVA, R. O. P. et al. Eletroforese de proteínas séricas: interpretação e correlação clínica. **Revista Médica de Minas Gerais**. v.18, n. 2, p. 116-122, 2008.
- STONEHAM, S.J. Assessing the newbord foal. In: PARADIS, M.R. Equine Neonatal Medicine A Case-Based Approach. 1 ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, p.1-11, 2006.
- THOMASSIAN, A. Enfermidades dos cavalos. 4 ed. São Paulo: Varela. 2005.
- THRELFALL, W. R.; IMMEGART, H. M. Parto normal. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M. **Medicina interna equina**. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 674- 676, 2000.
- TIZARD, I.R. Imunologia Veterinária. 6. Ed. São Paulo: Editora Roca, 2002. 532p.
- TYLER-McGOWAN, C. M. et al. Failure of passive transfer in foals: incidence and outcome on four studs in New South Wales. **Australian Veterinary Journal**. v. 75, n. 1, p. 56-59, 1997.
- UNANIAN, M. M. et al. Colostro de égua no aleitamento artificial. **Comunicado técnico**, São Carlos. n. 8, 1994. 21p.
- VALENTE, M.; UNANIAN, M. M.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B. Avaliação da transferência passiva da imunidade através da proteína total sanguínea, em potros da raça Árabe. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 2, p. 240-242, 2003.



# Capítulo 11- Mecanismos de fibrogênese hepática em bovinos com fasciolose crônica

#### Dyeime Ribeiro de Sousa<sup>1</sup>, Isabella Vilhena Freire Martins<sup>2</sup>, Louisiane de Carvalho Nunes<sup>3</sup>

#### Introdução

A fasciolose é uma doença parasitária causada pelo trematoda *Fasciola hepatica* que acomete fígado e vias biliares de muitas espécies animais e humanos, e é considerado um problema de saúde pública em muitas regiões tropicais e subtropicais (Marcos et al., 2007). Os animais se infectam com a ingestão da metacercária nas pastagens contaminadas pelos moluscos que agem como hospedeiros intermediários (Parkinson et al., 2007).

Os danos causados por essa infecção levam a grandes prejuízos econômicos à pecuária mundial, devido às numerosas condenações de fígados em matadouros frigoríficos, bem como a queda na produção de leite, perda de peso, diminuição da fertilidade, atraso no crescimento, podendo levar à morte dos animais (Luz et al., 1996; Serra-Freire, 1999; Tostes et al., 2004).

No Brasil, há registro da ocorrência de *F. hepatica* em todas as regiões (Serra-Freire, 1995). Na região sul do estado do Espírito Santo, a fasciolose tem sido responsável pelo elevado número de fígados condenados em matadouros, com prevalências de condenação de fígados por fasciolose de 15,24% em 2006, 23,93% em 2007, 28,57% em 2008 e de 28,24% em 2009 (Bernardo et al., 2011).

Segundo Bostelmann et al. (2000) a enfermidade pode se apresentar de forma aguda, causada pela infecção maciça de suas formas imaturas, ocasionando destruição do parênquima, insuficiência hepática e hemorragia na cavidade peritonial, ou crônica que é resultado da ação dos trematódeos maduros nos ductos biliares, devido migração das formas adultas ocorre edema, espessamento, fibrose e calcificação dos ductos biliares, que caracteriza cirrose biliar progressiva (Leitão, 1980).

Diversas doenças que acometem o fígado podem causar lesões semelhantes às da fasciolose, visto que a fibrose é uma alteração frequente causada pelo acúmulo

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Pós-Graduanda em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo, Brasil, <sup>2</sup>Professora PhD em Doenças Parasitárias, UFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil, <sup>3</sup>Professora PhD em Patologia Animal, UFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil. E-mail: louisiane.nunes@ufes.br

de componentes da matriz extracelular (ECM) (Friedman, 2000). Desta forma, o entendimento da fibrogênese hepática decorrente da fasciolose torna-se importante para o estabelecimento de melhores métodos de diagnóstico, prevenção, controle e tratamento. Com isto, objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre os mecanismos de formação da fibrose hepática frente a este parasitismo.

#### A fasciolose

A fasciolose é uma enfermidade parasitária que apresenta como agentes etiológicos *Fasciola hepatica* ou *Fasciola gigantica*, que são parasitos pertencentes ao filo Platyhelminthes, a classe Trematoda, à subclasse Digenea e à família Fasciolidae, (Urquhart et al., 1998). *F. hepatica* (Linnaeus, 1758) é encontrada predominantemente em regiões de clima temperado e nas Américas, sendo a única espécie de ocorrência comprovada no Brasil (Serra-Freire, 1995).

São parasitos do parênquima hepático e dos ductos biliares de várias espécies de hospedeiros, entre eles: ruminantes, equídeos, cervos, coelhos, lebres, ratos, suínos, camundongos e os humanos (Apt et al., 1993; Bowman, 2010; Espinoza et al., 2010; Taylor et al., 2007), o sucesso deste parasito deve-se em parte a capacidade de infectar e completar seu ciclo em uma ampla variedade de hospedeiros (Mas-Coma, 2005).

A fasciolose apresenta grande importância econômica para pecuária, por causar danos diretos ao animal e ao produtor, como queda na produção de carne, leite e lã, redução do ganho de peso, comprometimento da fertilidade, atraso no crescimento, aumento das infecções bacterianas secundárias e elevadas perdas econômicas devido às condenação dos fígados contaminados e à mortalidade de animais (Chen et al., 2000; Dutra et al., 2010). Além disso, é reconhecida como uma zoonose emergente de importância em saúde pública (Espinoza et al., 2010; Mas-Coma, 2005; Serra-Freire, 1999) e segundo a Organização mundial de saúde encontra-se entre as doenças tropicais mais negligenciadas (WHO, 2006; Robert e Tolan, 2011).

#### 1. Epidemiologia

A ocorrência de *F. hepatica* está relacionada a fatores como presença do hospedeiro intermediário, moluscos do gênero *Lymnaea*, disponibilidade de habitats adequados para a sobrevivência dos moluscos, condições de temperatura e umidade favoráveis. Além destes, a presença do hospedeiro definitivo eliminando ovos e contaminando as pastagens constituem importantes aspectos envolvidos na epidemiologia e no controle da fasciolose (Alves et al., 2011; Carneiro, 2010; Serra-Freire, 1995).

A prevalência de condenações de fígados por fasciolose, em matadouros frigoríficos, tem sido relatadas em varias partes do mundo, na África onde essas variam de 9,1% a 27% em bovinos e 8,5% a 18,2% em ovinos (Mekroud et al., 2004), na China que é 28,5% em fígados ovinos (Wang et al., 2006) e na Suíça que é de 63,2% em fígados bovinos (Rapsch et al., 2006). No Brasil, as maiores prevalências foram relatadas na região Sul do país, sendo entre 10,34% (Tietz-Marques e Scroferneker, 2003) a 18,66% no Rio Grande do Sul (Dutra et al., 2009), em Santa Catarina é 10,14% (Dutra et al., 2009) e de 61,6% no Paraná (Gavinho et al., 2008).

De acordo com Serra-Freire (1995), os casos fasciolose foram descritos em todos os estados do sul e sudeste do Brasil, exceto para o Espírito Santo. No entanto os primeiros registros de prevalência de fígados com esta enfermidade no sul do Espírito Santo datam de 2005 (Fraga, 2008). A tendência da fasciolose no estado tem sido crescente tendo sido de 15,24% em 2006, 23,93% em 2007, 28,57% até novembro de 2008 e de 27,07% no início de 2009 (Bernardo et al., 2011; Viera et al., 2011). Atualmente a prevalência atinge 33,00% (dados ainda não publicados).

#### 2 Patogenia

A patogenia da fasciolose ou distomatose hepática esta relacionada com a quantidade de metacercárias ingeridas, forma infectante, e o tempo que o parasito se mantém no organismo do hospedeiro. Após serem ingeridas as metacercárias desencistam no intestino delgado e liberam as formas imaturas, que causam corrosões na parede intestinal para alcançar o fígado, assim, os parasitos jovens continuam sua migração pelo parênquima hepático, provocando hemorragias e áreas de necrose, até penetrarem nos ductos biliares onde permanecem migrando, alimentando-se de sangue e ocasionando extensas áreas de erosão e necrose na mucosa ductal associada a reações inflamatórias (Silva et al., 1980; Beck, 1993; Berne, 1994).

A fasciolose pode ser classificada como aguda ou crônica. Na forma aguda desta doença os sintomas são diarréia, febre, anemia, mucosas pálidas, dispnéia, hepatomegalia, dor abdominal associado à palpação e ascite (Soulsby, 1987; Urquhart et al., 1998). Isso ocorre devido a ingestão de grande quantidade de metacercárias em um curto período de tempo, com sintomatologia ocasionada pelas lesões provocadas pela migração maciça das larvas do intestino, para o peritônio e para o parênquima hepático. A forma aguda é raramente é observada em bovinos sendo mais comum em ovinos (Radostists et al., 2000).

Na fase aguda da fasciolose o fígado pode apresentar-se dilatado, com cápsula espessada e coberto por fibrina. Ao corte, o fígado apresenta focos hemorrágicos difusos e parasitos jovens (Riet-Correa et al., 2001; Carlton e McGavin, 1998). Microscopicamente, observam-se hepatócitos degenerados, presença sangue e infiltrado inflamatório composto por eosinófilos, neutrófilos, linfócitos e monócitos (Bordin, 1995; Keegan e Trudgett, 1992).

Quando os animais ingerem poucas metacercárias durante um longo período de tempo, ocorre fasciolose crônica que é a forma mais comum da doença, provocando fibrose hepática (Oakley et al., 1979). Enquanto algumas metacercárias atingem os ductos biliares e causam colangite e fibrose dos ductos biliares, outras migram no parênquima provocando inflamação e edema (Urquhart et al., 1998). Os sintomas são anemia, perda de peso, queda na produção, infertilidade e condenação do fígado ao abate (Pritchard et al., 2005; Foreyt, 2005; Charlier et al., 2009).

De acordo com Riet-Correa et al. (2001), na fase crônica observam-se palidez hepática, atrofia, fibrose dos ductos biliares com calcificação e em alguns caso a presença do parasito adulto no ducto. Nos cortes histológicos desses fígados, pode-se observar, hiperplasia de ductos biliares, proliferação de tecido conjuntivo, formações acinares irregulares, cortes do parasito adulto, detritos celulares, áreas de necrose, além disso, infiltrado inflamatório mononuclear, arteriosclerose e fibrose periportal,

sendo a lesão de maior significancia (Marcos et al., 2011; Molina, 2005; Bostelmann et al., 2000; Pérez et al., 2002; Trivilin, 2010).

#### 3. Mecanismos de fibrogênese hepática

Os mecanismos que regulam a fibrose em diferentes órgãos e tecidos são semelhantes e possuem características comuns, como o acúmulo progressivo de tecido conjuntivo e deposição excessiva de colágeno, resultando em substituição da arquitetura normal do tecido e comprometimento de sua atividade funcional (Friedman, 2000).

A fibrose hepática é uma resposta cicatricial de lesão repetida no fígado uma vez que as células parenquimatosas tem capacidade de regeneração e substituição das células necróticas ou apoptóticas após uma lesão hepática aguda. No entanto, se a lesão hepática persistir e a regeneração do fígado falhar, os hepatócitos são substituídos por MEC abundante, devido ao aumento na síntese de colágenos (I, III, e IV), fibronectina, elastina, laminina, ácido hialurônico e de proteoglicanos, além da redução dos fatores de degradação (Arthur, 2000; Friedman, 2003).

A células inflamatórias, por meio da liberação de citocinas, podem estimular ou inibir a proliferação, a síntese protéica e a movimentação das células responsáveis pela síntese do tecido fibroso, essas são o TGF-β1 (transforming growth factor), o TNF (tumor necrosis factor), as interleucinas, a fibronectina, o fator de crescimento plaquetário, sendo que desses o TGF-β1, parece como o principal envolvido na fibrogênese, atuando sobre as células estreladas hepáticas (Bataller e Brenner, 2005; Dooley et al., 2001; Onori et al., 2000; Safadi e Friedman, 2002; Wu e Zern, 2000; Friedman, 2003).

As CEHs são denominadas de células de Ito, lipócitos ou células perisinusoidais, situadas no espaço de Disse, em contato direto com os hepatócitos e células endoteliais. São células não-parenquimatosas, de origem mesenquimal e quiescentes, com três funções fisiológicas principais: armazenamento de gordura e vitamina A, produção de MEC e regulação do fluxo da microcirculação sinusoidal (Geerts, 2001; Giampieri et al., 1981; Carpino et al., 1981). Morfologicamente são fusiformes, com citoplasma acidofílico, núcleos ovalados ou alongados, que com os proeminentes processos dendríticos citoplasmáticos conferem uma forma estrelada (Andrade, 2005; Friedman, 1993; Geerts, 2001). No fígado normal representam cerca de 15% da população de células hepáticas (Marcos et al., 2003).

No fígado vários elementos celulares são capazes de sintetizar e depositar componentes da MEC como os fibroblastos portais, os miofibroblastos dos vasos e os próprios hepatócitos, contudo, a ativação das células estreladas hepáticas (CEHs) é considerada o evento mais importante na fibrogênese hepática (Bataller e Brenner, 2005; Geerts, 2001; Safadi e Friedman, 2002; Segawa et al., 2002).

Alguns estudos indicaram que, além das CEHs, os pericitos (Guyot et al., 2006) e os fibroblastos portais (Uchio et al., 2002), podem participar da fibrogênese hepática (Cassiman et al., 2002; Magness et al., 2004). Segundo Lee et al. (2007), os pericitos, localizados dentro da membrana basal dos vasos capilares proliferados, são propensos a se separar e acumularem-se dentro dos tecidos lesionados onde sofrem

transformação fenotípica em miofibroblastos e participam ativamente da síntese de componentes da MEC (Cassiman e Roskams, 2002; Lemos e Andrade, 2010).

O processo de infecção por *F. hepatica* e a estimulação do processo fibrótico são bastante dinâmicos uma vez que o parasito segrega proteínas que podem interagir com os hepatócitos, matriz extracelular, CEHs, e outros componentes do fígado (Marcos et al. 2011). Sabe-se que além da hiperplasia do canal biliar, há aumento dos níveis de prolina (Campbell et al., 1981; Wolf-Spengler e Isseroff, 1983) e dos colágenos tipo I e III, os quais são similares às condições observadas na cirrose e outras condições patológicas incluindo a cicatrização de feridas e a fibrose (Arthur, 2000).

Na fasciolose a principal responsável pela patogenicidade é a catepsina L secretada pelo parasito, conhecida como Fas 2, uma proteína da família das cisteíno-proteases (Timoteo et al., 2005; Marcos et al., 2011). Esta proteína atua facilitando a migração do parasito pelo intestino e fígado do hospedeiro ao clivar proteínas da matriz intersticial, tais como fibronectina, laminina e colágeno, além de ser implicada na inativação da defesa imune do hospedeiro por clivar imunoglobulinas (Stack et al., 2008; Berasain et al., 1997). Deste modo, esta protease foi reconhecida como um importante alvo para as estratégias de intervenção contra o parasito, além de ser um marcador sensível e específico para o imunodiagnóstico da fasciolose em ruminantes (Dixit et al., 2008; Espinoza et al., 2007).

Em outras doenças crônicas do fígado, as células responsáveis pela fibrogênese depois de uma lesão, são as células estreladas hepáticas (CEHs) por causa do seu papel bem definido e estabelecido (Friedman, 2000; Albanis e Friedman, 2001). Assim, especula-se que estas células também sofram ativação e proliferação durante a infecção por *F. hepatica*, por causa do estimulo da Fas 2. Marcos et al. (2011), avaliando infecção experimental por *F. hepatica* em ratos e em linhagens de CEHs humanas, observaram que 5mg de antígeno Fas 2 aumentaram a expressão de genes fibrogênicos nas CEHs humanas, além disso, observaram correlação entre essa proteína com a intensidade e a duração da infecção.

Segundo Marcos et al. (2011) as informações disponíveis sobre a fibrose hepática induzida pela infecção por *F. hepatica* em animais e seres humanos são escassas, necessitando de mais estudos que ajudem a compreender melhor este processo.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fasciolose é uma doença de alta prevalência e de grande impacto econômico no estado do Espírito Santo e as alterações hepáticas são muito graves. Ainda são poucos os estudos sobre a patogênese das lesões fibróticas associadas a este parasito.

Desta forma, o entendimento da fibrogênese hepática decorrente da fasciolose torna-se importante para o estabelecimento de melhores métodos de diagnóstico, prevenção, controle e tratamento. Assim, será possível minimizar os prejuízos econômicos causados pela doença e ainda reduzir os riscos de infecção em seres humanos.

#### REFERÊNCIAS

- ALBANIS, E.; S. L. FRIEDMAN. Hepatic fibrosis. Pathogenesis and principles of therapy. Clinics in Liver Disease v.5, p. 315–334, 2001.
- ALVES, D. P.; CARNEIRO, M. B.; MARTINS, I. V. F. et al. Distribution and factors associated with *Fasciola hepatica* infection in cattle in the south of Espírito Santo State, Brazil. **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 17, n. 3, p. 271-276, 2011.
- ANDRADE, Z. A. Regressão da fibrose hepática. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 6, p.514-520, 2005.
- APT, W.; AGUILERA, X.; VEJA, F. et al. Prevalencia de fascioliasis en humanos, caballos, cerdos y conejos silvestres, en tres provincias de Chile. **Boletín de la oficina sanitária panamericana**. v. 115, n.5, p. 405-414,1993.
- ARTHUR, M. J. P. Fibrogenesis II. Metalloproteinases and their inhibitors in liver fibrosis. **American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 279, n. 2, p. 245-249, 2000.
- BATALLER, R.; BRENNER, D. A. Liver fibrosis. **Journal of Clinical Investigation**, v. 115, n. 2, p. 209–218, 2005.
- BECK, A. A. H. Fasciolose. A Hora Veterinária. n. 75, p. 65-70, 1993.
- BERASAIN, P.; GONI, F. MCGONIGLE, S. et al. Proteinases secreted by Fasciola hepatica degrade extracellular matrix and basement membrane components. **Journal of Parasitology** v. 83, p.1–5,1997.
- BERNARDO, C. C.; CARNEIRO, M. B.; AVELAR, B. R.; DONATELE, D. M.; MARTINS, I. V. F.; PEREIRA, M. J. S. Prevalence of liver condemnation due to bovine fasciolosis in Southern Espírito Santo: temporal distribution and economic losses. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 20, n. 1, p. 49-53, 2011.
- BERNE, M. E. A. Identificação e purificação de antígenos somáticos de formas adultas de *Fasciola hepatica* através de anticorpos monoclonais: ensaios de imunoproteção e imunodiagnóstico. 168p. 1994. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas, 1994.
- BORDIN, E. L. Revisão da anatomia patológica da fasciolose bovina. **A Hora Veterinária.** Edição extra, n. 1, 1995.
- BOSTELMANN, S.C.W.; LUZ, E.; SOCCOL, V.T. et al. Histopatologia comparativa em fígados de bovinos, bubalinos e ovinos infectados por Fasciola hepatica. **Archives of Veterinary Science**, v. 5, p. 95-100, 2000.
- BOWMAN, D. D. **Georgis Parasitologia Veterinária**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 432 p.
- CAMPBELL, A. J., M.; SHEERS, R. J.; MOORE, S. R. et al. Proline biosynthesis by Fasciola hepatica at different developmental stages in vivo and vitro. Molecular and Biochemical Parasitology, v.3, p. 91–101, 1981.
- CARLTON, W. W.; MCGAVIN, M. D. **Patologia Especial Veterinária de Thomson**. 2nd ed. Artmed. Porto Alegre, 1998, 672p.
- CARNEIRO, M.B. Estudo epidemiológico da *Fasciola hepatica* em ovinos, caprinos e bubalinos em municípios da região sul do Espírito Santo. 2010. 84 f. Dissertação Mestrado em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2010.
- CARPINO, F.; GAUDIO, E.; MARINOZZI, G.; et al. A scanning and transmission electron microscopic study of experimental extrahepatic cholestasis in the rat. **Journal of Submicroscopic Cytology and Pathology**, v. 13, n. 4, p.581-98, 1981.

- CASSIMAN, D.; ROSKAMS, T. Beauty is in the eye of the beholder: emerging concepts and pitfalls in hepatic stellate cell research. **Journal of Hepatology**, v. 37, n. 4, p. 527–535, 2002.
- CASSIMAN, D.; LIBBRECHT, L.; DESMET, V. et al. Hepatic stellate cell/myofibroblast subpopulations in fibrotic human and rat livers. **Journal of Hepatology**, v. 36, n. 2, p. 200–209, 2002.
- CHARLIER, J.; CAT, A.D.; FORBES, A.; VERCRUYSSE, J. Measurement of antibodies to gastrointestinal nematodes and liver fluke in meat juice of beef cattle and associations with carcass parameters. **Veterinary Parasitology**. v.166, n. 3-4, p.235–240, 2009.
- CHEN, L.; DAUGSCHIES, A.; WANG, B.; MAO, X. Blood eicosanoids and immune indices during fascioliasis in water buffaloes. Veterinary Parasitololy, v. 49, n. 4, p. 273–278, 2000.
- DIXIT, A. K.; DIXIT, P.; SHARMA, R. L. Immunodiagnostic/protective role of cathepsin L cysteine proteinases secreted by Fasciola species. Veterinary Parasitology, v.4, p.177– 184, 2008.
- DOOLEY, S.; DELVOUX, B.; STRECKERT, M.; BONZEL, L.; STOPA, M.; TEN DIJKE, P.; GRESSNER, A. M. Transforming growth factor b signal transduction in hepatic stellate cells via Smad2/3 phosphorylation, a pathway that is abrogated during in vitro progression to myofibroblasts. **FEBS Lett.** v. 502, n. 1-2, p. 4-10, 2001.
- DUTRA, L. H.; MOLENTO, M. B.; NAUMANN, C. R. C.; BIONDO, A. W.; FORTES, F. S.; SAVIO, D.; MALONE, J. B. Mapping risk of bovine fasciolosis in the south of Brazil using Geographic Information Systems. **Veterinary Parasitology**, v.169, n. 1-2, p. 76–81, 2010.
- DUTRA, L. H.; MOLENTO, M. B.; NAUMANN, C. R. C.; FORTES, F. S.; SAVIO, D.; MALONE, J. B. Epidemiologia da fasciolose bovina com auxílio do sistema de informação geográfica na região sul. Anais... XXI Congresso Brasileiro de Parasitologia, Foz do Iguaçu. 2009. (Resumo)
- ESPINOZA, J. R.; MACO, V.; MARCOS, L. et al. Evaluation of FAS2-ELISA for the serological detection of *fasciola hepatica* infection in humans. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 76, n. 5, p. 977–982, 2007.
- ESPINOZA, J. R.; TERASHIMA, A.; HERRERA-VELIT, P. et al. Fasciolosis humana y animal en el perú: impacto en la economía de las zonas endêmicas. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica**. v. 27, n. 4, p. 604-12, 2010.
- FOREYT, W.J. **Parasitologia Veterinária: manual de referência**; Editora Roca, 5ª ed., São Paulo, 2005.
- FRAGA, J. C. L. **Incidência de fasciolose hepática bovina no sul do Espírito Santo.** Monografia (Pós-graduação em Defesa e Vigilância Sanitária Animal). Universidade Castelo Branco. Instituto Brasileiro de Pós-graduação Qualittas, 29p., 2008.
- FRIEDMAN, S. L. Liver Fibrosis From bench to bedside. **Journal of Hepatology**, v.38, supl.1, p. 38-53, 2003.
- FRIEDMAN, S. L. Molecular regulation of hepatic fibrosis, an integrated celular response to tissue injury. **The Journal of Biological Chemistry.** v. 275, n. 4, p.2247-2250, 2000.
- FRIEDMAN, S. L. The cellular basis of hepatic fibrosis: mechanisms and treatment strategies. **New England Journal of Medicine**, v. 328, p. 1828-1835, 1993.
- GAVINHO, B.; KULEK, A. C. G.; MOLENTO, M. B. Determinação quantitativa e distribuição geográfica de Fasciola hepatica em bovídeos abatidos no frigorífico Argus, São José dos Pinhais, PR. Relatório técnico, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Outubro, CD-Rom. 2008. 46pp.
- GEERTS, A. History, heterogeneity, developmental biology, and functions of quiescent hepatic stellate cells. **Seminars in Liver Diseases**, v. 21, n. 3, p. 311-335, 2001.
- GIAMPIERI, M. P.; JEZEQUEL, A.M.; ORLANDI, F. The lipocytes in normal human liver. **Digestion**, v. 22, n. 3, p. 165–169, 1981.

- GUYOT, C.; LEPREUX, S.; COMBE, C.; DOUDNIKOFF, E.; BIOULAC-SAGE, P.; BALABAUD, C.; DESMOULIERE, A. Hepatic fibrosis and cirrhosis: The (myo)fibroblastic cell subpopulations involved. **The International Journal Of Biochemistry & Cell Biology**, v. 38, n. 2, p. 135–151, 2006.
- KEEGAN, P. S.; TRUDGETT, A. Fasciola hepatica in rat: immune responses associated with the development of resistance to infection. Parasite Immunology. v. 14, n. 6, p. 657-669, 1992.
- LEE, J. S.; SEMELA, D.; IREDALE, J.; SHAH, V. H. Sinusoidal remodeling and angiogenesis: a new funcion for the liver-specific pericyte? **Hepatology**, v. 45, n. 3, p. 817-825. 2007.
- LEITÃO, J.S. Parasitologia Veterinária. vol. 2. 3° Ed., p. 18-24,1980.
- LEMOS, Q. T.; ANDRADE, Z. A. Angiogenesis and experimental hepatic fibrosis. **Memorial Instituto Oswaldo Cruz**, v. 105, n. 5, p. 611-614, 2010
- LUZ, E.; QUEIROZ, V. da S.; LEITE, L. C. Perfil epidemiológico da *Fasciola hepatica* numa propriedade na cidade de Bocaiúva do Sul. **Archives of Veterinary Science**, v. 1, n. 1, p. 54, 1996.
- MAGNESS, S.T.; BATALLER, R.; YANG, L.; BRENNER, D. A. A dual reporter gene transgenic mouse demonstrates heterogeneity in hepatic fibrogenic cell populations. **Hepatology**, v. 40, n. 5, p. 1151–1159, 2004.
- MARCOS, L.A.; TERASHIMA. A.; YI, P. et al. Mechanisms of liver fibrosis associated with experimental Fasciola hepatica infection: roles of Fas2 proteinase and hepatic stellate cell activation. **Journal Parasitology**, v. 97, n. 1, p.82-7.
- MARCOS, L. A.; MACHICADO, A.; ANDRADE, R.; SAMALVIDES, F.; SANCHEZ, J.; TERASHIMA, A. Hepatic fibrosis and *Fasciola hepatica* infection in cattle. **Journal of Helminthology**, v. 81, n. 4, p. 381-386, 2007.
- MARCOS, R.; ROCHA, E.; HENRIQUE, R. M.F. et al. Uma Nova Abordagem para uma estimativa imparcial do Índice de celular estreladas hepáticas no fígado de rato: Um Exemplo em condições saudáveis. **The Journal of Histochemistry & Cytochemistry.** v. 51, n. 8, p. 1101–1104, 2003.
- MAS-COMA, S.; VALERO, M. A.; BARGUES, M. D. Fasciola, Lymnaeids and Human Fascioliasis, with a Global Overview on Disease Transmission, Epidemiology, Evolutionary Genetics, Molecular Epidemiology and Control. Advances in Parasitology, v.69, p.44-68, 2009.
- MEKROUD, A.; BENAKHLA, A.; VIGNOLES, P. et al. Preliminary studies on the prevalences of natural fasciolosis in cattle, sheep, and the host snail (Galba trunculata) in north-eastern Algeria. **Parasitology Research**, v. 92, n. 6, p. 502-505, 2004.
- MOLINA, E. C. Comparison of host-parasite relationships of Fasciola gigantica infection in cattle (Bos indicus) and swamp buffaloes (Bubalus bubalis). Thesis (Doctor of Philosophy) School of Tropical Veterinary and Biomedical Sciences, James Cook University, 2005.
- OAKLEY, G.A.; OWEN, B.; KNAPP, N.H.H. Procution effects of subclinical liver luke infection in growing dairy heifers. **Veterinary Record**, v. 104, n. 22, p. 503-7, 1979.
- ONORI, P.; MORINI, S.; FRANCHITTO, A. et al. Hepatic microvascular features in experimental cirrhosis: a structural and morphometrical study in CCl4-treated rats. **Journal of Hepatology**, v. 33, n. 4, p. 555–63, 2000.
- PARKINSON, M.; O'NEILL, S. M.; DALTON. J.P. Endemic human fasciolosis in the Bolivian Altiplano. **Epidemiology and Infection**, v 135, n. 4, p. 669–674, 2007.
- PÉREZ, J.; ORTEGA, J.; MORENO, T. et al. Pathological and immunohistochemical study of the liver and hepatic lymph nodes of sheep chronically reinfected with *Fasciola hepatica*, with ou without triclabendazole treatment. **Journal of Comparative Pathology**, v. 127, n. 1, p. 30-36, 2002.
- PRITCHARD, G. C.; FORBES, A. B.; WILLIAMS, D. J. L. et al. Emergence of fasciolosis in cattle East Anglia. **Veterinary Record**, v. 157, n. 19, p. 578-582, 2005.

- RADOSTISTS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C. et al. Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos. Editora Guanabara Koogan, 9ª ed., 2000.
- RAPSCH, C.; SCHWEIZER, G.; GRIMM, F. et al. Estimating the true prevalence of Fasciola hepática in cattle slaughtered in Switzerland in the absence of an absolute diagnostic test. **International Journal for Parasitology**, v. 36, n. p. 1153–1158, 2006.
- RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; MÉNDEZ, M. C. et al. **Doenças de Ruminantes e Eqüinos**. 2ª ed. Varela. São Paulo. 2001, 658p.
- ROBERT, W.; TOLAN, JR M. D. Fascioliasis Due to *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* Infection: An Update on This 'Neglected' Neglected Tropical Disease. **LAB MEDICINE**, v. 42, n. 2, p. 107-116, 2011.
- SAFADI, R.; FRIEDMAN, S. L. Hepatic fibrosis—role of hepatic stellate cell activation. **The Medscape Journal of Medicine**, v.4, n. 3, p. 27, 2002.
- SEGAWA, M.; KAYANO, K.; SAKAGUCHI, E. et al. Antioxidant, N-acetyl-L-cysteine inhibits the expression of the collagen a2 (I) promoter in the activated human hepatic stellate cell line in the absence as well as the presence of transforming growth factor-b. **Hepatology Research**, v. 24, n. 3,p. 305–315, 2002.
- SERRA-FREIRE, N. M. Fasciolose hepática no Brasil: Análise Retrospectiva e Prospectiva. Caderno Técnico-Científico da Escola de Medicina Veterinária, Ano 1, p.9-70, 1999.
- SERRA-FREIRE, N. M. Fasciolose hepatica. Hora Veterinária, v.1, p.13-19, 1995.
- SILVA, I. C. C.; MULLER, G.; MATTOS, M. J. T. et al. Fasciolose: I incidência e importância na bovino e ovinocultura do RS. Lavoura Arrozeira, v. 323, n. 33, p. 34-42, 1980.
- SOULSBY, E. J. L. **Helminths, Arthropods and Protozoa of domesticated animals.** 7 ed. Lea and Febiger: Filadelfia, 1982.
- STACK, C. M., C. R.; CAFFREY, S. M.; DONNELLY, A. et al. Structural and functional relationships in the virulence-associated cathepsin L proteases of the parasitic liver fluke, Fasciola hepatica. **Journal of Biological Chemistry**, v.283, p. 9896–9908, 2008.
- TAYLOR, M.A.; COOP, R.L.; WALL, R.L. **Veterinary Parasitology**. 3rd ed. Blackwell Publishing. Oxford. 2007, 874p.
- TIETZ MARQUES, S. M.; SCROFERNEKER, M. L. Fasciola hepatica infection in cattle and buffaloes in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Parasitologia Latinoamericana**, v. 58, n. 3-4, p.169-172, 2003.
- TIMOTEO, O.; MACO, JR. V.; MACO, V. R. et al. Characterization of the humoral immune response in alpacas (Lama pacos) experimentally infected with Fasciola hepatica against cysteine proteinases Fas1 and Fas2 and histopathological findings. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.106, p.77–86, 2005.
- TOSTES, R.A.; SANTAREM, V.A.; ALBERTI, H. et al. Casos autóctones de Fasciola hepatica na região de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, v.34, n. 3, p.961-962, 2004.
- TRIVILIN, L. O.; SOUSA, D. R.; NUNES, L. C. et al. Avaliação microscópica comparativa de fígados de bovinos e ovinos infectados por *Fasciola hepatica*: estudos preliminares. In: Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 15.; Seminário de Parasitologia Veterinária dos Países do Mercosul, 2., 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: CBPV, 2008. 1 CD. Resumos\_Apresentação ORAL.doc.
- UCHIO, K.; TUCHWEBER, B.; MANABE, N.; et al. Cellular retinol-binding protein-1 expression and modulation during in vivo and in vitro myofibroblastic differentiation of rat hepatic stellate cells and portal fibroblasts. Laboratory Investigation, v. 82, p. 619–628, 2002.
- URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; et al. **Parasitologia veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 273p.

- VIEIRA, N.P.; FARIA, P.B.; MATTOS, M.R. et al. Condenação de fígados bovinos na região sul do estado do Espírito Santo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n. 6, p.1605-1608, 2011.
- WANG, C.R.; QIU, J.H.; ZHU, X.Q. et al. urvey of helminths in adult sheep in Heilongjiang Province, People's Republic of China. **Veterinary Parasitology**. v. 140, n. 3-4, p.378–382, 2006.
- World Health Organization. **The "Neglected" Neglected Worms. Action Against Worms.**Dezembro de 2006. Disponível em:
  www.who.int/neglected\_diseases/preventive\_chemotherapy/Newsletter10.pdf. Acesso em:
  30 de outubro de 2010.
- WOLF-SPENGLER, M. L.; ISSEROFF, H. Fascioliasis: Bile duct collagen induced by proline from the worm. Journal of Parasitology, v.69, p. 290–294, 1983.
- WU, J.; ZERN, M. A. Hepatic stellate cells: a target for the treatment of liver fibrosis. **Journal of Gastroenterology**, v. 35, n. 9, p. 666–672, 2000.



# Capítulo 12- Métodos de avaliação do consumo de forragem por animais em ambientes de pastagens

Thiago Jaccoud Machado<sup>1</sup>; Patrícia Alvarez Cabanêz<sup>2</sup>; Antônio Carlos Cóser<sup>3</sup>; Priscila Alvarez Cabanêz<sup>4</sup>; Waldir Jaccoud Machado<sup>5</sup>; Janaina Leite Barbosa<sup>6</sup>; Deolindo Stradiotti Júnior<sup>3</sup>; Adriano Conti Hupp<sup>7</sup>

#### Introdução

O comportamento ingestivo de ruminantes consiste em estratégias de alimentação ou mecanismos desenvolvidos por esses animais visando o aperfeiçoamento da utilização do tempo na busca por alimento na pastagem (CARVALHO et al., 1999). Essa habilidade é extremamente desenvolvida nos bovinos e ovinos (RAY e ROUBICEK, 1971).

De acordo com Gomide (1995) o animal necessita ingerir quantidades adequadas de nutrientes a partir de uma dieta para atender às exigências de mantença, produção e para exercer suas diferentes funções fisiológicas. O consumo e a sua intensidade influenciam os sistemas de produção animal, uma vez que o consumo é fundamental à nutrição pois determina o nível de nutrientes ingeridos e, consequentemente, a resposta animal (VAN SOEST, 1994).

A mensuração do consumo de forragem por animais nas pastagens não pode ser realizada diretamente como nos animais em confinamento (SILVA e LEÃO, 1979; MINSON, 1990) e, além do mais, o consumo é difícil de ser avaliado por estar relacionado a uma série de fatores (BURNS et al., 1994) inerentes ao animal, à planta, ao ambiente e ao manejo adotado (SANTOS, 1997). Por isso, torna-se necessária a utilização de metodologias alternativas para a determinação.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Zootecnista, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. E-mail: thiagojaccoud@hotmail.com , <sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal – CCA/UFES. E-mail: capac@hotmail.com, <sup>3</sup>Docente do PPGCV - CCA/UFES. E-mail: acoser1@yahoo.com.br; jrstradiotti@terra.com.br, <sup>4</sup>BSc. Faculdade de Filosofia, Ciências Letras Biologia e Alegre. priscila cabanez@hotmail.com, <sup>5</sup>Técnologo em Aquicultura - IFES/Campus de Alegre, Instituto Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. waldirjacu@hotmail.com, <sup>6</sup>Zootecnista, Mestrando em Zootecnia – UFVJM . E-mail: janainaleite.zoo@gmail.com, <sup>7</sup>Médico Veterinário, MSc. Ciências Veterinárias – CCA/UFES, Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, Campus de Alegre-ES. E-mail: achupp@ifes.edu.br

A correta caracterização da qualidade e quantidade de forragem consumida pelos animais em regime de pastejo constitui relevante informação para definição dos programas de alimentação e de produção animal a serem utilizados (LOPES et al.,1997). Para Burns et al. (1994) a quantidade de matéria seca (MS) ingerida diariamente é uma medida crítica para que o nutricionista faça inferências a respeito do alimento e da resposta animal.

Segundo Astigarraga (1997) a utilização de métodos que estimem adequadamente o consumo em condições de pastejo é essencial para a avaliação das pastagens. Além do mais, o método ideal deve permitir integrar a qualidade da dieta selecionada e a quantidade consumida ao longo do dia.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho caracterizar os métodos de avaliação do consumo de forragem por animais em ambientes de pastagens, visando estimar a situação real dos animais em condições de pastejo.

#### 1. Consumo de forragem a pasto

O consumo voluntário é um fator nutricional que controla a produção animal. Definido como a quantidade de alimento (MS) que o animal é capaz de ingerir a cada dia, quando o alimento é oferecido em excesso (MOTT E MOORE, 1969).

Le Du e Penning (1982) relataram que quaisquer estimativas de consumo devem ser obtidas empregando técnicas que provoquem no animal o mínimo desvio em relação às atividades de pastejo.

Sob outra abordagem, Mayes (1989) verificou que estimativas de consumo de pasto podem ser obtidas a partir da aplicação de métodos baseado em mensurações realizadas na pastagem (diferenças de peso do pasto) ou baseados em variáveis de resposta animal (diferenças de pesos do animal, comportamento ingestivo, desempenho animal, produção fecal e digestibilidade).

O consumo total de forragem de um determinado animal é o resultado do acúmulo de forragem consumida em cada uma das ações realizadas na menor escala do processo de pastejo, o bocado, e da frequência com que os realiza ao longo do tempo em que passa se alimentando.

#### 1.1 Métodos empregados para estimar o consumo de forragem

#### 1.1.1 Estimativas de consumo baseadas na diferença de pesos dos animais

Este método consiste na pesagem dos animais antes e após o período de pastejo, porém, a estimativa de consumo do pasto requer correções nos pesos corpóreos dos animais pelas perdas ditas imperceptíveis (processos respiratórios e perda de água corporal em resposta às diferentes atividades exercidas pelo animal) e decorrentes a excreção de fezes e urina (McMENIMAN, 1997). A eventual ingestão de água durante o período de pastejo deve ser igualmente considerada no cálculo do consumo (LE DU e PENNING, 1982).

As equações utilizadas para estimar o consumo com base na mudança do peso vivo, adaptadas de Minson (1990) e Penning e Hooper (1985), são:

$$TI = [(P2 + F + U + PPI) - P1 - L] / t$$
  
 $CMS = TI \times TP \times MS$ 

em que:

TI = taxa de ingestão (g/minuto ou g/hora);

P2 = peso vivo ao final do período de determinação (g);

P1 = peso vivo ao início do período de determinação (g);

F = excreção fecal (g);

U = excreção urinária (g);

PPI = perda de peso insensível (g);

L = consumo de água (g);

t = tempo efetivo de pastejo, durante o período de determinação (minutos ou horas);

CMS = consumo de matéria seca (g/dia);

TP = tempo de pastejo (minutos/dia ou horas/dia); e

MS = teor de matéria seca da dieta (%).

A avaliação da PPI é considerada satisfatória quando realizada durante a uma hora que precede o período de pastejo (McMENIMAN, 1997). Porém, há estudos que mostraram que ocorreram diferenças significativas em função das condições ambientais e da atividade exercida pelo animal durante a uma hora que precede o período de pastejo, podendo introduzir erros nas estimativas de consumo pelo animal (PENNIG e HOOPER, 1985). Segundo Taweel et al. (2004) durante o período de uma hora requerido para a estimação da PPI, em que os animais não têm acesso a água e comida, pode ocorrer uma alteração no comportamento ingestivo, principalmente na primeira hora após a liberação para o pastejo.

O conhecimento do tempo de pastejo total diário necessário para a estimação do consumo total (PENNING e HOOPER, 1985) pode ser obtido através da observação direta (ALLDEN e WHITTAKER, 1970) ou pelo emprego de vibracorders ou telemetria (McMENIMAN, 1997).

De acordo com Burns et al. (1994) e Astigarraga (1997) este método apresenta, como limitação, a natureza da curta duração de suas estimativas, bem como a necessidade de mensuração das quantidades de urina e fezes excretadas. O uso das bolsas coletoras de fezes e urina não é recomendado, principalmente nos bovinos, pois causam desconforto aos animais e interferem diretamente no comportamento de pastejo dos animais (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997).

Hodgson (1982) considerou que este método de estimativa não seria suficientemente adequado para utilização em estudos com bovinos. Entretanto, Gibb et al. (1998); McGilloway et al. (1999); Barret et al. (2001); Barret et al. (2003) realizaram experimentos com vacas em lactação e demonstraram haver flexibilidade e adequacidade do método para estimativa de consumo em bovinos.

O método de estimativa de consumo através do diferencial de peso apresenta algumas vantagens em relação aos outros métodos de estimativa de consumo, sendo: simples de ser realizado, não necessitando de procedimentos mais sofisticados (McMENIMAN, 1997); pequeno número de análises químicas necessárias à sua implementação (LOPES, 2007); as estimativas podem ser obtidas em um curto período de tempo, com apenas duas horas de trabalho por dia; quando as condições da pastagem variarem rapidamente, este método pode ser a única possibilidade disponível de estimativa para se avaliar com rapidez as respostas no consumo (PENNING e HOOPER, 1985).

#### 1.1.2 Estimativas de consumo baseadas no comportamento ingestivo

A produção animal sob pastejo depende da quantidade e qualidade da forragem disponível e, também, da capacidade do animal colher e utilizar essa forragem (FORBES, 1988). Portanto, o consumo de matéria seca em pastejo está em função de algumas variáveis (CARVALHO, 1997) que relacionam a interface planta/animal. Segundo Minson (1990), o consumo de forragem pode ser estimado pela equação:

 $CMS = TP \times TxB \times TmB$ 

em que:

CMS = consumo de matéria seca (g/dia);

TP = tempo dispendido em pastejo (minutos/dia ou horas/dia);

TxB = taxa de bocados (bocados/minuto ou bocados/hora); e

TmB = tamanho do bocado (gMS/bocado).

Para a determinação do consumo de matéria seca, a estimação direta é a mais indicada para reduzir os erros. Entretanto, este tipo de determinação apresenta algumas limitações: laboriosa e desconfortável; alta demanda de trabalho e tempo; dificuldade de manter a concentração por longos períodos exigidos para as observações; necessidade de equipes de observadores, em algumas situações; podem ocorrer variações individuais na interpretação da atividade de pastejo entre os observadores (HODGSON, 1982); a presença dos observadores influenciam o comportamento de pastejo (CHACON et al., 1976); treinamento para o grupo de observadores (HODGSON, 1982).

O TP pode ser estimado através de observações diretas contínuas ou descontínuas (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; HODGSON, 1982) ou pelo emprego de equipamentos automatizados (McMENIMAN, 1997).

A estimação da taxa de bocados baseia-se na contagem ou registro do número de bocados realizados durante um curto período de tempo (LOPES, 2007), essa contagem pode ser feita através da observação visual dos animais (HODGSON, 1982; WERNECK, 2001) e da audição do som provocado pelo arranquio da forragem (GIBB et al., 1997); ou com o uso de equipamentos eletrônicos sensíveis a sons (LACA e DE VRIES, 2000) ou a movimentos de mandíbula e cabeça (CHACON et al., 1976); ou com softwares específicos (TAWEEL et al., 2004).

A estimação do TmB pode ser obtida através da técnica do diferencial de peso vivo (ALLDEN e WHITTAKER, 1970) ou pela coleta do material ingerido em bolsas, através de fístula esofágica (STOBBS, 1973). Previamente à coleta de extrusa, os animais devem ser mantidos em jejum porém isso pode elevar o TmB e consequentemente a taxa de ingestão (FORBES, 1988). Segundo Stobbs (1973) podese utilizar tampões de borracha para o esôfago, que bloqueariam o refluxo a partir do rúmen e assegurariam a coleta total do material ingerido. Entretanto, alguns animais não se adaptam ao uso da borracha para o esôfago (LE DU e PENNING, 1982; GREENWOOD e DEMMENT, 1988).

A mensuração num único período do dia pode gerar estimativas errôneas da taxa de ingestão (TI) e, consequentemente, da TxB e TmB. Segundo estudos de Moore e Sollemberger (1997) podem ocorrer variações no comportamento ingestivo entre dias. De acordo com Chacon et al. (1976) são necessárias pelo menos duas estimações, sendo realizadas em dois grandes períodos de pastejo do animal, pela

manhã e pela tarde e, de acordo com Hodgson (1982), deve-se, na medida do possível, realizar observações repetidas em animais individuais em intervalos seriados durante qualquer um dos principais períodos de pastejo. O método de comportamento ingestivo apresenta como limitações: dificuldade de obtenção de valor confiável de peso de bocado (BURNS et al., 1994); ampla faixa de variação para o tamanho do bocado; período de observação normalmente curto; interferência no comportamento ingestivo dos animais (MAYES e DOVE, 2000); a estimativa de cada um dos termos componentes da equação para o cálculo do consumo pode constituir-se em fonte de erro (ASTIGARRAGA, 1997).

De acordo com Chacon et al. (1976); Moore e Sollemberger (1997), a estimativa do consumo de matéria seca pelo comportamento ingestivo é considerada precisa, sendo possível sua utilização em diversas situações, apresentando como vantagem a exigência de poucas análises laboratoriais.

## 1.1.3 Estimativas de consumo obtidas a partir de predições das características da forragem

Este método consiste em utilizar equações de predição baseadas, preferencialmente, na regressão múltipla do consumo de matéria seca (Y, Kg/dia ou % do peso vivo) em características da forragem (x1, x2, ..., xn), conforme o modelo Y=b0+b1x1+b2x2+...+bnxn, em que os valores de b correspondem aos coeficientes de regressão (LOPES, 2007).

A principal limitação deste método de consumo refere-se ao limitado valor nas estimativas de consumo de animais manejados sob pastejo, pois não há outros fatores relacionados à predição senão aqueles relacionados à forragem (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997). Assim, o consumo real de forragem pode ser diferente do obtido pelo método (LOPES, 2007).

#### 1.1.4 Estimativas de consumo baseadas no desempenho animal

O consumo de forragem baseado no desempenho animal é obtido através de valores de requisitos de energia por meio de tabelas ou equações que expliquem o desempenho animal observado durante o período experimental. O desempenho animal consiste, por exemplo, no ganho de peso ou produção de leite (LOPES, 2007).

De acordo com Reeves et al. (1996) este método é proveniente de equações generalizadas e, por isso, pode-se não obter valores de consumo individuais muito precisos a partir do desempenho animal. Segundo os mesmos autores, erros de estimativa de consumo podem ser induzidos devido a variações individuais na eficiência de utilização de alimentos e períodos curtos de amostragem. Estudos de Clements et al. (1986) demonstraram que a utilização de períodos mais longos de coleta de dados (10 a 15 semanas) promovem uma razoável acurácia na estimação de consumo de matéria seca.

As principais limitações associadas a este método são a influência da atividade física despendida no processo de pastejo e a exposição às condições climáticas vigentes (REGO e ALMEIDA, 1998). Macoon et al. (2003) e Smit et al. (2005) utilizaram fatores para correção ou equações empíricas específicas, para realização

dos cálculos, visando atender aos requisitos adicionais demandados pelas atividades de pastejo e caminhada dos animais. Também, segundo Moore e Sollemberger (1997), este método apresenta como desvantagem a influência de outros fatores sobre o consumo, além da concentração de energia na forragem. Por isso, estimativas de consumo de pasto por este método são mais bem realizadas com o auxílio de modelos matemáticos que incorporam efeitos de animal, manejo, ambiente, entre outros.

## 1.1.5 Estimativas de consumo baseadas na diferença de pesos das massas de forragem na pastagem

Este método também é conhecido como método do corte ou diferença agronômica. O consumo é estimado através do cálculo da diferença entre a forragem ofertada e a recusada (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997). A redução observada na massa forrageira ofertada deve ser dividida pelo produto do número de animais e o tempo de pastejo (BURNS et al., 1994), de acordo com a equação:

 $CMS = (MI - MF) / (NA \times TP)$ 

em que:

CMS = consumo de matéria seca (kg/animal/dia);

MI e MF = massa disponível ao início e final do período de pastejo, respectivamente (kg/ha):

NA = número de animais (animais/ha); e

TP = tempo de pastejo (dias).

O consumo da forragem a pasto é definido através de métodos destrutivos ou não-destrutivos. Os métodos destrutivos envolvem o corte e a colheita de uma proporção mensurada da área da pastagem, pesagem e amostragem da forragem cortada. A quantidade da forragem que permaneceu no pasto (residual) é determinada da mesma maneira. Os métodos não-destrutivos envolvem a medição de um ou mais relvados característicos da área pastejada antes e após o pastejo, combinada com a predição da massa de forragem, usando uma equação de regressão apropriada. Neste caso, utiliza-se um número limitado de amostras cortadas para correlacionar com o relvado característico (ALMEIDA, 1999). De acordo com Meijs et al. (1982) os métodos não-destrutivos baseiam-se em estimativas visuais; mensurações de altura e da densidade da pastagem; mensurações de atributos não vegetativos.

O método de consumo baseado na diferença de pesos das massas de forragem na pastagem é aplicado, principalmente, quando o período de pastejo é curto e quantidades relativamente grandes de forragem são consumidas por unidade de área, durante este período (MEIJS et al., 1982; McMENIMAN, 1997).

A grande limitação deste método consiste na determinação do número de amostras necessárias para a estimação adequada da disponibilidade de massa (BURNS et al., 1994; AROEIRA,1997). As variações atribuídas à amostragem do pasto podem ser agravadas em pastagens de composição variada ou com alta incidência de comportamento de pastejo em mosaico (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997). As fontes de erro, possíveis de superestimar ou subestimar o consumo, são: perdas de massa por pisoteio ou esmagamento (McMENIMAN, 1997); desfolhação por insetos (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997); consumo por outros animais não incluídos,

como coelhos, veados, outros ruminantes, entre outros (BURNS et al., 1994); crescimento da forragem (MINSON, 1990; SMIT et al., 2005).

Santos (1997) considera o método simples, facilmente aplicável e rápido e, por isso, pode ser uma alternativa para a obtenção de estimativas de consumo voluntário de forragem utilizada rotineiramente, principalmente nos programas de avaliação de forragens.

### 1.1.6 Estimativas de consumo baseadas na produção fecal e na digestibilidade da dieta

É amplamente utilizado e aceito para determinação indireta do consumo de animais em pastejo. Este método se baseia na relação entre a excreção fecal diária, utilizada como parâmetro básico de indigestibilidade da dieta consumida e de artifícios indiretos de determinação da digestibilidade dietética, a fim de obter, por meio de uma relação reversa, a quantidade de matéria seca consumida diariamente (DETMANN, 1999).

A excreção fecal pode ser determinada diretamente ou pelo método dos indicadores. A medição direta é realizada através da coleta total de fezes, com o uso de arreios e bolsas coletoras. Segundo France et al. (1988) e Moore e Sollemberger (1997), esta técnica não é recomendada para os bovinos, pois as bolsas de coleta causam desconforto e interferem no comportamento de pastejo dos animais. Burns et al. (1994) apontaram como vantagens deste método, a rapidez na obtenção dos resultados e a necessidade de pequena quantidade de análises químicas. O método dos indicadores baseia-se no emprego de uma substância de referência ou índice (indicador), que sendo ingerida na dieta, deve ser recuperada totalmente nas fezes (BRISSON et al., 1957). Diversos elementos, na forma de sais ou óxidos, são utilizados como indicadores, entre eles: itérbio, érbio, európio, cádmio, ouro, cério e cromo. Para determinação da digestibilidade pode-se utilizar fístula no esôfago; simulação manual de pastejo; microrganismos do rúmen em ensaios in vitro; e indicadores. A utilização de animais fistulados, principalmente no esôfago, permitem a obtenção de amostras da dieta ingerida (extrusa) (MINSON et al., 1976). Em substituição à extrusa esofágica, a simulação manual do pastejo tem sido sugerida e apontada como alternativa viável (EUCLIDES et al., 1992; DE VRIES, 1995), embora, estudos têm demonstrado discrepância entre os valores da extrusa e pastejo simulado (LOPES et al., 1996; DETMANN et al., 1999). A utilização de microrganismos do rúmen em ensaios in vitro tem sido utilizado e é potencialmente acurado e preciso, sendo a marcha de dois estágios a mais utilizada (TILLEY e TERRY, 1963). Porém, de acordo com estudos de Cochran et al. (1986), este procedimento não simula as alterações na digestibilidade por efeito associativo, nível de consumo e taxa de passagem, observados in vivo e, portanto, a técnica in vitro é considerada inadequada para determinação do consumo a pasto. A digestibilidade também pode ser estimada através de constituintes indigestíveis, conhecidos como indicadores, naturalmente presentes nas fezes e nas pastagens (ALMEIDA, 1998).

#### 1.2 Indicadores

Dentre os possíveis métodos, utilizados para se estimar a excreção fecal, a técnica dos indicadores, tem sido a mais comumente utilizada, a qual faz uso de uma substância referência ou índice, que, uma vez fornecida na dieta, deve ser recuperada totalmente nas fezes (DETMANN, 1999). Segundo Owens e Hanson (1992) os indicadores servem para monitorar aspectos químicos (hidrólise e síntese) e físicos (fluxo) da digestão, sendo utilizados para determinação do fluxo de digesta e a produção fecal de ruminantes.

O uso de indicadores oferece uma série de vantagens em relação ao método da coleta total de fezes, como ser menos laborioso e não requer a medição do consumo do alimento que está sendo avaliado, e da excreção fecal, pois as dosagens dos indicadores podem ser realizadas em amostras do alimento e das fezes (LACHMANN e FEBRES, 2000).

Comparados com procedimentos invasivos, possibilitam a minimização dos efeitos sobre os padrões de comportamento e da fisiologia do animal, tais como o pastejo e a motilidade do trato gastrintestinal (TGI) (OWENS e HANSON, 1992).

Os indicadores necessitam ter como características: não-absorvíveis e não-digeríveis; atóxicos e fisiologicamente inertes; misturarem-se intimamente e permanecerem uniformemente distribuídos na digesta, acompanhando sua passagem no trato gastrointestinal; serem dosados analiticamente com segurança e rapidez; preferencialmente, serem constituintes naturais dos alimentos (ITURBIDE, 1967; SILVA e LEÃO,1979); serem totalmente recuperados nas fezes (RODRIGUEZ et al., 2006). Nenhum indicador preenche todos estes requisitos, aceitando-se que o grau de tolerância do erro possa diferir de acordo com a variável inicialmente medida (OWENS e HANSON, 1992). Segundo Resende et al. (1996), são dois os problemas mais limitantes: a recuperação incompleta e a variação diurna na excreção.

#### 1.2.1 Indicadores Externos

Dentre os indicadores classificados como externos, mais comumente utilizados nos ensaios de digestão destacam-se os sais e/ou óxidos de itérbio, dióxido de titânio, n-alcanos e o óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), lignina isolada purificada e enriquecida (LIPE<sup>®</sup>), sendo os dois último mais utilizado na estimação de produção fecal (HOPPER et al., 1978).

#### 1.2.1.1 Óxido crômico

Também conhecido como óxido de cromo III ou sesquióxido de cromo  $(Cr_2O_3)$ , é um pó extremamente fino, pouco solúvel em água (ITURBIDE, 1967), mas ligeiramente solúvel em ácidos e álcalis (MARAIS, 2000). É o indicador externo mais utilizado na determinação da excreção fecal por ser barato, facilmente incorporado à dieta e ser analisado com relativa facilidade (MERCHEN, 1988). Estudos de Titgemeyer (1997) mostraram que  $Cr_2O_3$  pode representar perigo à saúde humana e, por isso, medidas e equipamentos de segurança no trabalho devem ser sempre adotadas quando ocorrer a utilização deste indicador.

O óxido crômico deve ser fornecido em duas porções de mesmo peso, diariamente aos animais, visando reduzir a amplitude de variação do perfil de excreção do indicador (BRISSON et al., 1957; BURNS et al., 1994). Porém, quando o indicador é fornecido, os animais devem ser contidos e isso aumenta o estresse e, consequentemente, pode alterar o comportamento de pastejo, consumo e a excreção fecal (BURNS et al., 1994; POND et al., 1995).

O cromo, assim como outros indicadores, têm sido empregados de forma ligada à parede celular formando um complexo mordante (UDÉN et al., 1980; VAN SOEST, 1994), com uma técnica de utilização denominada dose pulso ou dose única, que consiste na aplicação de uma única dose e subsequente amostragem fecal a tempos definidos, visando caracterizar a curva de excreção do indicador nas fezes (BURNS et al., 1994; POND et al., 1995), a qual é posteriormente ajustada por meio de modelos matemáticos não-lineares (ELLIS et al., 1979). Valores satisfatórios com relação ao emprego da dose pulso para determinação da excreção fecal tem sido encontrados na literatura (FRANCE et al., 1988; HOLLEMAN e WHITE, 1989; SUSMELL et al., 1996). A concentração de cromo nas fezes é determinada pela técnica analítica de espectrometria de absorção atômica (WILLIANS et al., 1962). A obtenção da estimativa segue a fórmula abaixo:

Excreção fecal (g/dia) = Indicador Consumido / Concentração do Indicador nas Fezes. A coleta das fezes devem ser realizadas em horários onde a concentração do indicador seja representativa do valor médio diário observado nas fezes totais (LE DU e PENNING, 1982; LIPPKE, 2002). De acordo com estudos de Astigarraga (1997), a concentração Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nas fezes alcançam o equilíbrio seis a sete dias após a administração da dose inicial. Estudos de Le Du e Penning (1982) demonstraram período mínimo de sete dias para o início da amostragem fecal. Pond et al. (1989) sugeriram que cinco dias seriam suficientes, sendo este o intervalo utilizado em diferentes trabalhos (LEOPOLDINO, 2000; BARGO, 2002). Aroeira et al. (1999) e Lopes et al. (2004) respeitaram períodos de seis dias, a partir da primeira dosagem do indicador, para início das coletas de fezes.

Segundo Hopper et al. (1978) o procedimento mais comumente utilizado consiste no fornecimento de duas doses diárias, possuindo o mesmo peso, em intervalos de tempo definidos, com coletas fecais concomitantes, sendo necessário um período de adaptação de 5 a 7 dias, antes do início das coletas fecais, com o objetivo conforme Owens e Hanson (1992) de se alcançar um platô de concentração nas fezes, sendo este procedimento denominado infusão contínua.

A curva de excreção do óxido crômico possui comportamento cíclico simétrico, apresentando um ponto de máximo e um de mínimo valor de concentração fecal, cujo comprimento para total ciclização está próximo a 24 horas (HOPPER et al., 1978), seguindo um padrão em série temporal estacionário, a qual gira em torno de um valor médio, esperado ser equivalente a 100% de recuperação do indicador.

#### 1.2.1.3 Lignina isolada purificada e enriquecida (LIPE®)

Segundo Saliba et al. (2003), o LIPE<sup>®</sup> é um hidroxifenilpropano modificado e enriquecido. Para a determinação uniforme da excreção é necessário que os animais tenham um período de adaptação de 48 horas e o período para coleta de fezes é

satisfatório em cinco dias, com administração do indicador e a coleta de fezes apenas uma vez ao dia, e técnica analítica para quantificação do indicador nas fezes por espectroscopia no infravermelho (RODRIGUEZ et al., 2007).

A concentração de LIPE<sup>®</sup> nas fezes é determinada em Laboratório por espectroscopia no infravermelho. Os valores de produção fecal (PF) com o indicador são obtidos a partir das equações relacionadas a seguir, segundo Lanzetta et al. (2009):

PF na MS (g) =  $\underline{\text{Concentração de LIPE}}^{\otimes}$  fornecido (g) x 100, em que:

$$A_i$$
MS total

Sendo,  $A_i$ : relação logarítima das intensidades de absorção das bandas dos comprimentos de onda a  $1.050 \text{ cm}^{-1}/1.650 \text{cm}^{-1}$ ;

MS total: matéria seca total.

 $A_i$  foi obtido pela seguinte relação:

 $A_i = \underline{A1.050}$  A1.650

em que:  $A = log \ \underline{\underline{I}^0}$  , de modo que:  $I^0 > intensidade$ ; I < intensidade.

Deste modo, o CMS é estimado com base nos valores da PF diária dos animais e da DIVMS da dieta (CARVALHO et al., 2007).

CMS 
$$(g/dia) = PF diária (g/dia)$$
  
1 - DIVMS

Os indicadores externos LIPE e  $Cr_2O_3$  foram utilizados por Lima et al. (2006) para comparação das estimativas de consumo de MS de vacas primíparas de raças de corte em pastagem de B. decumbens. O LIPE e  $Cr_2O_3$  foram administrados pela manhã em dosagem única (respectivamente, 250 mg e 10 g/ vaca/ dia). Períodos de seis e de dois dias para adaptação aos indicadores, e de 6 a 5 dias para coleta de fezes foram observados, respectivamente para o  $Cr_2O_3$  e o LIPE. Os autores relataram que os consumos de pasto estimados para o  $Cr_2O_3$  foram inferiores (P<0,05) aqueles obtidos a partir do LIPE.

De acordo com Oliveira et al. (2005), o LIPE<sup>®</sup> administrado em dose única em cápsulas contendo 0,5 g, obteve-se uma estimação satisfatória da excreção fecal e do consumo de matéria seca de novilhos da raça Nelore manejados sob condição de pastejo em Brachiaria brizantha cv. Marandu.

De forma geral, o LIPE apresenta custo acessível, é de fácil obtenção e pode ser acuradamente analisado por espectroscopia no infravermelho (SALIBA et al., 2003).

#### 1.2.2 Indicadores Internos

Os indicadores internos são constituintes naturais das plantas que não são digeridos nem absorvidos pelo animal. Os comumente avaliados são a lignina, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido indigestível (FDNi e FDAi), as cinzas insolúveis em ácido (CIA) e a cutina. Este método se baseia no fato de que, à medida que o alimento passa pelo TGI, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de outros componentes, por digestão e absorção (ASTIGARRAGA, 1997).

Assim, os indicadores internos são constituintes naturais das plantas que não são absorvidos nem digeridos pelos animais, obedecendo à relação abaixo (LE DU e PENNING, 1982):

Consumo da dieta x concentração do indicador na dieta = produção fecal x concentração do indicador nas fezes

A principal limitação desta técnica refere-se às dificuldades com análise, uma vez que as substâncias atualmente empregadas como indicadores internos não possuem identidade química (DOVE e MAYES, 1991), sendo definidas, de modo geral, pelo procedimento analítico adotado na sua determinação (LIPPKE, 2002). Ademais, existem concentrações mínimas na dieta ou na digesta que determinam a potencialidade e eficiência para utilização de um específico indicador (VAN SOEST, 1994).

#### 2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos de determinação de consumo de forragem por animais sob pastejo apresentam limitações e erros. A escolha do método depende do objetivo do trabalho e das condições econômicas para o seu desenvolvimento. Cada método pode produzir resultados válidos, desde que suas limitações sejam reconhecidas e discutidas.

#### 3. REFERÊNCIAS

- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Jornal Agronomia**, v.81, p.17-25, 1989.
- ALLDEN,W. G.; WHITTAKER, I. A. M. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Aust. J. Agric. Res.**, 21: 755-766, 1970.
- ALMEIDA, M. S. Cinética ruminal e consumo voluntário de pasto por bovinos mantidos em pastagem natural na Zona da Mata, Viçosa MG. Viçosa, MG: UFV, 1998, 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- ALMEIDA, M. S. Métodos agronômicos para estimative do consumo voluntário de pasto. **Arq. Ciênc. Vet. Zoo**. UNIPAR, p.61-70, 1999.
- AROEIRA, L. J. M. Estimativa de consumo de gramíneas tropicais. In: DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEP, p.127-163, 1997.
- AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DERESZ, F. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant Grass (Pennisetum purpureum, Schum.). **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.78, n.3/4, p.313-324, 1999.
- ASTIGARRAGA, L. Tecnicas para la medición del consumo de ruminantes en pastoreo. In: JOBIM, C.C., SANTOS, G.T., CECATO, U. Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais. Maringá PR., p.1-23, 1997.
- BARGO, F. Feeding systems combining pasture with concentrate and total mixed rations for high production dairy cows. 2002. 292f. Doutorado (Doctor of Philosophy) The Pennsylvania State University, University Park, 2002.
- BARRET, P. D.; LAIDLAW, A. S.; MAYNE, C. S. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. **Grass For. Sci.**, v.56, p.362-373, 2001.
- BARRET, P. D.; McGILLOWAY, D. A.; LAIDLAW, A. S. The effect of sward structure as influenced by ryegrass genotype on bite dimensions and short-term intake rate by dairy cows. **Grass For. Sci.**, v.58, p.2-11, 2003.

- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; CARRILHO, E. N. V. M. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos igestibilidade ruminal em bovinos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- BRISSON, G. J.; PIGDES, W. J.; SYLVESTRE, P. E. Effect of frequency of administration of chromic oxide on its fecal excretion pattern by grazing cattle. **Can. J. Anim. Sci.**, 37:90-94, 1957.
- BURNS, J. C.; POND, K. R.; FISHER, D. S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.494-532, 1994.
- CARVALHO, P. C. de F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 36, p. 151-170, jul. 2007.
- CARVALHO, P. C. F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: Simpósio Sobre Avaliação De Pastagens Com Animais, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, p.25-52, 1997.
- CARVALHO, P. C. F.; PRACHE, S.; ROGUET, C.; LOUAULT, F. Defoliation process by ewes of reproductive compared to vegetative swards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 5., 1999, San Antonio. **Proceedings...** Savoy, IL: American Society of Animal Science, 1999.
- CHACON, E.; STOBBS, T. H.,; SANDLAND, R. L. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behaviour. **J. Br. Graasl. Soc.**, 31: 81-87, 1976.
- CLEMENTS, A. J.; MAYNE, C. S.; WOODCOCK, S. C. F. A comparison of two methods for the estimation of herbage intake by lactating dairy cows. **Anim. Prod.**, v.42, n.3, p.457, 1986.
- COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **J. Anim. Sci.**, 63:1476-1483, 1986.
- DE VRIES, M. F. W. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **J. Range Maneg.**, 48:370-375, 1995.
- DETMANN, E. Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período das águas. Viçosa, MG: UFV, 1999, 115p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa.
- DOVE, H., MAYES R. W., The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. **Aust. Journal Agricultura Res.**, v. 42, p. 913-952, 1991.
- ELLIS, W. C.; MATIS, J. H.; LASCANO, C. Quantitating ruminal turnover. **Federation Proc.**, 38:2702-2706, 1979.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para se estimar o valor nutritivo de forragens) sob pastejo. R. Soc. Bras. Zoot., 21: 691-702, 1992.
- FORBES, T. D. A. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **J. Anim. Sci.**, 66: 2369-2379, 1988.
- FRANCE, J., DHANOA, M. S., SIDDONS, R.C. Estimating the fecal producing by ruminants from faecal marker concentration curves. **J. Theor. Biol.**, 135: 383-391, 1988.
- GIBB, M. J.; HUCKLE, C. A.; NUTHALL, R. Effect of sward surface height on intake and grazing behavior by lactating Holstein Friesian cows. **Grass For. Sci.**, v.52, p.309-321, 1997.
- GIBB, M. J.; HUCKLE, C. A.; NUTHALL, R. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. **Grass For. Sci.**, v.53, p.41-46, 1998.
- GOMIDE, J. A. Os volumosos na alimentação de vacas leiteiras. In: PEIXOTO, A. M. MOURA, J. C.; FARIA, V.P. (Eds.): **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba-SP: FEALQ. p.223-238, 1995.

- GREENWOOD, G. B.; DEMMENT, M. W. The effect of fasting on short-termi cattle grazing behavior. **Grass For. Sci.**, v.43, p.377-386, 1988.
- HODGSON, J. Ingestive behaviour. In: LEAVER, J.D. **Herbage intake handboock.** Dumfries: The British Grassland Society. p.113-138, 1982.
- HODGSON, J. Ingestive hehaviour. In: LEAVER, J.D. (Ed.) Herbage Intake Handbook. Hurley, UK: **The British Grasssland Society**, p.113-138, 1982.
- HOPPER, J. T., HOLLOWAY, J. W., BUTTS JR., W. T. Animal variation in chromium sesquioxide excretion patterns of grazing cows. **Journal Animal Science**,46(4):1098-1102, 1978.
- ITURBIDE, A. El óxido crômico como indicador externo para estimar producción fecal e consumo em lãs pruebas de digestibilidad. **Turrialba**, 17,n.3, p304-313, 1967.
- LACA, E.A.; DE VRIES, M. F. W. Acoustic measurement of intake and grazing behaviour cattle. **Grass For. Sci.**, v.55, p.97-104, 2000.
- LANZETTA, V. A. S.; REZENDE, A. S. C. de; SALIBA, E. de O. S.; LANA, A. M. Q.; RODRIGUEZ, N. M.; MOSS, P. C. B. Validação do Lipe® como método para determinar a digestibilidade dos nutrientes em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 69-74, jan. 2009.
- LE DU, Y. L. P., PENNING, P. D. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: LEAVER, J.D. **Herbage intake handbook.** Dumfries: The British Grassland Society. p.37-76, 1982.
- LEOPOLDINO, W. M. Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite em vacas mestiças. 2000. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 2000.
- LIMA, J.B.M.P.; GRAÇA, D.S.; BORGES, A.L. C.C.Avaliação de estimativa de consumo de bovinos de corte a pasto utilizando a técnica do óxido crômico e a técnica da lignina purificada e enriquecida (LIPE) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2006.
- LIPPKE, H. Estimation of forage intake by ruminants on pasture. **Crop Sci.,** v.42, p.869-872, 2002
- LOPES, F. C. F. Determinação do consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação, em condições de pastejo. **Cad. Téc. VetZoot.**, v.52, p.1-116, 2007.
- LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M.; MALDONADO VASQUEZ, H. Avaliação qualitativa de dois métodos de amostragem em pastagens de capim elefante (Pennisetum purpureum Schum.). **R.Argentina Prod. Anim.**, 16:256 (supl. 1), 1996.
- LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M.; MALDONADO, H. Avaliação qualitativa de dois métodos de amostragem em pastagens de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum.). **Pasturas Tropicales**, v. 19, n. 3, p. 36-41, 1997.
- LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N.M. Efeito da Suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade de forragem e consumo voluntário de vacas Holandês x Zebu em lactação em pastagem de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria Zootecnia.**,v.56. n.3, p.355-362, 2004.
- MACOON, B.; SOLLENBERGER, L. E.; MOORE, J. E. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. **J. Anim. Sci.**, v.81, p.2357-2366, 2003.
- MARAIS, J.P. Use of markers.In: D'MELOO, J.P.F. (Ed) Farm animal metabolism and nutrition. Wallingford: CAB international, p.255-277, 2000.
- MAYES, R. W. The quantification of dietary intake, digestion and metabolism in farm livestock and its relevance to the study of radionuclide uptake. **Science Total Environmental**, v. 85, p. 29-51,1989.
- MAYES, R. W.; DOVE, H. Measurement of dietary nutrient intake in free-ranging mammalian herbivores. **Nutrition Research Reviews**, v.13, p.107-138, 2000.

- McGILLOWAY, D. A.; CUSHNAHAN, A.; LAIDLAW, A. S. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term rates of dairy cows. **Grass For. Sci.**, v.54, p.116-126, 1999.
- McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: Simpósio Sobre Tópicos Especiais Em Zootecnia. Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, p.131-168, 1997.
- MEIJS, J. A. C.; WALTERS, R. J. K.; KEEN, A. Sward methods. In: LEAVER, J. D. (Ed.) **Herbage Intake Handbook.** Hurley: British Grassland Society, p.11-36, 1982.
- MERCHEN, N. R. Digestion, absorcion y excretion en los rumiantes. In.: CHURCH D. C. (Ed.) El **Rumiante: Fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia.. p.191-223, 1993.
- MERCHEN, N. R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall. p.172-201, 1988.
- MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press. p.483, 1990.
- MINSON, D. J.; STOBBS, T. H.; HEGARTY, M. P. Measuring the nutritive value of pasture plants. In: SHAW, N.H., BRYAN, W.W. (Eds.) **Tropical pasture research.** Oxford: CAB International. p.308-338, 1976.
- MOORE, J. E., SOLLEMBERGER, L. E. Techniques to predict pasture intake. In: Simpósio Internacional Sobre Produção Animal Sob Pastejo, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.81-96, 1997.
- MOTT, G.O.; MOORE, J.E. Forage evaluation techniques in perspective. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION, 1969. **Proceedings...** Ed. por R.F. Barnes e outros, Lincoln, Nebraska Center for Continuing Education, 1969.
- OLIVEIRA, L. O. F.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I. Concentração de óxido crômico e Lipe® nas fezes de bovinos em pastagem de Brachiaria brizantha utilizadas nas estimativas de consumo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, 2005, Goiânia. Anais...Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- OLIVEIRA, R.C.M.; FONTES, C.A.A.; GOMIDE, J.A.Estudo da recuperação fecal do Cr2O3 e dos indicadores internos Cia, Cida e lignina em períodos de coleta de dois a sete dias, em bovinos. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.20, n.5, p.522-531, 1991.
- OWENS, F. N.; HANSON. C. F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal Dairy Science.**, v.75, p.2605-2617, 1992.
- PENNING, P. D., HOOPER, G. E. An evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Sci.**, 40: 79-84, 1985.
- POND, K. R. BURNS, J. C.; FISHER, D. S. Intake monitoring systems: eletronic and markers. Raleigh: Department of Animal Science. p.15, 1995.
- POND, K.R.; LUGINBUHL, J.M.; BURNS, J.C. Estimating intake using rare earth markers and controlled release devices. In: SOUTHERN PASTURE AND FORAGE CROP IMPROVENT CONFERENCE, 45, 1989, Litle Rock, Arkansas. **Proceedings....**Little Rock: USDA/ARS, p.73-81, 1989.
- RAY, D. E., ROUBICECK, C. B. Behavior of feedlot cattle during two seasons. **Journal of Animal Science**, Champaigno vol. 33, p. 72-76, 1971.
- REEVES, M.; FULKERSON, W. J.; KELLAWAY, R. C.; DOVE, H. A comparison of three techniques to determine the herbage intake of dairy cows grazing kikuyu Pennisetum clandestinum pasture. **Aust. J. Exp. Agric.**, v.36, n.1, p.23-30, 1996.
- REGO, O. A.; ALMEIDA, J. A. A. Effect of season and level of supplementation on behaviour of strip grazing dairy cows. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.5, n.2, p.85-95, 1998.
- RESENDE, K. T., FURLAN., C. L., COSTA, R. G., et al. Utilização do colágeno cromatado como indicador em estudos de digestão com caprinos. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**,25(4):806-813, 1996.

- RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES-JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 20, n. 4, p. 518-525, 2007.
- SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; PILO-VELOSO, D. Purified lignin extraded from *Eucalyptus grandis* (PELI), used as na external marker in digestibility trials in various animal species. In: World Conference on Animal Production, 9, Porto Alegre, 2003. **Proceedings**...Porto Alegre: WAAP/ALPA/SBZ/UFRGS, 2003.
- SANTOS, V. F. Métodos Agronômicos para estimativa de consumo e de disponibilidade de forragem na Zona da Mata, Viçosa-MG. Viçosa: UFV, 1997. 155p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SILVA, J, F, C., LEÃO, M. **Fundamentos da Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Piracicaba: Livroceres Ltda. p.384, 1979.
- SILVA, J. F. C. da.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. p.384, 1979.
- SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S. A. Uso da cutina nas estimativas das digestões total e parcial de alguns componentes de ração contendo diferentes fontes de nitrogênio em bovinos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.2, p.600-606, 2006.
- SMIT, H. J; TAWEEL, H. Z.; TAS, B.M. Comparison of techniques for estimating herbage intake of grazing dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 88, n. 5, p. 1827-1836, 2005.
- STOBBS, T. H. The effect of plant structure on intake of tropical pasture. I. variation in bite size of grazing cattle. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 24, n.6, p. 809-819, 1973.
- SUSMELL, P.; STEFANON, B.; SPANGHERO, M. Ability of mathematical models to predict faecal output with a pulse dose of indigestible marker. **Brit. J. Nut.**, 75:521-532, 1996.
- TAWEEL, H. Z.; TAS, B. M.; DIJKSTRA, J. Intake regulation and grazing behavior of dairy cows under continuous stocking. **J. Dairy Sci.**, v.87, n.10, p. 3417-3427, 2004.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal Brasileiro Grass. Societ.**, Hurley, 18, 2:104 11, 1963.
- TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal Animal Science.**, v.75, p.2235-2247, 1997.
- TITGEMEYER, E. C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D. J. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for castle. **J. Anim. Sci.**, v.79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; CAVALCANTI, E. (Eds.) Simpósios da XLIII Reunião Anual da SBZ, João Pessoa, 2006. Anais...João Pessoa: SBZ/UFPA, p.238-262, 2006.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2 ed. Ithaca: Cornell University Press. p.476, 1994.
- WERNECK, C. L. Comportamento alimentar e consume de vacas em lactação (Holandês-Zebu) em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). 2001. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2001.
- WILLIAMS, C.H. et al. Determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption sectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.



# Capítulo 13-Parámetros para avaliação de bem estar, desempenho e qualidade do ar em instalações zootécnicas

Marcos Oliveira de Paula<sup>1</sup>, Renata Gomes da Silveira, Amanda Aparecida Lacerda Bulian<sup>2</sup>, Sara de Oliveira Carvalho<sup>2</sup>, Maximiliano Arredondo Ramirez<sup>3</sup>, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco<sup>4</sup>

#### Introdução

Um dos grandes desafios da produção animal moderna está relacionado à exploração do máximo potencial genético do animal, tanto no aspecto produtivo quanto reprodutivo. Durantes muitos anos a busca da máxima eficiência na produção animal esteve voltada para o atendimento das necessidades de manejo, sanidade, genética e nutrição. Mas atualmente, os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados pelos fatores ambientais, principalmente pelo ambiente ao quais os animais são submetidos.

Ao se realizar estudos em instalações destinados a produção animal, é comum associar os parâmetros para avaliar o bem estar e qualidade do ar, uma vez que os mesmos influenciam de forma significativa o desempenho dos animais e o bem-estar dos trabalhadores.

#### 1. Bem Estar Animal

O bem-estar animal está intimamente ligado às condições de conforto que o animal precisa para poder exercer suas funções fisiológicas e comportamentais, livres de qualquer estresse causado por determinadas injúrias. Os principais fatores que contribuem para a redução do estresse térmico numa criação animal são: o ambiente ao qual serão alocados e as condições climáticas que serão expostos. Condições térmicas desajustadas ameaçam o bem-estar dos animais prejudicando-os no seu equilíbrio homeostático.

O conforto térmico no interior dos alojamentos é um fator altamente importante, já que as condições climáticas inadequadas afetam consideravelmente a produção animal. Tanto o excesso de frio, como e principalmente o excesso de calor, reverte em uma menor produtividade animal, podendo levar a altos valores de perdas no lote (Aradas, 2001).

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Professor do PPGCV da UFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil. <sup>2</sup>Mestrada do PPGCV, <sup>3</sup>Graduando em Eng. Agricola Unv Nacional da Colombia, <sup>4</sup>Prof. da Dep Eng. Agrícola da UFV.

Para se avaliar o conforto térmico das instalações, comumente tem se utilizado a temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR).

#### a. Temperatura (T°)

A temperatura do ar, possivelmente é um dos fatores bioclimáticos que mais podem influenciar o ambiente físico animal. Apesar da temperatura do ar ser de extrema importância, esta variável sozinha não é suficiente para avaliar as condições térmicas ambientais que influenciam o processo fisiológico do mesmo. Para se ter uma avaliação mais completa do ambiente térmico ao qual o animal está submetido, deve-se avaliar além da temperatura, outros fatores como a umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do ar. Essas devem sempre ser feita nas instalações zootécnicas durante o período de criação, nas diferentes estações do ano e localidades (Pereira, 2006).

A temperatura de conforto térmico é dependente de diversos fatores, sendo alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e genética e outros ligados ao ambiente como a temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, tipo de piso, entre outros (Bridi, 2004).

Em suínos, por exemplo, as faixas de conforto para leitões recém-nascidos varia entre 30 e 32°C, enquanto que para porcas adultas em terminação essa faixa de conforto térmico diminui para 12 a 18°C (Bridi, 2004).

Nas aves também há diferenças na temperatura de conforto térmico, sendo que os pintainhos necessitam de temperaturas maiores em relação à ave adulta. As faixas de temperatura que os pintainhos precisam, varia entre 33 a 35°C, e para a ave adulta esses valores são menores variando ente 21 e 23°C. (Bridi, 2004).

As diferentes raças de bovinos que compõem a atividade leiteira trazem consigo diferentes faixas de temperatura que variam de acordo com a espécie em questão. De acordo com Nääs (1989), considerando outros fatores de ambiente como umidade relativa e radiação solar, a faixa de termoneutralidade poderia ser restringida entre 7 e 21°C. Silva et al. (2002), trabalhou para os bovinos de leite com uma faixa de conforto que variando de 18 a 21 °C. Huber (1990) considerou como adequadas para o conforto térmico de vacas em lactação temperaturas do ar entre 4 e 26°C. Mesmo com diferentes faixas consideradas entre os autores, percebe-se que as temperaturas críticas superiores variam dentro do intervalo de 21 a 27 °C.

Segundo Silva (2002), a faixa de conforto térmico dos bovinos de corte está entre 22 a 26 °C. A diferença da raça de corte para a leiteira está na sua característica de maior rusticidade, conferindo-lhe uma melhor resistência a altas temperaturas.

#### b. Umidade relativa (UR)

A umidade relativa de uma instalação é em função da temperatura ambiente, do fluxo de vapor de água que entra na instalação pelo sistema de ventilação e da quantidade de vapor de água proveniente dos demais fatores envolvidos no processo. As faixas de variação na umidade não devem ultrapassar os valores de conforto

estimado para cada espécie de forma a não prejudicar a perda de calor por via evaporativa (Pereira, 2006).

Os valores de faixas de umidade relativa ideais para as principais espécies de produção são:

Espécies	Faixas de UR	Autores
Suínos	Entre 40 a 70%	BRIDI, 2004.
Aves	Entre 50-70%	AGROCERES, 1997
<b>Bovinos leiteiros</b>	Até 70%	TAKAHASHI, 2009
<b>Bovinos de Corte</b>	Em média 70%	EMBRAPA, 2002

#### c. Índice de temperatura e umidade (THI ou ITU)

Proposto Thom (1958), inicialmente para caracterizar ambientes quanto ao conforto térmico de humanos, não leva em consideração a radiação térmica, não mostrando diferenças para ambientes no interior de abrigos, à sombra ou sob o sol direto.

O ITU pode ser calculado por:

$$ITU = Ts + 0.36Tpo + 41.5$$

Em aue:

- Ts: temperatura ambiente (°C);
- Tpo: temperatura de ponto de orvalho (°C).

Segundo Takahashi et al., (2009), deum modo geral, dependendo do valor de ITU observado, o ambiente pode ser classificado como:

- ✓ ITU = 70 condição normal;
- ✓ 70 < ITU < 78 crítico;
- $\checkmark$  79 < ITU < 83 perigo;
- ✓ ITU > 83 emergência.

#### d. Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), proposto por Buffingtonet al. (1981), considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e da velocidade do ar. O ITGU é um indicador de conforto que inclui a carga de calor radiante em condições de clima quente (Esmay, 1982), é considerado o índice mais adequado para representar as condições térmicas em regiões quentes para produção animal.

$$ITGU = Tgn + 0.36Tpo - 330.08$$

Em que: ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade, adimensional; Tgn = temperatura de globo negro, K; e Tpo = temperatura do ponto de orvalho, K.

Os valores do ITGU atingem o máximo entre as 12 e 14 h (período mais quente do dia) devido à elevação da temperatura da vizinhança ao globo negro, principalmente pelas temperaturas do solo aquecido e superfície inferior da cobertura, que se elevam com o aumento da irradiação solar global (Rosa, 1984). Assim, o globo negro recebe mais calor do ambiente, o que acarreta elevação de sua temperatura e consequente acréscimo nos valores do ITGU.

As faixas de ITGU para as diferentes espécies de animais podem ser vistas a seguir:

Espécies	Faixas de ITGU (conforto)	Autores
Suínos	69,6	Ferreira (2001)
Aves	76	Teixeira (1983)
Bovinos	< 74	Baêta (1985)

#### e. Carga térmica radiante (CTR)

A carga térmica radiante corresponde à quantidade de energia que o animal troca com as superfícies ao seu redor. Quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio ambiente. De acordo com a proposta por Esmay (1982) o índice de carga térmica radiante (W.m<sup>-2</sup>) é definido por:

$$CTR = \tau (TMR)^4$$

#### Em que:

- CTR: carga térmica radiante
- τ: constante de Stefan-Boltzmann, (5,67 \* 10-8 K<sup>-4</sup>. W.m<sup>-2</sup>)
- TRM: temperatura média radiante, K.

A temperatura radiante média (TRM) é a temperatura média do conjunto de todas as superfícies reais e virtuais ao redor de um animal, em um dado local.

$$TRM = 100 \left[ \left[ 2,51 (VV)^{0.5} (Tg - Ts) + \left( \frac{Tg}{100} \right)^4 \right]^{0.25} \right]$$

#### Em que:

- TRM é temperatura média radiante;
- VV: velocidade do vento (m.s-1);
- Tg, temperatura de globo negro (K);
- Ts, temperatura de bulbo seco (K);

#### 2. Desempenho Animal

Os índices zootécnicos (IZ) são dados produtivos referentes aos segmentos da exploração e refletem, em forma numérica (relação entre dados), o desempenho dos diversos parâmetros da exploração pecuária sendo a principal ferramenta de avaliação de desempenho (El-Memari Neto, 2006).

Os principais índices de desempenho, utilizados como ferramenta para se avaliar uma boa produção animal, são o ganho de peso (GP), a taxa de mortalidade (TM), a conversão alimentar (CA) e o índice de eficiência reprodutiva (IEP).

#### a. Ganho de Peso (GP)

O Ganho de peso (GP) é o índice que representa o peso que o animal ganhou durante um período de tempo e é influenciado principalmente pelo consumo e qualidade da ração e pelo ambiente térmico, sendo representado pela equação a seguir:

#### $Ganho\ de\ peso\ (GP) = (peso\ final-inicial)\ (kg)\ /\ período\ (dias)$

De um mondo geral, o ganho de peso médio diário varia de acordo com a raça, com a fase de vida, estado fisiológico e sistema de criação. A título de exemplificação, o ganho médio diário dos leitões é ideal acima de 250g /dia chegando aos 21 dias com peso superior a 6,7 Kg (Fávero, 2013). Para aves gira em torno 51 g/ dia (Carneiro et al., 2004).

#### b. Taxa de Mortalidade (TM)

A taxa de mortalidade representa a percentagem de animais mortos em um determinado período de alocação e quanto menor essa taxa melhor a eficiência do sistema de produção. Esta taxa é calculada pela seguinte equação:

# Taxa de mortalidade (TM) = (número de aves alojadas – número de aves mortas no período)x100

Para aves, por exemplo, de acordo com Mendes e Patrício (2004), aceita-se como normal uma mortalidade de até 0,8% na primeira semana e 0,5% por semanas seguintes. Para leitões, na fase de maternidade é desejável uma taxa de mortalidade abaixo de 7% e na fase de creche a meta é atingir uma taxa inferior a 1,5 %. (Fávero, 2013), já para bovinos, de acordo com Zimmeret al. (1998), as taxas médias para o Brasil são 8 e 4%, respectivamente, para animais até e com mais de um ano.

#### c. Conversão Alimentar (CA)

A conversão alimentar é o produto da divisão do consumo de ração pelo peso total do lote na retirada das aves e é melhorada à medida que o valor diminui, sendo calculada através da equação a seguir:

#### Conversão alimentar (CA) = consumo de ração (kg) / ganho de peso (kg)

A conversão alimentar desejável para suínos é em torno de 2,0 (Fávero, 2013), para frangos de corte é de 1,95 (Carneiro et al., 2004) e para bovinos varia de 4,5 para bezerros e 8,5 para adultos, dependendo ainda das raças e sistemas de criação.

#### d. Índice de Eficiência Produtiva (IEP)

O Índice de eficiência produtiva, também chamado de índice de produtividade é feito a partir dos dados que foram registrados durante todo o ciclo: mortalidade, consumo de ração, peso médio dos frangos ao abate e idade ao abate. Este índice é obtido pela equação:

#### Índice de eficiência produtiva (IEP) = $(PM \times V) / (IA \times CA) \times 100$

#### Em que:

- PM: Peso médio do lote em, Kg;
- V: viabilidade, %
- IA: Idade ao abate: e
- CA: Conversão alimentar.

Para analisar este índice é importante que se entenda o conceito de viabilidade, que é a diferença entre os animais alojadose os retirados para abate, em percentagem, sendo importante fazer a distinção dos animais não abatidos entre os refugados e os mortos (Mendes e Patrício, 2004).

Segundo Carneiroet al. (2004), o valor do IEP para aves considerado excelente seria acima de 250, sendo abaixo de 200 considerado como péssimo.

#### 3. Qualidade do ar

A qualidade do ar é um fator importante à produção animal, já que o mesmo é a fonte de oxigênio para o metabolismo animal e veículo de dissipação do excedente de calor, do vapor d'água, dos gases provenientes dos animais e decomposição de dejetos, da poeira liberada pela cama, dos microrganismos, etc.(Furlan, 2006).

De acordo com Menegali(2005) a composição da ração, o manejo inadequado das instalações, a taxa de ventilação, entre outros são fatores que podem afetar a qualidade do ar.

A degradação biológica do material orgânico (fezes, urina, ração e outros) produzem gases tóxicos. Todos estes gases produzidos pelos animais em confinamento podem atingir níveis significativos de poluentes aéreos nas instalações, alterando assim as características ideais do ar, tendo como consequência um aumento na susceptibilidade de doenças respiratórias e/ou prejuízo no processo produtivo (Angonese, 2007; Macari e Furlan, 2001).

Quantificar a produção de gases nas instalações animais tem se tornado uma preocupação mundial em razão do prejuízo causado ao meio ambiente, a saúde dos

funcionários, além de incidir sobre a saúde dos próprios animais interferindo consequentemente em seu desempenho produtivo.

Com isso crescentes estudos de mensuração da taxa de ventilação e determinação da emissão de gases poluentes, principalmente gases como amônia, dióxido de carbono e monóxido de carbono tem sido realizados devido demandas crescentes por pesquisas que avaliem a concentração e volume de emissão desses gases, visando aprimorar técnicas de coletas de dados e estudos dos efeitos no desenvolvimento e produção animal (Calvet et al., 2010).

#### a. Amônia

A amônia (NH<sub>3</sub>), gás incolor de odor acre, mais leve que o ar e solúvel em água, é produzida durante a degradação biológica das fezes dos animais, juntamente com ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S), metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>) (Hellicksone Walker, 1983).

A amônia é frequentemente o poluente tóxico mais encontrado em altas concentrações no interior das instalações zootécnicas, sendo sua formação atribuída à decomposição microbiana do ácido úrico dos excrementos (Macari e Furlan, 2001). Fatores como quantidade de excrementos dos animais, temperatura do ar, umidade e densidade de criação exercem influência sobre esta reação, aumentando os níveis de concentração de NH<sub>3</sub> e devem ser avaliados em estudos sobre qualidade do ar dentro dos ambientes de produção (Macari e Furlan, 2001). Segundo Wathes (1998), níveis de concentração de amônia dentro dos limites entre 10 a 20 ppm, são admissíveis para a maioria das produções animais. Entretanto pode ser detectado por humanos a partir de uma concentração de 10 ppm ou até menor.

Sainsbury (1981) afirma que até 50 ppm, considera-se seguro para a saúde do trabalhador. De 50 a 100 ppm, a amônia pode ser inalada sem grandes consequências. De 100 a 200 ppm, a amônia induz sonolência, salivação e inapetência, e em alguns animais, o crescimento é reduzido e ocorre redução do apetite. Curtis (1983) esclarece que o efeito da amônia sobre a saúde animal ocorre, em primeira instância como irritante de mucosas dos olhos e das vias respiratórias, e posteriormente, quando cai na corrente sanguínea, tem efeito tóxico sobre o metabolismo fisiológico.

De acordo com Cobb-Vantress (2005), exposição a 20 ppm de amônia por mais de 3 minutos causa danos ao trato respiratório e exposição a ambientes com concentrações iguais ou superiores a 25 ppm causa diminuição da produtividade dos animais. Estudos mostram que ambientes com níveis de concentração de amônia a partir de 10ppm poderão causar danos na superfície dos pulmões, a partir de 20ppm, podem aumentar a susceptibilidade a doenças respiratórias como pneumonia em alguns animais e a partir de 50ppm poderão reduzir a taxa de crescimento ou produtividade de grande parte dos animais criados em confinamento.

#### b. Dióxido de carbono ou gás carbônico (CO<sub>2</sub>)

É um gás atmosférico que possui concentração média em torno de 300 a 350 ppm, entretanto, no interior das instalações sua concentração pode ser mais elevada devido a processos biológicos e a processos metabólicos ocorrendo através da

respiração dos próprios animais em ambiente que haja deficiência de ventilação, pela queima de combustíveis provocado por aquecedores, e em maior quantidade pela decomposição de excretas e dejetos. A produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) pelo animal está diretamente relacionada com a sua produção de calor, em função do peso do animal, do nível de alimentação e do ambiente térmico (Baêta e Souza, 1997).

Alguns sistemas de aquecimento consomem oxigênio  $(O_2)$  do interior das instalações aumentando a concentração de  $CO_2$  especialmente em ambientes mal ventilados. Os efeitos do  $CO_2$  além de respiratórios são secundários metabólicos, reduzindo o  $O_2$  para níveis inferiores aos necessários à vida (Campos, 2009). De acordo com Naderet al. (2002), o  $CO_2$  quando em concentração igual ou superior a 5.000 ppm, sendo ele mais denso que o ar, causa nos animais aumento no ritmo respiratório e respirações mais profundas.

Conforme a recomendação de Wathes (1999), o limite máximo é de 3.000 ppm de dióxido de carbono no caso de exposição contínua dos animais nas instalações. E o limite de exposição para humanos, considerando-se 8 horas em média, é de 5.000 ppm.

#### c. Monóxido de carbono (CO)

O monóxido de carbono (CO) é um gás venenoso e inodoro que está presente em instalações animais, principalmente na época fria, nas primeiras semanas de alojamento dos animais, onde há aquecimento dos galpões. Nesse ambiente, o gás pode surgir a partir da combustão incompleta de combustível devido ao ajuste irregular dos aquecedores, umidade excessiva da lenha, aberturas desnecessárias da câmara de combustão, ocorrências de vazamentos e da ventilação inadequada.

Segundo Café e Andrade (2000), o monóxido de carbono presente a 0,04 a 0,05% no ar, causa sintomas de intoxicação como sonolência, respiração laboriosa, incoordenação, opistótono, espasmos, convulsão e morte em alguns animais.

De acordo com Curtis (1983), um dos principais efeitos da intoxicação por CO ocorre pela dificuldade das moléculas em carrear oxigênio, uma vez que o carbono compete com este na ligação com certas proteínas. Dessa forma, a intoxicação por CO conduz o animal à hipóxia. É recomendado pelo CIGR (1989) o limite máximo de exposição de 10 ppm de CO para os animais e o limite mínimo de  $O_2$  é de 19,5%, sendo normalmente encontrado na composição do ar atmosférico a 20,9%. O limite de exposição para humanos, considerando oito horas em média, é 50 ppm (Wathes, 1999).

#### REFERÊNCIAS

AGROCERES, Manejo dos pintos, In: Manual de manejo de frango de corte AGROSS, Rio Claro - SP, p. 9-13, 1997.

ANGONESE, André R.; CAMPOS, Alessandro T. and WELTER, Rosilene A. **Potencial de redução de emissão de equivalente de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor.** *Eng. Agríc.*[online]. 2007, vol.27, n.3, pp.648-657, 2007.

ARADAS, M. E. C. Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade. 106 p. Campinas. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2001.

- BAÊTA, F.C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of tempertature, humidity and wind velocity in the warm season. 1985. 218 f. Tese Doutorado University of Missouri, Columbia, 1985.
- BAETA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais— Conforto animal Viçosa, MG: UFV, 1997. 246 p.
- BARBOSA, F.A. Confinamento: Planejamento e Análise Econômica. Agronomia: O Portal da Ciência e tecnologia, 2009. Disponível em: <a href="http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos/confinamento/analise/economica.">http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos/confinamento/analise/economica.</a> htm> Acesso em: Acesso em: 01 de novembro de 2013.
- BRIDI, A. N. Instalações e Ambiência em Produção Animal. Disponível em: <a href="http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia">http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia</a> arquivos/EfeitosdoAmbienteTropicalso breaProducaoAnimal.pdfAcesso em: 31 de outubro de 2013.
- BUFFINGTON, C. S.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CALVET, S.; CAMBRA-LÓPEZ, M.; BLANES-VIDAL, V.; ESTELLÉS, F.; TORRES, A.G. Ventilation rates in mechanically-ventilated commercial poultry buildings in Southern Europe: measurement system development and uncertainty analysis. Biosystems Engineering, v.30, p.423-432, 2010.
- CAMPOS, Josiane A. et al. Air quality, thermal environment and performance of swines raised in farrowing with different dimensions. Engenharia Agrícola, v. 29, n. 3, p. 339-347, 2009.
- CARNEIRO, S.L.; ULBRICH, A.C.; FALKOWSKI, T.; CARVALHO, A.; SOARES JÚNIOR, D.; LLANILLO, R.F. Frango de Corte: Integração Produtor/ Indústria. Uma renda bimensal estável e a produção de composto orgânico na propriedade, 2004. Disponível em:<a href="http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\_pdf/redereferencia/pp\_modnortefrango.pdf">http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\_pdf/redereferencia/pp\_modnortefrango.pdf</a> Acesso em: 01 de novembro de 2013.
- CIGR Commission Internationale du Génie Rural, Climatization of animal houses. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1989 (2nd Report of Working Group).
- COBB-VANTRESS. **Guia de manejo de pollo de engorde.**Siloam Springs, Arkansas, 2005. 63p. Disponível em <a href="http://www.cobbvantress">http://www.cobbvantress</a>, com acesso em 13 de novembro de 2005.
- CURTIS, S. E.Environmental management in animal agriculture. Ames: The IowaStateUniversity Press, 1983; 409 p.
- DO AMARAL, Maíra Freire Pecegueiro. Avaliação De Sistema Para Monitoramento De Gás Amônia Em Galpões Avícolas Com Ventilação Negativa. Diss. Universidade Federal de Vicosa, 2007.
- EL-MEMARI NETO, A. C. Gestão de sistemas de produção de bovinos de corte: índices zootécnicos e econômicos como critérios para tomada de decisão. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. Anais. Viçosa: UFV, p.31-46, 2006.
- EMBRAPA GADO DE LEITE. Aspectos Agros e Zooecológicos. Disponível em: <a href="http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/aspectos.htm">http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/aspectos.htm</a> lAcesso em: 31/10/2013
- ESMAY, M. L. Principles of animal environment. Environmental Engineering in Agriculture and Food Series. The AVI PublishingCompany, Inc. 1982. 325p.
- FÁVERO, J.A. Produção Suínos. Embrapa suínos e aves. Sistemas de Produção, 2. ISSN 1678-8850, Versão Eletrônica, jan 2003. Disponível em: <a href="http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/manejoprodu">http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/manejoprodu</a> .html> Acesso em: 01 de novembro de 2013.
- FERREIRA, R.A. **Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos.** In: Embrapa Suínos e Aves Memórias 2000 Encontros Técnicos ABRAVES SC. Concórdia, Brasil, p.1-15, 2001.

- FERREIRA, R. A. Avaliação da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos para suínos de 15 a 60 kg mantidos em diferents ambientes térmicos. Viçosa, MG: UFV, 2001. 67 p. Tese.
- FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 04 a 06 de abril de 2006, Chapecó, SC. Anais... Chapecó, SC, Brasil.
- HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.33-48. 41
- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal** (mitos e realidades). 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 344, 2007.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Campinas: FACTA, 2001.
- MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S. Controles, registros e avaliação do desempenho defrangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. de A..; MACARI, M. Produção de Frangos de Corte. Campinas: FACTA. p. 323-336, 2004.
- MENEGALI, I. Diagnóstico da qualidade do ar na produção de frangos de corte eminstalações semi-climatizadas por pressão negativa e positiva, no inverno, no sul do Brasil. Viçosa, MG: UFV, 2005. 78p. (Dissertação de mestradoem Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- NÃÃS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. Editora ícone, 1989.
- OLIVEIRA, R.L., BARBOSA, M.A.A.F., BAGALDO, A.R., RIBEIRO, M.D.O zootecnista e os sistemas de produção de bovinos de corte. João Pessoa, PB UFPB/ABZ, 2008.
- PAULA, Marcos Oliveira de, D.Sc., **Isolamento térmico de aviários e seus efeitos na qualidade do ar interior, consumo de energia e desempenho produtivo de frangos de corte.** 107p. Viçosa. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, UFV, dezembro de 2009.
- PEREIRA, Alexandre Kluge Pereira. Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação positiva. 97p. Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2006.
- ROSA, Y. B. C. J. Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa - MG. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1984.
- SILVA, I.J.O.; PANDORFI, H.; ACARARO JR., I. et al. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.
- TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica.** 1<sup>a</sup> Edição, Jaboticabal, 2009 91p.
- TEIXEIRA, V.H. Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco MG. Viçosa, 1983. 62p.

  Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa.
- THOM, E.C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Trans.Amer. Soc. Heatg. Refrig. Air-Cond. Engrs.**, v.55, p.65-72, 1958.
- TINÔCO, I. F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.
- WHATES, C.M. Strive for clean air in your poutry house. **World Poultry**, v. 15, n.13, p. 17-79, 1998.
- ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; MACEDO, M.C.M. Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 53p. 1998. (EMBRAPA- CNPGC. Documentos, 70).



## Capítulo 14- Produção de leite a pasto no centro-sul brasileiro

Thiago Jaccoud Machado<sup>1</sup>; Gercílio Alves de Almeida Júnior<sup>2</sup>; Janaina Leite Barbosa<sup>3</sup>; Antônio Carlos Cóser<sup>2</sup>; Waldir Jaccoud Machado<sup>4</sup>; Priscila Alvarez Cabanêz<sup>5</sup>; Patrícia Alvarez Cabanêz<sup>6</sup>; Bernardo Murta Salomão<sup>3</sup>

#### Introdução

Dentre as diversas cadeias produtivas que representam a base de produção do país, a cadeia produtiva do leite desempenha papel relevante no agronegócio brasileiro. Durante muitos anos o país foi considerado um tradicional importador de produtos lácteos, já que não era auto-suficiente na produção de leite. A partir de 2004 esta situação foi modificada quando as importações de produtos lácteos passaram a ser substituídas pelas exportações.

O aumento no consumo mundial de leite e outros produtos lácteos líquidos (bebida láctea) deve-se principalmente aos mercados emergentes, como a Índia, Paquistão, China e Oriente Médio, por conta do crescimento da população, aumento da renda familiar, novos hábitos alimentares, maior conscientização e oferta de produtos lácteos (TETRA PAK, 2009).

Esses fatores aliados ao potencial de aumento da produtividade podem levar o Brasil a se tornar um dos maiores fornecedores globais de leite. No entanto, grande parte desta produção é baseada em sistemas extensivos com baixo emprego tecnológico (fator limitante da produção), conferindo baixa produtividade e baixa rentabilidade ao empresário rural.

Neste contexto, com o objetivo de conquistar novos mercados, os produtores brasileiros têm buscado o aumento da produtividade, associado à melhoria na qualidade do produto (LANA, 2007). Para isto, torna-se necessária a intensificação dos sistemas de produção, de forma a melhorar prioritariamente o manejo nutricional do rebanho pela melhoria da qualidade de forragem que é ofertada aos animais e pelo emprego de suplementação concentrada proporcionando condições favoráveis para que os animais expressem todo seu potencial produtivo.

Letras de Alegre. E-mail: <a href="mailto:priscila">priscila</a> cabanez@hotmail.com , <sup>6</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal – CCA/UFES. E-mail: <a href="mailto:capac@hotmail.com">capac@hotmail.com</a>

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Zootecnista, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. E-mail: <a href="mailto:thiagojaccoud@hotmail.com">thiagojaccoud@hotmail.com</a>, <sup>2</sup>Docente do CCA/UFES. E-mail: <a href="mailto:gercilio@cca.ufes.br">gercilio@cca.ufes.br</a>, <a href="mailto:acoser1@yahoo.com.br">acoser1@yahoo.com.br</a>, <a href="mailto:3Zootecnista">3Zootecnista</a>, <a href="mailto:Mestrando em Zootecnia">Mestrando em Zootecnia – UFVJM</a>. E-mail: <a href="mailto:janainaleite.zoo@gmail.com">janainaleite.zoo@gmail.com</a>, <a href="mailto:murtabernardo@hotmail.com">murtabernardo@hotmail.com</a>, <a href="mailto:4Tecnologo em Aquicultura">4Tecnologo em Aquicultura – IFES/Campus de Alegre, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. E-mail: <a href="mailto:waldirjacu@hotmail.com">waldirjacu@hotmail.com</a>, <a href="mailto:5BSc. Biologia">5BSc. Biologia – Faculdade de Filosofia</a>, Ciências e

#### 1. Situação Atual e Importância aa Pecuária Leiteira no Brasil

A pecuária leiteira no Brasil teve início em 1532 com a chegada dos primeiros animais no litoral paulista vindos da Europa por meio das expedições colonizadoras. Nestes quase cinco séculos a atividade caminhou vagarosamente e por etapas, sem muitas evoluções. Somente na década de 80 a pecuária leiteira no país começou a caminhar a passos mais largos (LEMOS, 2006), principalmente a partir da década de 90, devido às profundas alterações ocorridas no sistema agroindustrial do leite (JANK et al., 1999).

O setor é um dos mais importantes no agronegócio brasileiro, com relevante participação no valor bruto da produção agropecuária, sendo praticada em todo o território nacional e exercida principalmente por pequenos produtores por garantir uma renda mensal e ser uma atividade de baixo risco quando comparada com outras atividades, já que sua comercialização é garantida (SALVESTRO et al., 2009).

No ano de 2010 foram produzidos 30,71 bilhões de litros de leite no país, representando um aumento de 5,25% sobre o volume de 2009, ocupando a quinta posição entre os maiores produtores de leite (IBGE, 2010b). Apesar dessa elevada produção, a produtividade média do rebanho nacional é de apenas 1.261 litros/vaca/ano, embora existam significativas diferenças regionais, que variam de um mínimo de 309 litros/vaca/ano em Roraima a 2.321 litros/vaca/ano em Santa Catarina (IBGE, 2010a).

O Brasil é um país com grande potencial para produção de leite, podendo se tornar o maior exportador de produtos lácteos. No entanto, para se firmar no comércio internacional, também é necessário produzir leite de alta qualidade e a baixo custo. Porém, como grande parte desta produção é oriunda de sistemas de produção baseados em pastagens, o Brasil torna-se extremamente competitivo no mercado internacional (SILVA et al., 2009).

#### 2. Sistemas de Produção de Leite

De acordo com Assis et al. (2005), os sistemas de produção de leite a pasto podem ser classificados em: extensivo (a campo), semi-intensivo e intensivo, os quais são caracterizados pelo grau de intensificação, níveis tecnológicos, base alimentar, insumos, capacitação de mão-de-obra, assistência técnica e o módulo de exploração (DURÁN, 1999).

Para Santos et al. (2002), em sistemas extensivos os animais ocupam uma grande área, cujo rendimento normalmente é baixo, sendo mantidos em pastos nativos, na dependência quase exclusiva de recursos naturais. Segundo Aguiar (2003), a capacidade de suporte não ultrapassa 1,5 UA/ha (unidade animal/hectare) e a produção de leite está em torno de 1.200 litros de leite por vaca ordenhada por ano.

No caso do sistema semi-intensivo, a produção de leite por vaca ordenhada por ano pode variar de 1.200 a 2.000 litros, recebendo suplementação volumosa no período de menor crescimento do pasto e suplementação concentrada de acordo com a produtividade de cada animal. O pastejo neste sistema geralmente é do tipo rotacionado, sendo a pastagem subdividida em um número variável de piquetes de acordo com o número de animais (ASSIS et al., 2005). Este sistema de produção visa

reduzir a área útil, buscando a obtenção de maior produtividade, aumentando a rentabilidade pelo maior emprego tecnológico (MARION, 1990), como a melhoria das condições de alimentação (arraçoamento, sal mineral, etc.), e a introdução de novas raças produtivas adequadas à região, em substituição aos gados nativos.

As mesmas características são válidas para o sistema intensivo a pasto, que se diferenciam do semi-intensivo pela maior adoção de tecnologias como a correção e adubação dos solos e, na sua maioria, utilização de irrigação da pastagem, permitindo que o nível de produção de forragem seja alto, com consequente taxas de lotação superiores a 2,0 UA/ha (ASSIS et al., 2005). Os animais utilizados nesse sistema de produção apresentam um maior potencial produtivo, chegando a produzir acima de 4.500 litros de leite por vaca ordenhada por ano, necessitando de uma suplementação volumosa, em muitos casos, composta de silagem, feno e um maior fornecimento de concentrado (SOUZA, 2003, citado por SIMÕES et al., 2009).

A Tabela 1 apresenta resultados do trabalho realizado pela Embrapa Gado de Leite que avaliou a representatividade dos sistemas de produção na pecuária leiteira no país em 2005.

Tabela 1. Representatividade dos sistemas de produção na pecuária leiteira do Brasil.

	Produtore	Produçã	Vaca	N°	Produtividad	Produção
Sistemas	S	О	S	Vacas	e	L/prod./di
	%	%	%	/produto	L/vaca/ano	a
				r		
Extensiv	89,5	32,8	61,8	11	623	18
0	67,5	32,0	01,0	11	023	10
Semi-	8,9	37,7	27,2	47	1.626	210
Intensivo	0,7	37,7	21,2	77	1.020	210
Intensivo	1,6	24,9	10,1	100	2.898	791
a Pasto	1,0	24,7	10,1	100	2.070	771
Intensivo	0,1	4,6	1,0	275	5.297	3.986
Confinado	0,1	1,0	1,0	273	3.271	3.700
Total	100	100	100	15	1.172	50

Fonte: Embrapa Gado de Leite (2005).

Apesar da maior parte dos produtores de leite no país ainda optarem pelo sistema extensivo de produção de leite a campo, de acordo com Reis & Souza (2008), os antigos sistemas de produção de leite (extensivos e tradicionais) estão sendo substituídos por sistemas mais bem geridos (intensivos), visando um melhor retorno econômico ao produtor. Conforme observado na Tabela 2, os sistemas intensivos de produção de leite a pasto merecem destaque, pois apesar de ainda serem pouco difundidos no país (apenas 1,6% dos produtores), são responsáveis por cerca de 25% da produção de leite, enquanto os sistemas extensivos apesar de deterem maior parte dos produtores brasileiros (89%), são responsáveis por apenas cerca de 33% da produção. De forma geral, a maior representatividade dos sistemas intensivos e semi-intensivos na produção deve-se principalmente a maior produtividade que esses sistemas permitem alcançar. Já o sistema intensivo em confinamento apesar de

possibilitar elevada produção, não é muito adotado no país por requerer maiores dispêndios com investimento, aumentando o risco da atividade.

#### 3. Pastagem na Produção de Leite: Uso de Gramíneas Tropicais

Segundo Matos (2002), as pastagens exercem importantes funções na manutenção da integridade do solo (cobertura vegetal) e na alimentação do rebanho (principal fonte de nutrientes), sendo papel do produtor ou técnico conciliar a otimização da rentabilidade da área pastejada e mantê-la persistente e produtiva.

Nos últimos anos foram implementados muitos sistemas de produção a pasto com baixos níveis de insumo e utilizando forrageiras menos exigentes em fertilidade e adaptadas às condições de solos ácidos ou tolerantes a toxidez por alumínio, porém com níveis de produtividade muito baixos. Com tais níveis de produtividade, o custo de produção por quilograma de leite produzido ficava sempre muito elevado, em função dos custos fixos, principalmente aqueles relativos à terra, rebanho e benfeitorias (MATOS, 2002).

Neste contexto, o processo de intensificação da produção de leite implica no emprego de forrageiras de elevada capacidade de produção de matéria seca e boa qualidade nutricional. As espécies mais empregadas no Brasil pertencem aos gêneros *Pennisetum, Panicum, Setaria, Cynodon* e *Brachiaria* (MAGALHÃES et al., 2007).

Segundo Cecato et al. (2003) para produção de leite a pasto podem ser utilizadas desde espécies tropicais e subtropicais, como também as temperadas. A escolha da espécie deve ser baseada nas características da região, de forma a atender as necessidades dos animais (qualidade e quantidade de forragem). No entanto, as condições tropicais e subtropicais do Brasil Central, favorecem o desenvolvimento das gramíneas  $C_4$  (MATOS, 2002).

Plantas forrageiras de clima tropical apresentam maior potencial produtivo do que forrageiras de clima temperado. Têm-se registros de produção para cultivares do gênero *Cynodon* em torno de 15.000 a 30.000 kg/ha de MS, 30.000 a 40.000 kg/ha de MS para o gênero *Panicum* e de 50.000 a 60.000 kg/ha de MS para o gênero *Pennisetum*. Enquanto gramíneas de clima temperado, devido ao seu menor potencial produtivo, apresentam produções de 4.000 a 8.000 kg/ha de MS para a Azevém, de 5.000 a 8.000 kg/ha de MS para o gênero *Avena*, e de 3.000 a 7.000 Kg/ha de MS para as leguminosas de clima temperado (CECATO et al., 2003).

Apesar da superioridade em produção de MS por área pelas gramíneas tropicais, as gramíneas temperadas são superiores qualitativamente, garantindo produções de 15,0 a 24,0 kg de leite/vaca/dia, enquanto as primeiras são capazes de proporcionar apenas produções de 8,5 a 15,0 kg de leite/vaca/dia (CECATO et al., 2003), sendo este limite determinado pelo alto conteúdo de fibra e pela baixa digestibilidade da mesma (ALVIM et al., 1999). A maior produtividade animal diária em pastagens de clima temperado deve-se ao maior consumo do pasto quando comparado às pastagens de clima tropical, além de apresentar maior potencial protéico, de minerais e maior digestibilidade da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO), pelo baixo conteúdo de parede celular (CECATO et al., 2003), conforme a Tabela 2.

54.3

74.1

67,4

8.0

10,5

tropical Forrageira Clima Fase crescimento PB FDN DAMS (%) (%) (%)Vegetativa 71.2 55.9 Azevém Temperado 18,6 Temperado 65,9 Azevém Florescimento 16,7 61.0 Temperado 49.0 Alfafa 23,9 61.8 Temperado Trevo branco 24,8 42.0 68.0

28 dias

Folha

Tabela 2. Percentagem de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) de forragens de clima temperado e tropical

Fonte: Cecato et al. (2003).

Coast cross

Capim elefante

Tropical

Tropical

# 4. Potencial de Produção de Leite de Vacas Mantidas Exclusivamente em Pastagens

Tendo em vista que a produção de leite deve ser encarada como uma atividade econômica pelo produtor, o seu principal objetivo deve ser o aumento do lucro e não da produção individual por animal. Para isso, deve-se otimizar a produção de leite da propriedade com a utilização dos próprios recursos (produção de forragem), reduzindo a possível dependência de forragens conservadas e alimentos comprados para alimentação do rebanho (MATOS, 2002).

Entretanto, a rentabilidade da produção de leite baseada em pastagens depende do consumo de forragem e da otimização de seus nutrientes (GOMES, 2005), o que implica no emprego de forrageiras de boa produção de matéria seca e de qualidade nutricional (MAGALHÃES et al., 2007).

Administrar ração concentrada a vacas leiteiras é uma prática bastante eficiente do ponto de vista nutricional, porém, eleva de forma considerável os custos de produção pelo aumento em até 60% no custo com a alimentação, dependendo da região (VILELA et al., 1996).

Neste contexto, aqueles produtores que conseguirem reduzir seus custos de produção pela adoção de tecnologias adequadas, como formação e manejo de pastagens produtivas, poderão alcançar a sustentabilidade necessária para permanência na atividade. No entanto, pastagens tropicais sem o uso de alimentação suplementar são capazes de manter produções diárias apenas na ordem de 7 a 15 kg/dia, não excedendo a 4500 kg/lactação, tendo qualidade e disponibilidade do pasto como determinantes desse limite (REIS & SOUZA, 2008).

Deresz et al. (1994) evidenciaram produções em torno de 13,5 kg/vaca/dia trabalhando com vacas mantidas exclusivamente em pastagens de capim elefante, enquanto Poli et al. (2002) evidenciaram produções de 13,2, 14,45 e 14,17 kg/vaca/dia em pastagem com capim-tanzânia, Tifton 85 e capim-elefante (cv. Anão), respectivamente. Para Deresz (2000), as forrageiras tropicais proporcionam aumento nas taxas de lotação em até 5 vacas/ha, principalmente no período chuvoso, além de produção individual em torno de 14 kg de leite/vaca/dia, como observado na Tabela3 .

ciiuvosa			
Gramíneas	Taxa de lotação	Kg/vaca/dia	Kg/ha/dia
Capim-pangola	2,5	10,0	25,0
Capim-setária	2,7	10,4	28,0
Coast-cross	3,6	13,1	43,8
Capim-elefante	5,0	11,4	57,0

Tabela 3. Taxa de lotação e produção de leite de vacas leiteiras durante época a chuvosa

Fonte: Magalhães et al. (2007).

Apesar do potencial de produção de leite que essas gramíneas tropicais são capazes de oferecer, grande parte dos solos destinados à produção de forragem estão degradados e erodidos. Esta situação é agravada pela falta de correção e de reposição de nutrientes, sendo capazes de manter apenas gramíneas com baixa exigência em fertilidade, consequentemente de baixa qualidade e produção de matéria seca. Nessas condições para manter níveis satisfatórios de produção, muitas vezes o produtor é obrigado a utilizar alimentos concentrados, uma vez que vacas em lactação não conseguem contribuição adequada dessas pastagens para sua dieta, principalmente no início da lactação (MATOS, 2007).

### 5. Efeitos da Suplementação sobre a Produção de Leite

1.

Para Semmelmann (2007), a escolha do sistema mais adequado para produção de leite está intimamente ligada à disponibilidade dos fatores terra, capital e mão-de-obra. Quando se tem restrições de capital, porém tem-se disponibilidade de terra e mão-de-obra, os sistemas de produção exclusivamente a pasto e com rebanhos menos especializados são mais indicados (GOMES, 1985, citado por SEMMELMANN, 2007). Entretanto, para atingir níveis mais elevados de produção de leite nesses sistemas, é necessária a suplementação com alimentos concentrados (SEMMELMANN, 2007), que torna-se de maior ou menor importância em razão do potencial de produção de leite do animal e estágio da lactação (REIS & SOUZA, 2008).

De acordo com Santos et al. (2007), gramíneas tropicais quando trabalhadas intensivamente, mostram-se de alto valor nutricional, obtendo valores próximos as gramíneas temperadas. No entanto, o limite para produção de leite de vacas em pastagens tropicais não ultrapassa 4.500 kg/vaca/lactação, sendo esse limite determinado pelo alto conteúdo de fibra e pela baixa digestibilidade da mesma (ALVIM et al., 1999). Portanto, quando o potencial de produção de leite em uma pastagem é atingido, a suplementação concentrada torna-se uma alternativa para o aumento da produção de leite por animal (SANTOS et al., 2007).

Além do aumento da produção de leite por vaca, da taxa de lotação e da melhoria no desempenho reprodutivo do rebanho, outro objetivo primordial da suplementação de vacas em lactação sob pastejo com alimento concentrado é o de aumentar o consumo de matéria seca total e, por conseguinte, o consumo de energia (BARGO et al., 2003).

Para Reis & Souza (2008), embora a suplementação com alimentos concentrados possibilite aumento na produção dos animais, segundo Silva et al.

(2009), à medida que se aumenta o nível de suplementação, tem-se uma redução na resposta, que decresce de forma gradativa

Segundo Vilela et al. (1980) e Deresz & Matos (1996), a resposta à utilização de concentrados como suplemento para vacas leiteiras em pastagem varia de 0,50 a 0,90 kg de leite/kg de concentrado no período de chuva e de 0,80 a 0,95 no período de seca, enquanto Bargo et al. (2003) observaram resposta de 1,0 kg de leite por kg de concentrado.

Bargo et al. (2003) também afirmaram que a produção de leite por quilo de concentrado diminui com o aumento na quantidade de concentrado fornecido. Da mesma forma, Gomide & Silva (1998) verificaram decréscimo na resposta a produção de leite com o fornecimento de maiores níveis de concentrado e decréscimo progressivo na renda líquida para níveis de suplementação acima de 2,5 kg de concentrado/animal/dia. Para outros autores a resposta na produção de leite tende a diminuir quando se utiliza níveis superiores a 3 kg de concentrado, mas essa redução pode ser moderada até 6 kg de concentrado/dia (PEYRAUD, 2001).

Essa redução na eficiência de resposta da produção de leite pode ser explicada pela lei dos rendimentos decrescentes. Esta teoria afirma que o produto marginal (eficiência de resposta) de um insumo de produção (concentrado) diminui à medida que a utilização do insumo aumenta, quando a quantidade de todos os demais fatores de produção (insumos) permanecem constantes, até se tornar negativa.

De forma geral, a medida que aumenta-se a quantidade de concentrado fornecido aos animais (fator variável), a produção a princípio crescerá a taxas crescentes, entretanto, após certa quantidade de concentrado a produção passará a crescer a taxas decrescentes, até seu decréscimo.

#### 6. Efeitos da Suplementação sobre o Consumo de Matéria Seca da Pastagem

A redução na resposta em produção de leite no maior nível de concentrado é parcialmente devida ao efeito da substituição, uma vez que o animal deixa de consumir a forragem para consumir o concentrado. Para vacas em lactação mantidas exclusivamente a pasto, o consumo de energia é insuficiente para manutenção de grandes produções leiteiras. Diante disso, a vaca leiteira pode fazer uma simples substituição de um alimento de menor teor de energia (forragem), por um alimento com maior teor de energia, levando a um aumento no consumo de matéria seca, no entanto com redução do consumo de forragem, o que eleva o custo de produção (BARGO et al., citados por SOUZA, 2006).

Muitas pesquisas têm mostrado que a utilização de quantidades maiores de suplemento concentrado tem contribuído para o aumento no consumo de matéria seca total, mas com redução no consumo de pasto (BARGO et al., 2003; PULIDO & LEAVER, 2003). De acordo com Bargo et al. (2003), esta taxa de substituição (kg MS de pasto/kg MS suplemento) é influenciada por fatores relacionados à pastagem (disponibilidade, altura, espécie e qualidade da pastagem), ao suplemento (quantidade e tipo de suplemento) e ao animal (mérito leiteiro, potencial produtivo e estádio da lactação). A taxa de substituição será maior principalmente em casos de maior disponibilidade de forragem e maior conteúdo de energia consumida da forragem em relação à demanda total diária de energia.

De posse desses dados é possível observar uma redução no consumo de matéria seca proveniente da pastagem quando se utiliza maiores quantidades de alimentos concentrados pelo efeito da substituição, que eleva o custo de produção, aumentado o risco da atividade.

#### 7. Viabilidade Econômica da Produção de Leite em Pastagens

Nos últimos anos os modelos de produção de leite desenvolvidos no Brasil caracterizavam-se basicamente como sistemas intensivos de alta produtividade (confinados), em que apesar do aumento de produção, esta intensificação a curto prazo, gerou diversos problemas que inviabilizaram economicamente os sistemas de produção.

A produção de leite intensiva baseada em sistemas de confinamento, apesar de propiciar maiores produções individuais de leite por vaca, caso não obtenha grandes produtividades gera reduzida rentabilidade econômica do sistema (SOUZA, 2006).

Neste contexto, a eficiência econômica assumiu um papel fundamental no direcionamento da atividade leiteira, tornando necessária a busca por novas tecnologias para o aumento de produtividade. Para Vilela (1997), a saída do sistema estabulado (confinado) para o sistema de produção intensivo em pastagens produtivas de alto valor nutricional, seria uma alternativa para a melhoria na competitividade e sustentabilidade da produção de leite no Brasil. Esses sistemas de produção de leite a pasto são mais competitivos, pois requerem menores investimentos (BROOKES, 1996, citado por MAGALHÃES et al., 2007), menores custos com alimentação e mão-de-obra (VILELA et al., 1996) e por representarem menor impacto negativo sobre o meio ambiente pelo menor acúmulo de dejetos. Além disso, obtem-se benefício imediato de caráter econômico, com drástica redução nos custos de produção de leite, pela eliminação, do combustível, máquinas e equipamentos utilizados no processo de colheita da forragem (MATOS, 2002).

O sistema intensivo de produção de leite em pastagens pode reduzir o custo de produção pela redução do custo de alimentação de vacas leiteiras, visto que este fator (alimentação) pode representar mais de 50% dos custos de produção, aumentando dessa forma a margem líquida por vaca (PARKER et al., 1992), permitindo desenvolver cada vez mais os plantéis (BERNARDI & MARIN, 2002) e obter um retorno de vacas em lactação 30% superior ao sistema de alimentação no cocho, quando em explorações bem manejadas (VILELA, et al., 1996).

Em estudo realizado por White et al. (2002), nos Estados Unidos, os rebanhos manejados a pasto mostraram-se mais econômicos pela menor necessidade de mão-de-obra para manejo de animais, dejetos, conservação de forragem e pela menor taxa de descarte. A utilização de pasto na dieta de vacas leiteiras em países com baixos preços de leite tem surtido efeito na redução do custo de produção, já que esse custo é inversamente proporcional à participação do pasto na dieta dos animais (CLARK & JANS, 1995, citados por MATOS, 2002).

De forma geral o sistema de produção de leite em pastagens apresenta menor receita bruta quando comparado ao sistema confinado por apresentarem menores produções individuais (FONTANELI, 2001). No entanto, geralmente a margem bruta (calculada pela subtração da receita total dos custos variáveis) é superior no sistema

de produção em pastagens. Para Fontaneli & Fontaneli (2000), isso pode ser explicado pala redução nos investimentos, tais como: mão-de-obra, alimentos concentrados e combustíveis, favorecendo este sistema em termos de rentabilidade por área por ano, quando comparado ao sistema confinado (SOUZA, 2006). Staples et al. (1994), também evidenciaram um aumento na receita líquida por vaca devido os menores gastos, além de uma melhor saúde animal e menores taxas de descarte.

Em estudo realizado por Vilela et al. (1996) foram comparadas as produções de leite de vacas holandesas em pastagem de coast-cross (16,8% proteína bruta), irrigada e adubada com 350 kg de N/ha/ano e 280 kg de K<sub>2</sub>O/ha, suplementadas com 3 kg de concentrado com 23,5% PB, com vacas mantidas em confinamento total, recebendo silagem e concentrado conforme a fase de lactação. Os resultados obtidos indicam maior viabilidade econômica da produção de leite na pastagem, pois embora a receita proveniente do leite comercializado no sistema a pasto (produção de leite 20% menor) tenha sido inferior a do sistema confinado, a margem bruta foi 32% superior.

Este trabalho foi reavaliado por Vilela & Resende (2001), com preços corrigidos para dezembro de 2001, cujos resultados dos sistemas de produção de leite a pasto superaram em 34% a margem bruta obtida com vacas confinadas, recebendo dieta completa, apesar dos 20% de redução na produção das vacas mantidas a pasto, obtendo resultados semelhantes aos de Vilela et al. (1996).

Na Tabela 4 estão os dados obtidos por Silva (2005), que comparou as produções de leite de vacas mantidas a pasto com 20% de sua dieta proveniente de suplementação com vacas em confinamento total. A margem líquida (calculada pela subtração dos custos variáveis e custos fixos da receita total), no entanto, foi de R\$ 0,13/kg de leite produzido a pasto, contra R\$ 0,06/kg de leite produzido em confinamento.

Tabela 4. Custos operacionais, receitas e margens líquidas dos sistemas de produção de leite com vacas da raça Holandês, em pastagem de quicuio (*Pennisetum clandestinum*), no verão e aveia/azevém (*Avena sativa/Lollium multiflorum*), no inverno ou em confinamento total, na região de Castro-PR.

	Pasto + 20% Supl.	Confinamento Total
Leite (kg/ha/ano)	12.579,00	13.679,00
Custo Operacional (R\$/kg		
leite)		
Efetivo	0,37	0,51
Total	0,46	0,53
Receita (R\$/kg leite)	0,57	0,59
Margem Líquida		
R\$/kg leite	0,13	0,06
R\$/ha/ano	1.637,61	820,74

Fonte: Silva (2005).

De forma geral, diversos trabalhos têm mostrado que os sistemas de produção de leite baseados em pastagens manejadas adequadamente necessitam de menores

investimentos com suplementação alimentar quando comparado a sistemas confinados, possibilitando maiores retornos líquidos (BRYANT, 1993).

#### 8. Simulação: Avaliação a Pasto

Para Santos et al. (2007), a limitação nutritiva das gramíneas tropicais não é uma realidade, principalmente em sistemas intensivos, onde essas gramíneas quando bem manejadas mostram-se de alto valor nutritivo. No entanto, o consumo de MS ainda constitui um fator limitante para produção de leite, devido à concentração de parede celular de baixa degradabilidade.

Neste contexto, por meio desta simulação é possível observar o déficit nutricional ocasionado pela produção de leite exclusivamente a pasto, sem emprego de alimentos concentrados com objetivo de recuperar o escore de condição corporal, a fim de melhorar o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

A exigência nutricional foi obtida pelo NRC 1988 (Tabela 5), no qual foram consideradas vacas com 450 kg de peso vivo, produzindo 25 kg de leite no pico de lactação com 3,5% de gordura e persistência de lactação de 90%, conforme a Figura 1. O período de lactação foi dividido em três fases:

- 1º terço: 0 a 100 dias de lactação (0 dia de prenhez);
- 2º terço: 100 a 200 dias de lactação (67 dias de prenhez);
- 3º terço: 200 a 300 dias de lactação (167 dias de prenhez).

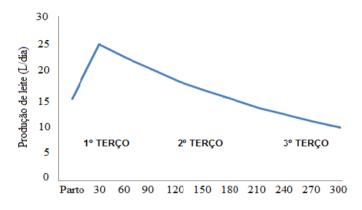
Visto que vacas em pico de lactação apresentam balanço energético negativo (BEN) e usualmente a perda de cerca de 1 unidade de escore de condição corporal (ECC), é necessário considerar que esses animais têm que ganhar em média 0,2 kg de peso vivo por dia (PV/dia) para recuperar ECC até a sua secagem.

Tabela 5. Necessidade nutricional de vacas em lactação

Lactação	ECC	PV	Prod. leite	MS	NDT	PB
(dias)	(unidades)	(kg)	(L/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)
50	2,5	450	23,3	16,15	11,22	2,57
150	2,75	470	16,4	14,10	9,34	2,06
250	3,25	490	11,6	12,57	8,03	1,68

1- ECC: Escore de condição corporal; 2- PV: Peso vivo; 3- MS: Matéria seca; 4- NDT: Nutrientes digestíveis totais; 5- PB: Proteína bruta.

Fonte: NRC (1988).



Periodo de lactação (dias)

Figura 1. Curva de lactação de vacas leiteiras, considerando três fases.

De acordo com Teixeira & Andrade (2001), a ingestão de matéria seca de pasto (MSI) é dada pela seguinte equação:

MSI (% PV) = 120/% de FDN na MS da forragem

Considerando que gramíneas tropicais, a exemplo de braquiárias, em que apresentam em média 69% de FDN; 9,0% de PB e 56% de NDT em condições de campo, pode-se calcular o consumo de MS proveniente da pastagem (1,74% PV) e obter a parcela de participação da pastagem para atender as necessidades nutricionais de vacas em lactação, conforme a tabela 6.

Tabela 6. Participação da pastagem tropical e da suplementação concentrada no aporte nutricional de vacas em lactação.

Lactação	Propriedades da		Défi	Déficit nutricional		Suplementação	
(dias)	pastagem (kg/dia)						concentrada
	MS	NDT	PB	MS	NDT	PB	(kg/dia)
50	7,83	4,38	0,70	8,32	6,84	1,86	9,24
150	8,18	4,58	0,74	5,92	4,76	1,32	6,58
250	8,53	4,77	0,77	4,04	3,26	0,90	4,49

1- MS: Matéria seca; 2- NDT: Nutrientes digestíveis totais; 3- PB: Proteína bruta.

De posse desses dados fica evidente que vacas em lactação mantidas exclusivamente em pastagens tropicais, mesmo quando manejadas intensivamente, não são capazes de ingerir MS de forragem suficiente para atender suas necessidades de mantença e lactação (fator limitante da produção). Dessa forma, os animais apresentam déficit nutricional, levando a mobilização de reservas corporais, reduzindo o ECC, comprometendo sua vida produtiva e reprodutiva por problemas na manifestação de estro, concepção, manutenção e desenvolvimento do feto, além de reduzir a produção e persistência a lactação. Daí a importância do emprego de alimentos concentrados visando aumentar o consumo de MS total e contornar os efeitos causados pelo déficit nutricional, aumentando a produção de leite e melhorando os índices reprodutivos do plantel.

#### 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de leite a pasto é uma atividade altamente viável de produção. Entretanto, deve ser tratada de forma empresarial, já que o produtor de leite tem a missão de tornar sua profissão uma atividade econômica, devendo para isso, lançar mão principalmente do apoio técnico qualificado, de forma a utilizar intensivamente o sistema de produção.

Na atualidade, o uso racional das pastagens é a chave da atividade leiteira, pois é o alimento mais barato e comumente utilizado na nutrição de ruminantes. O sistema de produção de leite baseado em pastagens bem manejadas possibilita maiores retornos líquidos aos produtores quando comparado ao sistema estabulado, devido aos menores dispêndios com suplementação alimentar, já que grande parte dos custos de produção são imputados à alimentação. Entretanto, pastagens, principalmente gramíneas tropicais, quando empregadas como alimento único para produção de leite, não são capazes de atender as exigências nutricionais de vacas com produção diária superior a 10 kg de leite (consumo reduzido de MS), comprometendo as reservas energéticas corporais para garantir a produção de leite nessas condições. Para minimizar e contornar tal situação, a suplementação concentrada deve ser empregada como uma ferramenta básica para suprir os déficits ocasionados pela produção de leite exclusiva a pasto pelo aumento no consumo de MS total, melhorando os índices produtivos e reprodutivos dos animais, aumentando a eficiência do sistema de produção, tornando o empresário rural mais competitivo no mercado.

#### 10. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. A. Sistema de pastejo rotacionado. In: CURSO DE MANEJO DE PASTAGENS, 2003, Itapetinga. **Apostila 1**... Itapetinga: SEBRAE, 2003. p.66-99.
- ALVIM, M.J., VERNEQUE, R.S., VILELA, D.; CÓSER, A. C.; BOTREL, A. C.; REZENDE, G. M. Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça holandesa em pastagens de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.34, n.9, p.1711-1720, 1999.
- ASSIS, G.; STOCK, L.A.; CAMPOS, O.F. de.; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. Sistemas de produção de leite no Brasil. **Circular Técnica**, Juiz de Fora, v.85, p.1-5, 2005.
- BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S; DELAHOY, J. E. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003. Disponível em: <a href="http://biblioteca.sp.san.gva.es/biblioteca/publicaciones/MATERIAL/METABUSQUEDAS/MUJER INFANTIL/12613846.PDF">http://biblioteca.sp.san.gva.es/biblioteca/publicaciones/MATERIAL/METABUSQUEDAS/MUJER INFANTIL/12613846.PDF</a> >. Acesso em: 13 ago. 2010.
- BERNARDI, J. R. A.; MARIN, C. M. Aspectos sobre a produção de leite a pasto. **Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina, v.2, n.1, p.65-69, 2002. Disponível em:<a href="http://www.fea.br/revista/ciencias%20agrarias%20e%20da%20saude%20v2%20n1%202002/artigo%2012%20v2%20n1%20002.pdf">http://www.fea.br/revista/ciencias%20agrarias%20e%20da%20saude%20v2%20n1%202002.pdf</a>). Acesso em: 15 ago. 2010.
- BRYANT, A.M. Dairying in New Zealand. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p.1587-1588.
- CECATO, U.; JOBIM. C.C.; CANTO, M.W.; REGO, F.C.A. Pastagens para a produção de leite, 2003. Disponível em: <a href="http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/pastagens-08-03">http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/pastagens-08-03</a>. pdf>. Acesso em: 13 ago. 2010.

- DERESZ, F. Potencial de produção de leite utilizando coast-cross e capim-elefante. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2000, Teresina. **Anais**... Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2000. v.1, p.165-180.
- DERESZ, F.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; BOTREL, M. A.; AROEIRA, L. J. M.; VÁSQUEZ, H. M.; MATOS, L. L. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para a produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994. p.183-199.
- DERESZ, F.; MATOS, L. L. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês Zebu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBZ, 1996. v.1, p.166-168.
- DURÁN, H. Câmbios tecnológicos e intensificasion em los sistemas pastoriles de produccion de leche em Urugay. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 181-184.
- EMBRAPA GADO DE LEITE. **Representatividade dos sistemas de produção na pecuária leiteira do Brasil**. 2005. Disponível em: <a href="http://www.cnpgl.embrapa.br/">http://www.cnpgl.embrapa.br/</a>>. Acesso em: 25 de ago. 2010.
- FONTANELI, R. S. Produção de leite a pasto. In: FÓRUM CATARINENSE SOBRE PRODUÇÃO DE RUMINANTES ATIVIDADE LEITE. 2., 2001, Lages. **Anais...** Lages: CAV/UDESC/ EPAGRI, 2001. p.40-59.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R.S. Cadeia forrageira para produção de leite no Rio Grande do sul. In: SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE. 2000, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo, 2000. p. 59-84.
- GOMES, I. P. O. Otimização da fermentação ruminal visando aumento na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p.288-295.
- GOMIDE, J. A.; SILVA, J. F. C. Valor nutritivo da aveia forrageira (*Avena bizantina*, L.) sob as formas de verde, silagem e feno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.7, n.1, p.145-157, 1998
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE divulga crescimento de produção leiteira. 2010. Disponível em: <a href="http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34328">http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34328</a>>. Acesso em: 25 de ago. 2010a.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, v.38, 2010. Disponível em: <a href="http://www.ibge.gov.br">http://www.ibge.gov.br</a>. Acesso em: 23 de marco de 2013b.
- JANK, M. S.; FARINA, E. M. O.; GALAN, V. B. O Agribusiness do leite no Brasil, 1999.
- LANA, R.P. Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades). 2.ed. Viçosa: UFV, 2007.
- LEMOS, J. O. **Zebu para beber**. Uberaba: Museu do Zebu, 2006.
- MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; BEZERRA, A. P. A.; MORAIS NETO, L.B.; COSTA, M. R. G. F.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Considerações sobre a produção de leite a pasto. **Revista electrónica de Veterinária**, v.8, n.9, 2007. Disponível em: <a href="http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090718.pdf">http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090718.pdf</a>>. Acesso em: 13 ago. 2010.
- MARION, J. C. Contabilidade da Pecuária. São Paulo: Atlas, 1990.
- MATOS, L. L. Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2002, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2002. p.156-183. Disponível em: <a href="http://www.nupel.uem.br/custos leitepdf">http://www.nupel.uem.br/custos leitepdf</a>>. Acesso em: 13 ago. 2010.
- MATOS, L. L. Produção de leite a pasto. In: ZOOTEC, 17., 2007, Londrina. **Anais**... Londrina: UEL, 2007.

- PARKER, W.J.; MULLER, L. D.; BUCKMASTER, D. R. Magenment and economic implications of intensive grazing on dairy farms in the Northeastern United States. **Journal of Dairy science**, v.75, p.2587-2597, 1992.
- PEYRAUD, J. L. Complementary supplementation of grazing dairy cows. **Technical Bulletin**, 2001. Disponível em: <<a href="http://www.rhhall.ie/print/Issue2\_2001.html">http://www.rhhall.ie/print/Issue2\_2001.html</a>>. Acesso em: 20 set. 2010.
- POLI, C. H. E. C.; FARINATTI, L. H. E.; SUÑE, R. W.; CASTILHOS, Z. M. S.; ZANOTELLI, F. O.; RIGON, J. L.; COLLARES, A. L. Avaliação de forrageiras tropicais para a produção de leite. In: REUNION DEL GRUPO TÉCNICO EN FORRAJERAS DEL CONO SUR, 19., 2002, Mercedes. **Anais**... Mercedes: INTA, 2002, p.128.
- PULIDO, R. G., LEAVER, J. D. Continuous and rotational grazing of dairy cows the interaction of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. **Grass and Forage Science**, n.58, p.265-275, 2003.
- REIS, R. B.; SOUZA, B. M. Suplementação de vacas leiteiras em pastagem manejada intensivamente. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 6., 2008, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2008. p.151-181.
- SALVESTRO, A. C.; JOSÉ, J. V.; GAVA, R. Caracterização do cenário da pecuária leiteira de Bom Sucesso. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 5., 2009, Maringá. Anais... Maringá: EPCC, 2009. Disponível em: <a href="http://www.cesumar.br/epcc2009/anais/alexandre\_castro\_salvestro\_2.pdf">http://www.cesumar.br/epcc2009/anais/alexandre\_castro\_salvestro\_2.pdf</a> >. Acesso em: 13 ago. 2010.
- SANTOS, F. A. P., MARTINEZ, J. C., GRECO, L. F. CARARETO, R.; PENATI, M. A. Nutrição das vacas em lactação, no período chuvoso, para produção intensiva de leite em pasto. In. SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE GADO DE LEITE; PRODUÇÃO DE LEITE EM PASTO, 3., 2007, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: UFMG, 2007. p. 1-27
- SANTOS, G. J; MARRION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de Custos na Agropecuária**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SEMMELMANN, C. E. N. **Suplementação nutricional em sistemas de produção de leite a pasto**. 2007. Tese (Doutorado em produção Animal) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- SILVA, C. V.; LANA, R. P.; CAMPOS, J. M. S.; QUEIROZ, A. C.; LEÃO, M. I.; ABREU, D. C. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p. 1372-1380, 2009. Disponível em: <a href="http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n7/v38n7a29.pdf">http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n7/v38n7a29.pdf</a>>. Acesso em: 13 ago. 2010.
- SILVA, H. A. Análise da viabilidade da produção de leite a pasto e com suplementos em áreas de integração lavoura-pecuária na Região dos Campos Gerais. 2005. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <a href="http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/2440/1/">http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/2440/1/</a> Disserta% C3%A7%C3%A3o%20-%20Hernani%20Alves%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 3 set. 2010.
- SIMÕES, A. R. P.; SILVA, R. M.; OLIVEIRA, M. V. M. de.; CRISTALDO, R. O.; BRITO, M. C. B. Avaliação econômica de três diferentes sistemas de produção de leite na região do Alto Pantanal Sul-mato-grossense. **Agrarian**, v.2, n.5, p. 153-167, 2009. Disponível em: <a href="http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/813/492">http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/813/492</a>>. Acesso em: 3 set. 2010.
- SOUZA, B. M. Consumo e ambiente ruminal de vacas holandês-zebu em lactação sob pastejo de *brachiaria* ssp suplementadas com diferentes quantidades de concentrado. 2006. 77f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

- STAPLES, C. R. VAN HORN, H. H.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing for lactating cows A step ahead or two-steps back? In: DAIRY PRODUCTION CONFERENCE, 31., 1994, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1994, p.76-82.
- TETRA PAK. CONSUMO MUNDIAL DE LEITE DEVE CRESCER NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS. 2009. Disponível em: <a href="http://www.tetrapak.com/br/sobre-a-tetra-pak/imprensa/noticias-e-releases/Pages/CONSUMO MUNDIAL DE LEITE">http://www.tetrapak.com/br/sobre-a-tetra-pak/imprensa/noticias-e-releases/Pages/CONSUMO MUNDIAL DE LEITE</a>
  DEVE CRESCER NOS PROXIMOS TRES ANOS.aspx>. Acesso em: 27 set. 2010.
- VILELA, D. Pastejo rotativo na intensificação da produção de leite. **Revista dos Criadores**, v.67, p. 34-39, 1997.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J.; CAMPOS, O. F.; RESENDE, J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1228-1244, 1996.
- VILELA, D.; CARDOSO, R. M.; SILVA, J. F. C.; GOMIDE, J. A. Efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite, por vacas em pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 9, n. 2, p. 214-232, 1980.
- VILELA, D.; ALVIM, M.J.; RESENDE, J.C.; LOPES, R. S. Produção de leite em pastagem de Coast-cross (*Cynodon dactylon*, L. Pers.) suplementada estrategicamente com concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 169-171.
- VILELA, D.; RESENDE, J. C. Custos de produção de leite em sistemas a pasto e confinado. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2001. p. 218-241.
- WHITE, S. L.; BENSON, G. A.; WASHBURN, S. P.; GREEN, Jr., J. T. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.95-104, 2002. Disponível em: <a href="http://sharon bennett.home.mindspring.com/MilkandEcon.pdf">http://sharon bennett.home.mindspring.com/MilkandEcon.pdf</a>>. Acesso em: 3 set. 2010.



### Capítulo 15- Uso de glicerina na alimentação de aves

# Ronaldo Barcellos de Carvalho<sup>1</sup>, Thamíres Vianello Maurície<sup>1</sup>, Bibliana da Costa Ferreira<sup>1</sup>, José Geraldo de Vargas Junior<sup>2</sup>

#### Introdução

A avicultura nacional, tem tido ao longo dos anos, grande avanço tecnológico em melhoramento genético, nutrição, sanidade, e técnicas de manejo. Boa parte das pesquisas nessa área visa maximizar a eficiência zootécnica e a redução de custos de produção, e um dos caminhos para se alcançar estes objetivos é a utilização de subprodutos em rações animais. Um subproduto agroindustrial que vem sendo estudado com grande potencial para a nutrição animal é a glicerina, oriunda da produção de biodiesel. Devido o seu valor energético, a glicerina surge como fonte de parte da energia necessária para atender as necessidades nutricionais do animal, podendo desta forma, dependendo da situação, substituir parte do milho utilizado. Por ser uma fonte renovável de energia e por preocupações climáticas decorrentes do uso de energias não renováveis, o biodiesel vem tendo sua produção aumentada, ocorrendo assim, uma maior disponibilidade de seus subprodutos, principalmente a glicerina bruta. Este resíduo apresenta diversas aplicações nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos, no uso alimentício e entre outras aplicações. Porém, para ele ser utilizado para esses fins, é necessário um processo de purificação muito oneroso, o que pode torná-lo inviável. Portanto, a utilização de glicerina como fonte energética em rações para aves mostra-se uma alternativa viável, pois não é necessário o processo de purificação, e ambientalmente sustentável, pois evita a contaminação do meio ambiente.

#### 1. Fonte da glicerina

A matriz energética mundial apresenta uma grande dependência dos combustíveis fósseis (79,6% são provenientes destes), que além de ser um recurso não renovável, também apresenta distribuição geográfica irregular, com grande concentração no Oriente Médio (ANP, 2005). Buscando amenizar essa dependência, o desenvolvimento de combustíveis alternativos vem ganhando destaque nas últimas décadas. Essa substituição tem sido motivada por fatores ambientais, econômicos e sociais, uma vez que toda a sociedade depende de seu uso. Nesse contexto, uma alternativa em destaque é o uso de biocombustíveis. O termo biocombustível remete à ideia do uso de produtos energéticos limpos e sustentáveis, podendo significar a

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Mestrando em Ciências Veterinárias – PPGCV/ CCA/ UFES, <sup>2</sup> Professor orientador PPGCV/ CCA/ UFES

transição de um modelo ancorado, fundamentalmente, no petróleo para um modelo baseado no uso de produtos de origem animal e vegetal renováveis e sustentáveis (ANP, 2005).

Desta forma, os biocombustíveis aparecem como oportunidades para diversos países e segmentos sociais, sobretudo aqueles ligados à produção agrícola. Este é o caso do Brasil, que além de ser importante produtor agrícola, possui grande extensão territorial e potencial edafoclimático para as espécies utilizadas para a sua produção.

O biodiesel é definido por Expedito (2003), como combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto. Sua constituição química é uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos. O tipo de óleo para produção do biodiesel pode ser obtido de vegetais, gorduras animais, resíduos industriais e domésticos.

No Brasil, o governo incentiva a obtenção do biodiesel pelo método de transesterificação, que consiste na reação química de triglicerídeos com álcoois (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou potássio), resultando na substituição do grupo éster do glicerol pelo grupo etanol ou metanol (figura 1). A glicerina bruta (com teores de glicerol variando de 80 a 95 %) é um subproduto da reação, e deve ser purificada antes da venda para se aumentar a eficiência econômica do processo (BRASIL, 2005)

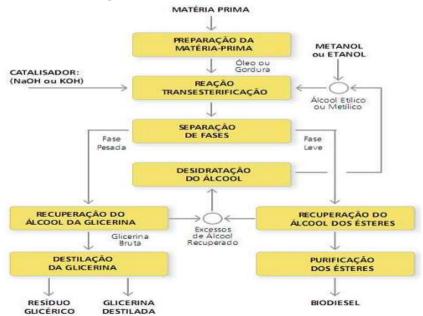


Figura 1: Fluxograma da produção de biodiesel

Fonte: BRASIL, 2005

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (2008), em 2007, a produção de biodiesel no Brasil foi de aproximadamente 350 milhões de litros. Como subproduto, foram gerados cerca de 38 milhões de litros de glicerina bruta.

Devido o seu rápido aumento de produção a sua popularização, os termos glicerol e glicerina são comumente confundidos. O termo glicerol aplica-se somente ao componente químico puro 1,2,3-propanotriol (IUPAC,1993). Segundo Benazzi (2005), o termo glicerina é utilizado para o composto com 95% ou mais de glicerol em sua composição, já a glicerina (glicerina bruta) obtida no processamento do biodiesel é composta de 80 a 95% de glicerol. De acordo com Berenchtein (2008), são necessários processos complexos e de alto custo para que a glicerina bruta alcance as exigências em grau de pureza necessária para fins alimentícios e farmacêuticos, visto que apresentam impurezas dos processos catalíticos, de transesterificação e/ou em função da matéria-prima utilizada.

#### 2. Caracterização da glicerina

As características físicas, químicas e nutricionais da glicerina bruta dependem do ácido graxo utilizado (gordura animal ou óleo vegetal) e da catálise empregada na produção do biodiesel, bem como da eficiência dos equipamentos utilizados no processo (KERR ET AL., 2007). Penz Junior e Gianfelice (2008) afirmam que para medir a eficiência no processo de fabricação, a concentração energética da glicerina bruta é eficaz. Níveis baixos de energia bruta é resposta do melhor aproveitamento dos ácidos graxos no processamento, sem sobra de triglicerídeos intactos. Porém, níveis de energia bruta elevados podem significar a ineficiência do processo, acarretando em maior concentração dos produtos residuais. No tabela 1, são apresentadas algumas diferenças entre a glicerina bruta e glicerina refinada.

Tabela 1: Características da glicerina bruta e refinada

	Glicerina Bruta	Glicerina Refinada
Cor	Amarela	Transparente
Glicerol total (%)	86,95	99,5 Min.
Metanol (%)	0,028	0,015
pH (%)	5,33	6,5-7,5
Umidade (%)	9,22	0,5 Max.
Cloro (%)	1,86	0,001 Max.

Fonte: Kic Chemicals, (2012)

Na indústria, quando purificada, a glicerina pode ser utilizada em tabaco, alimentos, bebidas e cosméticos (PERES ET AL., 2005). Com o crescente aumento de produção, surge à necessidade de se pesquisar alternativas viáveis para a utilização da glicerina bruta, nesse sentido, a alimentação animal pode tornar-se um destino. Dozier et al. (2008) e Cerrate et al. (2006), sugerem a utilização do glicerina como uma alternativa de substituição aos ingredientes fontes de carboidratos, pelo seu valor energético. Segundo Henn e Zanin (2009), a utilização de 1% de glicerina bruta originada da produção do biodiesel na composição das rações de aves e suínos, haveria um consumo de 480 mil toneladas de glicerina por ano.

Bartlet e Schneider (2002) relatam que a energia metabolizável da glicerina bruta determinada com frangos de corte, galinhas poedeiras e suínos apresentam variação em função da quantidade de glicerina fornecida (Tabela 2). No entanto,

devido à falta padronização da glicerina, esses valores podem mudar, e isso geralmente está relacionado ao grau de pureza da mesma.

Tabela 2: Energia Metabolizável (EM) da glicerina observada em diferentes espécies animais

Glicerina Bruta		EM – kcal/kg	
%	Frangos de corte	Poedeiras	Suínos
5	4,237	4,204	4,180
10	4,056	4,108	3,439
15	3,686	3,475	2,256

Fonte: Kerr et al. (2007)

A adição de glicerol na dieta proporciona ao animal substrato para a síntese de produtos como, glicose, piruvato e intermediários do ciclo de Krebs, tais como malato e oxaloacetato (ROSEBROUGH ET AL., 1980). Além disso, o glicerol, devido as suas características físicas, pode reduzir o pó das rações e dos suplementos minerais e vitamínicos, além de servir para melhorar a palatabilidade das rações (PIESKER E DERSJANT-LI, 2006).

Outro fator que propicia seu uso na alimentação animal, é que desde 1959, o glicerol é reconhecido como substância atóxica, permitido como aditivo em alimentos, e também considerado como substância "GRAS" (Generally Regraded as Safe) pelo Food and Drug Administration dos Estados Unidos, e permitido em alimentos (MORRISON, 1994). No Brasil, seu uso em produtos alimentícios é assegurado pela Resolução de nº 386, de 5 de Agosto de 1999 (ANVISA). Em setembro de 2010, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu os padrões de qualidade para a utilização da glicerina bruta na alimentação animal. Esta deve conter no mínimo 80% de glicerol; no máximo 13% de umidade; e 150 mg/kg de metanol; enquanto os teores mínimos de sódio e matéria mineral, devem ser garantidos pelo fabricante, podendo variar no entanto, de acordo como o processo produtivo

#### 2. Metabolismo do glicerol

O glicerol é um componente do metabolismo normal dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células. Ele é derivado de lipólise no tecido adiposo, por meio da hidrólise de triglicerídeos e gordura dietética (LIN, 1977). Apesar do glicerol não ser um nutriente, ele possui fonte de energia semelhante aos carboidratos. Sua fórmula estrutural contém carbono, hidrogênio e oxigênio e está presente em estrutura corporal, principalmente na forma de triacilglicerol, em diferentes espécies animais (BRISSON ET AL., 2001).

Considerado fundamental dentro do sistema metabólico de microrganismos, o glicerol atua como precursor de numerosos compostos, e regulador de vários mecanismos bioquímicos intracelulares (LAGES ET AL., 1999). O glicerol também

tem seu papel osmorregulador, para muitos animais e células vegetais, ele constitui o principal soluto osmoprotetor. As células reagem ao aumento da concentração do ambiente externo, por produção de altos níveis intracelulares de glicerol e por meio da redução na permeabilidade da membrana (NEVOIGT E STAHL, 1997).

O glicerol é um precursor do gliceraldeído 3-fosfato (figura 2), intermediário na via lipogênese, gliconeogênica e glicolítica, onde produz respectivamente, lipídeos, glicose e energia (BRISSON ET AL., 2001).

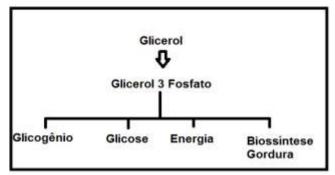


Figura 2: Metabolismo do glicerol Fonte: adaptado de BEST, (2006)

O metabolismo do glicerol ocorre em grande parte no fígado e rins (LIN ET AL., 1977) e fornece energia para o metabolismo celular. Aproximadamente 90% da gliconeogênese ocorre no fígado, enquanto os rins, fornecem 10% das moléculas de glicose sintetizadas. Assim, os rins desempenham papel reduzido, quando comparado ao fígado, exceto durante um jejum prolongado, quando eles se tornam importantes órgãos produtores de glicose (CHAMPE E HARVEY, 1996).

Quando o corpo utiliza as reservas de gordura corporal como fonte de energia, o glicerol e ácidos graxos são liberados na corrente sanguínea. Durante a digestão, triglicerídeos são hidrolisados por lipases pancreáticas, para formar ácidos graxos livres e glicerol (BRODY, 1994). O glicerol é solúvel em água e livremente entra no sangue portal, sendo facilmente absorvido no intestino delgado. Uma vez absorvido, o glicerol é transportado para os tecidos ativos, sendo convertido, por enzimas intracelulares, em glicerol-3-fosfato. Este, penetra na via glicolítica (GUYTON, 1991), podendo ser convertido em glicose via gliconeogênese (EMMANUEL ET AL., 1983), ou oxidado para produção de energia, através da glicólise e ciclo do ácido cítrico, que pode ser responsável por 60% do destino metabólico do glicerol em condições basais (ROSEBROUGH ET AL., 1980).

Berry et al. (1973) estudando metabolismo em células isoladas do fígado de ratos, observaram que o glicerol é o principal produto do metabolismo celular. Segundo Emmanuel et al. (1983), 72% do glicerol disponível para metabolismo em aves, foi convertido em glicose, quando as aves estavam em jejum.

Em virtude do sabor doce e pequeno tamanho molecular, o glicerol pode aumentar o consumo de ração e ser eficientemente absorvido no intestino dos animais. Em galinhas poedeiras Bartelt e Schneider (2002), detectaram que a absorção

intestinal de glicerol foi superior a 97%. Esta alta taxa de absorção do glicerol devese, provavelmente, ao seu baixo peso molecular e à característica de ser solúvel em água, o que faz com que seja facilmente absorvido, não necessitando de formação de micela, como observado para os ácidos graxos de cadeia média e longa (GUYTON, 1991). Isso poderá resultar em aumento no conteúdo de lipídios, e assim, na massa de fígado. Portanto, o aumento do teor de glicerol na alimentação também pode afetar o metabolismo dos triglicerídeos em animais, induzindo a adaptações bioquímicas e fisiológicas, especialmente no fígado (DASARI, 2007). Essas adaptações, podem variar de acordo com a espécie animal, idade, estágio produtivo e ou sanitário.

Min et al. (2010) relatam que em altas taxas de inclusão, as aves aparentemente não são capazes de metabolizar todo o glicerol absorvido, diminuindo sua digestibilidade. De acordo com o autor, uma possível explicação para isso, seria que a ativação enzimática do glicerol por meio da enzima glicerol quinase, para assim formar glicerol-3-fosfato, estaria comprometida, limitando a absorção. Sendo, portanto, parcialmente metabolizado, presume-se que o restante do glicerol seja excretado na urina, principalmente quando utilizados altos níveis de inclusão (DASARI, 2007). Barteczko e Kaminski (1999), já haviam observado em frangos de corte, que alta quantidade de glicerol na dieta pode aumentar a taxa de passagem da digesta e, desta forma, comprometer a utilização dos nutrientes.

Além de servir como fonte de energia, o glicerol também pode ter efeitos positivos sobre a retenção de aminoácidos ou nitrogênio, conforme sumarizado por Cerrate et al. (2006), a ação do glicerol pode inibir a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase e, por conseguinte, resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos e favorecer a deposição de proteína corporal.

#### 4. Valor energético

Diferentemente dos alimentos considerados básicos na formulação de rações, como o milho, o farelo de soja e o farelo de trigo, por exemplo, a glicerina apresenta composição química bastante variável, em virtude das gorduras utilizadas para sua produção, ser proveniente de variadas fontes, além dos contaminantes presentes, em consequência das técnicas de processamento do biodiesel (PASQUETTI, 2011). É imprescindível saber com precisão o valor energético da glicerina, para utilizá-la na formulação de rações.

Waldroup (2007) descreve a glicerina como suplemento dietético para suplementar energia na dieta de frangos, sendo fonte de calorias que pode prover energia para manutenção e crescimento sem qualquer efeito adverso na qualidade da carne. Mourot et al. (1994) consideram que o glicerol pode ser fonte de energia prontamente disponível, podendo ser muito útil na alimentação de leitões recémnascidos, já que geralmente esses animais estão em estado de déficit de energia.

Utilizando glicerina (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625±25 kcal/kg de EB), em níveis de 0; 5; 10; e 20%, Lammers et al. (2007a), obtiveram 3.386 kcal/kg de energia digestível para suínos em crescimento. Já para animais na fase de terminação, o valor foi de 3.772 kcal/kg.

Valores de energia bruta da glicerina, próximos aos valores de energia metabolizável, podem representar alta digestibilidade do ingrediente utilizado (PENZ JUNIOR E GIANFELICE, 2008).

Em outros estudos realizados com suínos, observa-se redução nos valores de energia metabolizável (EM) à medida que aumentam os níveis de inclusão nas dietas. Trabalhando com glicerina (99,9% de glicerol), para suínos machos castrados (34 kg), em níveis de 5; 10; e 15%, Bartelt e Schneider (2002) obtiveram valores de 4.177; 3.436; e 2.524 kcal/kg, respectivamente. Da mesma forma Lammers et al. (2008b), utilizando níveis de 5; 10; e 20% da mesma glicerina usada por Lammers et al. (2007a), estimaram valores de 3.601; 3.239; e 2.579 kcal/kg de EM, respectivamente. Porém, quando utilizaram suínos em terminação, os autores não observaram efeito dos níveis (5; 10; e 20%) de glicerina sobre a energia metabolizável (LAMMERS ET AL., 2008b).

Dozier et al. (2008) determinaram os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio e energia bruta de 3.625 kcal/kg) para frangos de corte de diferentes idades. Utilizando dietas não corrigidas para o teor de sódio, em aves de 4 a 11, 17 a 25 e 37 a 45 dias de idade, foram observados, respectivamente, os valores de EMAn de 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg.

Lammers et al. (2008b) mediram os valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) da glicerina bruta (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio e energia bruta de 3.625 kcal/kg) para leitões na fase de creche (3 experimentos) e suínos em terminação (2 experimentos). Para os 5 experimentos, foi calculado que a ED da glicerina bruta correspondeu, em média, a 92% da energia bruta e que a razão EM:ED foi de 96%. Na avaliação global, a ED da glicerina bruta para suínos foi de 3.344 kcal/kg e a EM foi de 3.207 kcal/kg. Entretanto, os autores relataram que houve um declínio na estimativa da EM da glicerina com níveis crescentes de inclusão na ração para 5, 10 e 20% de inclusão, respectivamente); esse declínio não ocorreu para animais em terminação. Isso evidencia, que suínos mais jovens possuem certa limitação de metabolizar o glicerol em relação a animais adultos, quando estes são adicionados em altos níveis nas dietas.

Dozier et al. (2008) desenvolveram três experimentos com frangos de corte em diferentes idades, envolvendo glicerina com características semelhantes à utilizada por Lammers et al. (2007a; 2008b). O Experimento I foi de quatro a 11 dias de idade, em que os tratamentos consistiram de duas dietas, uma com zero, e outra com 6% de glicerina; os Experimentos, II e III, continham níveis de 0; 3; 6; e 9% de glicerina, em que o segundo foi de 17 a 24 dias, e o terceiro de 38 a 45 dias de idade. Os valores de EMAn foram 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg, respectivamente, para cada período avaliado.

Avaliando níveis crescentes de inclusão (6%; 12; e 18%) de glicerina bruta mista (GBM= 5.242 kcal/kg EB; 55,45% de glicerol; 50.500 mg de metanol/kg; 1,99% de Na; 21,5% de ácidos graxos totais) proveniente de gordura animal e óleo vegetal, ou glicerina bruta vegetal (GBV= 5.247 kcal/kg EB; 55,95% de glicerol; 10.960 mg de metanol/kg; 1,62% de Na; 23,30% de ácidos graxos totais), Carvalho (2011) determinou, com suínos na fase de crescimento/terminação (45,08 ± 4,11 kg de peso vivo), valores de energia digestível de 5.234 e 5.040 kcal/kg para a glicerina

bruta mista e bruta vegetal, respectivamente. Os valores de energia metabolizável foram de 4.707 e 4.481 kcal/kg, respectivamente. Os teores de ácidos graxos das glicerinas proporcionaram elevado conteúdo de EB, e os suínos mostraram boa eficiência na utilização das glicerinas, em que os coeficientes de metabolizabilidade da EB foram 89,95% para a GBM e 85,38% para a GBV.

Em outro estudo, foram testadas quatro dietas para galinhas poedeiras, formuladas a partir de uma dieta basal, em que 5; 10; e 15% de glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625±25 kcal/kg de EB) foram substituídas em igualdade de peso, por glicose (3.640 kcal/kg de EMAn). Os autores observaram aumento linear na EMAn à medida que aumentou a inclusão de glicerina bruta em relação à quantidade de glicose, sendo estimado valor de 3.805 kcal/kg, e coeficiente de metabolizabilidade de 105% (Lammers et al., 2008c). Isso pode ocorrer pelo fato de que a glicose livre, esta mais facilmente acessível para ser absorvida e, isto pode fazer com que haja saturação dos sítios de absorção, reduzindo a eficiência de utilização da glicose pelo animal, já com a glicerina bruta, que possui menor pureza, essa competição não acontece. Isso indica a eficiente utilização da glicerina bruta pelas galinhas poedeiras.

Trabalhando com 10% de inclusão de glicerina vegetal bruta (GVB) e glicerina vegetal semipurificada (GVS), para codornas de corte com 20 dias de idade, Batista (2010) obteve valores de energia bruta de 5.275 e 3.585 kcal/kg, sendo os valores de EMAn de 4.564 e 3.068 kcal/kg MN, respectivamente. Abd-Elsamee et al. (2010), que utilizando glicerina com 84,65% de glicerol; 10,17% de umidade; 3,41% Na; e 3.445 kcal/kg de energia bruta, obtiveram 3.312 kcal/kg de EMA para galos com 28 semanas de idade.

Para frangos de corte, Cerrate et al. (2006) estimaram valor de EMAn de 3.527 kcal/kg, utilizando níveis de 5 e 10% de inclusão. O valor de EB foi de 3.596 kcal/kg.

Em codornas de corte em crescimento, Pasquetti (2011) estimou valor de EMAn de 4.893 kcal/kg de matéria natural para glicerina bruta e 2.476 kcal/kg de matéria natural para glicerina semipurificada.

Os valores de energia metabolizável determinados para a glicerina bruta são muito próximos quando comparados aos valores de energia metabolizável aparente do milho para suínos (3.340 kcal/kg) e aves (3.381 kcal/kg) (ROSTAGNO ET AL., 2011). Isto evidencia o potencial de uso da glicerina como ingrediente energético de rações para estas espécies.

#### 5. Utilizações na alimentação de aves

Devido à potencialidade energética da glicerina como ingrediente em rações para alimentação animal, vários estudos veem sendo realizados para verificar a sua eficiência. Utilizando glicerina bruta mista (2; 4; 6; 8; e 10% de inclusão) em frangos de corte, Guerra et al. (2011), verificaram efeito linear crescente para o consumo de ração e conversão alimentar, no período inicial (1 a 21 dias de idade). O mesmo comportamento foi observado para consumo de ração no período de 1 a 42 dias e conversão alimentar para o período de crescimento (22 a 42 dias) e total (1 a 42 dias). Houve um aumento de consumo de ração, sem ocorrer mudança em ganho de peso, o que resultou na conversão alimentar mais alta. Os Autores afirmam que a glicerina

bruta pode ser incluída nas rações de frangos de corte, em até 5% sem influenciar o seu desempenho zootécnico e a composição química da carcaça. O decréscimo no ganho de peso após o nível de 5% pode ter ocorrido pelo fato da energia metabolizável das dietas estarem superestimadas assim a ingestão de alimento pelas aves não conseguiu suprir a exigência mínima necessária para a deposição de proteína.

Utilizando níveis de inclusão de 3, 6, 9,12 e 15% de glicerina bruta e semipurificada em rações de codornas de corte, nas fases de 1 a 14 dias (fase inicial) e de 15 a 35 dias (fase final), Pasquetti (2011), constatou na fase inicial, aumento linear do consumo de ração e da conversão alimentar, mostrando piora desta conversão. Por outro lado, a glicerina semipurificada influenciou de forma quadrática o peso vivo e o ganho de peso. O autor conclui que glicerinas podem ser incluídas em nível de 10% nas dietas de codornas de corte, na fase de um a 14 dias de idade. Já na fase final, o peso vivo, ganho de peso, consumo de ração, umidade da cama e rendimento de peito aumentaram linearmente com a inclusão dos níveis de glicerina bruta, Concluindo que na fase de 15 a 35 dias, as glicerinas podem ser incluídas nas dietas de codornas de corte, até o nível de 15%.

Abd-Elsamee et al. (2010), utilizando glicerina (84,65% de glicerol, 10,17% de umidade, 3,41% Na), não observaram diferenças no peso vivo de frangos de corte, nos períodos de 14 a 28; 28 a 42; e 7 a 42 dias de idade. Entretanto, na fase de 7 a 14 dias, os tratamentos com 4; 6 e 8% de glicerina apresentaram maior peso vivo e ganho de peso, do que quando comparados à ração com 0% de inclusão e 2% de glicerina. Eles observaram que a glicerina pode ser utilizada efetivamente por frango de corte, em níveis de 6 e 8%, sem prejudicar o desempenho e a qualidade da carne. Os autores relatam que a opção pela utilização da glicerina é dependente da viabilidade econômica. Trabalhando com glicerina vegetal semipurificada (95,62% de MS; 0,87% Na; 0,12% K; 0,36% Cl) e vegetal bruta (97,46% de MS; 1,62% Na; 0,17% K; 0,46% Cl), com níveis de inclusão de 4; 8; 12; e 16%, para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade, Batista (2010) também relata que as glicerinas podem ser utilizadas até 16% nas dietas, salientando que seu uso dependerá dos preços dos demais ingredientes das rações.

McCann e Griffiths (2009), pesquisando níveis de 0; 3,3; 6,7 e 10% de glicerol em substituição ao trigo nas dietas de frangos de corte de 7 a 28 dias de idade, observaram aumento linear crescente para a energia metabolizável aparente com a inclusão do produto, que refletiu melhorando a conversão alimentar. Porém, sem influenciar o peso corporal e consumo de ração.

Em experimento com poedeiras, utilizando níveis de 2; 4 e 6% de glicerina bruta, Swiatkiewicz et al. (2009), não encontraram interferência da inclusão de glicerina em nenhum nível para índices de desempenho (produção de ovos, peso dos ovos e conversão alimentar, podendo então ser adicionados até 6% de glicerina em poedeiras, sem efeito negativo no seu desempenho produtivo.

Menten et al. (2008), avaliando o farelo de soja suplementado com 10% de glicerina bruta (81,47% de glicerol, 153 ppm de metanol e 2,4% de sódio) na dieta de frangos de corte em dois períodos (1-21 e 1-42 dias de idade), obtiveram melhora significativa no primeiro período, quando comparam a glicerina à ração com 0% de inclusão. Por outro lado, no período de um a 42 dias, os autores verificaram resultados semelhantes entre o tratamento contendo glicerina e a ração com 0% de inclusão. Os

autores concluíram que o mesmo pode ser utilizado durante todo o período de criação sem afetar o desempenho das aves, desde que sejam considerados os devidos ajustes nutricionais, em termos de energia, aminoácidos e sódio.

Testando a inclusão de até 15% de glicerina bruta na dieta de galinhas poedeiras, Lammers et al. (2008b) não observaram qualquer efeito sobre o consumo diário de ração ou na produção de ovos, peso dos ovos e massa dos ovos produzidos.

Utilizando 0; 5; e 10% de glicerina (0,5% de metanol), para frangos de corte até 42 dias de idade, Waldroup (2007), verificou que o desempenho das aves que consumiram 5% de glicerina foi semelhante à ração testemunha. Nas dietas com 5 e 10% de glicerina, houve melhora significativa no rendimento de peito. O autor menciona que a glicerina, pode ser uma fonte alternativa de energia para aves, podendo ser incluída em até 10%. No entanto, alguns problemas relacionados à qualidade do produto, como níveis de metanol, sódio, potássio e o teor de umidade, devem ser considerados. Estes mesmos autores em seu trabalho, observaram que o consumo de ração foi influenciado negativamente em consequência da dificuldade de fluidez das rações nos comedouros. A inclusão de 10% de glicerina na dieta melhorou o desempenho de frangos de corte (BARTECZKO E KAMINSKI, 1999).

Em frangos de corte, Cerrate et al. (2006), relataram que a inclusão de 5% de glicerina, foi semelhante à ração testemunha para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, em todas as idades avaliadas (1-14; 14-35; e 35-42 dias). Efeitos semelhantes foram observados sobre o peso vivo, na fase de 1 a 14 dias, quando da utilização de 10% de glicerina. Os autores apontaram como responsável da queda nos parâmetros de desempenho, o consumo reduzido, causado por menor fluxo de ração nos comedouros. Isso é um ponto negativo, porque demanda atenção redobrada no manejo dos comedouros manuais. Porém, a formação de grânulos que ocorre no momento da mistura da ração, pode ser reduzida através de técnicas de manuseio, como por exemplo, fazendo a pré mistura da glicerina com um ingrediente sólido (farelo de soja), e preferencialmente, realizando a mistura em misturadores horizontais.

Simon et al. (1997) observaram que frangos alimentados com dietas contendo 10% de glicerol apresentaram aumento no consumo de ração. No entanto, o teor de glicerol das rações não influenciou o ganho de peso, a conversão alimentar e o balanço de nitrogênio. Os autores concluíram que a utilização de 10% de glicerol puro em rações de frangos de corte é possível em substituição ao milho sem causar efeitos negativos. Esse fato habilita a sua utilização em situações onde se tenha problemas de consumo.

Simon et al. (1996), avaliando o glicerol puro como um ingrediente de ração para frangos de corte, com níveis de inclusão de 0, 5, 10, 15, 20 ou 25% em rações à base de milho e farelo de soja, não observaram diferença sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para os níveis de até 10% de inclusão.

Alguns autores verificaram que a glicerina pode promover aumento na umidade das excretas. Gianfelici (2009) atribuiu o aumento da perda de água por frangos consumindo glicerina, às perdas por via urinária, sendo resultado de menor reabsorção de água pelo intestino grosso ou maior excreção renal. O autor observou também, que a perda de água se acentua quando a glicerina na dieta ultrapassa o nível de 7,5%. Do mesmo modo, Waldroup (2007), detectou que a cama era visivelmente

mais úmida, no tratamento contendo 10% de glicerina. Em ambos os trabalhos, os autores observaram que o aumento da umidade pode ter sido devido ao aumento do nível de potássio da dieta. Cerrate et al. (2006), trabalhando respectivamente com glicerol e glicerina, observaram aumento no volume de água, que pode estar relacionada à redução da velocidade de eliminação de água do organismo (BRISSON ET AL., 2001).

Lammers et al. (2008a), encontraram maior umidade das excretas de galinhas poedeiras quando utilizaram 15% de glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% metanol, 1,26% de Na), frisando que não foi realizado ajuste em relação à ração basal que continha 0,21% de sódio. Barros et al. (2004), também obtiveram aumento linear na umidade da cama com o acréscimo dos níveis de Na nas rações de frangos de corte. Os autores afirmam que essa resposta esta relacionada com a maior ingestão de água pelas aves, na tentativa de manter a homeostasia corporal, havendo assim, maior excreção de água, o que aumenta a umidade da cama. Observações semelhantes foram realizadas por Dilworth et al. (1971), Hurwitz et al. (1973), Borges et al. (1996) e Murakami et al. (1997). Os resíduos de sódio e potássio, geralmente encontrados nas glicerinas, são provenientes dos catalisadores (hidróxido de sódio e hidróxido de potássio) utilizados durante a produção do biodiesel. Assim, quando não considerada a quantidade de sódio e potássio nas glicerinas, haverá excesso desses eletrólitos nas dietas, ocasionando desbalanceamento eletrolítico (BARROS ET AL., 2004). Essas observações são importantes, uma vez, que a umidade da cama pode causar prejuízos em situações práticas de criação de aves.

#### 6. Limitações do uso de glicerina

Do ponto de vista econômico, o principal aspecto a ser levado em conta é a necessidade do preço da glicerina ser competitivo em relação ao do milho, para que se possa utilizá-la na alimentação animal. Porém, a preocupação maior deve ser em relação aos resíduos provenientes dos reagentes utilizados durante a produção do biodiesel, principalmente o metanol e o sódio. A glicerina bruta vinda da produção do biodiesel é composta por glicerol e outros compostos e resíduos do processo de fabricação.

Conforme mencionado anteriormente, no processo mais comum de produção de biodiesel o metanol é usado em excesso na reação de transesterificação. Ocorrida a formação dos ésteres, há a separação da fase lipídica, e da fase aquosa. A glicerina, água e metanol compõem a fase aquosa. Segundo Menten et al. (2009), a maior parte do metanol é recuperada por destilação e reciclada, porém de forma incompleta. A indústria estabelece o valor máximo de 0,5% metanol na glicerina bruta produzida. De acordo com Dasari (2007), esse problema do resíduo de metanol tende a ser mais pronunciado em pequenas plantas de biodiesel.

O metanol é absorvido de forma eficiente por via oral, nasal e dérmica. Possui ligação direta com a água, distribuindo-se de forma rápida no organismo. Após a absorção, alcança máxima concentração plasmática em 30 a 90 minutos (IPCS, 1997).

A intoxicação por metanol em animais é identificada pela excreção de ácido fórmico na urina. O metanol absorvido é oxidado no fígado a formaldeído e este a

ácido fórmico, assim, o responsável pela toxidade não é particularmente o metanol, e sim os seus metabólitos, como no caso, o ácido fórmico (MENTEN ET AL., 2009).

Lammers et al. (2008c) indicaram que, quando em quantidades elevadas, o ácido fórmico pode causar cegueira pela destruição do nervo óptico, sendo relatadas também a ocorrência de depressão do sistema nervoso central, vômito, acidose metabólica e alteração motora.

Um aspecto que deve ser salientado é que o potencial efeito prejudicial do metanol incorporado às rações pode ser desprezado quando a ração for peletizada, uma vez que a temperatura atingida na peletização é mais alta que a temperatura de vaporização do glicerol. Uma avaliação recente da toxicidade do metanol contido na glicerina bruta indicou que as quantidades consumidas, levando em conta a concentração na glicerina e a inclusão desta nas rações, parecem não afetar os animais (MENTEN ET AL., 2009). Lammers et al. (2008c) estudaram a toxicidade em suínos alimentados desde a fase pós-desmame e por 138 dias com rações suplementadas com 5% ou 10% de glicerina bruta, a qual continha 3.200 ppm de metanol. Mesmo com este nível elevado de metanol, os autores não encontraram nenhuma indicação de toxicidade, seja por sinais clínicos, lesão macroscópica ou lesão histológica no fígado, rins e olhos dos suínos.

Dependendo do catalisador usado na produção do biodiesel, a glicerina bruta gerada pode conter 6-8% de sais de sódio ou potássio. De acordo com Menten et al. (2009), nos processos adotados nas plantas do Brasil, é mais comum a presença do cloreto de sódio, sendo que as especificações da indústria apontam um limite de 7% para este sal. Esta quantidade equivale a aproximadamente 2,75% de sódio na glicerina bruta; uma adição de 10% de glicerina bruta na ração seria responsável pelo aporte de 0,275% de sódio na ração, o que já excede os valores de exigências nutricionais para frangos de corte (0,18 a 0,22% de sódio) ou para suínos (0,15 a 0,28% de sódio), segundo as Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO ET AL., 2011).

Em consequência de não se conhecer a real quantidade presente nas glicerinas e\ou na ausência do seu ajuste nutricional, ao se proceder com a formulação das rações haverá excesso de sódio nas dietas. Isso se constitui na principal problemática do sódio residual, visto que seu excesso ocasiona aumento no consumo de água, e consequentemente aumento na sua excreção. Dessa forma, nas condições práticas de criação, quando em níveis elevados de inclusão, é comum observar o aumento da umidade da cama (PASQUETTI, 2011), o que pode comprometer o desempenho animal. Lammers et al. (2008b), notaram maior umidade das excretas quando a ração de galinhas poedeiras foi formulada com 15% de glicerina bruta contendo 1,26% de sódio e não foi feito ajuste em relação à ração basal que continha 0,21% de sódio.

A qualidade da glicerina produzida industrialmente pode ser variável de acordo com o processo e a tecnologia utilizada, assim, seu uso deve ser feito com cautela, pois esta pode conter níveis elevados de compostos prejudiciais aos animais, principalmente o metanol, que causa toxicidade e ao sódio, que pode levar a um desequilíbrio eletrolítico. Por ter essa variabilidade, é necessário obter informações sobre sua caracterização e melhorar os processos de padronização, de forma a ter produtos mais uniformes. A glicerina pode se constituir numa boa fonte energética na formulação de rações para animais não ruminantes, a sua utilização em até 10% na formulação de rações para aves são seguras, pois não afetam a sanidade dos animais,

bem como também não influenciam o desempenho destes. Níveis mais elevados podem provocar a produção de excretas líquidas (diarréia), além da redução do desempenho.

#### 7. REFERÊNCIAS

- ABD-ELSAMEE, M.O.; ABDO, Z.M.A.; EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egypty Poultry Science**, vol.30, p.281-295, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, (ANP). **Biodiesel: estratégias para produção e uso no Brasil**. In: BIODIESEL: ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO E USO NO BRASIL, 2005, São Paulo: Unicorp, 26-27, abr. 2005. Anais... v.1, p.1-23.
- ANVISA. **Resolução nº 386 de 5 de Agosto de 1999**. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivos alimentares.htm>. Acesso em 20 de março de 2012.
- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 53 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1721-1733, 2004 (Supl. 1).
- BARTECZKO, J.; KAMINSKI, J. The effect of glycerol and vegetable fat on some physiological indices of the blood and overfatness of broiler carcass. **Warsaw Agricultural University Animal Science**, 36:197–209, 1999.
- BARTELT, J.; SCHNEIDER, D. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. In: **Union for the Promotion of Oilseeds- Schriften Heft 17**. Union Zur Förderung Von Oel-Und Proteinplafalzen E.V., Berlin, Germany, p. 15-36, 2002.
- BATISTA, E. Avaliação nutricional de glicerol para codornas de corte. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BENAZZI, T.L. Estudo do comportamento das fases de sistemas contendo glicerol e óleo de oliva em propano na presença de surfactante. 2005. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.
- BERENCHTEIN, B. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação. 2008. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz Oueiroz, Piracicaba.
- BERRY, M.N., RUN, E.; WERNER, H.V. Regulatory role of reducing-equivalent transfer from substrate to oxygen in the hepatic metabolism of glycerol and sorbitol. **Biochemical Journal**. v.33, 407-417, 1973.
- BEST, P. Increased biofuel production will grow supplies og by-products: Glycerine gives na energy option. **Feed International**, Los Gatos, v.55, n.12, p.20-21, dec. 2006.
- BORGES, S.A.; ARIKI, J.; JERÔNIMO JR., R. et al. Níveis de sal (NaCl) em rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1996. p.27 (Anexo).
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Plano Nacional de Agroenergia**. Brasília, 2005. 120p.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C; ST-PIERRE, J. et al. [2001]. Glycerol: a neglected variable in metabolic process? In: **Bio Essays** v.23, p.534-542, 2001.
- BRODY, T., 1994. Nutritional Biochemistry. Academic Press Inc, San Diego, CA.
- CARVALHO, P.L.O. Glicerina bruta na alimentação de suínos. 2011. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**. v.11, p.1001-1007, 2006.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Bioquímica Ilustrada. 2ª Ed. 1996.
- DASARI, M. Crude glycerol potencial described. Feedstuffs. 15 de Out., p.16-19, 2007.

- DILWORTH, B.C.; SCHULTZ, C.D.; DAY, E.J. et al. Observations with broilers fed varying dietary sodium chloride levels from 56 to 63 days of age. In: **ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE**, 19., 1971, Chicago. Proceedings... Chicago: Agricultural division PFIZER INC, 1971. 98p.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 317-322, 2008.
- EMMANUEL, B., BERZINS, R.; ROBBLEE, A.R. Rates of entry of alanine and glycerol and their contribution to glucose synthesis in fasted chickens. **British Poultry Science**. 24:565-571, 1983.
- EXPEDITO, J. de SÁ, Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado, Rede Baiana de Biocombustíveis, Salvador, BA, 2003.
- GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2009.
- GUERRA, R.L.H; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, A.F.Q.M. et al. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.1038-1050 out/dez, 2011.
- GUYTON, A.C. **Textbook of Medical Physiology**. W. B. Saunders Company, Philadelphia, PA. 1991.
- HENN, J. D.; ZANIN, A. O. O Agronegócio do Biodiesel: Potencialidades e limitações da utilização da glicerina (co-produto) na alimentação de suínos e aves. In:47 Congresso da SOBER, 2009, Porto Alegre. SOBER 47 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre: UFRGS, 2009.v.1.
- HURWITZ, S.; COHEN, I.; BAR, A. et al. Sodium and chloride requirements of the chick: relationship to acid-base balance. **Poultry Science**, v.52, n.3, p.903-909, 1973.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). 1993. Disponível em: <a href="http://www.iupac.org">http://www.iupac.org</a>. Acesso em: 07 mar. 2012.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). [1997]. Environmental Health Criteria 196—Methanol. Geneva: WHO; 1997. Disponível em: http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>. Acesso em: 11 de abril de 2012.
- KERR, B. J. **Feeding bioenergy coproducts to swine**. Sheffield: Iowa State University, University Extension, 2007. Disponível em: <a href="http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf">http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf</a>> Acesso em: 21/03/2012.
- KIC CHEMICALS. Disponível em: <a href="http://www.kicchemicals.com/glycerin.htm">http://www.kicchemicals.com/glycerin.htm</a>. Acesso em 18 de iulho de 2012.
- LAGES, F.; SILVA-GRAÇA, M.; LUCAS, C. Microbiology. 45, 2577, 1999.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. et al. Energy value of crude glycerol fed to pigs. Sheffield: Iowa State University Animal Industry Report, 2007a. Disponível em: <a href="http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2225.pdf">http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2225.pdf</a> Acesso em: 10 de maio de 2012.
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 602-608, 2008a.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. **Poultry Science**, v.87, p.104–107, 2008b.
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin –supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, 26 p., 2008c.
- LIN, E.C.C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, 46: 765-795, 1977.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Ministerio da agricultura autoriza novo uso da glicerina, setembro de 2010. Disponivel em: http://www.sindiracoes.org.br/index.php?optioncom contentetask. Acesso em: 10/03/2012.

- MCCANN, E; GRIFFITHS, L. [2009]. AFBI Research concludes that glycerol from biofuel production may be a useful dietary component for broilers. **Agri-Food and Biosciences Institute**, 2009. Disponível em: <a href="http://www.afbini.gov.uk/index/news/news-releases/news-releases-archive-2009.htm?newsid=16856">http://www.afbini.gov.uk/index/news/news-releases/news-releases-archive-2009.htm?newsid=16856</a>> acesso em: 11/05/2012.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. Anais... Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.
- MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; BERENCHTEIN, B. [2009]. **Glicerol na alimentação animal**. (2009). Disponível em: <a href="http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol\_2009-03-13.pdf">http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol\_2009-03-13.pdf</a>>. Acesso em: 27/03/2012.
- MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z. et al. Glycerin-A New Energy Source for Poultry. **International Journal of Poultry Science** 9 (1): 1-4, 2010.
- MORRISON, LR. Glycerol. In: **Encyclopedia of Chemical Technology**. New York: Wiley, pp. 921-932, 1994.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A. et al. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 38, p. 237-244, 1994.
- MURAKAMI, A.E.; SALEH, E.A.; ENGLAND, J.A. et al. Effect of level and source of sodium on performance of male broilers to 56 days. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, n.1, p.128-136, 1997.
- NEVOIGT, E.; STAHL, U. Osmoregulation and glycerol metabolism in the yeast Saccharomyces cerevisiae. **FEMS Microbiology Reviews**, v.21, p. 231-241, 1997.
- PASQUETTI, T.J. Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte. 2011. 112f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- PENZ JUNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de biocombustível. **Acta Scientiae Veterinariae**. 36(Supl 1): s107-s117, 2008.
- PERES, J.R.R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D.L. Biocombustíveis. Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 1, p. 31-41, 2005.
- PIESKER, M. e Y. DERSJANT-LI. 2006. Glycerol in Animal Nutrition Versatile co-product of biodiesel production. **Feedmagazine Kraftfutter**.
- ROSEBROUGH, R.W.; GEIS, E.; JAMES, P. et al. Effects of dietary energy substitutions on reproductive performance, feed efficiency and lipogenic enzyme activity on large white turkey hens. **Poultry Science**, v.59, p.1485-1492, 1980.
- ROSTAGNO, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3 ed. Viçosa: UFV, Depto. de Zootecnia, 2011. 252 p.
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996.
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 271-282, 1997.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Poultry Science** v.88, p.615–619, 2009.
- WALDROUP, P.W. Glicerine and DDGS: biofuel by-products for broilers. 15<sup>a</sup> Annual ASAIM Southeast Asian Feed Tecnology and Nutrition Workshop, Indonesia, 2007.



# Capítulo 16- Testes para avaliação da qualidade de sementes de mucuna preta

Patricia do Rosario Rodrigues<sup>1</sup>, Bruno Borges Demincis<sup>2</sup>, Mariá Moraes Amorim<sup>3</sup>, Isabela Moraes Amorim<sup>4</sup>, Antônio Delunardo Pandolfi Filho<sup>1</sup>, Henrique Duarte Vieira<sup>5</sup>, Guilherme Santos Freitas<sup>1</sup>, Rafaela Guerra Neves<sup>1</sup>, Braulio Pego de Faria<sup>6</sup>

#### INTRODUÇÃO

O Brasil possui área de 850 milhões de ha, dos quais pouco mais de 354 milhões são ocupados por atividades agropecuárias. As áreas de pastagens merecem destaque por ocuparem cerca de 174 milhões de ha, sendo 122 milhões ocupados por espécies cultivadas e 52 milhões por espécies nativas, o que corresponde a 48% das áreas destinadas às atividades agropecuárias (IBGE, 2010). Tais problemas aliado a elevação dos preços dos insumos básicos têm contribuído significativamente para o aumento da demanda de sementes de leguminosas utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Entre as leguminosas comumente empregadas, a Mucuna Preta (*Stizolobium aterrimum* - Piper e Tracy) anteriormente denominada *Mucuna aterrima*, ocupa lugar de destaque pelo seu uso na recuperação de áreas degradadas e como forrageira na alimentação de animais.

A utilização de testes rápidos torna-se instrumento necessário para avaliação da qualidade fisiológica de um lote de sementes, pois agiliza as decisões quanto ao manejo de lotes de sementes durante as etapas de pré e de pós-colheita.

A avaliação do vigor de sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis. O método rotineiro para determinar a qualidade das sementes é o teste de germinação, que requer um período relativamente longo para se obter resultados. Neste contexto, segundo Bhering et al. (2005), o teste de tetrazólio tem se mostrado uma alternativa promissora pela qualidade e rapidez na determinação da viabilidade e do vigor da semente.

Sabendo da importância da utilização de testes rápidos e eficientes para estimar a viabilidade de sementes, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a utilização do teste de tetrazólio para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Mucuna Preta, definido assim o pré-condicionamento mais adequado, a

LFIT/CCTA/UENF: <sup>6</sup>Médico Veterinário autônomo.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Zootecnista, Mestrando do PPGCV da UFES, <sup>2</sup>Prof. da Universidade Federal do Espírito Santo, <sup>3</sup>Zootecnista, Mestranda do PPGPV da UENF, <sup>4</sup>Graduanda em Zootecnia da UFES – Bolsista de IC /CNPQ, <sup>5</sup>Prof. da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

concentração da solução e o tempo de coloração das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado.

#### 2.1. Mucuna Preta (Stizolobium aterrimum)

A Mucuna Preta pertence à família das Fabaceas, Sub-família Papilionidae.

É uma leguminosa anual, voluvel (trepadeira) com hastes longas, caules longos e flexíveis, rácemos axilares, flores de coloração violácea ou branca, e grandes; vagens largas, grossas, com poucas sementes, sementes grandes, pretas e com hilo branco (MITIDIERI, 1983). É utilizada para adubação verde, podendo ser empregada na produção de forragem, em pastejo direto, na forma de silagem ou feno, e triturando-se os grãos, como suplemento protéico aos animais (CALEGARI, 1995).

Alcântara e Bufarah (1992) relataram que a Mucuna Preta é uma planta resistente à seca, sombra, altas temperaturas, acidez dos solos e ligeiramente resistente a encharcamento. A época de plantio é de outubro a dezembro e a colheita de junho a julho, tendo um ciclo vegetativo de 180 a 240 dias.

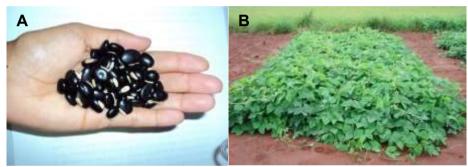


Figura 1. A- Sementes de Mucuna Preta. B- Mucuna Preta

#### 2.2. Germinação

O teste de germinação determina a porcentagem de sementes capazes de germinar normalmente, com base nas características morfológicas das plantas. Sendo assim, tanto as Regras para Analise de Sementes nacionais (BRASIL, 2009) como as internacionais (ISTA, 1993) indicam o substrato, a temperatura, os limites de tempo, e, no caso de sementes dormentes, tratamentos especiais para a condução do teste. A necessidade de tal padronização advém principalmente do fato de que a intensidade da resposta das sementes ao ambiente é variável entre as espécies (MACHADO, 2002). Deste modo, as condições de execução do teste estão estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) para um grande numero de espécies vegetais, das quais as sementes de leguminosas e gramíneas forrageiras nativas constituem uma pequena parcela (BRASIL, 2009).

Os eventos principais que ocorrem na germinação de sementes são: embebição, ativação de enzimas, iniciação do crescimento do embrião, rompimento do tegumento, emergência da plântula (RODRIGUES, 1988).

Em tecnologia de sementes, o critério para definir a germinação baseia-se no desenvolvimento da plântula. Nesse caso, é levada em consideração a presença de

todas as estruturas essenciais do embrião (MARCOS FILHO, 2005; BRASIL, 2009). No entanto, Carvalho e Nakagawa (2000) defendem a idéia de que se deva considerar apenas as fases que antecedem o crescimento do eixo embrionário como caracterizando o processo de germinação.

Segundo Brasil (2009), a realização de testes de germinação em condições de campo não é geralmente satisfatória, pois dada à variação das condições ambientais os resultados nem sempre podem ser fielmente reproduzidos.

Toledo e Marcos Filho (1997) citaram que a germinação é afetada por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, cujo conjunto é essencial para que o processo se realize normalmente. Alguns desses fatores são: disponibilidade de água, temperatura, pH do substrato, luz, oxigênio, maturidade fisiológica da semente, mecanismo de dormência entre outros.

#### 2.3. Dormência de sementes

Dormência é um período no ciclo de vida de um organismo no qual o desenvolvimento é temporariamente suspenso. Ela minimiza o gasto energético, por reduzir a atividade metabólica, e pode auxiliar um organismo a conservar energia.

Pela definição de Carvalho e Nakagawa (2000), dormência é o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para tanto, deixam de germinar.

Segundo Toledo e Marcos Filho (1997), o período de dormência pode ser temporário ou estender-se durante muito tempo até que certa condição especial seja preenchida. Para Carvalho e Nakagawa (2000), o fenômeno da dormência é tido como um recurso pelo qual a natureza distribui a germinação no tempo e no espaço. Seguem relatando que a utilização desses dois fatores garantiu às plantas, que se reproduzem por sementes, uma quase infinidade de combinações ecológicas.

A dormência abriga vantagens para as plantas como sobrevivência e preservação das espécies; disseminação de estruturas propagativas; tolerância à condições ambientais diversas, ou seja, de passarem o inverno na condição de sementes e para o homem o de evitar que embriões continuem a crescer e germinem ainda na planta mãe (viviparidade), por outro lado apresentam determinadas desvantagens como sendo necessários longos períodos para que um lote de sementes supere a dormência, a germinação se distribuindo no tempo, contribuir para a longevidade das plantas invasoras, interferir com o programa de plantio e apresentar problemas de avaliação da qualidade da semente (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1997).

#### 2.3.1. Tipos de dormência

São conhecidos dois tipos de dormência sendo elas denominadas natural ou primária e secundária ou induzida. A primária sempre ocorre, ainda que com intensidade variável de ano para ano e de local para local, pois é um tipo de dormência que se instala na fase de maturação da semente. É, pois, uma característica da espécie (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Em alguns casos esta é superada por simples

armazenamento da semente seca por algum tempo. Assim, imediatamente após a colheita, as sementes não germinam (POPINIGIS, 1977).

Já a secundária, ou induzida, é um tipo de dormência que nem sempre ocorre. Quando isto acontece, é por efeito de uma condição ambiental especial. É como se a semente possuísse o aparato genético para desencadear o fenômeno da dormência, o que ocorreria, contudo, só sob condições especiais, como temperatura, fotoperíodo, duração da estação, qualidade da luz, nutrientes e umidade do solo (BASKIN e BASKIN, 1973).

#### 2.3.2. Métodos para quebra de dormência

Existem sementes que mesmo viáveis não germinam, embora as condições de água, gases  $(O_2)$  e temperatura estejam aparentemente adequadas. Estas sementes são denominadas dormentes e precisam de tratamentos especiais para germinar. Entre os processos mais comuns para superação da dormência de sementes estão a escarificação química, escarificação mecânica, estratificação fria e quente-fria, choque térmico, exposição à luz intensa, imersão em água quente e embebição em água fria (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; FOWLER e BINCHETTI, 2000).

*Escarificação química* - Esse tipo de processo para superação de dormência é feito geralmente com ácido (sulfúrico, clorídrico etc.), que possibilita as sementes executar trocas com o meio, água e/ou gases.

Galindo et al. (2002), em pesquisa realizada com sementes de Mucuna Preta (*Styzolobium aterrimum*), utilizaram tratamentos de origem mecânicas e químicas para quebra da dormência e evidenciaram que a escarificação ácida por 5 minutos favorece a absorção de água, acelera o processo germinativo e ao mesmo tempo alcança 95,8% de sementes germinadas. Porém, estes mesmos autores, já haviam relatado que sementes de Mucuna Preta quando tratadas com ácido sulfúrico concentrado por variados tempos de imersão (5, 10, 15 e 20 minutos), no intuito de superar sua dormência tegumentar, obtiveram a promoção da germinação e da sua velocidade, mas causaram prejuízo na produção de fitomassa, indicando com isso possíveis interferências negativas do ácido sulfúrico no vigor fisiológico das sementes ou danos ao embrião.

Apesar da eficiência comprovada, o método de escarificação química com ácido sulfúrico concentrado não deve ser usado indiscriminadamente para sementes de quaisquer espécies, haja visto que os resultados obtidos por Maeda e Lago (1986) demonstraram que esse tratamento danifica seriamente as sementes, como ocorrido com sementes de Mucuna Preta.

Escarificação mecânica - A escarificação mecânica é uma técnica frequentemente utilizada e constitui a opção mais prática e segura para pequenos agricultores (HERMANSEN et al., 2000), além de ser um método simples, de baixo custo e eficaz para promover uma rápida e uniforme germinação. No entanto, deve ser efetuada com muito cuidado para evitar que a escarificação excessiva possa causar danos ao tegumento e diminuir a germinação (MCDONALD e COPELAND, 1997).

Para sementes de Mucuna Preta o tratamento de escarificação mecânica com uso de escarificador elétrico recoberto internamente por lixa de parede número 120 mostrou ser prejudicial, ocasionando sérios danos, com grande perda de massa e interferindo negativamente no percentual de germinação (GALINDO et al., 2002).

**Choque de temperatura** - O choque de temperatura é feito com alternância de temperaturas variando em aproximadamente 20°C, em períodos de 8 e 12 horas.

Escarificação via calor úmido

A utilização de água aquecida visa promover o amolecimento dos tecidos e acelerar as reações fisiológicas do tegumento das sementes, favorecendo a absorção de água, trocas gasosas e a germinação (MARTINS et al., 1997).

O tratamento com água fervendo tem muitas vantagens, podendo ser utilizado em quantidades pequenas e grandes, é simples, prático, fácil de reproduzir e não requer equipamento especial, conforme McIvor e Gardener (1987).

Mesmo sendo um método vantajoso, de baixo custo e eficiente para superar a dormência de sementes de leguminosas, a água fervente tem apresentado resultados inferiores aos de outros tratamentos (RODRIGUES et al.,1990).

#### 2.4. Avaliação do Vigor de sementes

A avaliação do vigor de sementes, como um componente da qualidade fisiológica de um lote, tem sido uma realidade na grande maioria dos laboratórios de analise de sementes, como componente do controle de qualidade de empresas produtoras de sementes (MARCOS FILHO, 1999).

O vigor de uma semente é definido como a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e emergência da plântula (ISTA, 1993). A AOSA (1983) define: "vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais em uma ampla faixa de condições ambientais".

As sementes apresentam maior viabilidade e vigor por ocasião da maturação fisiológica. A partir deste instante, vão ocorrer mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais que ocasionam a deterioração e a perda do vigor (POPINIGIS, 1977; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) a redução do nível de vigor afeta a capacidade de germinação das sementes, emergência e crescimento das plântulas de três maneiras distintas: reduzindo a velocidade de germinação; aumentando a heterogeneidade de desenvolvimento das plântulas oriundas de uma amostra de sementes e aumentando a porcentagem de plântulas anormais, bem como o grau dessas anormalidades. Perry (1972) afirma que vigor é uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma semente originar rapidamente uma plântula no campo e tolerar significativas variações do ambiente; a influencia do vigor da semente pode persistir toda a vida da planta e afetar a produção.

#### 2.5. Teste de Tetrazólio

É um teste adotado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. O objetivo desse teste é determinar rapidamente a viabilidade, que é uma estimativa da germinação das sementes, particularmente de espécies que germinam lentamente em testes normais ou que não germinam quando submetidas aos métodos comumente utilizados, por se encontrarem dormentes (BRASIL, 2009).

O teste de tetrazólio é rápido e estima a viabilidade das sementes, com base na alteração da coloração de tecidos vivos em presença de uma solução de sal de tetrazólio. Essa alteração na coloração reflete a atividade de sistemas enzimáticos específicos, intimamente relacionados com a viabilidade das sementes (MARCOS FILHO et al., 1987). Esse teste é caracterizado bioquimicamente pela redução de um indicador, no interior das células vivas da semente. O indicador usado é uma solução incolor e difusível preparada com o sal de 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio, a qual é absorvida pela semente (BRASIL, 2009).

O sistema enzimático, do qual as enzimas hidrogenases fazem parte, atuam no processo da respiração quando em presença de oxigênio, umidade, substrato e temperaturas favoráveis. Neste processo ocorre, além da produção de gás carbônico, água e energia, a formação de substâncias intermediárias, que são responsáveis pela transferência dos íons de hidrogênio para o sal de tetrazolio, que atua como receptor dos mesmos. O tetrazólio é então reduzido a formazan, um produto insolúvel e vermelho. Como essa reação se processa no interior da célula e o pigmento formazan não é difusível, há uma nítida separação dos tecidos vivos e coloridos daqueles mortos, que mantém a sua cor natural (BRASIL, 2009).

A coloração dos tecidos da semente é um indicativo da sua sanidade, onde o vermelho carmin representa o tecido vivo e vigoroso, o vermelho carmin mais forte representa o tecido em deterioração e o branco leitoso, o tecido morto (FRANÇA NETO et al., 1998).

De acordo com Krzyzanowski et al. (1999), a busca por metodologia adequada na utilização do teste de tetrazólio deve ser fundamentada para a simples distinção de tecidos viáveis e inviáveis e na aptidão de diferenciar lotes de qualidade fisiológica distintas. As informações gerais para a realização do teste de tetrazólio, para um grande número de espécies, estão indicadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e têm sido aprimoradas nos últimos anos.

#### 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Independentemente do sistema de cultivo/produção, é necessário constituir a condição das sementes. Todavia, para ser eficiente, essa estimativa depende, sobretudo, do alcance de resultados comparáveis e, desta forma, é essencial que a análise seja realizada em amostras representativas, por analistas qualificados e empregando tecnologias uniformizadas. Assim, a análise de sementes deve ser vista como uma atividade dinâmica, que ofereça desenvolvimento constante, tanto pelo refinamento dos meios disponíveis para a avaliação da qualidade das sementes como pela inclusão de novos métodos.

#### 7. REFERENCIAS

- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas Forrageiras**: gramíneas e leguminosas. São Paulo: Prol Editora Gráfica Ltda., 1992. ed.4., 162p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS **AOSA**. Seed vigor testing handbook. East Lasing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Plant population differences in dormancy and germination characteristics of seeds; heredity or environment? The American Midland Natura List, Notre Dame, v.90, n.2, p.493-498, 1973.
- BHERING, M. C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.176-182, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: CLAV/DNDV/SNAD, 2009. 365p.
- CALEGARI, A. Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1995. 114p. (Circular, 80).
- CARVALHO, N.M. e NAKAGAWA, J. Sementes: ciência tecnologia e produção. 4. ed.Jaboticabal, SP: Funep. p. 588, 2000.
- FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais.** Colombo: EMBRAPA-Florestas, doc. 40, 2000.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p.
- GALINDO, C.A.M.; LANDGRAF, P.R.C.; PÓLO, M. Avaliação da eficiência de tratamentos para superação de dormência sobre a velocidade de absorção de água e seus efeitos na germinação de sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*). **Anais...**XI Reunião Latinoamericana de Fisiologia Vegetal/XXIV Reunião Argentina de Fisiologia Vegetal/ I Congresso Uruguaio de Fisiologia Vegetal. ACTAS. Punta Del Lesta, Uruguay. 262p. 2002.
- HERMANSEN, L.A.; DURYEA, M.L.; WEST, S.H.; WHITE, T.L.; MALAVASSI, M.M. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in Dimorphandra mollis. **Seed Science & Technology**, v. 28, n. 1, p. 581-595, 2000.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE divulga crescimento de produção leiteira. 2010. Disponível em: <a href="http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34328">http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34328</a>. Acesso em: 15 de abril 2011.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION ISTA. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, p. 363, 1993. Supplement.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.
- MACHADO, C.F.; OLIVEIRA, J.A.; DAVIDE, A.C.; GUIMARAES, R.M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.18-27, 2002.
- MAEDA, J.A.; LAGO, A.A. do. Germinação de sementes de mucuna preta após tratamentos para superação de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.8, n.1, p. 79-84, 1986.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap. 3, p.1-24.

- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. Avaliação da qualidade de Sementes. Piracicaba: FEALO, 1987, 230p.
- MARTINS, C.C.; MENDONÇA, C.G.; MARTINS, D.; VELINI, E.D. Superação de dormência de sementes de carrapicho-beiço-de-boi. **Planta Daninha**, v.15, n.22., 1997, p.104-113.
- McDONALD, M.B. e COPELAND, L.O. Seed production: principles and practices. New Jersey: Chapmam e Hall, 1997. 749 p.
- McIVOR, J.G.; GARDENER, C.J. Effect of boiling water treatment on hardseededness and germination in some *Stylosanthes* species. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.27, n.6, p.857-862, 1987.
- MITIDIERI, J. Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais. São Paulo: Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1983. 198p.
- PERRY, D.A. **Seed vigour and field establishment**. Horticultural Abstract, v.42, p. 334 342, 1972.
- POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- RODRIGUES, E.H.A.; AGUIAR, I.B. & SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero Cassia. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.12, p.17-25, 1990.
- RODRIGUES, F.C.M.P. **Manual de Análise de Sementes Florestais.** Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100p.
- TOLEDO,F.F.; MARCOS FILHO, J. Manual de sementes: Tecnologia e Produção. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1997. p.224.



### Capítulo 17- Exame Neurológico em Equinos

## Talita de Paoli<sup>1</sup>, Giuliano Moraes Figueiró<sup>2</sup>, Jeanne Broch Siqueira<sup>3</sup>, Graziela Barioni<sup>3</sup>

#### Introdução

As desordens do sistema nervoso são problemas graves e debilitantes que afetam os equinos (REED, 2003). Apesar das pesquisas e melhorias nas ferramentas diagnósticas e tratamentos na área de neurologia equina, essa área ainda é defasada em humanos e em animais de pequeno porte. Parte dessa discrepância deve-se às falhas dos clínicos de grandes animais em relatar os sinais clínicos observados para subsequente determinação da localização da lesão (RADOSTITS et al., 2002).

Vários fatores desencorajam o exame neurológico: prognóstico reservado ou ruim, tamanho e temperamento dos animais, limitadas opções terapêuticas, sequelas residuais que levam a inutilização do equino; entretanto o fator que mais limita o diagnóstico neurológico é a limitada experiência do examinador (BORGES, 2004).

A chave para um exame neurológico bem-sucedido é realizar o exame de uma forma coerente e organizada (REED, 2003; FURR e REED, 2008). Essa abordagem garante que partes do exame não sejam esquecidas além de aumentar sua consistência (FURR e REED, 2008).

Segundo Laugier et al. (2009) as afecções neurológicas são responsáveis por 12,9% das mortes ou opção por eutanásia de pacientes neonatos a adultos; representando um importante custo na indústria equina, pois mesmo déficits leves podem resultar na inutilização de animais atletas, enquanto sinais clínicos graves podem ser não apenas críticos para o equino como expor os proprietários e tratadores à riscos significativos.

O objetivo desta revisão é salientar a importância do exame neurológico e apresentar uma metodologia simples e eficaz para o reconhecimento e diagnóstico das afecções neurológicas em equinos.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Médica Veterinária do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF); <sup>2</sup> Docente do curso de medicina veterinária do Centro Universitário do Espírito Santo; <sup>3</sup> Docentes do programa de Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

#### 1. Exame Físico

#### 1.1 Resenha e Anamnese

No início da avaliação do sistema nervoso (SN) é necessário obter uma completa descrição do animal (VASCONCELLOS, 1995; MAYHEW, 2009), conhecer os dados epidemiológicos (RIET-CORREA et al., 2002; VAN BIERVLIET, 2007) e a história clínica do caso (MACKAY, 2005; RIET-CORREA et al., 2002; MAYHEW, 2009) com a maior precisão possível (RIET-CORREA et al., 2002), além de realizar um exame físico completo (MACKAY, 2005; VAN BIERVLIET, 2007; MAYHEW, 2009).

Dados como idade, raça, sexo, uso e valor do paciente são considerações importantes no diagnóstico e prognóstico de muitas condições neurológicas (RADOSTITS et al., 2002; BORGES, 2004). Muitas doenças estão associadas a idade e raças em particular (REED, 2000; MAYHEW, 2009) e em raras afecções há predisposição sexual (FEITOSA, 2004; MAYHEW, 2009).

O tipo de atividade desempenhado pelo equino pode ser associada à algumas afecções e têm impacto considerável no prognóstico (VASCONCELLOS, 1995; MAYHEW, 2009).

O valor do paciente deve sempre ser levado em consideração no que diz respeito à profundidade da avaliação, custo da terapia e perfomance e produtividade futuras (MAYHEW, 2009).

A boa anamnese é responsável pela maior parte do correto diagnóstico (BORGES, 2004). Junto à um histórico geral completo do paciente, o cliente deve ser questionado sobre a queixa principal (RADOSTITS et al., 2002).

Primeiramente obtém-se informações sobre o ambiente, contato com outros animais, natureza dos primeiros sinais clínicos observados (MAYHEW, 2009), alimentação, vacinação, tratamentos realizados, doenças anteriores, manejo dos animais e número de animais acometidos (BORGES et al., 1999). As características epidemiológicas fornecem ao clínico uma pista das possíveis causas, ajudando a diminuir o número de possibilidades (RADOSTITS et al., 2002).

Os demais questionamentos visam definir a relação entre a severidade da síndrome e a evolução (GLASS e KENT, 2002), pois diferentes enfermidades podem ser agrupadas em categorias que possuem, de modo geral, um padrão de evolução semelhante e, muitas vezes, processos localizados no mesmo local do SNC produzirão sinais clínicos semelhantes, mas poderão ser diferenciados pela sua evolução (BORGES, 2004). Exemplos das diferentes categorias e forma de evolução estão caracterizadas no quadro 1.

Os dados obtidos no histórico podem dar pistas sobre tratar-se de um processo generalizado ou focal no SN e, se existem provas de assimetria e de quão graves os sinais têm sido. Este aspecto da patogênese da doença também pode ser útil no diagnóstico etiológico (VERNAU et al., 2007; MAYHEW, 2009).

#### 1.2 Exame Físico

O exame físico de todos os sistemas deve sempre preceder um exame neurológico (BORGES, 2004), pois permite ao clínico decidir quando um exame neurológico é realmente necessário (MAYHEW, 2009), descartando alterações que possam sugerir anormalidades neurológicas, além de permitir observar possíveis alterações em outros sistemas que podem estar relacionadas às anormalidades neurológicas (RADOSTITS et al., 2002).

As alterações locomotoras são comuns na rotina do clínico de equinos (PIERCY, 2008) e muitos distúrbios musculoesqueléticos costumam associar-se ou serem confundidos com afecções neurológicas (REED, 2000), pois a locomoção depende da integridade do sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP), ossos e tecidos moles associados (NOLLET et al., 2008), além disso, a dor pode levar à alterações do comportamento (DICKINSON, 2005b).

Um exame neurológico completo baseia-se na avaliação do comportamento, do nível de consciência, dos pares de nervos cranianos, das reações posturais e da resposta à estimulação dos reflexos espinhais (BREWER, 1987; BRAUND, 1994; KUBE et al., 2004), coordenação (REED, 2007) e marcha (KUBE et al., 2004). Podem-se incluir análises complementares como a do líquido cefalorraquidiano, radiografias simples ou contrastadas (mielografia), eletroencefalografia, tomografias computadorizadas e ressonância magnética (BREWER, 1987; BRAUND, 1994).

Quando comparado aos outros sistemas, o nervoso não é tão acessível ao exame físico, pois não pode ser inspecionado diretamente (com exceção do nervo óptico), auscultado ou palpado, por isso deve ser clinicamente examinado via suas funções (PARKER, 1990). Para tanto se devem conhecer os padrões funcionais de normalidade (MENDES et al., 2007).

Os objetivos de um exame neurológico são estabelecer se um problema neurológico está presente (REED, 2003; MAYHEW, 2009) e determinar a localização anatômica do problema (REED, 2003).

Depois da localização anatômica, o clínico deve decidir sobre a utilização de exames complementares (REED et al., 2003) e assim elaborar a lista de diagnósticos diferenciais, instituir a terapia apropriada e avaliar o prognóstico (MACKAY, 2005; VAN BIERVLIET, 2007).

O exame neurológico deve ser detalhado metódico e sempre na mesma sequencia, evitando omissão de partes do exame neurológico (MAYHEW, 2009). A sequência de exame neurológico que será descrita nesta revisão segue o proposto por Mayhew (1989), o qual divide o exame em cinco categorias: cabeça, pescoço e membros torácicos, tronco e membros pélvicos, cauda e ânus, marcha e postura.

Mayhew (2009) justifica o uso deste método baseado no fato dele seguir uma sequência anatômica (da cabeça em direção a cauda), ser utilizável em pacientes de todos os tamanhos, seja um paciente ambulatorial ou em decúbito e, por fim considerar a localização anatômica das lesões como o produto do exame.

O clínico deve ter o cuidado de usar luvas durante o exame a fim de se resguardar de zoonoses como a raiva; este procedimento representa uma grande segurança, evitando aborrecimentos e preocupações futuras (BORGES, 2004).

Sempre que possível as etapas do exame deverão ser registradas em filme para posterior avaliação e troca de informação com outros clínicos (MAYHEW, 2009). A utilização de uma ficha de exame permite realizar um exame completo, já que dificilmente uma parte do exame será esquecida (BORGES et al., 1999), além de facilitar a avaliação da progressão do caso (KNOTTENBELT, 2009).

#### **1.2.1** Cabeça

Comportamento anormal indica mau funcionamento do córtex cerebral (BORGES et al., 1999; SPEIRS, 1999; DICKINSON, 2005a). As Anormalidades no estado mental podem estar associadas a uma doença encefálica ou cerebral difusa (DICKINSON, 2005a).

Deve-se iniciar a avaliação à distância, preferencialmente antes do paciente ser perturbado (MAYHEW, 2009), apenas observando-o e verificando se ele responde apropriadamente aos estímulos do ambiente (VASCONCELLOS, 1995; DICKINSON, 2005a). Variações do comportamento incluem pressionar a cabeça (DICKINSON, 2005a), andar em círculos (BORGES et al., 1999; SPEIRS, 1999), lamber-se, alterar o apetite, tornar-se agressivo (SPEIRS, 1999), morder animais ou objetos inanimados e adoção de posturas bizarras (BORGES et al., 1999).

O estado mental varia do normal, passando por uma série de estágios menores de anormalidade (estupor, depressão, sonolência e delírio), até o coma e semicoma (RADOSTITS et al., 2002). Deve ser avaliado cuidadosamente, pois animais com enfermidades em outros sistemas poderão estar muito apáticos, sendo estes sinais muitas vezes confundidos com uma depressão no nível de consciência (BORGES et al., 1999; REED, 2000; DICKINSON, 2005a).

A postura e coordenação da cabeça podem ser avaliadas durante a atividade normal (SPEIRS, 1999), com o cavalo em repouso e relaxado, enquanto se alimenta e em movimento (REED et al., 2003).

As lesões do cérebro geralmente produzem desvio da cabeça e pescoço e as lesões do sistema vestibular resultam em inclinação da cabeça (RADOSTITS et al., 2002). O cerebelo ajuda a regular o movimento e sua amplitude. Havendo lesão desta área, o equino exibirá tremores finos de cabeça em repouso com agravamento dos movimentos intencionais (REED, 2000).

O exame dos nervos cranianos é essencial (DUGGAN, 2007), devendo ser realizado de forma minuciosa (REED, 2000), uma vez que as anormalidades encontradas nos nervos cranianos auxiliam na localização da lesão (VASCONCELLOS, 1995) periférica ou no tronco encefálico (RADOSTITS et al., 2002).

O exame pode ser realizado seguindo a própria sequência dos 12 pares de nervos cranianos (VASCONCELLOS, 1995).

I. Olfatório: Alguns autores afirmam que é difícil (BORGES et al., 1999) ou até mesmo impossível (DUGGAN, 2007) avaliar este nervo. O exame neste par de nervo pode-se vendar os olhos do paciente a fim de comprovar se apresenta respostas positivas a odores característicos tais como a mão do proprietário ou alimento (TAYLOR e HILLYER, 1997).

II. Óptico: Este par é responsável pela visão (TAYLOR e HILLYER, 1997) pode ser avaliado por meio da percepção da integridade visual e também associado com o diâmetro pupilar (III par) (BORGES et al., 1999).

A visão é testada pelo reflexo da ameaça, pelo qual um gesto ameaçador feito em direção ao olho induzirá fechamento da pálpebra e às vezes recuo da cabeça (RIET-CORREA et al., 2002; STURGES, 2005). Evitar a produção de deslocamento de ar em direção ao globo ocular ou mesmo o toque manual, o que acarretaria um reflexo palpebral, não relacionado ao processo visual (OFRI, 2008) e, sim, à captação sensitiva da região ocular e palpebral (nervo trigêmio) e à função efetora motora do nervo facial (BORGES, 2004).

Outro teste para a visão é a observação do paciente movimentando-se por um trajeto com obstáculos, verificando sua capacidade de desviar dos mesmos (TAYLOR e HILLYER, 1997; OFRI, 2008).

O clínico deve estar ciente que nos equinos ocorre o cruzamento de 80 a 90% das fibras nervosas no quiasma óptico (VASCONCELLOS, 1995; STURGES, 2005); logo a visão em um olho é controlada, principalmente, no hemisfério cerebral contralateral. De acordo com Speirs (1999) lesões da retina e do nervo óptico produzirão cegueira ipsolateral, enquanto lesões localizadas mais centralmente produzirão cegueira contralateral.

III. Oculomotor: É responsável pela inervação dos músculos da motilidade do globo ocular e das contrações da íris (VASCONCELLOS, 1995).

O diâmetro pupilar é controlado pelo músculo constritor da pupila que é inervado por fibras parassimpáticas contidas no nervo oculomotor; as fibras que dilatam a pupila são inervadas por fibras simpáticas originadas no gânglio cervical cranial (DICKINSON, 2005a; STURGES, 2005).

A avaliação do reflexo pupilar à luz testa a função dos nervos óptico e oculomotor simultaneamente (BORGES et al., 1999). Para testar o reflexo pupilar, o examinador deve direcionar um feixe de luz (lanterna) para o interior de cada olho individualmente e notar a constrição da pupila. Outro teste consiste em movimentar o feixe de luz de um olho para o outro, a fim de melhorar a resposta ipsolateral em relação a consensual (REED, 2003).

A constrição no olho ipsolateral é conhecida como resposta direta e a do olho contralateral é denominada indireta ou consensual (OFRI, 2008).

Um reflexo pupilar adequado não implica necessariamente que o animal esteja enxergando, pois para que isto ocorra, as vias devem estar íntegras até o córtex occipital (BORGES et al., 1999; RIET-CORREA et al., 2002).

Os núcleos que controlam a atividade motora simpática estão localizados no hipotálamo, mesencéfalo, ponte e medula cervical; os corpos celulares simpáticos fazem conexões com segmentos torácicos da medula (T1-T3) (VASCONCELLOS, 1995). O mau funcionamento da inervação simpática produz uma síndrome conhecida como síndrome de Horner que consiste na constrição (miose), ptose da pálpebra superior e protusão da membrana nictitante. Há também sinais não oculares como dilatação dos vasos sanguíneos faciais, hiperemia da conjuntiva nasal e tumefação do lado afetado da cabeça ou pescoço (REED, 2003; DICKINSON, 2005a; STURGES, 2005).

IV. Troclear: Este par juntamente com o III (Oculomotor) e IV (Abducente) é responsável pelo posicionamento normal do olho dentro da órbita e pelos movimentos do olho (TAYLOR e HILLYER, 1997; DUGGAN, 2007). Inerva o músculo ocular oblíquo superior; pode ser avaliado observando-se o posicionamento dos globos oculares e coordenação de movimentos dos mesmos durante a movimentação da cabeça do animal (BORGES, 2004), quando afetado observa-se estrabismo dorsomedial (RADOSTITS et al., 2002).

V. Trigêmeo: Proporciona inervação sensitiva a maior parte da cabeça via seus três ramos: mandibular, maxilar e oftálmico. O via nervo mandibular, é motor e inerva os músculos mastigatórios (masseter, pterigóideo medial e lateral e temporal) (VASCONCELLOS, 1995; SPEIRS, 1999). Dano unilateral à função motora leva a atrofia unilateral muscular e ocasionalmente a um ligeiro grau de disfagia (TAYLOR e HILLYER, 1997). Quando ocorre lesão bilateral fica evidente a redução na efetividade da mastigação (SPEIRS, 1999), paralisia mandibular (RIET-CORREA et al., 2002) e disfagia marcante (TAYLOR e HILLYER, 1997).

A função sensitiva pode ser avaliada pelo pinçamento ou beliscamento da pele nas regiões inervadas (TAYLOR e HILLYER, 1997) a fim de testar a sensibilidade da pele e mucosas (VASCONCELLOS, 1995). Um estímulo suave deve provocar uma discreta movimentação das pálpebras, orelhas e lábios mediada pelo nervo facial (VII) (SPEIRS, 1999).

O ramo oftálmico pode ainda ser avaliado mediante o reflexo corneal; a leve pressão digital sobre a córnea através da pálpebra fechada normalmente produzirá a retração do globo ocular (TAYLOR e HILLYER, 1997).

VI. Abducente: Inerva os músculos lateral reto e retrator ocular (BORGES et al.,1999), é avaliado da mesma forma como descrito para o IV par de nervos cranianos, teste adicional inclui a observação da capacidade de retrair o globo ocular através da leve pressão digital sobre o olho fechado (TAYLOR e HILLYER, 1997). Quando ocorre uma lesão neste par observam-se estrabismo medial e protrusão do globo ocular (RADOSTITS et al., 2002).

VII. Facial: Possui dois tipos de fibras distribuídas em motoras e sensitivas (VASCONCELLOS, 1995). Este par é o que apresenta alterações com maior frequência (BORGES, 2004).

Ele inerva os músculos que movimentam as orelhas, pálpebras, lábios e narinas. A simetria e postura das orelhas, pálpebras e lábios são os melhores critérios para a avaliação da função desse nervo. A paralisia do facial é geralmente caracterizada pela queda isolateral da orelha, ptose da pálpebra superior e do lábio, desvio do focinho para o lado não-afetado (RADOSTITS et al., 2002) e incapacidade de abrir a narina (REED, 2000).

Segundo BORGES et al.(1999), lesões acometendo este nervo geralmente acarretam o acúmulo de alimentos entre os dentes e a bochecha.

A localização do dano no nervo determina quais estruturas estão afetadas. Uma lesão proximal afeta a função de todas as estruturas supridas pelo nervo, enquanto que uma lesão distal, envolvendo os ramos bucais, afeta apenas a função dos lábios (SPEIRS, 1999).

Por fim, BORGES (2004) e DUGGAN (2007) afirmam que esse par tem influência sobre as glândulas salivares e lacrimais e função gustativa no 1/3 inicial da

língua, portanto, olho seco e diminuição da salivação também podem ser observados na ocorrência de lesão ao n. facial.

VIII. Vestíbulo-coclear: Este nervo tem dois componentes sensitivos, o ramo coclear responsável pela audição e o ramo vestibular, responsável pelo equilíbrio (TAYLOR e HILLYER, 1997).

A porção coclear não é facilmente testada por um simples exame, porém falha em responder aos sons agudos repentinos, produzidos fora da visão do animal, e, sem mover correntes de ar, sugere surdez. Há a opção de testá-lo eletronicamente pelo teste da resposta evocada no tronco encefálico auditivo (teste BAER), eliminando a possibilidade de lesão central (RADOSTITS et al., 2002).

Além de equilíbrio, o ramo vestibular atua no controle da orientação da cabeça, corpo, membros e olhos (BORGES et al., 1999). Para examinar este ramo, Vasconcellos (1995) sugere examinar o paciente com os olhos abertos, para verificar ataxia, andar em círculos e, examinar a postura vendando os olhos (Prova de Romberg); com a lesão no nervo vestibular a cabeça tende sempre para o lado da lesão (SPEIRS, 1999).

O mau funcionamento deste ramo é indicado ainda por nistagmo, elevação da cabeça, fraqueza dos membros e perda do equilíbrio (SPEIRS, 1999).

O nistagmo refere-se à oscilação rítmica do olho e com a cabeça na posição normal (nistagmo espontâneo) ou em diferentes posições anormais (nistagmo posicional), eles devem ser avaliados quanto a sua direção de movimento rápido. Sempre em lesões vestibulares periféricas, e geralmente com enfermidades vestibulares centrais, a fase rápida do movimento é contrária ao lado da lesão. Nistagmos originados de doenças vestibulares periféricas são sempre horizontais ou discretamente rotatórios, enquanto na doença central estes podem ser em qualquer direção (BORGES, 2004).

IX e X. Glossofaríngeo e vago: O glossofaríngeo é responsável pela inervação da faringe e sensibilidade da porção caudal da língua (BORGES et al., 1999) e o vago é motor para a laringe e faringe (RADOSTITS et al., 2002). Para avaliá-los deve-se examinar o reflexo de deglutição (BORGES, 2004; RIET-CORREA et al., 2002), oferecendo alimentos e pela passagem de sonda nasogástrica. Outros testes incluem o uso de substâncias irritantes para avaliar sensibilidade da língua (glossofaríngeo), avaliação de sons anormais durante a respiração (vago).

O teste de adução da laringe (slap test) pode ser empregado para avaliar a função do nervo vago (BORGES, 2004).

XI. Acessório: O núcleo espinhal do nervo acessório dá origem a fibras eferentes somáticas, responsáveis pela inervação dos músculos trapézio, braquiocefálico, omotransverso e esterno cefálico. É avaliado através da inspeção e palpação, o uso de eletromiografia também é de grande utilidade. Quando lesionado, observa-se atrofia dos músculos que inerva (VASCONCELLOS, 1995; RIETCORREA et al., 2002), dificuldade em erguer a cabeça quando em movimento e a abdução da escápula (VASCONCELLOS, 1995).

XII. Hipoglosso: Este nervo é responsável pela função motora da língua (RADOSTITS et al., 2002). Observar controle muscular da língua, assim como desvio ou atrofia da mesma (FURR e REED, 2008). Equinos normais devem recolher totalmente a língua após a mesma ter sido tracionada (DUGGAN, 2007).

#### 1.2.2 Pescoço e Membros Torácicos

O pescoço e membros torácicos são examinados, para evidenciar defeitos macroscópicos, assimetria do pescoço e atrofia muscular (RADOSTITS et al., 2002, RIET-CORREA et al., 2002); o pescoço deve ser palpado para verificar dor, aumentos de volume e temperatura (DUGGAN, 2007).

A movimentação do pescoço para cima e para baixo e de um lado para o outro pode ser realizada por manipulação manual ou oferecendo-se alimento ao paciente a fim de encorajá-lo ao movimento (SPEIRS, 1999; DUGGAN, 2007), verificando incapacidade ou relutância em mover a cabeça e o pescoço e, visa avaliar o tônus muscular (RADOSTITS et al., 2002), existência de crepitação, luxação e dor (VASCONCELLOS, 1995).

O exame do pescoço em equinos inclui dois reflexos cervicais (MAYHEW, 2009); a estimulação da pele na porção lateral do pescoço, dorsal ao suco da veia jugular, induz geralmente contração dos músculos cutâneos vistos como contração da pele, contração do músculo barquiocefálico (Reflexo cervical) (SPEIRS, 1999) e, quando se belisca a pele ao longo do lado do pescoço abaixo da região da segunda vértebra cervical um resultado positivo é a tração (puxão) dos lábios (reflexo do "sorriso" ou cervicofacial) (REED, 2000).

Examinar a sensibilidade (nociocepção) da região com auxílio de agulhas ou pinças rombas (RIET-CORREA et al., 2002; MAYHEW, 2009). A dor significa que o nervo sensitivo periférico, a medula e as vias do tronco encefálico para o córtex estão normais (RIET-CORREA et al., 2002).

Sudorese unilateral, localizada no pescoço e porção cranial da escápula é evidência da síndrome de Horner, na qual existem variados graus de ptose, prolapso da terceira pálpebra, miose, enoftalmia e aumento da temperatura na face, pescoço e ombro (BORGES et al., 2000). A síndrome é associada com lesão nas fibras simpáticas, caracterizando envolvimento dos segmentos C1-C8 (VASCONCELLOS, 1995).

A reação de balanço é testada com o cavalo em estação e também caminhando e consiste na tentativa de empurrar o cavalo lateralmente. A avaliação envolve testar a resistência do cavalo a ser puxado ou empurrado lateralmente, bem como verificar ocorrência de tropeços. O teste é útil para detectar-se fraqueza e ataxia. O cavalo pode ser empurrado na escápula e também puxado lateralmente com o cabresto (SPEIRS, 1999). Útil na avaliação do segmento C1-T2, lesões nervosas a nível destes segmentos dificultam o posicionamento dos membros torácicos (VASCONCELLOS, 1995).

Pressionando com os dedos para baixo a cernelha de um animal normal, ocorre arqueamento seguido pela resistência contra a pressão para baixo. Um animal com fraqueza dos membros torácicos pode não conseguir resistir a essa pressão da coluna vertebral cervico-torácica, arqueando-se mais do que o normal e, frequentemente, encurvando os membros torácicos (RADOSTITS et al., 2002).

Ver posicionamento proprioceptivo mediante a adução ou abdução dos membros, observando se o animal os recoloca em posição normal. O reflexo da colocação tátil pode ser examinado vendando os olhos do animal e fazendo-o andar para observar a colocação correta dos membros. O cruzamento dos membros pode indicar a perda do sentido proprioceptivo (RIET-CORREA et al., 2002).

Lesões em C6-T2 ou no plexo braquial podem ser avaliadas mediante o reflexo flexor ou de retração comprimindo a pele com os dedos e observando a flexão do membro ou pela realização de pressão na sola do casco do animal e, este, em condições normais irá retrair o membro imediatamente (VASCONCELLOS, 1995).

Se não existem alterações no exame da cabeça e os membros torácicos estão afetados, a lesão está localizada no plexo braquial ou medula cervical. Em lesões da medula cervical os membros torácicos estarão alterados e os reflexos dos membros pélvicos estarão normais ou exagerados. Se não há alterações da cabeça ou membros torácicos a lesão estará localizada atrás da T2 (RIET-CORREA et al., 2002).

Nos animais que aceitam manipulação pode-se realizar o teste de saltitamento lateral, no qual cada membro torácico é suspendido de uma vez e força-se o paciente a saltitar lateralmente, apoiando-se no outro membro (Speirs, 1999). Com esse teste podem-se detectar perda motora e proprioceptiva, incoordenação cerebelar e deficiência cerebrocortical (AIELLO e MAYS, 2001).

#### 1.2.3 Tronco, Membros Pélvicos

Para se examinar o tronco deve-se observar a existência de atrofias musculares localizadas ou generalizadas (MAYHEW, 2009), unilateral ou bilateral, escoliose, cifose e lordose (VASCONCELLOS, 1995).

Os membros pélvicos devem ser inspecionados e palpados a fim de detectarem-se assimetrias, atrofias e malformações (SPEIRS, 1999).

O reflexo do panículo (musculocutâneo) é testado mapeando a sensibilidade da pele com uma agulha ou caneta sobre o tronco e a parede torácica de ambos os lados, incluindo a região das vértebras toracolombares (MAYHEW, 2009). O estímulo sensorial viaja até a medula espinhal pelos nervos espinhais toracolombares no local da estimulação. Esses impulsos são transmitidos na medula espinhal para C8-T1, onde o nervo torácico lateral é estimulado, causando a contração do músculo cutâneo, visto como uma agitação da pele (RADOSTITS et al., 2002).

Este reflexo está presente em toda a coluna, sendo mediado pelos NMI (AIELLO e MAYS, 2001). Qualquer lesão aos NMI (nervos espinhais) levam à hipoalgesia/ analgesia, indicando o local acometido (RADOSTITS et al., 2002).

O posicionamento proprioceptivo dos membros pélvicos poderá ser constatado da mesma forma que nos membros torácicos (RIET-CORREA et al., 2002).

A reação ao balanceamento é testada empurrando-se a pelve ou puxando lateralmente a cauda enquanto o cavalo está parado ou caminhando. Fraqueza ou ataxia são mais aparentes durante essas manobras, se o examinador for capaz de desviar o cavalo de seu trajeto com bastante facilidade ou fazê-lo tropeçar e mostrar abdução acentuada e cruzamento dos membros (SPEIRS, 1999).

Os membros pélvicos poderão ser estendidos para frente e levantados do chão, semelhante ao exame feito com os membros torácicos (VASCONCELLOS, 1995). Esses testes requerem a integridade completa do cérebro, medula espinhal e nervos periféricos; consequentemente, eles não são úteis na localização de lesões, mas sim na detecção de déficits sutis que sustentam a presença de uma lesão neurológica (AIELLO e MAYS, 2001).

#### 1.2.4 Ânus, Cauda e Bexiga

Os exames da cauda e do ânus devem ser realizados para determinar o local das lesões aos nervos sacrococcígeos e segmentos musculares (REED et al., 2003).

O clínico deve iniciar observando a movimentação da cauda com o animal em repouso e em movimento (DUGGAN, 2007). Normalmente a cauda fica reta para baixo, mas com livre movimentação em todas as direções. A maioria dos equinos apresenta um tônus muscular que resiste à elevação da cauda, prendendo-a (SPEIRS, 1999; FURR e REED, 2008), embora a aplicação de uma força moderada permita a elevação (SPEIRS, 1999; REED, 2003).

O reflexo perineal é testado pinçando-se gentilmente a pele do períneo com uma pinça (MAYHEW, 2009). Um reflexo normal deve resultar na contração do esfíncter anal e abaixamento da cauda, as vezes o paciente pode agachar-se (REED et al., 2003; FURR e REED, 2008).

É importante avaliar tanto os componentes sensórios como os motores do reflexo. A inervação sensória é feita através dos ramos perineais do nervo pudendo (S1-S3). A inervação motora do esfíncter anal pelo ramo retal caudal do nervo pudendo e a flexão da cauda é mediada pelos nervos espinhais associados com os segmentos S1-Co (SPEIRS, 1999).

Um animal com cauda e ânus flácidos devido à lesão do NMI não tem reflexo anal ou da cauda. Entretanto, ele ainda pode apresentar sensibilidade normal do ânus e cauda, proveniente dos nervos sensoriais e das vias nociceptivas da substância branca da medula espinhal e tronco encefálico intactos (RADOSTITS et al., 2002).

Por fim, os segmentos sacrais (S1-S2) são responsáveis pela inervação da região caudal da garupa, bexiga, genitália e cauda. Usa-se fazer a palpação retal para verificação de retenção fecal e também se há distensão da bexiga. As lesões nos segmentos sacrais pode causar, entre outros, uma incontinência urinária e diminuição do reflexo perineal (VASCONCELLOS, 1995).

#### 1.2.5 Andar e Postura

O examinador avalia o andar e a postura do paciente para fazer uma avaliação geral do tronco cerebral, medula espinhal, bem como função dos nervos periféricos e músculos (RADOSTITS et al., 2002) e, decide se existe ou não uma anormalidade e, caso exista, determina sua localização (MAYHEW, 2009). As lesões podem ser focais, difusas ou multicêntricas, e os sinais clínicos são em geral caudais ao local da lesão e bilateralmente simétricos (SPEIRS, 1999).

Para avaliar a postura, os membros podem ser colocados em posições anormais (a frente ou cruzados) e observa-se se o paciente corrige o posicionamento demonstrando a propriocepção sensibilizada (DUGGAN, 2007).

Cavalos em estação com postura normal apresentam os membros posicionados regularmente num quadrado abaixo do corpo, embora, quando em repouso possam posicionar-se com o boleto do membro posterior flexionado e o casco repousando com sua pinça ou superfície cranial tocando o solo (SPEIRS, 1999).

Os pacientes que apresentam uma base muito ampla em repouso podem ter uma lesão na região cerebelar ou vestibular ou anormalidades proprioceptivas inconscientes (REED et al., 2003).

É essencial observar o equino em movimento para avaliar sua coordenação e propriocepção consciente (DUGGAN, 2007).

O cavalo deve ser avaliado enquanto estiver caminhando e trotando em linha reta e o examinador deve se posicionar de ambos os lados, a frente e às costas do paciente (REED et al., 2003; MAYHEW, 2009) a fim de avaliar a variação no tamanho das passadas, oscilação ou arrastar de cascos, balançar dos membros para dentro e para fora quando em movimento e se há movimentação instável da pelve e tronco (VAN BIERVLIET, 2006).

O paciente deve ser forçado a andar em círculos abertos e fechados em ambas as direções, pode-se puxar o cabresto e a cauda simultaneamente para avaliar a resistência do animal (MAYHEW, 2009). Os equinos com alterações neurológicas falham em cruzar o membro posterior de dentro sobre o membro de fora ou tropeçam no membro contralateral. A ampla circundação do membro contralateral é outra anormalidade que poderá ser observada (DUGGAN, 2007).

Observar o cavalo enquanto ele recua também pode auxiliar em elucidar alterações (DUGGAN, 2007). Quando um equino normal recua, ele deve erguer cada membro e coloca-lo num local de forma coordenada e apropriada. Os cavalos com alterações neurológicas irão colocar seus membros numa posição muito ampla e ficarão relutantes ou recusarão a se movimentar (REED et al., 2003).

Quando possível o andar deve ser avaliado enquanto o animal está subindo e descendo uma rampa (RADOSTITS et al., 2002; DUGGAN, 2007). Cavalos com déficits neurológicos podem apresentar dificuldade em realizar estes movimentos ou até mesmo bater ou tropeçar na rampa (VAN BIERVLIET, 2007).

Outros testes incluem observar o paciente caminhando por uma pista com pequenos obstáculos, como cavaletes e meio-fio (REED et al., 2003); parar o equino abruptamente observando se irá adotar uma posição com os membros em posição anormal (DUGGAN, 2007; MAYHEW, 2009) e movimentar o paciente com vendas nos olhos (RADOSTITS et al., 2002).

Uma maneira de exacerbar os déficits que o animal possa vir a apresentar é elevar sua cabeça e pescoço (VAN BIERVLIET, 2006, DUGGAN, 2007).

Todos esses testes visam verificar anormalidades da marcha, que incluem ataxia, fraqueza ou paresia, espasticidade (RIET-CORREA et al., 2002; REED et al., 2003; DUGGAN, 2007) e dismetria (SPEIRS,1999).

Por fim o clínico deve notar quais os membros que demonstram déficits posturais e de marcha e determinar se o paciente tem um problema musculoesquelético (dor ou mecânico) ou neurológico (REED et al., 2003).

Uma importante regra que o examinador deve manter em mente ao realizar uma análise da marcha durante o exame neurológico é que quando os déficits neurológicos ocorrem de forma isolada, é provável que o andar seja arrítmico. Se houver alguma doença musculoesquelética isolada, então é provável que o andar seja rítmico. Quando ambas as condições existirem, então o grau de ritmicidade será determinado pela gravidade de um déficit em relação ao outro. Por exemplo, uma

claudicação moderada adiciona ritmicidade a uma marcha anormal, quando o déficit neurológico é mais suave, e vice-versa (BERTONE, 2009).

Nos equinos claudicantes em que há dúvidas sobre envolvimento dos sistemas musculoesquelético e neurológico, uma reavaliação deve ser feita após o tratamento com antiinflamatórios não esteroidais (AINES) por três a cinco dias ou uso de agentes anestésicos regionais (REED et al., 2003).

Essas tentativas são justificadas pelo fato da dor aumentar os estímulos sensoriais para os centros corticais e melhorar as habilidades compensatórias em déficits neurológicos, assim após um tratamento com AINE, muitas vezes o déficit neurológico é mais pronunciado (BERTONE, 2009).

Se um déficit neurológico está presente depois de observar cuidadosamente os movimentos de cada membro em uma variedade de exercícios, como descrito acima, o examinador deverá atribuir uma nota para o déficit. O sistema utilizado nesta revisão é uma adaptação de Mayhew (1989). As alterações observadas em cada membro são graduadas entre 0 e 5, sendo: 0 Não há déficits da marcha; 1 Déficits dificilmente observados durante a locomoção em linha reta, mas confirmado após a realização de manobras especiais; 2 Déficits moderados, mas facilmente observáveis durante a locomoção em linha reta e exacerbados após a realização de manobras especiais (andar em círculos fechados, descer rampas); 3 Os déficits são muito óbvios e o animal pode cair quando manobras especiais são realizadas, geralmente o animal apresenta posturas anormais quando parado; 4 Déficits que podem causar quedas espontâneas do paciente durante locomoção. Esses animais frequentemente apresentam posicionamento anormal quando em estação e 5 Decúbito permanente.

#### 1.2.6 Cavalos em Decúbito

A avaliação neurológica do paciente em decúbito representa um desafio único ao clínico (FURR e REED, 2008). Nesses casos a localização da anormalidade é mais importante do que o usual, pois a escolha entre tratamento e eutanásia requer a exata determinação anatômica do problema (BAKOS et al., 2000; KNOTTENBELT, 2009).

Em primeiro lugar determina-se se existem ou não anormalidades encefálicas, para estabelecer a lista de diagnósticos diferenciais (BORGES, 2004). O clínico deve avaliar o nível de consciência, reflexo de ameaça e facial, estímulo do septo nasal e da orelha (KNOTTENBELT, 2009).

Todas as partes do exame neurológico são importantes, mas em equinos em decúbito que sofreram um grave trauma na cabeça, o tamanho pupilar, a simetria e a resposta à luz direta são fundamentais. Uma alteração no tamanho pupilar de constrição bilateral para dilatação bilateral associado a ausência de resposta à luz em ambos os olhos é uma indicação de piora do quadro e requer terapia imediata (REED, 2007).

Excluídos os problemas encefálicos, deve-se procurar localizar anormalidades em um determinado segmento da medula espinhal (BORGES, 2004), para isso os reflexos espinhais devem ser avaliados (REED, 2007).

O decúbito complica a avaliação neurológica em equinos, impedindo a realização de alguns testes, mas há alguns reflexos espinhais que, em contraste com o animal em posição quadrupedal, podem ser avaliados (SPEIRS, 1999; BAKOS et al.,

2000). Os reflexos espinhais expressam respostas perante a integridade de músculos, de seus nervos periféricos e dos respectivos segmentos da medula (BORGES, 2004).

Os reflexos medulares são testados para determinar se a lesão está localizada no NMS ou no NMI e, dessa forma, localizá-la melhor. Lesões no NMI causam: perda da atividade motora voluntária; perda dos reflexos medulares; perda do tono muscular e atrofia muscular por denervação. Nestes casos observa-se uma paralisia do tipo flácida. Já lesões no NMS causam: perda da atividade motora voluntária; reflexos exagerados, hiperativos cranialmente ao local da lesão; aumento do tono muscular; atrofia muscular por desuso e aparecimento de reflexos espinhais anormais. Neste caso observa-se uma paralisia do tipo espástica, que não deve ser confundida com rigidez extensora (FEITOSA, 2004).

Nos membros torácicos podem ser avaliados os reflexos flexor, tricipital, bicipital (SPEIRS, 1999; BORGES, 2004; FURR e REED, 2008) e carporradial (BORGES, 2004).

O reflexo flexor é testado pinçando-se a pele do membro distal e observando-se o recolhimento do membro, consistindo em flexão de todas as articulações (SPEIRS, 1999; BORGES, 2004; FURR e REED, 2008). O reflexo é mediado por fibras sensoriais dos nervos periféricos ulnar e mediano, o segmento medular de C6 a T2 e fibras motoras dos nervos axilar, mediano, musculocutâneo e ulnar (HAHN et al., 1999).

O reflexo tricipital é avaliado pela extensão da articulação umerorradioulnar e contração do músculo tríceps, após estimulação com um martelo neurológico da porção distal da cabeça do tríceps na altura do olécrano (HAHN et al., 1999; SPEIRS, 1999; BORGES, 2004). A via reflexa testada envolve o nervo radial e segmentos C7-T1 da medula espinhal (FURR e REED, 2008).

O reflexo bicipital é testado através do leve golpeamento do tendão do músculo bíceps próximo a sua origem na escápula, levando a contração dos músculos braquial e bicipital e flexão da articulação umerorradioulnar (HAHN et al., 1999; SPEIRS, 1999; BORGES, 2004). Este reflexo é mediado pelos nervos musculocutâneo e segmentos da medula espinhal C6 e C7. É mais facilmente detectado em potros e pode ser difícil de detectar em cavalos adultos (HAHN et al., 1999).

O reflexo carporradial é avaliado pela estimulação da porção musculotendínea do músculo carporradial resultando em extensão do carpo. Ele avalia os segmentos C6 a T2 da medula espinhal pela estimulação do nervo radial (BORGES, 2004).

Os reflexos espinhais mais utilizados nos membros pélvicos são o patelar, o tibial cranial, o gastrocnêmico, o isquiático e o flexor (BORGES, 2004)

No teste do reflexo patelar o membro é levemente flexionado e o ligamento patelar medial é golpeado levemente com um martelo neurológico (SPEIRS, 1999; FURR e REED, 2008), uma resposta positiva leva a contração do grupo do músculo quadríceps e produz uma súbita extensão do joelho e membro (SPEIRS, 1999; BORGES, 2004). Esse reflexo envolve um componente sensorial (nervo femoral) e um componente motor (segmentos L4 a L5 da medula espinhal) (SPEIRS, 1999).

O reflexo tibial cranial é testado pela estimulação da região do músculo tibial cranial e do ramo do nervo fibular com um martelo, conferindo flexão do tarso. Ele avalia os segmentos de L6 a S1 da medula espinhal (BORGES, 2004).

O reflexo gastrocnêmico é deflagrado batendo-se com um martelo diretamente sobre o músculo gastrocnêmico e produz a contração desse músculo e extensão do tarso através da estimulação do nervo ciático e do nervo tibial através dos segmentos L5 a S3 (BORGES, 2004).

O reflexo flexor do membro pélvico é testado da mesma maneira descrita anteriormente para o membro torácico e, avalia os segmentos de L5 a S3 da medula espinhal e o nervo ciático (SPEIRS, 1999; BORGES, 2004).

Há ainda várias hipóteses, que podem ser feitas correlacionando-se o local da lesão com a capacidade do paciente em realizar certos movimentos (SPEIRS, 1999).

Uma observação geral revelará se o equino tem estado mental normal, sugerindo uma lesão caudal a C1. A perda da força nos membros torácicos com manutenção da capacidade de levantar a cabeça e o pescoço cranial sugere uma lesão cervical caudal extrema, como entre C6 a T2. Se o cavalo pode adquirir a posição de cão sentado, demonstrando boa força e coordenação dos membros torácicos, então a lesão é mais provável de ser caudal a T2 (SPEIRS, 1999; FURR e REED, 2008). Se o déficit neurológico é no tronco ou membros pélvicos, a lesão é localizada entre T2 a S2. Suor localizado indica uma lesão nos tratos simpáticos descendentes (SPEIRS, 1999).

O fenômeno de Schiff-Sherrington refere-se a uma condição de aumento do tônus dos membros torácicos e paralisia flácida dos membros pélvicos e tem sido observada em equinos associada a lesões medulares entre T2 e L4 (CHIAPETTA et al., 1985).

O clínico deve ter em mente que os efeitos do decúbito podem alterar as respostas ou levar à complicações como neuropatias periféricas que não são parte do diagnóstico primário. Adicionalmente, o medo e a ansiedade induzidos pelo decúbito, a exaustão e a desidratação podem influenciar nos resultados do exame (FURR e REED, 2008; KNOTTENBELT, 2009), comprometendo o reflexo e mimetizando uma lesão do NMI (hipotonia, diminuição da intensidade do reflexo testado e paresia ou paralisia) (BORGES, 2004).

O clínico pode também realizar o reflexo do panículo no paciente em decúbito (SPEIRS, 1999).

#### 2 Localização das Lesões

Uma vez que o clínico esteja familiarizado com os testes que podem ser realizados para a avaliação do sistema nervoso em equinos, ele está apto a identificar as alterações e localizar a lesão, tornando mais fácil a determinação da possível etiologia.

O clínico deve ter em mente que não é necessário a observação de todos os sinais descritos em cada uma das síndromes. Muitas vezes apenas alguns sinais estão presentes, mas já é possível caracterizar a ocorrência de uma determinada síndrome (FEITOSA, 2004).

Síndromes encefálicas: SÍNDROME CEREBRAL: anormalidades locomotoras (podem ser discretas), estado mental (depressão) e comportamento alterados, respiração irregular, cegueira (reflexo pupilar normal), pressão da cabeça contra obstáculos, andar em círculos (geralmente lesões unilaterais); SÍNDROME

MESENCEFÁLICA: anormalidades locomotoras, depressão mental, midríase não responsiva ou miose (visão normal), estrabismo; SÍNDROME PONTOBULBAR: anormalidades locomotoras, alteração em diversos nervos cranianos, depressão mental; SÍNDROME VESTIBULAR: central (nistagmos horizontais, rotacionais, verticais ou posicionais, déficits dos nervos cranianos: V, VI e VII; podem ocorrer sinais cerebelares); periférica (nistagmos horizontais ou rotacionais, possível déficit no VII par de nervo craniano. Tanto a síndrome central quanto a periférica podem apresentar perda de equilíbrio, quedas, rotação de cabeça e estrabismo e SÍNDROME CEREBELAR: tremores de intenção na cabeça, anormalidades de locomoção (hipermetria), nistagmos, alteração na resposta de ameaça visual, aumento da área de sustentação do corpo (ampla base).

Sindomes Medulares: SÍNDROME CERVICAL (C1-C5): Tetraparesia ou tetraplegia, hemiparesia ou hemiplegia. As compressões medulares provocam sinais mais severos em membros pélvicos quando comparados ao membros anteriores (esta diferença geralmente é de apenas 1 grau). Em compressões leves desta região apenas os membros posteriores estarão acometidos (lembrando apenas que devem estar graduados em no máximo 1. Reflexos e tonus muscular normais ou aumentados nos quarto membros. Perda da sensação cutânea em toda a area inervada; SÍNDROME CERVICO-TORÁCICA (C6-T2): Acometimento dos quatro membros (fraqueza e ataxia). Sinais de NMI nos membros torácicicos( hiporreflexia, paresia ou paralia flácida) e de NMS nos pélvicos (hiperreflexia, paresia ou paralisia espástica; miose; Horner: atrofia muscular por denervação; síndrome TORACOLOMBAR (T3-L3): Membros anteriores normais e membros posteriores afetados (hiperreflexia, paresia ou paralisia espástica, ataxia, diminuição da sensibilidade cutânea). Poliúria, incontinência fecal, síndrome de Schiff-Scherrington; SÍNDROME LOMBOSACRA (L4-S2): Acometimento apenas dos membros posteriores com hiporreflexia e perda da sensação cutânea, posição de cão sentado. Incontinência urinária e fecal caso lesão progrida caudalmente e SÍNDROME SACROCOCCÍGEA: Síndrome da cauda equina (diminuição ou ausência da movimentação da cauda, diminuição ou ausência de sensibilidade na região perineal, diminuição do tônus do esfíncter anal e incontinência urinária.

#### REFERÊNCIAS

- AIELLO, S. A.; MAYS, A.(eds). Manual Merck de Veterinária. São Paulo: Roca, 2001. p.729-738.
- BAKOS, Z. et al. Clinical examination of the equine nervous system. **Magyar Allatorvosok Lapja**. v. 122, p. 451-459, 2000.
- BERTONE, J.L'esame neurologico del Cavallo. In CONGRESSO MULTISALA SIVE, 15, 2009, Bologna. **Proceedings...** 2009. p. 21-24.
- BORGES, A.S. Semiologia do Sistema Nervoso de Grandes Animais. In: FEITOSA, F.L. (ed.). Semiologia Veterinária. A arte do diagnóstico: cães, gatos, equinos, ruminantes e silvestres. São Paulo: Roca, 2004. p. 506-526.
- BORGES, A.S.; MENDES, L.C.N.; KUCHEMBUCK, M.R.G. Exame neurológico em grandes animais. Parte I: Encéfalo. **Rev. Ed. Cont. CRMV-SP**, v.2, p.4-16, 1999.

- BORGES, A.S.; MENDES, L.C.N.; KUCHEMBUCK, M.R.G. Exame neurológico em grandes animais. Parte II: Medula espinhal: eqüino com incoordenação motora. **Rev. Ed. Cont. CRMV-SP**, v.3, p.3-15, 2000.
- BRAUND, K.G. Clinical syndromes in veterinary neurology. 2.ed. St Louis: Mosby, 1994. 477p.
- BREWER, B.D. Examination of the bovine nervous system. **Vet. Clin. N. Am.:** Bovine Neurol. Dis., v.3, p.18-27, 1987.
- CHIAPETTA, J.R.; BAKER, J.C.; FEENEY, D.A. Vertebral fracture, extensor hypertonia of thoracic limbs, and paralysis of pelvic limbs (Schiff–Sherrington syndrome) in an Arabian foal. J Am Vet Med Assoc, v. 186, p. 387–3888, 1985.
- DICKINSON, P. Is the problem neurologic or no neurologic?. In: Annual Veterinary Neurology Symposium, 2 University of California, Davis, 2005. **Proceedings**... 2005b.
- DICKINSON, P. Localization of Brain Lesions. In: ANNUAL VETERINARY NEUROLOGY SYMPOSIUM, 2, 2005, Davis. **Proceedings**... 2005a.
- DUGGAN, V.E. Clinical Approach to Central Nervous System Disease in the Horse. In: EUROPEAN VETERINARY CONFERENCE, 40, 2007, Amsterdan. **Proceedings...** 2007. p. 219-220.
- FEITOSA, M.M. Semiologia do Sistema Nervoso de Pequenos Animais. In: FEITOSA, F.L. (ed.). Semiologia Veterinária. A arte do diagnóstico: cães, gatos, eqüinos, ruminantes e silvestres. São Paulo: Roca, 2004. p. 451-505.
- FURR, M.; REED, S. Neurologic examination. In: FURR, M.; REED, S. (ed). **Equine neurology**. Carlton: Blackwell Publishing Asia, 2008, p.65-76.
- GLASS, E. N.; KENT, M. The clinical examination for neuromuscular disease. **Vet. Clin. North Am.:** Small Animal Practice, v.32, p.1-29, 2002.
- HAHN, C.N.; MAYHEW, I.G.; MACKAY, R. Nervous system. In: COLAHAN, P.T.; MAYHEW, I.G., MERRIT, I.G.; MOORE, J.N. (ed). **Equine Medicine and Surgery**. St. Louis: Mosby, 1999. p.863–996.
- KNOTTENBELT, D. C. Neurological Emergencies. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF WORD EQUINE VETERINARY ASSOCIATION, 11, 2009 Guarujá. **Proceedings...** 2009.
- KUBE, S. A. et al. How to Work Up a Horse with Seizures. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 50, 2004, Denver. **Proceedings...** 2004.
- LAUGIER, C. el at. Necropsy Survey of Neurologic Diseases in 4,319 Horses Examined in Normandy (France) from 1986 to 2006. **J. Equine Vet. Sci.** v.29, p.561-568, 2009.
- MACKAY, R.J. Neurologic Disorders of Neonatal Foals. Vet Clin Equine, v.21, p.387-406, 2005.
- MAYHEW, I.G. Large animal neurology: a handbook for veterinary clinicians. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989. 380p.
- MAYHEW, J. Equine Neurologic Examination What Do I Really Look For? In: INTERNATIONAL CONGRESS OF WORD EQUINE VETERINARY ASSOCIATION, 11, 2009, Guarujá. **Proceedings...** 2009.
- MENDES, L.C.N.; NOGUEIRA, G.M.; BORGES, A.S.; PEIRÓ, J.R.; FEITOSA, F.L.F. Avaliação dos reflexos espinhais em cordeiros da raça Suffolk. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, vol.59, p. 26-29, 2007.
- NOLLET, H.; VANSCHANDEVIJL, K.; DEPREZ, P. Gait abnormalities: a neurologic or musculoskeletal problem? Transcranial magnetic stimulation as an useful aid! In: INTERNATIONAL CONGRESS OF WORLD EQUINE VETERINARY ASSOCIATION, 10, 2008, Moscow. **Proceedings...** WEVA, 2008. p.543-544.
- OFRI, R. Assessment & Examination of Blind Patients. In: EUROPEAN VETERINARY CONFERENCE VOORJAARSDAGEN, 2008, p.166-169.
- PARKER, A.J. Principles of neurologic diagnosis. Progr. Vet. Neurol., v.1, p.11-17, 1990.

- PIERCY, R.J. Is it Weak, lame or neurological? In: BRITISH EQUINE VETERINARY ASSOCIATION CONGRESS, 47, 2008, Liverpool. **Proceedings...** 2008, p.56-57.
- RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica veterinária.** Úm tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.448-492.
- REED, S. M. Neurologic Exam. J. Equine Vet. Sci. v. 23, p.484-492, 2003.
- REED, S.M. Head and Spinal Cord Injury in Horses Examples of Lesions, Pathogenesis, and Treatment. 2007, Disponível em: International Veterinary Information Service, Ithaca NY (www.ivis.org). Acesso em 12/02/2010.
- REED, S.M.; SAVILLE, W.J.; SCHNEIDER, R.K. Neurologic Disease: Currebt Topics In-Depth. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 49, 2003, New Orleans. **Proceedings...** 2003.
- REED, S.R. Doenças neurológicas. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M. (eds.). **Medicina Interna eqüina**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 368-374.
- RIET-CORREA, F.; RIET-CORREA,G.; SCHILD, A.L. Importância do exame clínico para o diagnóstico das enfermidades do sistema nervoso em ruminantes e equideos. **Pesq. Vet. Bras.** v.22, p.161-168, 2002.
- SPEIRS, V.C. Exame clínico de equinos. Porto Alegre: Artmed,1999. p.83-107.
- STURGES, B.K. Neuro-ophthalmology: The Visible Nervous System. In: ANNUAL VETERINARY NEUROLOGY SYMPOSIUM, 2, 2005, Davis. **Proceedings**... 2005.
- TAYLOR, F.G.R.; HILLYER, M.H. **Diagnostic Techniques in Equine Medicine**. London: WB Saunders, 1997. 348p.
- VAN BIERVLIET, J. An Evidence-Based Approach to Clinical Questions in the Practice of Equine Neurology. **Vet Clin Equine**, v. 23, p.317–328, 2007.
- VAN BIERVLIET, J. Practical neuro-anatomy and neuroanatomical diagnosis in the work-up of a lameness case. In: EUROPEAN SOCIETY OF VETERINARY ORTHOPAEDICS AND TRAUMATOLOGY CONGRESS, 13 Munich, 2006. **Proceedings...** 2006. p.194.
- VASCONCELLOS, L.A.S. **Problemas neurológicos na clínica eqüina**. São Paulo: Varela, 1995. p.1-22.
- VERNAU, K. M.; OSOFSKY, A.; LECOUTER, R. A. The neurological examination and lesion localization in the companion rabbit (Oryctolagus cubículos). Vet Clin Exo Anim., v.10, n.3, p.731-758, 2007.

Quadro1. Relação entre o tipo de origem da doença neurológica com o seu estabelecimento, evolução e distribuição.

Doença	Estabelecimento	Evolução	Distribuição
Degenerativa	Crônico	Progressivo	Difuso
Congênita	Ao nascimento	Não progressiva	Focal
Metabólicos	Variável (agudo)	Variável (progressivo)	Difuso
Neoplasica	Crônico	Progressivo	Focal
Nutricional	Agudo/ crônico	Progressivo	Difuso
Infecciosa	Variável	Progressivo	Difuso
Tóxica	Variável	Progressiva	Difuso
Vascular	Agudo	Não progressiva	Focal
Traumática	Agudo	Não progressiva	Focal



### Capítulo 18- Monensina sódica para bovinos

## Leonardo Campos Almeida<sup>1</sup>, Yuri Barbosa Guerson<sup>1</sup>, Graziela Barioni<sup>1</sup>, Jeanne Broch Siqueira<sup>1</sup>

#### Introdução

O Brasil possui o 2° maior rebanho de bovinos do mundo atrás apenas da Índia, apresenta de acordo com o IBGE (2009) 214.230.967 cabeças, com o crescimento de 1,3% em relação ao ano anterior, e uma produção superior a 29 bilhões litros de leite com crescimento 5,6% em relação à quantidade produzida no ano anterior. Mesmo com todos esses números o Brasil possui uma baixa taxa de desfrute de produtividade de leite por hectare. Sendo um desafio técnico e político o aumento da produção, da produtividade e da rentabilidade nos dias atuais (FERREIRA et al.,2001).

O problema da alimentação dos rebanhos é um dos aspectos mais importantes no cenário atual, sendo um dos principais componentes do custo de produção e fator determinante de êxito ou fracasso da atividade em questão. O manejo nutricional é uma das áreas mais estudadas pelos pesquisadores que atuam no cenário da pecuária nacional, e a busca pela melhoria nas condições de criação para que os animais possam expressar todo seu potencial é um dos maiores objetivos dos envolvidos nessa cadeia produtiva (VAN CLEEF et al., 2009)

Segundo Nicodemo (2002) os aditivos agem por diferentes mecanismos melhorando a sanidade, conversão alimentar e consequentemente a produção, com maior ganho de peso e produção de leite. De acordo com Luchiari Filho et al. (1990) a utilização de ionóforos em ruminantes adultos melhora o desempenho produtivo por intermédio de alterações na fermentação ruminal. No Brasil somente a lasalocida e a monensina são liberadas para o uso em ruminantes. (ZANINE et al, 2006).

A utilização de aditivos na alimentação animal é considerada uma estratégia alternativa na busca de melhores resultados produtiva no agronegócio, em especial na alimentação de vacas leiteiras. A manipulação e modificação da fermentação ruminal no sentido de melhorar o desempenho animal, tem sido objetivo de muitas pesquisas em diversas espécies de ruminantes. Os ionóforos tem-se destacado como compostos que agem melhorando a qualidade ou a quantidade de nutrientes disponíveis para absorção pelo trato gastrointestinal, e com isso melhorando o desempenho dos ruminantes.

A monensina é o ionóforo mais utilização como aditivo alimentar e tem o papel de melhorar o metabolismo proteico e energético do animal, aumentando assim o desempenho individual de cada animal e consequentemente do rebanho (McGUFFEY et al., 2001).

.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Programa de mestrado em Ciências Veterinárias, Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo.

Ipharraguerre e Clark (2003) relataram sobre revisão de 32 experimentos, sendo descrito aumento da produção em 14 experimentos e no restante, não foi observado nenhum efeito da suplementação de monensina. Dentre os trabalhos avaliados positivamente, houve aumento médio na produção de leite de 1,5 kg/dia, que representou superioridade de 7% em relação às rações controle.

De modo geral, o efeito da utilização de monensina sódica em dietas de vacas em lactação, tem levado as seguintes observações: diminuição no teor de gordura e aumento da proteína do leite e quanto à produção há evidências de melhora e de resultados não significativos. Independentemente do teor proteico das dietas, promoveu também, diminuição no consumo de matéria seca, aumento na concentração de ácido propiônico e redução do teor de ácido butírico e da relação acetato: propionato. (DINIUS et al., 1976).

De acordo com pesquisas envolvendo o uso de ionóforos em vacas, é observado divergência entre os resultados obtidos, indicando haver envolvimento e interação de fatores dietéticos e fisiológicos (IPHARRAGUERRE e CLARK 2003). Kennelly e Lien (1997) destacam fatores relacionados como raça, quantidade de concentrado oferecido e quantidade e duração da administração do ionóforos

#### 1. Definição

Os ionóforos são antibióticos que deprimem ou inibem seletivamente o crescimento de bactérias no rúmen, promovendo aumento de desempenho consequente das alterações nos padrões de fermentação ruminal (NICODEMO, 2002; ZANINE, et al., 2006), com objetivo de diminuir a metanogênese, aumentar formação de ácido propiônico e reduzir a proteólise e desaminação da proteína dietética no rúmen (NICODEMO, 2002).

Produzidos por diversas linhagens de Actinomicetos em processos fermentativos, em especial pelo *Streptomyces cinnamonensis*, e inicialmente utilizados como coccidiostáticos em dietas de aves, os ionóforos tem por objetivo a manipulação da fermentação ruminal, esperando-se melhorias no desempenho animal. (Salman et al., 2006). Os ionóforos são ácidos orgânicos pouco solúveis em água, altamente lipofílico, com peso molecular entre 500 a 2000 daltons, agem ligadas a íons de vários minerais e se movimentam por intermédio das membranas celulares (LUCCI, 1997).

Dentre os ionóforos, a monensina sódica é largamente empregada em toda pecuária leiteira mundial, sendo utilizada no continente Africano, Oceania, América Latina e do Norte (HANEY E HOEHN, 1967).

#### 2. Mecanismo de ação

O modo de ação da monensina sódica é a mudança no movimento de íons através de membranas, se ligando aos íons metálicos e favorecendo o transporte dos mesmos através da membrana celular (PRESSMAN, 1976), alterando assim o gradiente de prótons, principalmente Na+, K+ e H+, e consequentemente, o pH dentro da célula. Desta forma, o gasto de energia que a bactéria utiliza no restabelecimento dos padrões normais de polarização da membrana celular, pode levar a redução no

crescimento, reprodução e muitas vezes, até a morte de determinado tipo de bactéria (McGUFFEY et al., 2001).

A monensina atua na membrana celular através da troca de cátions do meio interno (corpo bacteriano) para o meio externo (fluído ruminal) e vice-versa. Os ionóforos são moléculas altamente lipofílicas com exterior hidrofóbico e interior hidrofílico e capaz de se ligar a cátions. Como as membranas celulares são compostas por dupla camada lipídica, há uma alta necessidade de energia para translocar íons. Porém, os ionóforos facilitam o movimento dos íons através dessas membranas. Portanto são carreadores móveis dentro da membrana e são seletivos para certos íons. A monensina tem alta afinidade pôr Na+ mas também transloca o K+. A concentração ruminal é predominante de Na+, sendo 4 a 5 vezes maiores que a concentração de K+ (RUSSELL e STROBEL, 1989).

A primeira reação usualmente processa-se em maior taxa do que a segunda, desde que alguma molécula de monensina dissocie-se da membrana da célula antes de ocorrer à segunda reação. Assim, o H+ acumula-se dentro da célula o que resulta em redução de pH intracelular. Em decorrência deste decréscimo no pH, a célula responde exportando H+ para fora da célula mediante gasto de energia (ATP) e Na+ para dentro (BAGG, 1997).

A manutenção do equilíbrio eletrolítico e ácido base do ambiente interno da célula é realizado por um mecanismo ativo de expulsão de prótons (via ATPase). O excesso de próton (H+) deve ser expulso da bactéria para permitir a estabilidade do pH interno (BAGG, 1997; MILLEN et al., 2007). A diferença de gradiente com o meio interno mais negativo é importante para criação do potencial elétrico, e da força motriz necessária para importar solutos para dentro da membrana. A monensina desorganiza o transporte de íons trocando um cátion monovalente por outro durante a passagem pela membrana. Apesar da maior afinidade da monensina pelo Na+/H+ que por K+/H+. O maior gradiente, de cerca de 25 vezes maior K+. Torna o efluxo desse mais favorável do que o efluxo de Na+. Como resultado dessa movimentação de K+, ocorre acúmulo de H+ e queda do pH intracelular (MILLEN et al., 2007; RANGEL et al., 2008). Quando a monensina é adicionada, o pH interno reduz em consequência da perda da capacidade celular de expelir os prótons em decorrência do decréscimo da força motriz, apesar do gradiente elétrico não ser alterado devido a troca de cátions. O gradiente de potássio alterado com a queda da concentração celular deste e a tentativa da célula de compensar parcialmente esse gradiente expelindo hidrogênio para fora é realizada com gasto de energia, e pode ocasionar a consequente entrada de Na+, e inibicão do crescimento celular. A monensina diminui o crescimento bacteriano por desorganizar o transporte de cátions via membrana, alterando o equilíbrio eletrolítico e ácido base, devido ao gasto de energia adicional (MILLEN et al., 2007).

Com a diminuição da competição por substratos energéticos devido ao desaparecimento das bactérias gram positivas (principais produtoras de acetato, butirato e hidrogênio), as bactérias gram-negativas acabam dominando o meio. Além disto, a menor quantidade de H+ no meio propicia mais substrato para a formação de ácido propiônico e menor produção de metano, melhorando assim a eficiência alimentar da dieta (McCAUGHEY et al., 1997).

#### 3. Utilização da monensina na dieta de ruminantes

Na literatura são encontrados vários resultados a respeito da utilização de ionóforos. Mais especificamente em vacas leiteiras avaliando produção de leite, temse encontrado diversificação de resultados, demonstrando a influência das diversas variáveis envolvidas no manejo alimentar de suplementação com ionóforos (SALMAN et al., 2006).

Como citado por Schelling (1984), os efeitos atribuídos e esperados à monensina são: maior concentração ruminal de propionato e menores de acetato, butirato e lactato. Menor produção de metano com aumento de retenção de forragem no rúmen e diminuição na taxa de passagem digestória, aumento da digestibilidade da matéria seca e proteínas, decréscimos na desaminação e proteólise ruminal, alteração de microbiota ruminal, aumento na concentração de glicose circulante e melhorias no desempenho produtivo animal.

Ressaltado por Ipharraguerre e Clark (2003), os diferentes resultados encontrados na utilização de ionóforos na alimentação de ruminantes, é um indicativo de envolvimento e interação de fatores dietéticos e fisiológicos. Como influência dos fatores dietéticos deve-se levar em conta os ingredientes principais participantes da dieta total, a qualidade (principalmente da fibra), a composição bromatológica dos alimentos (volumoso e concentrado) e a proporções: proteína x energia e volumoso x concentrado da dieta. Para adequada utilização da monensina é de extrema importância o conhecimento sobre as formas de utilização desses compostos da dieta por parte dos ruminantes, assim como a influência da monensina na assimilação e absorção desses nutrientes.

#### 2.1 Efeito sobre a fermentação ruminal

Através da adequada fermentação de substratos energéticos no rúmen, com formação de ácidos graxos voláteis (AGV) sendo eles os ácidos acético, propiônico e butírico, produção de metano (CH4) e dióxido de carbono (CO2), os ruminantes adquirem sua maior fonte energética. Sendo os AGV produzidos pela fermentação microbiana e absorvidos no próprio rúmen, os maiores disponibilizadores dessa energia. Mudanças na energia digestível induzidas pelo fornecimento de monensina alteram as quantidades de AGV disponíveis para absorção. A monensina aumenta a produção de propionato ruminal, permitindo sua maior absorção (HORTON, 1980).

Com a diminuição da metanogênese (produção de metano) ruminal, há um aumento da proporção de propionato em relação ao acetato, sendo assim, mais energia do alimento disponível para propósitos produtivos, já que o propionato pode ser oxidado pelo animal e o metano que é eliminado pela eructação pode representar uma perda de 12% da energia do alimento, diminuindo a eficiência de utilização da alimentação (THORNTON e OWENS, 1981).

#### 2.2 Decréscimo na desaminação e proteólise ruminal

Em relação à alimentação com dietas ricas em proteína com consequente excesso de proteína degradável no rúmen, onde grande quantidade de amônia se

acumula neste órgão, a adição de monensina tem se mostrado eficaz na utilização dessa proteína excedente, reduzindo em 30% a quantidade de amônia no rúmen permitindo que os aminoácidos poupados da desaminação pudessem ser utilizados por outras bactérias, aumentando a concentração de proteína microbiana no fluido ruminal. A monensina reduz a degradação ruminal de proteína da dieta e diminui o fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado onde ela é menos digerível, justificando a maior digestibilidade aparente do nitrogênio em ruminantes que recebem ionóforos (YANG e RUSSEL, 1993).

Uma considerável fração da proteína consumida pelo ruminante é fermentada pelos microrganismos ruminais produzindo amônia e AGV e, como a produção de amônia geralmente excede a capacidade de utilização, ela é acumulada no rúmen e se for absorvida pela parede ruminal será convertida em ureia pelo fígado. Parte desta ureia é reciclada e volta ao rúmen, mas a maioria é perdida na urina. Os ionóforos inibem o crescimento de bactérias ruminais proteolíticas, o que diminui as perdas de proteína na forma de amônia, sendo absorvida no intestino como aminoácidos (YANG e RUSSEL, 1993).

## 2.3 Aumento da digestibilidade da Matéria Seca e Diminuição na taxa de passagem

Segundo (HORTON, 1980), em experimentos com bovinos, a monensina aumenta a energia digestível aparente em duas unidades percentuais na média. Respostas ao fornecimento de monensina em vários estudos com bovinos vão de 0,9 unidades percentuais até 9,2%. Sendo a fibra, uma das fontes primárias de energia, a responsável por explicar as variações nas respostas da energia digestível no fornecimento da monensina. O efeito dos ionóforos na digestibilidade da fibra parece depender da composição da dieta e da fonte de fibra. Em ruminantes alimentados com dietas ricas em concentrados, a digestibilidade da fibra frequentemente tem sido aumentada pela monensina.

Em pesquisa com animais suplementados com ionóforos e analisando digestibilidade da fibra fornecida, (LEMENAGER et al., 1978) observaram redução na taxa de passagem no rúmen de 44%, de animais alimentado com gramíneas de baixa qualidade e redução na taxa de passagem no trato digestório completo em 10% nos bovinos em pastejo.

## 3.4 Efeito sobre consumo de concentrado, de matéria seca e eficiência na utilização de energia

Animais suplementados apresentaram uma diminuição no consumo de concentrado, mas com aumento no ganho de peso (NUSSIO et al., 2004), esse mesmo achado foi encontrado por Campos Neto et al. (1995), que descreveu uma redução no consumo de concentrado de 4,5% (Monensina 300 mg/ vaca/ dia) e 3% (Monensina 225 mg/ vaca/ dia) em relação ao controle. Contudo, mesmo com diminuição do consumo de concentrados observou-se aumento das concentrações de ureia no leite acima da faixa recomendada para adequada utilização do nitrogênio na dieta

(NUSSIO et al., 2004), fazendo necessário um reajuste na concentração de proteína do concentrado fornecido a esses animais.

Eifert et al. (2005a) constataram que a combinação de óleo de soja e monensina na dieta de vacas lactantes ocasionaram queda na digestibilidade ruminal da fibra detergente neutro (FDN), influenciando a quantidade de nutrientes disponíveis para a absorção e produção leite (KUSS et al., 2008) verificaram redução do consumo de matéria seca e energia digestível total com a presença de monensina sódica na dieta, representando uma queda de 20,9%. Esta redução no consumo de energia digestível por parte dos animais alimentados com monensina afetou negativamente o desempenho na produção de leite.

Em contra partida, em pesquisa conduzida por Tedeschi et al. (1981), em vacas de alta produção e em terço médio da lactação, encontrou-se diminuição do consumo por aumento da eficiência de utilização da energia ingerida. Resultado esse, compatível com os encontrados por Oliveira et al. (2005), que também verificaram melhora no aproveitamento energético com diminuição do consumo de matéria seca de animais a pasto, mas com índices de ganho de peso aumentados. Oliveira et al. (2005), também verificou diminuição no consumo de matéria seca em novilhas alimentadas com dieta a base de feno de 20% e 0% em dietas com alta (16%) e baixa (11,4%) proteína bruta na dieta, respectivamente.

#### 3.5 Absorção Mineral

Em relação à absorção dos principais minerais, Spears (1990) notou que o magnésio tem sua absorção consideravelmente aumentada em ruminantes pelo uso da monensina em função do aumento da porcentagem do magnésio (Mg) absorvido nos pré estômagos, onde é mais eficientemente absorvido.

Os mecanismos pelos quais os ionóforos afetam a absorção mineral não são bem claros. Aumento na absorção de Mg associado com o ionóforo pode resultar do aumento na atividade da Na+/K+ - ATPase. Alterações no transporte de sódio e atividade da Na+/K+ - ATPase também podem explicar a maior absorção aparente de fósforo (P) em ruminantes que consomem ionóforos, porque a absorção de P intestinal está ligada ao sódio e ao sistema Na+/K+ - ATPase (RUSSELL e STROBEL, 1989).

## 3.6. Efeito sobre condição corporal, parâmetro sanguíneo e perfil metabólico

Cont et al. (2008) não verificaram alterações na produção/composição do leite, condição corporal, e concentrações sanguíneas de glicose e  $\beta$ -hidroxibutirato em vacas holandesas de alta produção no início da lactação. Contudo verificaram diminuição na incidência de laminite e retenção de placenta. Kuss et al., (2008) com suplementação de monensina em vacas de descarte relatou redução no ganho de peso de 22,6% do grupo suplementado em relação ao grupo controle.

Com influência direta e indireta sobre absorção e metabolização dos nutrientes da dieta, torna-se inevitável as alterações nos padrões sanguíneos dos animais submetidos à suplementação com ionóforos, principalmente no metabolismo

energético através da glicose, ácidos graxos não esterificados e B-hidroxibutirato. Há também efeito da monensina sob o metabolismo proteico em nível plasmático, com aumento das concentrações de nitrogênio ureico plasmático (NUP), podendo estar associadas a mudança da população bacteriana ruminal, causada pela adição da monensina que inibe o crescimento de bactérias que desaminam proteínas, diminuindo a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal, aumentando o fluxo de aminoácidos para o intestino delgado (SCHELLING, 1984). Quanto ao metabolismo lipídico, as poucas informações disponíveis na literatura mostram que não há efeito direto da monensina sob os níveis plasmáticos de colesterol total em vacas leiteiras lactantes (VALINOTE et al., 2005).

O aumento na concentração plasmática de glicose está relacionado ao aumento de propionato como citado anteriormente, que chega ao fígado devido à mudança do perfil fermentativo ruminal com a adição da monensina (MARTINEAU et al., 2007).

Divergências entre estudos podem estar relacionadas a fatores como fase de lactação, dieta basal, e extensão do experimento. A resposta para a suplementação de monensina em relação à produção de leite também sofre influência da genética, onde vacas de nível de produção mais alto respondem melhor a suplementação (VANDERWERF et al., 1998).

A monensina tem sido utilizada também na alimentação de vacas no período de transição na tentativa de amenizar o balanço energético negativo diminuindo os riscos de desordens metabólicas, uma vez que aumenta a concentração de propionato ruminal, resultando em vantagens energéticas e nutricionais e com consequente diminuição na mobilização de gordura corpórea, melhora na produção e composição do leite e melhora no desempenho reprodutivo (MEDEL et al., 1998).

Melhoras no de desempenho animal devem ser obrigatoriamente atribuídas a adaptação em longo prazo do ambiente ruminal, proporcionando variação de microbiota e metabolismo do mesmo. De fato, para que sejam atingidos os melhores índices de crescimento e de conversão alimentar e/ou produção, obrigatoriamente o uso destas substâncias devem ser usadas em animais dentro de condições adequadas de manejo e sanidade, para que sejam atingidos os melhores índices de crescimento, conversão alimentar e produção (PALERMO NETO,1998).

#### 3.7 Efeito sobre Produção leiteira

Campos Neto et al. (1995) observaram, após o período experimental de 112 dias, um aumento na produção de leite de 13,5% e 10% no grupo suplementado com monensina sódica 300 mg/animal/dia em relação ao grupo controle e o grupo suplementado com monensina 225mg/animal, respectivamente. A elevação na produção leiteira também é relatada por outros autores como Oliveira et al. (2005) em vacas leiteiras da raça holandesa com produção média de 32,86 litros/dia, com suplementação de 300 mg de monensina/vaca/dia, apresentando melhor resposta em relação à produção de leite. No entanto Randel e Rouquete (1976), Nussio et al, (2004) e Sá Fortes et al. (2008) não constataram alteração na produção leiteira. Assim como Osborne et al. (2004) que suplementando vacas no terço médio de lactação com dose de 22 mg/kg MS de monensina sódica e utilizando silagem de milho como volumoso, não encontraram efeito sobre a produção de leite.

#### 3.8 Efeito sobre composição do leite

Sá Fortes et al. (2008) não observaram variações na composição do leite, referentes as porcentagens de lactose, extrato seco, contagem de células somáticas e uréia. Resultado este, semelhante ao de Cont et al. (2008) onde não constataram qualquer tipo de alteração relevante nos constituintes do leite. Contudo Eifert et al. (2005b) e Eifert et al. (2006) em suplementação com monensina em vacas lactantes, obtiveram resultados sobre composição do leite, com diminuição no teor de gordura e aumento do teor de proteína. Assim como variações nos parâmetros sanguíneos as variações na composição de leite também ocorrem, e com diversificação dos resultados entre animais suplementados. Estas variações podem ser explicadas devido à forma de suplementação e a dose de monensina utilizada. A redução da gordura no leite pode ser atribuída à incompleta biohidrogenização dos ácidos graxos de cadeia longa no rúmen, que interfere com a síntese dos mesmos na glândula mamária (BAUMAN e GRIINARI, 2001). Fatores nutricionais como a composição da dieta e o manejo alimentar também foram propostos para explicar a redução da gordura com a suplementação do ionóforo (DUFFIELD e BAGG, 2000).

#### 4. Resistência

Levando-se em conta a ação antibiótica da monensina, torna-se inevitável o levantamento da questão em relação à resistência bacteriana. Logo após os antibióticos se tornarem comercialmente disponíveis foi observado bactérias mutantes resistentes. A resistência pode ocorrer de três maneiras: 1) síntese de enzimas pelos microrganismos que degradam o antibiótico; 2) alteração no alvo celular (ribossomos) e 3) mudança na permeabilidade celular. Como os genes que codificam resistência são transferidos para outras linhagens ou espécies a eficiência dos tratamentos pode ser reduzida. Mas no caso dos ionóforos, mesmo depois de muitos anos, continuam a aumentar o desempenho animal, o que sugere que a sensibilidade dos microrganismos ruminais é relativamente estável e que o padrão de resistência é devido à fundamental diferença entre células. A resistência ao ionóforo, provavelmente está mais intimamente ligada à estrutura de parede celular (RUSSELL e STROBEL, 1989).

#### 3. Toxicidade

Estudos de toxicidade e segurança desenvolvidos sob condições controladas indicam que o maior risco de intoxicação ocorre quando o animal recebe o ionóforo pela primeira vez, fato comum em ruminantes submetidos a qualquer nova dieta, uma vez que, tornam-se necessários períodos de adaptação por parte da microbiota ruminal. Erros de manejo e na como a mistura inadequada da monensina a ração, podem também ser fatores causadores de intoxicação, assim como erros na formulação ou fornecimento, quando ocorre superdosagem (acima de 10 mg/ kg de peso vivo) (POTTER et al., 1984).

#### REFERÊNCIAS

- BAGG, R. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle: usefulness of ionophores in lactating dairy cattle. In: SYMPOSIUM ON ONTARIO VETERINARY COLLEGE, 1997, Guelph. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 1997. p.13-21.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 15–29, 2001.
- CAMPOS NETO, O. et al. Avaliação da monensina sódica em vacas leiteiras. **Scientia. Agricola**, v.522, p. 268-273,1995.
- CONT, R. M. C.; SALLES M.S.V.; SCHALCH, E. Efeitos da administração de monensina por meio de cápsulas de liberação controlada no desempenho de vacas Holandesas no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.890-895, 2008.
- DINIUS, D.A.; SIMPSON, M.E.; MARSH, P.B. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. Journal of Animal Science, v.42, p.229-234, 1976.
- DUFFIELD, T.F.; BAGG. R.N. Use of ionophores in lactating dairy cattle: a review **Canadian Veterinary Journal**, v. 41, p. 388–394, 2000.
- EIFERT, E. da C. et al. Efeito da Combinação de Óleo de Soja e Monensina na Dieta sobre o Consumo de Matéria Seca e a Digestão em Vacas Lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.297-308, 2005a.
- EIFERT, E. da C. et al. Efeitos do Fornecimento de Monensina e Óleo de Soja na Dieta sobre o Desempenho de Vacas Leiteiras na Fase Inicial da Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2123-2132, 2005b.
- EIFERT, E. da C. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.219-228, 2006
- FERREIRA, M.B.D.; LOPES,B.C.; FERREIRA, J.J. Sustentabilidade do sistema de produção de leite com animais F1: perspectivas e pesquisa. In: MADALENA, F. E.,; MATOS L. L. de; HOLANDA JR., E. V. (Org.). **Produção de leite e sociedade: uma análise crítica da cadeia de leite no Brasil**. Belo Horizonte: FEPMVZ-editora, v. 1, p. 383-404, 2001.
- HANEY, M.; HOEHN, M. Monensin, a new biologically active compound I: Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, v. 349, p. 349, 1967.
- HORTON, G.M.J. A note on the effect of monensina and amicloral in steers diets. **Animal Production**, v. 30, p. 441-444, 1980.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Produção da Pecuária Muncipal.**, Rio de Janeiro, v. 37, p.1-55, 2009.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, p. 39-57, 2003.
- KENNELLY, J.J.; LIEN, K.A. Effect if ionophore supplementation on milk components from lactating cows. In: SYMPOSIUM ON ONTARIO VETERINARY COLLEGE, 1997, Guelph. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 1997. p.13-21.
- KUSS, F. et al. Desempenho de vacas de descarte recebendo dietas com ou sem monensina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p 173-177, 2008.
- LEMENAGER, R.P.; OWENS, F.N.; SMOKEY, B.J. Monensina effects on rumen turnover rate, twenty-four hour VFA pattern, nitrogen components and cellulose disappearance. **Journal of Animal Science** v. 47, p. 255-261, 1978.
- LUCCI, C.S. Nutrição e manejo de bovinos leiteiros. São Paulo: Ed. Manole Ltda. p. 169,
- LUCHIARI FILHO, A. et al. Efeito do ionóforo ICI 139603 no desempenho e conversão alimentar de novilhos zebu alimentados com gramíneas tropicais. **Boletim deindústria animal**, v. 47, p. 169-172, 1990.

- MARTINEAU, R.; BENCHAAR, C.; PETIT, H.V. Effects of lasalocid or monensin supplementation on digestion, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5714–5725, 2007.
- MCCAUGHEY, W.P.; WITTENBERG, K.; CORRIGAN, D. Methane production by steers on pasture. *Can. J. Animal Science.*, v. 77, p. 519-24, 1997.
- MCGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. E194–E203, 2001.
- MEDEL, M. et al. Modo de acción del monensin en metabolismo ruminal y comportamiento animal. Ciencia e Investigación Agraria, v.18, p.153-173, 1991. of sub clinical ketosis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2855 2866, 1998.
- MILLEN, D.D.; et al. Manipulação da fermentação ruminal: saúde animal e qualidade do produto final. **Pubvet**, v. 1, 2007.
- NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002 (CNPGC. Documentos, 106) Disponível: www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc/106/. Acesso em 02 março 2012.
- NUSSIO, C.M.B. et al. Avaliação da inclusão de diferentes aditivos em concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens de capim tanzânia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande. Anais..., 2004.
- OLIVEIRA, M.V.M.et al. Influência da Monensina no consumo de matéria seca e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixos e altos de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1763-1774, 2005.
- OSBORNE, J.K. et al. Effects of monensin on ruminal forage degradability and total tract diet digestibility in lactating dairy cows during grain-induced subacute ruminal acidosis. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 1840–1847, 2004.
- PALERMO NETO, J. Toxicologia de resíduos de aditivos em ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.153-164.
- POTTER, E.L.; COOLEY, C.O.; RICHARDSON, L.F. et al. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. **Jorunal of Animal Science**, v. 43, p. 665-669, 1976.
- PRESSMAN, B.C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**, v. 45,p. 501-530, 1976.
- RANDEL, R.D.; ROUQUETE JÚNIOR, F.M. Effect of monensin on lactation in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.43, p.232, 1976.
- RANGEL, A.H.N.; LEONEL, F.P.; SIMPLÍCIO, A.A.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de biologia e ciências da terra**. v. 8, 2008.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, p. 01-06, 1989.
- SÁ FORTES, R.V. et al. Propileno-glicol ou monensina na dieta de vacas leiteiras no período de transição: saúde do úbere, produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.179-184, 2008
- SALMAN, A.K.D.; PAZIANI, S. de F.; SOARES, J.P.G. Utilização de ionóforos para bovinos de corte. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 20 p, 2006.
- SCHELLING, G. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1518-1527, 1984.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition.**, v. 120, p. 632-638, 1990.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; TYLUTIKI, T.P. Potential environmental benefits of iuonophores in ruminal diet. **Journal of Environmental Quality**, v.5, p.47-2, 1981.
- THORNTON, J.H.; OWENS, F.N. Monensin supplementation and in vivo methane production by steers. **Journal of Animal Science**, v.52,p. 628 634, 1981.

- VALINOTE, A.C. et al. Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos Nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1418-1423, 2005.
- VAN CLEEF, H.E. et al. Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos. **Revista colombiana ciencia animal**, v. 1, n. 2, 2009.
- VANDERWERF, J.H.J.; JONKER, L.J.; OLDENBROEK, J.K. Effects of monensin on milk production by Holstein and jerseys cows. Journal of Dairy Science, v. 81, p. 415- 427, 1998.
- YANG, C.J.; RUSSEL, J.B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 71,p. 3470-3476, 1993.
- ZANINE, A.M.; OLIVEIRA, J.S.; SANTOS, E.M. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**. 2006. Disponível em: <a href="http://www.revista.inf.br/veterinaria06/artigos/artigo06.pdf">http://www.revista.inf.br/veterinaria06/artigos/artigo06.pdf</a>. Acesso em: 15 de Julho de 2013.



### Capítulo 19- probióticos na alimentação de ruminantes

Janaina Leite Barbosa<sup>1</sup>, Gercílio Alves de Almeida Júnior<sup>2</sup>; Thiago Jaccoud Machado<sup>3</sup>; Antônio Carlos Cóser<sup>2</sup>; Priscila Alvarez Cabanêz<sup>4</sup>; Waldir Jaccoud Machado<sup>5</sup>; Patrícia Alvarez Cabanêz<sup>6</sup>; Bernardo Murta Salomão<sup>7</sup>

### Introdução

O Brasil vem liderando o mercado de carnes há mais de sete anos e as perspectivas tendem a melhorar, pois o mesmo pode ser o responsável pela produção de 44,5 % das exportações mundiais de carne bovina, suína e de frango até o ano de 2019 e para manter-se nesse patamar terá que passa por adequações impostas pelos mercados importadores.

Além do incremento quantitativo nas exportações, o setor pecuário do Brasil está sofrendo intensas modificações no âmbito da excelência da sua carne, presente em mais de 150 países. Investimentos em pesquisa, melhoramento genético, alta tecnologia, responsabilidade social e respeito ao meio ambiente são os alicerces da qualidade da carne brasileira, para conseguir inserir seus produtos no mercado mundial (ECKHARDT et al., 2008).

Os consumidores estão exigindo produtos cada vez mais saudáveis e seguros e as interferências das chamadas barreiras sanitárias, normas de biosseguridade ou ainda barreiras de saúde animal exercem forte pressão reguladora sobre o setor.

Resta a alternativa de se adequar às exigências de mercado que restringem o uso de antibióticos na produção de animais utilizados para a alimentação humana como fonte de carne, leite e ovos. Isso se deve ao fato de que o uso indiscriminado dos mesmos na alimentação dos animais promovem uma seleção de bactérias resistentes, transformando-as em microrganismos patogênicos, o que dificulta o tratamento de infecções, considerado como um risco crescente à saúde humana (PALERMO NETO, 2004).

É de grande importância o estudo dos probióticos, pois o uso de tais aditivos alimentares apresenta-se como uma possibilidade de se adequar as imposições de

<sup>1</sup> Zootecnista, Mestranda em Zootecnia – UFVJM . E-mail: <u>janainaleite.zoo@gmail.com</u>;

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Docente do CCA/UFES. E-mail: gercilio@cca.ufes.br , <u>acoser1@yahoo.com.br</u>; <sup>3</sup>Zootecnista, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. E-mail: <u>thiagojaccoud@hotmail.com</u>; <sup>4</sup>BSc. Biologia - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre. E-mail: <u>priscila cabanez@hotmail.com</u>; <sup>5</sup>Técnologo em Aquicultura - IFES/Campus de Alegre, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. E-mail: waldirjacu@hotmail.com ; <sup>6</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal - CCA/UFES. E-mail: <u>capac@hotmail.com</u>; <sup>7</sup>Zootecnista, Mestrando em Zootecnia - UFVJM . E-mail: <u>murtabernardo@hotmail.com</u>.

mercado, tendo em vista que os mesmos podem melhorar indices produtivos, sem deixar resíduos em seus produtos que possam agredir a saúde humana e animal.

Em função desses fatores, a comunidade cientifica tem se concentrado na busca de novas opções ao uso de antibióticos e uma das promissoras alternativas encontradas é o uso de probióticos.

#### 1. Conceito

Os probióticos são células vivas que agem por exclusão competitiva, ou seja, se estabelecem sobre outros microrganismos com potencial maléfico ao trato digestório (BERTECHINI, 2006). A palavra probiótico origina-se do grego e significa "pró vida", sendo antagônico aos antibióticos, que significam "contra a vida".

Parker (1974) os classifica esses microrganismos como suplementos que atuam de forma efetiva sobre a flora intestinal do hospedeiro, além disso Fuller (1989) afirma que tais microrganismos são capazes de colonizar a câmara ruminal e promover benefícios aos animais, por meio de um melhor balanço microbiano no trato gástrico intestinal.

Podem ser chamados de DFMs (direct-fed microbials) que são microrganismos viáveis adicionados à ração, termo esse sugerido pelo FDA (Foods and Drungs Administration) em 1989 que ainda inclui fungos, bactérias e leveduras nesse conceito.

Martin e Nisbet (1992) descreveram os DFMs como microrganismos viáveis, extratos de culturas, enzimas e outras combinações. O grupo DFMs pode ser constituído por leveduras do tipo *Saccharomyces cerevisiae* e bactérias probióticas como *Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium bifidum* e muitas outras.

A proposta mais atual para definição do termo probiótico é de Newbold et al. (1996), em que descreve como um suplemento alimentar à base de microrganismos vivos, que propicie algum benefício ao hospedeiro, através de um melhor balanço microbiano no trato digestório.

### 2. Histórico

O uso de aditivos microbiológicos é uma prática antiga, realizada há mais de 100 anos. Em 1907 na Bulgária, Metchnikoff percebeu que camponeses que faziam uso de leite fermentado por Lactobacillus acidophilus viviam mais que a outra parcela da população que não consumia tal derivado do leite (NEWBOLD, 1996). A partir daí houve grande intensificação de pesquisas com microrganismos vivos até chegar à chamada biotecnologia dos dias atuais.

Na nutrição de ruminantes, foram inicialmente utilizados na alimentação em animais com aptidão leiteira, já que Eclkes e Williams (1925) publicaram um artigo sobre o seu uso como alimento suplementar para animais em lactação e posteriormente Beeson e Perry (1952) relataram aumentos expressivos, em ganho de peso e produção de leite respectivamente.

Lilly e Stillwell (1995) foram os primeiros a utilizar o termo "probióticos" como definição para as "substâncias produzidas por um protozoário que estimulam

outros microrganismos" que quando fornecidos de forma adequada promovem benefícios ao hospedeiro.

### 3. Microrganismos Probióticos como Aditivo Alimentar

### 3.1 Saccharomyces cerevisiae

Classificadas como fungos unicelulares, as leveduras vêm sendo usadas há muitos anos principalmente na produção de pães, vinhos, cervejas e outros, por meio da fermentação dos açúcares contidos nos alimentos. Porém, nos últimos anos vêm sendo exploradas para contribuir na nutrição animal e podem ser utilizadas nas formas viva ou morta, além de enriquecidas por minerais (GRAHAM, 2009).

As leveduras possuem papel relevante na nutrição humana e animal, pois se destacam entre os organismos processadores de proteínas, devido à alta eficiência na conversão das mesmas. Atuam como fonte protéica e reserva natural de vitaminas do complexo B, apresentando bom valor nutritivo e boa digestibilidade. O valor biológico das leveduras encontra-se em torno de 87%, valor considerável quando comparado com a proteína presente no ovo de galinha, que apresenta valor biológico de 96% (PEPPLER, 1970).

Leveduras podem ser adicionadas aos resíduos agroindustriais, que são substratos abundantes e de baixo valor comercial, favorecendo a prática de "reciclagem" das fibras vegetais enriquecidas com uma fonte protéica: resíduos de banana, maçã, caju, abacaxi, farinhas, espiga de milho, cana-de-açúcar, bagaço de cana, melaço, vinhaça, farelo de palha de trigo, grão-de-bico, polpa de café, arroz cozido, casca de limão, laranja, rejeito de fabricação de polpa congelada de acerola, maracujá, goiaba, morango e castanha de caju. Citam-se também as cactáceas mandacaru sem espinhos e palma forrageira. Todos representam, no Brasil, matéria-prima abundante de baixo custo (HOLANDA et al., 1998; VILAS BOAS e ESPÓSITO, 2000; CAMPOS et al., 2005, ARAÚJO et al., 2005; CORREIA et al., 2007; PIMENTEL et al., 2007).

Tendo em vista a ação das leveduras e sua importância econômica é imprescindível que a mesma encontre uma ambiente favorável à sua proliferação (pH em torno de 4,5). Porém o pH ruminal encontra-se próximo de 6,5, ocasionando redução na taxa de crescimento, minimizando a secreção de produtos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas hidrolíticas. Substâncias essas necessárias ao crescimento de bactérias ruminais, proporcionando melhor nutrição bovina.

Com a utilização de probióticos, o rúmen torna-se mais estável, quanto à metanogênese e à proporção de AGVs e oscilações de pH. Alterações como essas, aumentam a taxa de digestão da celulose e o fluxo de proteína microbiana. O resultado é a maior ingestão de matéria seca e consequentemente um melhor desempenho (WALLACE, 1994; NEWBOLD, 2001).

Alguns autores acreditam que a maior parte dos efeitos benéficos promovidos por probióticos seja em função dos fatores nutricionais encontrados no preparo microbiano, já que os fungos *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae* não sobrevivem no rúmen por longos períodos (NEWBOLD et al., 1991).

Percebido o benefício na câmara ruminal após o uso de leveduras, torna-se primordial que a suplementação das mesmas seja constante, pois, o pH do rúmen desfavorece a sua multiplicação (NEWBOLD et al., 1995; NEWBOLD et al., 1996; KUNG et al., 1997). Na Figura 1 nota-se que a partir da remoção do oxigênio pela *Saccharomyces cerevisiae* previne-se a toxidade sobre microrganismos anaeróbios no meio, beneficiando o hospedeiro.

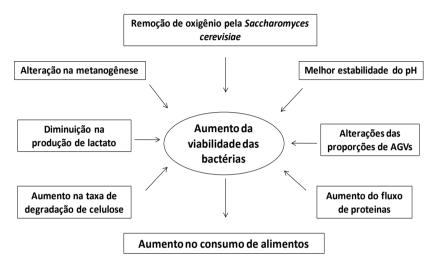


Figura 1- Visão esquemática do efeito de leveduras no rúmen. Fonte: Adaptado de Goes et al. (2004).

O aumento da viabilidade das bactérias naturais do rúmen em virtude da remoção de oxigênio pelas *Saccharomyces cerevisiae*, contribui para a melhor estabilidade do pH, alterações das proporções de AGVs, aumento no fluxo de proteína microbiana, alterações de metanogênese, diminuição da produção de lactato e aumento da taxa de degradação da celulose. Fatores que favorecem o aumento no consumo de alimentos, resultando em melhor produtividade do animal.

Existem variações de cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, com diferentes eficiências e que podem melhorar o desempenho dos bovinos de acordo a dieta (NEWBOLD et al., 1996). Podendo escolher aquela que melhor se adéque a situação proposta.

Segundo Carro et al. (1992), os efeitos benéficos da adição de leveduras sobre os parâmetros da fermentação e degradação da fibra se manifestam com maior quantidade de concentrado (70%). Característica importante, já que o fornecimento de grãos aos animais apresenta-se crescente na nutrição de ruminantes em função de uma tendência em confinar os animais, com a finalidade de explorar o máximo do potencial genético.

Em estudos realizados por Wiedmeier et al. (1987), forneceram 90,0 g de leveduras ou extrato da fermentação de *A. oryzae*, ou uma mistura de ambos (90 g de leveduras e 2,9 g de *A. oyzae*) e verificaram que houve um aumento significativo na

digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e hemicelulose. A adição de enzima ou somente levedura também aumentou a digestibilidade.

No Brasil, resultados favoráveis ao uso de leveduras não foram observados por Pereira et al. (2001), em trabalho de digestibilidade com novilhos utilizando dietas a base de cana-de-açúcar. O consumo médio de matéria seca foi de 2,13% do peso vivo (PV) ou 89,1 g/kg PV<sup>0,75</sup>. Os coeficientes médios de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CHOT) foram de 49,6; 54,3; 71,0; 31,6; e 50,9% respectivamente. Os autores relataram que o uso de leveduras não influenciou no consumo e na digestibilidade.

### 3.2 Aspergillus spp

O Aspergillus é considerado um fungo filamentoso, cuja disseminação se dá através do ar por meio de esporos e é bastante utilizado na fermentação de alguns alimentos.

No entanto, profissionais da área de produção animal têm estudado diversas formas para fazer uso desses microrganismos tendo em vista que os mesmos podem intensificar a produção, manter a qualidade dos produtos e a saúde animal devido às suas propriedades metabólicas.

Wallace (1994) relatou que o uso de culturas dos fungos *Saccharomyces cerevisae* e *Aspergillus oryzae*, ou seus extratos, pode contribuir para o ganho de peso e a produção de leite com intensidade semelhante aos ionóforos (7,0-8,0%), em função do aumento da ingestão de matéria seca. E que somente a adição do *A.oryzae* á ração aumentou a digestibilidade no rúmen e no trato digestivo total, não sendo afetadas as concentrações de AGVs e amônia (GOMEZ-ALARCON et al., 1990). Resultados semelhantes aos encontrados por (KELLEMS et al., 1990).

Beharka et al. (1991), comprovaram que os efeitos da suplementação de *Aspergillus oryzae* (0 a 3g/ animal/dia) em dietas de bezerros holandeses, promoveu um aumento na quantidade de bactérias anaeróbias, principalmente celulolíticas, hemicelulolíticas e pectinolíticas que por sua vez, proporcionaram, uma maior atividade da microbiota, além de aumentar as concentrações de AGVs (acetato e propionato) uma característica interessante por possuírem maiores taxas de absorção pelos tecidos epiteliais.

Percebe-se que tais aditivos podem ser utilizados individualmente ou combinados e que vêm sendo usados para estimular o desenvolvimento de animais jovens (ZIOLECKI et al., 1984).

Os bezerros suplementados com extrato fúngico foram desmamados uma semana mais cedo que o grupo controle, o que pode ser justificado pelo estímulo ao consumo precoce de fibras. A suplementação com *Aspergillus oryzae* beneficiaria bezerros neonatos, caso o consumo de fibras seja incentivado o mais cedo possível, o que possibilitaria o desenvolvimento da motilidade do rúmen e a atividade dos microrganismos (BEHARKA et al. 1991).

Alem disso o fornecimento de *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae* tende a moderar o pH do fluído ruminal, prevenindo a ligeira redução no pH no meio ruminal (FRUMHOLTZ et al., 1989). A adição de *Aspergillus oryzae* e

Saccharomyces cerevisiae resultou no aumento no consumo de lactato pelas bactérias na câmera fermentativa. Esse lactato é transformado em acetato e propionato pelas bactérias naturais do rúmen, favorecendo o restabelecimento das funções fisiológicas da microbiota ruminal (NISBET e MARTIN, 1991).

Os resultados de pesquisas com *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae*, na alimentação de animais são muito divergentes, variando desde pequeno efeito depressivo sobre a produção, nenhum efeito ou efeitos benéficos de diferentes escalas.

### 3.3 Bactérias probióticas

Para assimilar melhor a ação das bactérias nos ruminantes é necessário demonstrar as suas diferenças em relação aos fungos; as leveduras atuam basicamente no ambiente ruminal e as bactérias agem principalmente no intestino do animal, porém podem atuar no rúmen apesar de não estar totalmente estabelecido o modo de ação (GOMES, 2009).

Os probióticos podem conter bactérias bastante conhecidas e quantificadas, como também, culturas bacterianas não definidas. *Enterococcus, Bacterioides, Eubacterium* e principalmente *Lactobacillus e Bifidobacterium* estão presentes em misturas de culturas bem definidas (FLEMMING, 2005).

Os probióticos têm que apresentar algumas características de viabilidade antes de ser utilizados na alimentação dos animais, como segurança confirmada, estarem vivos e presentes em quantidades adequadas, apresentarem benefícios comprovados e chegarem vivos ao local de atuação (WU, 1997).

Segundo Saad (2008), os gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium e Enterococcus faecium*, são constantemente empregados como aditivos em alimentos, sendo que têm sido isolados do trato gastrointestinal do humano saudável, a valorização em selecionar bactérias ácido-láticas deriva da importância que apresentam na composição da flora intestinal, beneficiando o hospedeiro.

Fuller (2000) relatou que bactérias ácido-láticas possuem capacidade de sintetizar algumas vitaminas de modo constante, tais como tiamina, riboflavina, piridoxina, cianocobalamina, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico, niacina e vitamina K. Essas vitaminas são demandadas em virtude da sua importância para execução de diversas funções celulares específicas, algumas dessas vitaminas são precursores de coenzimas para as enzimas do metabolismo intermediário (CHAMPE et al., 2006).

O conhecimento da microbiota intestinal e suas interações possibilitaram o desenvolvimento de estratégias alimentares a serem adotadas. Segundo Crittenden (1999), é possível aumentar a quantidade de microorganismos promotores de saúde do trato gastrointestinal por meio da introdução de probióticos pela alimentação, provocando uma modificação seletiva na microbiota através da vantagem competitiva sobre outras bactérias do ecossistema.

O estudo de probióticos apresenta-se de forma evidente em bezerros leiteiros, pois logo após o nascimento, o bezerro não apresenta sua fauna intestinal estabelecida, o intestino é colonizado posteriormente por bactérias provenientes do ambiente em que vive. E na vida adulta a flora intestinal se torna muito complexa, atingindo de 400

a 600 espécies distintas. Porém, somente 10 a 20 espécies fazem parte de 90% das células bacterianas (RODRIGUES, 2000).

Devido aos bezerros nascerem desprovidos de microrganismos intestinais protetores, os mesmos ficam muito vulneráveis a doenças entéricas. A diarréia apresenta-se como um grande desafio a ser contido em bezerros, em consequência do estabelecimento de bactérias patogênicas no intestino de bezerros.

Smith (1965) observou que inicialmente o trato intestinal dos bezerros é colonizado por espécies coliformes e clostrídios, mas a colonização por *Lactobacillus* aumenta rapidamente, contribuindo para redução de bactérias patogênicas.

Porém, Fuller (1989), afirmou que em condições de estresse, existe uma tendência em reduzir o numero de *Lactobacillus*, enquanto os coliformes aumentam. O fenômeno é resultante de alterações hormonais que interrompem a produção normal de muco. Dessa forma Krehbiel et al. (2003), relatam que as bactérias probióticas podem ser importantes em animais jovens para restabelecer e manter os microrganismos intestinais.

A adição de *Lactobacillus spp.* ao leite fornecido para os bezerros ocasionou uma redução dos coliformes fecais (ELLINGER et al., 1978; GILLILAND et al., 1980), declínio no aparecimento de diarréias (BECHMAN et al., 1977; BEEMAN, 1985; BONALDI et al., 1986) e aumento da ingestão e ganho de peso (LEE e BOOTS, 1988; HIGGINBOTHAM et al., 1993).

Huck et al. (2000), afirmaram que a adição da bactéria *Propionibacterium* freudenreichii seria interessante devido a mesma utilizar o lactato em seu metabolismo, podendo prevenir o acumulo de ácido lático. Em situações de confinamento em que as dietas possuem consideráveis quantidades de concentrado e com elevado potencial fermentativo, há favorecimento da ocorrência de acidose ruminal. Essas condições ocorrem quando o lactato é produzido rapidamente no ambiente ruminal, de forma que supera a capacidade do rúmen em removê-lo.

Elam (2003), testou a habilidade das bactérias *Lactobacillus cellobius* em alterar a fermentação no rúmen, e os dados apresentados foram que tal suplementação aumentou o pH em torno de 10%, aumentando também a eficiência de produção de AGV.

Segundo Lodge et al. (1996), a partir da administração de *Lactobacillus acidophilus* em dietas de bovinos ocorreu uma diminuição do tempo em que o pH ruminal ficou abaixo de 6,0 em animais suplementados com DFMs.

Em experimento com vacas leiteiras canuladas alimentadas com dietas com 70% de concentrado, e adição de *Enterococcus faecium, Lactobacillus acidophilus e Saccharomyces cerevisiae*, notou que as concentrações mais elevadas de DFMs poderiam suplantar os mecanismos de remoção de ácidos do rúmen. Fator relevante já que em animais alimentados com dietas rica em concentrado estão susceptíveis a uma série de doenças e distúrbios metabólicos.

Segundo Nocek et al. (2003), Enterococcus faecium associado a Sacaromyces promoveu a diminuição de ácidos graxos, por oxidação e aumentou a energia proveniente dos carboidratos alimentares, em virtude do aumento da ingestão de matéria seca pelos bovinos, que foi motivado pelo aumendo da digestibilidade da fibra da forragem. Isso propiciou melhor conversão alimentar e atribuiu maiores ganhos produtivos.

### 4. Interações Microbiológicas Frente ao Uso de Probióticos

O uso de probióticos tornou-se uma alternativa interessante, visto que, possuem características de promotores de desempenhos químicos e também por se ajustarem às tendências "naturalistas" do mercado consumidor.

Os probióticos são adicionados na alimentação dos animais possibilitando o aumento da viabilidade do uso de rações com elevada porcentagem de concentrados permitindo maiores ganhos (SANTOS, 2004). Esses ganhos podem ser justificados pelas substâncias produzidas e liberadas pelos microrganismos adicionados à dieta e que influenciam no modo de ação da microbiota ruminal.

O emprego de maiores quantidades de grãos na alimentação bovina em situação de criação intensiva ocorre devido à maior fração desses grãos serem formada por amido, que é o fator preponderante ao suprimento de energia da manutenção e crescimento das bactérias ruminais (PASSINI et al., 2003). Observando essa propensão é importante se manter atento às alterações do trato gastrointestinal, pois o animal pode sofrer uma série de distúrbios metabólicos e o uso de probióticos possui essa característica de atenuar esses efeitos.

Aditivos microbianos também são empregados com o objetivo de restabelecer a flora normal do intestino de animais que passaram por algum distúrbio gástrico intestinal, provocado por uma adaptação alimentar incoerente ou por uma contaminação indesejável.

Para minimizar os efeitos da diminuição microbiota intestinal devido à antibioticoterapia ou gastroenterites, os probióticos são ministrados no tratamento de diarréias ou profilaticamente em humanos e animais (BARROWS; DEAM, 1985; LESTRADET, 2005).

Os probióticos estão sendo muito utilizados na alimentação de bovinos de corte no sistema intensivo de confinamento e em vacas leiteiras, pois ambos consomem consideráveis quantidades de concentrado e os mesmos previnem a acidose ruminal (OWENS et al., 1998). Alimentos concentrados possuem maior capacidade fermentativa quando comparados com volumosos, de forma que a produção de AGVs e ácido lático podem ser superiores a capacidade de absorção pela parede do rumem.

As reações percebidas quanto ao uso de microrganismos vivos são dependentes das quantidades e qualidade dos mesmos, da dieta basal e do manejo alimentar adotado (NEWBOLD et al., 1995). Os probióticos existentes no mercado possuem uma grande variedade quanto à espécie da cepa, número de células viáveis e características do meio em que vão atuar.

A relação simbiótica entre os microrganismos presentes no rúmen e seu hospedeiro, maximiza o processo fermentativo no rúmen para animais que recebem dietas ricas em amido (FRANZOLIN et al., 2004).

Observa-se um aumento de bactérias celulolíticas e das que consomem o lactato, obtém-se um ambiente ruminal mais estável, reduzindo as variações de pH, amônia e ácidos graxos voláteis (HUBER, 1994; WALLACE, 1994).

São diversas as possibilidades que podem gerar explicação para ação dos probióticos no trato gastrointestinal (TGI). Dentre elas encontram-se a inibição de bactérias patogênicas pela produção de substâncias antibióticas, síntese de ácido lático e outros ácidos orgânicos (implicando na redução do pH), competição por sítios de

adesão na parede intestinal e/ou por nutrientes, neutralização das endotoxinas produzidas por bactérias patogênicas, aumento da síntese de enzimas digestivas e vitaminas do complexo B e estimulante (PEREIRA et al., 2000)

Alimentos com altas concentrações de carboidratos solúveis e proteínas possuem uma alta taxa de degradação ruminal, pois as bactérias celulolíticas como *Fibrobacter succinogenes, Ruminococcus flavefaciens e Ruminococcus albus*, aderem no glicocálix (instrumento inicial de adesão) da celulose e liberam enzimas sobre as partículas, tal situação dá-se em um ambiente anaeróbio (fermentação) até que ocorra a formação dos AGVs (principalmente acetato, propionato e butirato).

Segundo Bergman (1990), os teores de amido degradado no rúmen podem alterar as proporções de AGVs e quanto maior a porcentagem de amido degradado no rúmen maior será a relação de propionato:acetato. Normalmente as proporções de acetato: propionato:butirato variam de 75:15:10 a 40:40:20.

A utilização de maiores quantidades de alimentos concentrados requer cuidados, pois os mesmos podem produzir uma quantidade de produtos da fermentação acima da capacidade de absorção do rúmen, provocando a redução do pH ruminal e contribuindo para uma série de distúrbios, tais como acidose ruminal, acidose metabólica, laminite, timpanismo entre outros, reduzindo drasticamente a produção desses animais, além de colocar em risco a vida dos mesmos.

Sendo assim, é necessária a manipulação da fermentação ruminal, pois segundo Nagaraja et al. (1997), a manutenção da saúde ruminal é essencial, e pode ser sustentada por meio da degradação da fibra, redução ou eliminação de elementos prejudiciais como metano e do lactato excedente, mantendo o pH em faixa ideal aos micróbios ruminais.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentam-se muito divergentes nos experimentos observados referentes ao uso de probióticos na dieta de animais.

No entanto, em função de alguns resultados apresentarem características benéficas muito importantes, como a estabilização do pH do fluido ruminal de modo a favorecer ao desenvolvimento da microflora ruminal, maior consumo de matéria seca, melhor capacidade de degradação da fibra, melhor estabilidade na produção de ácidos graxos voláteis, aumento de síntese protéica, entre outros, subentende-se que mais pesquisas deverão ser conduzidas para melhor avaliar os efeitos dos probióticos na nutrição de ruminantes adultos e jovens.

A tendência do mercado global em exigir alimentos cada vez mais saudáveis e produzidos de forma sustentável fortalece a necessidade de se pesquisar substâncias alternativas tais como os probióticos aos usuais promotores de crescimento utilizados, que deixam resíduos nos alimentos, em que os mesmos podem contribuir para uma seleção de bactérias resistentes e consequentemente dificultar o tratamento de infecções, oferecendo maiores riscos a saúde humana e animal.

### 6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L.F.; MEDEIROS, A.N.; PERAZZO NETO et al. Protein Enrichment of Cactus Pear (Opuntia ficus-indica) using Saccharomyces cerevisiae in solid-state fermentation. Brazilian **Archives of Biology and Technology**, v.8, p.161-168, 2005.
- BARROWS. G.T, DEAN, B. D. Using probiotics in small animals: A new approach. **Veterinary Medicine**, v. 80, p. 36-42, 1985.
- BECHMAN, T. J.; CHAMBERS, J. V.; CUNNINGHAM, M. D. Influence of Lactobacillus acidophilus on performance of young dairy calves, **Journal of Dairy Science**. Lancaster, v. 60, p. 74, 1977.
- BEEMAN, K. The effect of Lactobacillus spp. Convalescing calves. **Agripractice**. Santa Barbara, v. 6, p. 810, 1985.
- BEESON, W.M.; PERRY, T.W.; REYNOLDS, P.J. The effect of surfactants on the growth rate of swine. **Journal of Animal Science**. Albany, v. 12, 616-622, 1953.
- BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L. Performance and ruminal function development of young calves fed diets with Aspergillus oryzae fermentation extract. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 4326-4336, 1991.
- BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from gastrointestinal tract in various species. **Physiologaical Reviews**, v.70, n.2, p. 567-590. 1990.
- BERTECHINI, A.G. Nutrição de Monográstricos. Lavras, UFLA, 2006.
- BONALDI, G.; BURATTO, L.; DARSIE, G.; DIDONE, G.P.; MONDINI, S. Use of Saccharomyces cerevisiae and Lactobacillus acidophilus in calves. **Obiettivi e Documenti Veterinari**, Bologna, v. 7, p. 49-53, 1986.
- CAMPOS, A. R. N.; SANTANA, R. A. C.; DANTAS, J. P. et al. Enriquecimento protéico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semi-sólido. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, p.1-11, 2005.
- CARRO, M.D.; LEBZIEN, P.; ROHR, K. Influence of yeast on the "in vitro" fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.37, p.209-220, 1992.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. 3 ed. Porto Alegre. Ed. Artrmed, 2006.
- CORREIA, R.; MAGALHÃES, M.; MACEDO G. Protein enrichment of pineapple waste with Saccharomyces cerevisiae by solid state bioprocessing. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v.66, p.259-262, 2007.
- CRITTENDEN, R. G. PREBIOTICS. In: TANNOCK, G. (Ed.). Probiotics: a critical review. Wymondham: **Horizon Scientific Press**, 1999. Disponível em:< <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC110601/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC110601/</a>>. Acesso em: 3 out. 2010.
- ECKHARDT, O. H.; HORTA, F. C.; MORETTI, A. S.; GAMEIRO. A. H. **Iniciativas do sistema agroindustrial da carne suína para sinalizar excelência**. São Paulo, 2008. Disponível em: <a href="http://porkworld.com.br/artigos/post/iniciativas-do-sistema-agroindustrial-da-carne-suina-para-sinalizar-excelencia-\_14141">http://porkworld.com.br/artigos/post/iniciativas-do-sistema-agroindustrial-da-carne-suina-para-sinalizar-excelencia-\_14141</a>. Acesso em: 28 ago. 2010.
- ECKLES, C.H; WILLIAMS, V.M.; WILBUR, J.W.; PALMER, L.S.; HARSHAW, H.M. Yeas as supplementary feed for calves. **Journal of Dairy Science**, Champaingn, v. 7, p. 421-439, 1924.
- ELAM, N. A.; GLEGHORN, J. F.; RIVERA, J.D.; GALYEAN, M.L.; DEFOOR, P.J.; BRASHEARS, M. M.; YOUTS-DAHL, S.M. Effects of live cultures of Lactobacillus acidophilus (strains NP45 and NP51) and Propionibacterium freudenreichii on performace, carcass, and intestinal characteristics, and Escherichia coli O157 shedding beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 2686-2698, 2003.

- ELLINGER, D. K.; MULLER, L.D.; GLANTZ, P.J. Influence of feeding fermented colostrum and Lactobacillus acidophilus on fecal flora and selected blood parameters of young dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 61, p. 126. 1978.
- FLEMMING, J.S.; FREITAS, R.J.S. Avaliação do efeito de prebiótico (MOS), probióticos (Bacullus licheniformis e Bacillus subtilis) e promotor de crescimento a alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 41-47, 2005.
- FRANZOLOLIN, R.; COSTA, F. A. A; FERNADES, L. B. et al. Avaliação do uso de aditivos em dietas de bovinos zebuínos. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais**... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.
- FRUMHOLTZ, P. P., NEWBOLD C. J. and WALLAC. Influence of Aspergillus oryzae fermentation extract on the of a basal ration in the rumen simulationtechnique (Rusitec). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge v. 113, p. 169-172, 1989.
- FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 66, n.5, p.365-378, 1989.
- FULLER, R.; PERDIGÓN, G. **Imunomodulatio by the gut microflora and prebiotics**. In: (Ed.). Probiotics 3: immunomodulation bay the gut microflora and probiotics. Dordrecht: Kluwer Academic, p. 271-273, 2000.
- GILLILAND, S.E.; BRUCE, B.B.; BUSCH. L. J.; STALEY, T.E. Comparison of two strains of Lactobacillues acidophilus on fecal faecal flora of young dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 63, p. 964-972, 1980.
- GOMES, C. T. Aditivos (monensina sódica, leveduras e probióticos) para bovinos da raça Nelore terminados em com rações com concentrado rico em co-produtos. 2009. 109f. Tese (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.
- GOMEZ-ALARCON, R.A.; DUDAS, C.; HUBER, J.T. Influence of cultures of Aspergillus oryzae on rumen and total tract digestion of dietary components. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.3, p.703-710, 1990.
- GRAHAM, H.; SANTOS, T. T.; WADT, G. Modo de ação de produtos à base de leveduras na nutrição animal. 2009. Disponível em: <www.ab-vista.com>. Acesso em: 7 out. 2010.
- HIGGINBOTHAN, G.E.; BATH, D. L. Evaluation of Lactobacillues acidophilus fermentation cultures in calf feeding systems. Journal of Dairy Science, Lancaster, v 76, n.2, p. 615-620, 1993.
- HOLANDA, J. S.; OLIVEIRA, A .J.; FERREIRA, A.C. Enriquecimento protéico de pedúnculos de caju com emprego de leveduras, para alimentação animal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, p.787-792, 1998.
- HUBER, J.T.; HIGGINBTHAM, G.;GORMEZ-ALRCON, R.A.; TAYLOS, R. B.; CHEN, K.H.; CHAN, S.C.; WU, Z. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. **Journal of Dairy Science. Champaign**, v. 77, n. 7, p. 2080-2090, 1994.
- HUCK, G. L.; KREIKEMEIR, K. K.; DUCHARME, G. A. Effects of feeding two microbial additives in sequence on growth performance and carcass characteristics of finishing heifers. **Animal Sciences and Industry**, p. 32-34, 2000.
- KELLEMS, R. O.; LAGERSTEDT, A.; WALLENTINE, M.V. Effect of feeding Aspergillus oryzae fermentation extract or Aspergillus oryzae plus yeast culture plus mineral and vitamin supplement on performace of Holstein cows during a complete lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 7, p. 2922-2928, 1990.
- KREHBIEL, C. R.; RUST, S. R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S.E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: performace respose and mode of action. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, n.2, p. 120-132, 2003.
- KUNG JR. L.; KRECK, E. M.; TUNG, HESSION, A. O.; SHEPERD, A. C.; COHEN, M.A.; SWAIN, H. E.; LEEDLE, J.A.Z. Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro

- ruminal fermentation and milk prodution of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2045-2051, 1997.
- LEE, R. W. BOTTS, R.L. Evaluation of single oral doing and continuous feeding of Streptococcus faecium M74 (Syntabac on the performace of incoming feedlot cattle. **Journal of Animal**, Albany, v. 66, n. 1, p. 460, 1988.
- LESTRADET, H. Probiotiques: le Bacillus CIP 5832 chez I'homme et I'animal. **Medicine Chirurgie Digestive**, v. 24, p. 3739, 2005.
- LILLY, D.M.; STILLWELL, R.H. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. Science Arquivos de Gastroenterologia, v.12, n.147, p.747-748, 1965.
- LODGE ET AL.S. T.; KLOPFENSTEIN, S. T.; STOCK. R.; HEROLD.D. Use of direct-fed microbials to alleviate subacute acidosis. Lincoln: University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources, 1996.
- MARTIN, S.A.; NISBET, D.J. Effect of direct-fed microbial on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Sciene**, Lancaster, v. 75, p. 1736-1744, 1992.
- NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C.J; VAN NEVEL, C, J. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic and Professional, p. 523-632, 1997.
- NEWBOLD, C. J.; R. J. WALLACE e F. M. MCINTOSH. Different strains of Saccharomyces cerevisiae differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1811–1818, 1995.
- NEWBOLD, C. J.; WILLIAMS, P. E. V.; MCKAIN, N.; WALKER, A. e WALLACE, R. J. The effects of yeast culture on yeast numbers and fermentation in the rumen of sheep. **Proceedings of the Nutrition Society**, p.47-49, 1991.
- NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; MCINTOSH, F.M. Mode of action of the yeast Saccharomyces cerevisiae as feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.76, n.2, p.249-261, 1996.
- NISBET, D. J.; MARTIN, S. A. The effect of Saccharomyces cerevisiae culture on lactate utilization by the ruminal bacterium Selenomonas ruminatium. **Journal Animal Science Savoy**, v. 69, p. 4628-4633, 1991.
- NOCEK J. E.; KAUTZ. W. P.; LEEDLE. J.A.Z.; ALLMAN, J.G. altering diumal pH and in situ digestion in dairy cows with ruminal suplementation of direct-fed micribials and yeast. **Journal of Dairy Science**, Lancaster. v. 83. n.1, p. 296, 2000.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Dairy Science**, v.76, p. 275-286, 1998.
- PALERMO NETO, J. Fatos sobre legislação e uso de antibióticos como aditivos em rações. **Avicultura Industrial**, v.6, p. 2832, 2004.
- PARKER R. B. Probiotics, the other half of the antibiotic story. **Animal Nutrition Hearlth**, v. 29, p. 4-8, 1974.
- PASSINI, R.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, A. L. et al. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1266-1274, 2003.
- PEPPLER, H.J. Food yeasts. In: ROSE, A.H.; HARRISON, J.S. The Yeast: Yeast tecnology. London: Academic Press, 1970.
- PEREIRA, M.N.; ARMENTANO, L.E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cows diets. II. Digestion and rumen function. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2876-2887, 2000.
- PIMENTEL, P.G.; MOURA, A.A.A.N.; NEIVA, J.N.M. et al. Consumo produção de leite e estresse térmico em vacas da raça Pardo-Suíça alimentadas com castanha de caju. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1523-1530, 2007.
- RODRIGUES. P. H. M. Efeitos dos níveis de monensina e proporções volumoso/concentrado na ração sobre a utilização dos alimentos e parâmetros da

- **fermentação ruminal em animais ruminantes**. 2000. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n.1, p. 1-16, 2006.
- SANTOS, F. A. P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004, Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALO, 2004. p.262-297.
- SMITH, H. W. The development of flora of the alementary tract in youg animals. **Journal of Pathology and Bacteriology**, Cambridge, v. 90, p. 495-513, 1965.
- VILAS BOAS, S. G.; ESPOSITO, E. Bioconversão do bagaço de maçã: Enriquecimento nutricional utilizando fungos para produção de um alimento alternativo de alto valor agregado. Revista Biotecnologia, v.3, p.38-42, 2000.
- WALLACE, R. J. Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n. 11, p. 2992-3003, 1994.
- WU, J. S. The microbiologist's function in developing action-specific microorganisms. In: LYONS, T. P., ed. Biotechnology in the feed industry. Nicholasville: Alltech Technical Publications, p. 181-198, 1997.
- ZIOLECKI, A.; KWATKOWSKA, E.; LASKOWSKA, H. The effect of stabilized rumen extract on growth and development of calves. 2. Digestive activity in the rumen and development of microflora in the rumen and faeces. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v.51, p. 20-31, 1984.



## Capítulo 20- importância de cães assintomáticos para leishmaniose tegumentar americana

## Júlia de Assis Pinheiro<sup>1</sup>, Stela Rechinelli Passos<sup>1</sup>, Marcos Santos Zanini<sup>2</sup>

### Introdução

A leishmaniose afeta parcelas mais pobres da população mundial, e em cerca de 88 países há endemismo desta zoonose. Estima-se que mais de 12 milhões de pessoas estejam acometidas pela doença, e aproximadamente 350 milhões de pessoas estejam em áreas de risco de infecção (Alvar et al., 2008).

Esta zoonose possui grande importância mundial, sendo uma das doenças parasitárias mais difundidas e negligenciadas (World Health Organization, 2010). As manifestações clínicas, prognóstico e tratamento da doença variam conforme a espécie causadora envolvida e *status* imunológico do hospedeiro (Cupolillo et al., 2003).

Os protozoários do gênero *Leishmania* são os causadores da leishmaniose, uma doença infecciosa e não contagiosa (Pearson e Souza, 1990). Essa doença é transmitida pela picada dos insetos do gênero *Lutzomyia* e *Phlebotomus*, ambos amplamente distribuídos e possuindo um importante papel no ciclo da doença sendo vetores nos continentes americano, asiático, africano e europeu (Rey, 2001). No Brasil, a doença ocorre em todo o território nacional em suas formas visceral, cutânea e mucocutânea.(Pérez-Ayala et al., 2009)

Inicialmente acreditava-se que o ciclo de vida desses protozoários fosse apenas silvestre, já que alguns raros casos de enfermos que entraram em contato com área de mata fechada foram relatados. Porém, com o grande crescimento demográfico de forma desordenada e a ocupação em regiões próximas às áreas de mata, aumentou a incidência dessa doença, não só das pessoas que entravam na mata, mas também daquelas que moravam próximo a elas (Brasil, 2007).

Com o aumento da incidência nas áreas próximas as residências, os animais domésticos como cães, gatos e eqüídeos ganharam maior enfoque na epidemiologia da Leishmaniose. Entretanto apenas o cão apresenta maior grau de questionamento quanto ao seu papel no ciclo da doença (Falqueto; et al., 1986).

Na América subtropical, a forma cutânea da doença recebe o nome de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA). Sua prevenção e controle ainda permanecem um desafio para autoridades sanitárias em países como o Brasil, onde

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Mestranda em Ciências Veterinária da Universidade Federal de Espírito Santo (UFES), <sup>2</sup>Professor adjunto do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES

ocorre em todo o território e está associada à pobreza, urbanização e migração humana (Bañuls et al., 2011)

Para a Leishmaniose Tegumentar Americana(LTA), os animais silvestres eram considerados os reservatórios da doença em várias regiões com altos índices de ocorrência no país. Com o passar do tempo, essa enfermidade vem sendo observada em áreas mais urbanizadas, onde não temos mais a presença de animais silvestres (Passos et al., 1996; Lima et al., 2005).

Alguns estudos sugerem que o cão doméstico(Canis familiaris) pode ter um papel reservatório na transmissão da Leishmaniose causada por Leishmania braziliensis (Reithinger e Davies, 1999). Entretanto, não há evidências que comprovem o papel destes animais como reservatórios da espécie de Leishmania braziliensis, com isso os mesmos são considerados hospedeiros acidentais da doença. (Brasil, 2010)

Em cães, as lesões de pele causadas pela doença apresentam variações, com períodos de cura e de recidiva espontâneas, assim, apresentando animais assintomáticos. (Passos et al., 1996). Caso os cães atuassem como hospedeiros reservatórios de LTA, o controle do cão poderia ser uma intervenção viável para o controle da doença em seres humanos. (Tesh, 1995). Não sendo comprovadamente reservatório para *Leishmania* (*Viannia*) *braziliensis* e aparentemente não exercendo função importante no ciclo de transmissão da doença, o cão doméstico não tem a eutanásia indicada como medida de controle no caso da LTA, ao contrário do que ocorre na leishmaniose visceral (Dantas-Torres, 2007).

#### Leishmaniose

Devido à variedade de espécies de *Leishmania*, sua distribuição geográfica e *status* imunológico do hospedeiro, as características clínicas da doença, opções de tratamento e prognósticos diferem entre si (Cupolillo et al., 2003). Assim, a leishmaniose pode ser considerada um grupo polimórfico de uma doença heterogênea (Blum et al., 2009).

### Agentes causadores e manifestações clínicas

Os agentes etiológicos da leishmaniose são protozoários do gênero *Leishmania*, divididos nos subgêneros (*Viannia*) e (*Leishmania*), de acordo com seu padrão de desenvolvimento no trato alimentar dos insetos flebotomíneos vetores (Dantas-Torres, 2007). A fêmea do flebotomíneos se infecta ao ingerir formas amastigotas de hospedeiros infectados durante o repasto sanguíneo, e passa a infectar novos hospedeiros com formas promastigotas flageladas. A doença pode manifestar-se clinicamente após um período de incubação do parasita, variando de semanas a anos (Barratt et al., 2010).

A leishmaniose visceral (LV) está associada a *L. (L.) donovani* no Velho Mundo e *L. (L.) infantum* (sinônimo para *L. (L.) chagasi*) no Novo e Velho Mundo (WHO, 2010). Esta é a manifestação mais grave da doença, invariavelmente levando ao óbito sem tratamento (Gramiccia e Gradoni, 2005). Geralmente a LV é caracterizada por febre ondulante, perda de peso, hepatoesplenomegalia e

pancitopenia, principalmente anemia (Bañuls et al., 2011). A doença é resultado da replicação das formas amastigotas nos fagócitos mononucleares do fígado, baço e medula óssea (Barratt et al., 2010).

A leishmaniose cutânea (LC) está associada a diversas espécies no Novo Mundo: L. (V.) braziliensis, L. (V.) guyanensis, L. (V.) lainsoni, L. (V.) naiffi, L. (V.) panamensis, L. (V.) peruviana, L. (V.) shawi, L. (L.) mexicana, L. (L.) amazonensis, L. (L.) venezuelensis e L. (L.) infantum dermotrópica (Gramiccia e Gradoni, 2005). No Brasil, L. (V.) braziliensis é a espécie com maior distribuição geográfica e responsável pelo maior número de casos de LTA (Dantas-Torres, 2007). A espécie provoca doença humana em pelo menos 15 países da América subtropical (Falqueto et al., 2003). A LTA possui variadas manifestações clínicas. Pode apresentar-se na forma cutânea (localizada ou difusa), mucocutânea ou visceral (Pérez-Ayala et al., 2009). Lesões superficiais na pele caracterizam esta doença, mostrando-se tipicamente como úlceras bem definidas de bordas elevadas, apesar de poderem assumir formas incomuns como verrugas, nódulos, pápulas, entre outras. As lesões características da doença resultam da replicação de formas amastigotas no interior dos fagócitos da pele. A LTA pode ainda permanecer subclínica, com hospedeiros assintomáticos (Barratt et al., 2010).

A leishmaniose mucocutânea (LMC) é restrita ao Novo Mundo, e está principalmente associada à *L. (V) braziliensis*. Esta manifestação clínica provoca lesões desfigurantes na face das pessoas infectadas, acarretando sérias implicações sociais. Podem ser acometidas as mucosas nasal, oral, palato, faringe, laringe e orelha média (Bañuls et al., 2011). Para isso, os parasitas migram da pele pelos vasos sanguíneos ou linfáticos até as membranas mucosas dessas regiões, podendo até ocorrer perfuração do septo nasal. Geralmente a LMC sucede infecção cutânea em meses a anos, mas pode ocorrer concomitantemente à LC (Barratt et al., 2010).

### Ciclo da Leishmaniose Tegumentar Americana e participação do cão

Insetos flebotomíneos dos gêneros *Lutzomyia* e *Phlebotomus* no Novo e Velho Mundo, respectivamente, transmitem a leishmaniose entre mamíferos silvestres e domésticos (Gramiccia e Gradoni, 2005). No ciclo zoonótico da doença, os seres humanos são hospedeiros incidentais. Seus hospedeiros naturais são animais silvestres das ordens Edentata, Carnivora, Hyracoidea, Rodentia, Primatas, Marsupialia e Perissodactyla (Dantas-Torres, 2007).

As dificuldades em se estabelecer medidas para a interrupção de infecções humanas e prevenção de epidemias devem-se, entre outros fatores, ao envolvimento de animais silvestres e sinantrópicos nos ciclos de transmissão da doença, principalmente roedores e marsupiais que habitam áreas periurbanas (Roque et al., 2010).

Os reservatórios primários da doença são mamíferos silvestres, como roedores e canídeos (Quaresma et al., 2011). Entretanto, com a crescente interferência humana no ambiente natural, a adaptação dos vetores ao ambiente urbanizado levou ao aparecimento da doença nestes ambientes, estabelecendo um ciclo doméstico de transmissão do parasita (WHO, 2010). O surgimento de surtos da doença têm sido relacionados a ocupação de novas áreas para plantio ou invasão de florestas para expansão urbana (Ferreira et al., 2006). Sugere-se que animais sinantrópicos e

domésticos tenham assumido o papel de reservatório nesses novos ciclos (Dantas-Torres, 2007).

O cão doméstico é sabidamente reservatório de *L. (L.) chagasi/L. (L.) infantum*, agente causador da LV. Porém, sua participação no ciclo da LTA ainda é controverso entre pesquisadores (Dantas-Torres, 2007; Madeira et al., 2003;). Alguns autores defenderam a ideia do cão como reservatório para espécies dermotrópicas de *Leishmania* (Falqueto et al., 1986; Falqueto et al., 1991; Sessa et al., 1994), entretanto estudos mostram que sua infecciosidade para flebotomíneos vetores aparentemente é baixa. A infecção dos vetores ocorreu apenas quando o repasto sanguíneo foi realizado diretamente da lesão em três de nove cães com lesão, não ocorrendo a partir da pele integra dos cães infectados (Vexenat et al., 1986).

### Hospedeiros assintomáticos

Atualmente, várias espécies silvestres e domésticas já foram descritas como hospedeiros assintomáticos de leishmaniose, principalmente canídeos, roedores e marsupiais. Estes animais são de grande importância epidemiológica, por mascarar o *status* da doença em determinada área e levá-la para áreas onde antes não ocorria por meio da movimentação de humanos e animais (Acardi et al., 2013; Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Marcelino et al., 2011; Quaresma et al., 2011; Schallig et al., 2007; WHO, 2010;). O papel destes indivíduos assintomáticos no ciclo de transmissão da LTA ainda não está bem esclarecido (WHO, 2010). Considerandose que pequenos mamíferos e roedores sinantrópicos são considerados essenciais na manutenção do ciclo doméstico da doença (Brandão-Filho et al., 2003; Schallig et al., 2007), a verificação de infecção assintomática nestes animais só reforça a hipótese de que diversas espécies de pequenos mamíferos mantenham o ciclo como reservatórios (Brandão-Filho et al., 2003).

Estima-se que 50% de todos os cães acometidos pela leishmaniose sejam assintomáticos, o que se torna um problema no caso da LV, já que estes animais demonstraram infecciosidade para flebotomíneos vetores em situação experimental (WHO, 2010).

No caso da LTA, mesmo que não apresente participação na manutenção do ciclo de transmissão da LTA como reservatório de *L. (V.) braziliensis*, a observação de animais infectados, mesmo que assintomáticos, é de grande importância por indicar a ocorrência da doença em determinado local. Assim, estes animais podem atuar como sentinelas, indicando o risco de infecção também a outros animais e seres humanos, e a necessidade da implantação de medidas preventivas, como sugerido com a toxoplasmose, outra importante zoonose (Ullmann et al., 2008).

### Diagnóstico

A alta variação de apresentações atípicas e inespecíficas da doença geralmente mimetiza outras infecções e câncer, levando ao diagnóstico errado e atraso no início do tratamento correto (Bañuls et al., 2011). Assim, é fundamental a identificação do parasita para que haja um diagnóstico preciso da doença, diferenciando-a de outras doenças causadoras de lesões na pele como esporotricose, úlceras causadas por

bactérias, carcinomas ou lepra (Garcia et al., 2007). Em áreas endêmicas, o diagnóstico das infecções por *Leishmania* baseia-se na apresentação clínica e dados epidemiológicos, associados a resultados laboratoriais (Ferreira et al., 2006).

O animal infectado deve fornecer amostra de material positiva para ao menos dois métodos diagnósticos específicos (Nonata et al., 2009). Os principais correspondem a exame em microscopia de luz e isolamento do parasita em cultura (Garcia et al., 2007). Como as implicações epidemiológicas no caso de *L. (L.) chagasi* são maiores, já que a doença leva ao óbito sem tratamento, esta identificação é de grande importância (Dantas-Torres, 2007).

Testes utilizados para a detecção de infecções assintomáticas incluem o teste de imunofluorescência indireta (IFAT - *Indirect Fluorescent Antibody Test*) e ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), que detectam anticorpos em indivíduos assintomáticos para LV com baixo título de anticorpos. Entretanto, podem apresentar reações cruzadas com outras infecções parasitológicas, reduzindo sua especificidade (WHO, 2010). São utilizados ainda o Teste de Montenegro, exame histopatológico e PCR (*Polymerase Chain Reaction*) (Ferreira et al., 2006).

O *immunobloting* é mais sensível e específico que o ELISA para detecção de hospedeiros assintomáticos. Assim, a combinação de testes como IFAT ou ELISA com métodos que aumentem a especificidade como o *immunobloting* ou PCR pode mostrar-se mais prático para a detecção de casos assintomáticos (WHO, 2010).

Deve-se lembrar que animais vacinados contra a leishmaniose apresentarão anticorpos circulantes pelo desenvolvimento do sistema imune adquirido por meio da vacina que contenha antígenos de Leishmania, resultando em diagnóstico de falso positivo (Tizard, 2002).

### Animais silvestres e o ciclo de transmissão da Leishmaniose Tegumentar Americana

Ao contrário do que ocorre com a LV, atualmente ainda não se definiu qual espécie animal corresponde ao reservatório de *Leishmania (Viannia) braziliensis*, principal agente causador da LTA fora da região Amazônica no país (Quaresma et al., 2011). Embora o cão seja reservatório comprovado de *L. (L.) chagasi*, para a grande maioria das espécies dermotrópicas, inclusive *L. (V.) braziliensis*, parece não exercer mesma função, apresentando baixa infecciosidade para flebotomíneos vetores(Dantas-Torres, 2007). Em busca do reservatório da doença, diversas espécies de animais foram citadas como portadores aparentemente assintomáticos da doença (Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Marcelino et al., 2011; Quaresma et al., 2011; Roque et al., 2010; Schallig et al., 2007).

Como a leishmaniose é originalmente silvestre e o crescente número de casos está associado ao aumento da interferência e penetração humana no ambiente natural (Brandão-Filho et al., 2003), autores citam animais silvestres como prováveis reservatórios naturais desta doença (Dantas-Torres, 2007). Acredita-se que esta participação fundamental seja atribuída a um grupo de pequenos mamíferos silvestres e sinantrópicos, como marsupiais e roedores, e não a uma única espécie (Brandão-Filho et al., 2003).

Diversas espécies de roedores silvestres apresentaram DNA de *L.* (*V.*) braziliensis na pele íntegra e/ou sangue periférico detectado por técnica de PCR: Akodon arviculoides, Bolomys lasiurus, Galea spixii, Holochilus scieurus, Nectomys squamipes, Oryzomys subflavus e Wiedomys pyrrhorhinos sem sinais clínicos da doença (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005).

Autores relatam aparente infecção também no rato-preto (*Rattus rattus*), roedor sinantrópico, sem verificação de sinais clínicos (Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Brito et al., 2009; Oliveira et al., 2005). Animais dessa espécie foram capturados no interior de domicílios, em áreas peridomiciliares e plantações próximas a áreas florestadas, possivelmente servindo de conexão entre os meios silvestre e doméstico. Os hábitos sinantrópicos desta espécie, a presença de parasitas na pele íntegra e sangue periférico e ausência de sinais de doença indicam um importante papel desta espécie na epidemiologia da doença. Ainda assim, trabalhos conclusivos comprovando a infecciosidade para flebotomíneos antropofílicos são necessários (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005).

Gambás (*Didelphis marsupialis*) capturados na região metropolitana de Belo Horizonte apresentaram anticorpos contra *L. (V.) braziliensis*, e nenhum dos 111 animais avaliados apresentou doença clínica, sugerindo que esta não seja frequente na espécie (Schallig et al., 2007; Travi et al., 1998). Em outras espécies de marsupiais como *D. albiventris, Marmosa sp.* e *Micoureus demerarae* também detectou-se evidência de infecção sem manifestação de doença (Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Quaresma et al., 2011).

Animais reservatórios, entre outras características, devem apresentar relativa tolerância à infecção para que possam manter o ciclo de transmissão do parasita, processo resultante de longa co-evolução entre reservatório e parasita (Luppi et al., 2008; Wynsbergue et al., 2000). Entretanto, a identificação de anticorpos circulantes ou material genético isolado de animais aparentemente sem sinais clínicos por si só não é suficiente para aponta-los como reservatórios. Deve-se verificar a infecciosidade destes animais para vetores de hábitos alimentares antropofílicos e sua presença em regiões onde haja focos da doenca (Oliveira et al., 2005; WHO, 2010).

Outras espécies que apresentaram contato com o parasita são *Rattus norvegicus* em área endêmica (Belo Horizonte, MG) (Marcelino et al., 2011); *Thrichomys apereoides, Didelphis albiventris* e *Gracilianus agilis* também em área endêmica de Minas Gerais (Quaresma et al., 2011). *Thrichomys laurentius* em infecção experimentou mostrou-se capaz de manter a infecção por pelo menos 12 meses sem manifestação clínica (Roque et al., 2010). Na Colômbia, os roedores *R. rattus, Melanomys caliginosus* e *Microryzomys minutus*; marsupiais *Marmosa demerarae* e *Didelphis marsupialis* e o lagomorfo *Sylvilagus brasiliensis* também apresentaram evidência de infecção pelo parasita (Alexander et al., 1998).

Desta forma, o fato de animais silvestres serem relatados como portadores assintomáticos da LTA em áreas endêmicas sugere que eles possam auxiliar na manutenção do ciclo de transmissão da doença no meio em que ocorrem (Gramiccia e Gradoni, 2005).(PINTO et al., 2009)

### REFERÊNCIAS

- ACARDI, S.A.; RAGO, M.V.; LIOTTA, D.J. et al. *Leishmania (Viannia)* DNA detection by PCR-RFLP and sequencing in free-ranging owl monkeys (*Aotus azarai azarai*) from Formosa, Argentina. **Veterinary Parasitology**. v. 6619, n. 1, p. 1–4, 2013. Elsevier B.V. Disponível em: <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.012">http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.012</a> . Acesso em: 05 de janeiro de 2013.
- ALEXANDER, B.; LOZANO, C.; BARKER, D.C. et al. Detection of *Leishmania (Viannia)* braziliensis complex in wild mammals from Colombian coffee plantations by PCR and DNA hybridization. **Acta Tropica** v. 69, n. 1, p. 41–50, 1998.
- ALVAR, J.; APARICIO, P.; ASEFFA, A. et al. The relationship between leishmaniasis and AIDS: the Second 10 Years. Clinical Microbiology Reviews, v. 21, n. 2, p. 334-359, 2008.
- BAÑULS, A. L.; BASTIEN, P.; POMARES, C.; et al. Clinical pleiomorphism in human leishmaniasis, with special mention of asymptomatic infection. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 17, n. 10, p. 1451–1461, 2011.
- BARRATT, J.L.N.; HARKNESS, J.; MARRIOTT, D. et al. Importance of nonenteric protozoan infections in immunocompromised people. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 23, n. 4, p.795-836, 2010.
- BLUM, J. A.; HATZ, C. F. Treatment of cutaneous leishmaniasis in travelers. **Journal of Travel Medicine**, v. 16, n. 2, p. 123–131, 2009.
- BRANDÃO-FILHO, S.P.; BRITO, M.E.; CARVALHO, F.G.; et al. Wild and synanthropic hosts of Leishmania (Viannia) braziliensis in the endemic cutaneous leishmaniasis locality of Amaraji, Pernambuco State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 97, n. 3, p. 291–296, 2003.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. 2. ed. atual. Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2007.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. 2. ed. atual. Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2010.
- COSTA, C. H. N.; STEWART, J. M.; GOMES, R. B.; et al. Asymptomatic human carriers of Leishmania Chagasi. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 66, n. 4, p. 334–337, 2002.
- CUPOLILLO, E.; BRAHIM, L.R.; TOALDO, C.B. et al. Genetic polymorphism and molecular epidemiology of *Leishmania (Viannia) braziliensis* from different hosts and geographic areas in Brazil. **Jornal of Clinical Microbiology**, v. 49, n. 7, p. 3126-3132, 2003.
- DANTAS-TORRES, F. The role of dogs as reservoirs of *Leishmania* parasites, with emphasis on *Leishmania* (*Leishmania*) infantum and *Leishmania* (*Viannia*) braziliensis. **Veterinary Parasitology**, v. 149, n. 3-4, p. 139-146, 2007.
- DANTAS-TORRES, F.; BRITO, M.E.F.; BRANDÃO-FILHO, S.P. et al. Seroepidemiological survey on canine leishmaniasis among dogs from an urban area of Brazil. **Veterinary parasitology**, v. 140, n. 1-2, p. 54–60, 2006.
- FALQUETO, A.; COURA, J.R.; BARROS, G.C. et al. Participação do cão no ciclo de transmissão da leishmaniose tegumentar no Município de Viana, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 81, n. x, 155-163, 1986.
- FALQUETO, A.; SESSA, P.A.; FERREIRA, A.L. et al. Epidemiological and clinical features of *Leishmania (Viannia) braziliensis* American cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis in the state of Espírito Santo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 8, p. 1003–1010, 2003.
- FALQUETO, A.; SESSA, P.A.; VAREJÃO, J.B.M. et al. Leishmaniasis due to *Leishmania braziliensis* in Espírito Santo state, Brazil. Further evidence on the role of dogs as a

- reservoir of infection for humans. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, n. x, 499-500, 1991.
- FERREIRA, M.P.; ROSELINO, A.M.F.; NASCIMENTO, M.M.P. et al. Sensitivity of na immunoenzymatic test for the detection of anti-*L. braziliensis* antibodies compared to other tests used for the diagnosis of American Cutaneous Leishmaniasis. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 48, n. 4, p. 215-217, 2006.
- GARCIA, A.L.; PARRADO, R.; DONCKER, S. et al. American tegumentary leishmaniasis: direct species identification of *Leishmania* in non-invasive clinical samples. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 101, n. 4, p. 368-71, 2007.
- GRAMICCIA, M.; GRADONI, L. The current status of zoonotic leishmaniases and approaches to disease control. International Jornal for Parasitology, v. 35, n. 11-12, p. 1169-1180, 2005.
- LIMA, V. M. F. DE; BIAZZONO, L.; SILVA, A. C.; et al. Serological diagnosis of visceral leishmaniasis by an enzyme immunoassay using protein a in naturally infected dogs. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 215–218, 2005.
- MADEIRA, M.F.; UCHÔA, C.M.A.; LEAL, C.A. et al. *Leishmania (Viannia) braziliensis* em cães naturalmente infectados. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 5, p. 551-555, 2003.
- MARCELINO, A.P.; FERREIRA, E.C.; AVENDANHA, J.S. et al. Molecular detection of *Leishmania braziliensis* in *Rattus norvegicus* in an area endemic for cutaneous leishmaniasis in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 183, n. 1-2, p. 54–58, 2011.
- NONATA, R.; SAMPAIO, R.; GONÇALVES, M. D. C.; et al. Estudo da transmissão da leishmaniose tegumentar americana no Distrito Federal Study on the transmission of American cutaneous leishmaniasis in the Federal District. , **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** ,v. 42, n. 6, p. 686–690, 2009.
- OLIVEIRA, F.S.; PIRMEZ, C.; PIRES, M.Q. et al. PCR-based diagnosis for detection of *Leishmania* in skin and blood of rodents from an endemic area of cutaneous and visceral leishmaniasis in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 129, n. 3-4, p. 219–227, 2005.
- PADILLA, A.M.; MARCO, J.D.; DIOSQUE, P. Canine infection and the possible role of dogs in the transmission of American tegumentary leishmaniosis in Salta, Argentina. **Veterinary Parasitology**, v. 110, n. 1-2, p. 1-10, 2002.
- PASSOS, V. M. A.; ANDRADE, A. C.; SILVA, E. S.; et al. Inquérito canino em foco recente de leishmaniose tegumentar no município de Sabará, região metropolitana de Belo Horizonte. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 29, n. 4, p. 323–329, 1996.
- PEARSON, R.D.; SOUSA, A.Q. Leishmania species: visceral (Kala-Azar), cutaneous, and mucosal leishmaniasis. In: MANDELL, G.L.; DOUGLAS, R.G. & BENNET, J.B., ed. **Principles and practice of infectious diseases**. 3.ed. New York, Churchill Livingstone, 1990. p. 2066-2077.
- PÉREZ-AYALA,A.; NORMAN,F.; PÉREZ-MOLINA,J.A.; et al. Imported leishmaniasis: a heterogeneous group of diseases. **Journal of Travel Medicine**, v. 16, n. 6, p. 395–401, 2009.
- PINTO, I.S.; LOSS, A. C. C.; FALQUETO, A.; LEITE, Y. L. R. Pequenos mamíferos não voadores em fragmentos de mata atlântica e áreas agrícolas em Viana, Espírito Santo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 355–360, 2009.
- QUARESMA, P.F.; RÊGO, F.D.; BOTELHO, H.A. et al. Wild, synanthropic and domestic hosts of *Leishmania* in an endemic area of cutaneous leishmaniasis in Minas Gerais State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** v. 105, n. 10, p. 579–585, 2011.
- REITHINGER, R.; DAVIES, C. R. Is the domestic dog (Canis Familiaris) a reservoir host of american cutaneous leishmaniasis? A critical review of the current evidence. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 61, n. 4, p. 530–541, 1999.

- REY, L. Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África. 3, ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 856 p.
- ROQUE, L.R.; CUPOLILLO, E.; MARCHEVSKY, R.S. et al. *Thrichomys laurentius* (Rodentia; Echimyidae) as a putative reservoir of *Leishmania infantum* and *L. braziliensis*: patterns of experimental infection. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 4, n. 2, p. 589, 2010.
- SAMPAIO, R. N. R.; GONÇALVES, M. DE C.; LEITE, V. A.; et al. Estudo da transmissão da leishmaniose tegumentar americana no Distrito Federal. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 6, p. 686–690, 2009.
- SCHALLIG, H.D.; da SILVA, E.S.; van der MEIDE, W.F. et al. *Didelphis marsupialis* (common opossum): A potential reservoir host for zoonotic leishmaniasis in the metropolitan region of Belo Horizonte (Minas Gerais, Brazil). **Vector Borne and Zoonotic Diseases**, v. 7, n. 3, p. 387-393, 2007.
- SESSA, P.A.; FALQUETO, A.; VAREJÃO, J.B.M. Tentativa de controle da Leishmaniose Tegumentar Americana por meio do tratamento dos cães doentes. **Caderno de Saúde Pública**, v. 10, n. 4, p. 457-463, 1994.
- SILVEIRA, F.T.; LAINSON, R.; GOMES, C.M.C. et al. Immunopathogenic competences of *Leishmania* (*V.*) *braziliensis* and *L.* (*L.*) *amazonensis* in American cutaneous leishmaniasis. **Parasite Immunology**, v. 31, n. 8, p. 423-431, 2009.
- TESH, J. B. Control of zoonotic visceral leishmaniasis: is it time to change strategies? The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 52, n. 3, p. 287–292, 1995.
- TIZARD, I. Imunologia veterinaria uma introdução. 6ª ed. São Paulo: Roca, 2002, 608p.
- TRAVI, B.L.; OSORIO, Y.; ADLER, G.H. Dynamics of *Leishmania chagasi* infection in small mammals and degraded tropical dry forests of northern Colombia. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 92, n. 3, p.275-278, 1998.
- ULLMANN, L.S.; GUIMARÃES, F.F.; FORNAZARI, F. et al. Ações de vigilância continuada, papel do cão como animal sentinela para toxoplasmose. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, supl. 1, 345-347, 2008.
- VEXENAT, J. A.; BARRETTO, A. C.; ROSA, A. DE C. O. C. Infecção experimental de Lutzomyia Whitmani em cães infectados com Leishmania braziliensis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 81, n. 1, p. 125–126, 1986.
- WHO World Health Organization. Control of the leishmaniasis. WHO Techinical Report Series 949, 2010. 201 p.
- WYNSBERGHE, N.R.V.; CANTO-LARA, S.B.; DAMIÁN-CENTENO, A.G. et al. Retention of *Leishmania (Leishmania) mexicana* in naturally infected rodents from the State of Campeche, Mexico. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, n. 5, p. 595–600, 2000.



# Capítulo 21- Efeitos do tratamento com anti inflamatórios não esteroidais no desenvolvimento folicular em éguas

André Gomes Lima<sup>1</sup>, Luciana Mara Medeiros Oliveira<sup>2</sup>, Fernanda Adami Ribeiro<sup>3</sup>, Jeanne Broch Siqueira<sup>4</sup>, Carla Braga Martins<sup>4</sup>

### Introdução

Para elevar a eficiência reprodutiva de animais de interesse genético, torna-se imprescindível o conhecimento da fisiologia reprodutiva equina para a realização do manejo reprodutivo adequado, visando o incremento dos lucros e melhor utilização das biotécnicas da reprodução nos criatórios e centrais de reprodução de equinos.

Estudos relacionados à dinâmica folicular vêm sendo realizados com o objetivo de se conhecer melhor a função ovariana e permitir a manipulação do ciclo estral da égua. A enzima ciclooxigenase 2 (COX-2) está envolvida na produção folicular de prostaglandinas (PGs)  $E_2$  e  $F_{2\alpha}$ , que ocorre aproximadamente 10 a 12 horas antes da ovulação. Estas PGs induzem o aumento do fluxo sanguíneo para o folículo elevando a pressão intrafolicular e iniciam a síntese de enzimas envolvidas na ruptura da parede folicular causada pelo hormonio luteinizante (LH), levando a expulsão do oócito.

Os anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) são os fármacos empregados com maior frequência em equinos nas condições que envolvem dor, inflamação ou febre. Os efeitos terapêuticos destes fármacos decorrem da inibição da via da cicloxigenase (COX), uma das enzimas que degradam o ácido araquidônico, impedindo a formação de prostaglandinas. O meloxicam e a fenilbutazona são AINEs amplamente utilizados em equinos para o tratamento de diversas afecções, como desordens musculoesqueléticas, e podem inibir a via COX-2, prejudicando formação de PGs e, consequentemente, interferir na atividade reprodutiva. A inibição da secreção de prostaglandinas e esteróides pode bloquear a ovulação.

Apesar da existência de muitas pesquisas na área de biotecnologias aplicadas à reprodução de equinos, nota-se a escassez de trabalhos relacionados à influência de AINEs sobre a taxa de ovulação em éguas. Devido a utilização intensa dos anti-inflamatorios não esteroidais na rotina e a possibilidade de interferência na ovulação das reprodutoras, objetivou-se com este estudo realizar uma revisão literária sobre os efeitos do tratamento com AINEs no desenvolvimento de folículos pré-ovulatórios em éguas.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Médico Veterinário da UFES, Campus Alegre, Espírito Santo; <sup>2</sup>Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Espírito Santo (UFES); 3Mestranda em Ciências Veterinárias, UFES; <sup>3</sup>Docente do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil.

### 1. FISIOLOGIA REPRODUTIVA EQUINA

Na espécie equina, a atividade sexual é demonstrada nos períodos do ano em que há maior luminosidade durante as 24 horas do dia, período onde os dias são mais longos, atingindo até 13 horas de luz por dia (GINTHER et al., 2004). Portanto, as éguas são consideradas poliéstricas estacionais. Nos meses com menor luminosidade, a égua entra no período de anestro fisiológico, caracterizado por não apresentar um folículo dominante capaz de produzir quantidade suficiente de estrógeno (FARIA et al., 2010). Entretanto, algumas éguas podem se comportar como poliéstricas anuais (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

O ciclo estral engloba um conjunto de alterações de concentrações hormonais, que ocasiona alterações comportamentais e no trato reprodutivo da égua (MOREL, 2005). A monitorização dessas alterações e a compreensão do ciclo estral normal da égua são essenciais para a aplicação de programas reprodutivos eficientes (EVANS et al., 2007).

Segundo Romano et al. (1998), a duração do ciclo estral na espécie equina é muito variável de animal para animal, sendo a duração do estro, o componente mais importante nessa variação. A duração do ciclo estral em éguas é em média de  $25,24 \pm 6,00$  dias, e a duração do estro é em média de  $7,50 \pm 4,16$  dias.

Na espécie equina o ciclo estral é dividido em fase ovulatória, compreendendo o estro e fase luteal, compreendendo o diestro. A fase de estro é caracterizada pela presença de um folículo maior que 25 mm de diâmetro e pela receptividade sexual ao macho (GINTHER, 1992). Enquanto a fase de diestro é caracterizada pelo término das manifestações de cio, que ocorrem 24 a 48h após a ovulação, e formação de corpo lúteo com consequente produção de progesterona (ROMANO et al., 1998).

A Dinâmica folicular é o processo contínuo de crescimento e regressão folicular que ocorre nos ovários das éguas, o qual é diretamente influenciado por fatores externos como o fotoperíodo, nutrição, temperatura e o estresse (GINTHER, 1986).

Os efeitos do fotoperíodo sobre a dinâmica folicular influenciam na estação ovulatória. Como exemplo, a atividade folicular do ciclo estral é maior durante a primeira metade da estação, indicado por folículos com diâmetro maior que 20 mm, e maior incidência de ondas ovulatórias menores e maiores. As concentrações do hormônio luteinizante (LH) são maiores em associação com ondas com amplitudes maiores que em ondas menores, embora as concentrações do hormônio folículo estimulante (FSH) sejam semelhantes (GINTHER et al., 2004).

A incidência da ovulação é mínima ou inexistente durante o inverno, aumentando transitoriamente durante a primavera, atingindo o máximo no verão e diminuindo transitoriamente durante o outono (GINTHER et al., 2004). Entretanto Samper (2000) afirma que apesar da égua ser uma espécie poliéstrica estacional de forma natural, em condições de trópico não se observa estacionalidade.

#### 2. PROSTAGLANDINAS

As prostaglandinas são derivados endógenos dos ácidos graxos sintetizados a partir dos fosfolipídeos de membrana celular por praticamente todos os tipos de

células dos mamíferos. Isoladas primeiramente do sêmen humano por Kurzrok e Lieb na década de 30, quando perceberam que extratos do fluido seminal afetavam a atividade contrátil do útero, e receberam essa denominação, pois acreditava-se serem provenientes da próstata (ADAMS, 2003).

Derivadas de ácidos graxos hidroxilados poli-insaturados com 20 átomos de carbono e um anel ciclo/pentano, as prostaglandinas são compostos que não são estocados em tecidos, mas sim liberados de acordo com a síntese celular a partir de ácidos graxos precursores disponíveis, dentre estes, o ácido araquidônico é considerado sua principal fonte (ADAMS, 2003; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

Os fosfolipídeos celulares liberam o ácido araquidônico em resposta à fosfolipase  $A_2$ . Esta enzima é ativada por inúmeros estímulos fisiológicos, farmacológicos e patológicos. O ácido araquidônico liberado sofre biotransformação pela enzima cicloxigenase e o produto formado a partir dessa interação é a prostaglandina  $G_2$ , que por sua vez é transformada em prostaglandina  $H_2$ . Estes compostos são muito instáveis e dão origem a diferentes prostaglandinas como a  $PGF_{2\alpha}$  e  $PGE_2$  (ADAMS, 2003). Sendo estas, as prostaglandinas que estão intimamente relacionadas com a reprodução em mamíferos, liberadas por vários tipos celulares presentes no trato reprodutor em resposta a estímulos endócrinos, neurológicos e físicos (ALLEN; COOPER, 1993).

Existem duas vias de formação de prostaglandinas: ciloxigenase-1 (COX-1) e cicloxigenase-2 (COX-2). A COX-1 é secretada constantemente em níveis basais e atua na produção de prostaglandinas com ação protetora da mucosa gastrointestinal. Já a COX-2 é constituinte das vias inflamatórias (Figura 1), mas também possui participação nas vias fisiológicas com a PGF $_{2\alpha}$  e PGE $_{2}$ , atuando no processo de ovulação e formação do corpo lúteo (ADAMS, 2003).

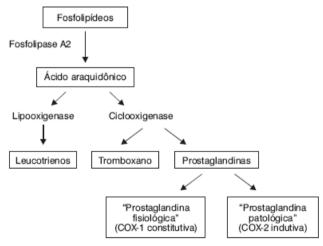


Figura 1. Vias de formação das prostaglandinas. Fonte: Hilário et al. (2006).

Além disso, sabe-se que a PGE<sub>2</sub> possui efeito positivo sobre a secreção de progesterona pelo corpo lúteo (ALLEN; COOPER, 1993). Algumas formas de prostaglandinas nunca aparecem na circulação sanguínea, enquanto outras são degradadas ao passarem pelo fígado e pulmões (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Dentre os

efeitos atribuídos às prostaglandinas na atividade reprodutiva das éguas destaca-se a contração uterina, favorecendo o transporte espermático e o parto, a ovulação, a formação do corpo lúteo e a luteólise (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

### 3. ANTI-INFLAMATÓRIOS NÃO ESTEROIDAIS

Os anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) são os fármacos empregados com maior frequência em equinos nas condições que envolvem dor, inflamação ou febre. Os efeitos terapêuticos destes fármacos decorrem da inibição da via da cicloxigenase (COX), uma das enzimas que degradam o ácido araquidônico, impedindo a formação de prostaglandinas (MOSES; BERTONE, 2002).

Os AINEs mais utilizados na clínica de equinos são: ácido acetil salicílico, fenilbutazona, flunixim meglumine e cetoprofeno. O carprofeno e o meloxicam foram introduzidos recentemente na terapia anti-inflamatória equina, com o intuito de produzirem menos efeitos adversos, pois atuam inibindo preferencialmente a via da cicloxigenase-2, via inflamatória (BERETTA et al., 2005; LITTLE et al., 2007; COOK et al., 2009).

A fenilbutazona é uma droga anti-inflamatória cuja atividade assemelha-se a da cortisona. Tem sido utilizada em equinos desde o começo da década de 50, principalmente por sua ação analgésica e antipirética, nas inflamações ósseas e de articulações, assim como claudicações, cólicas agudas, endotoxemia e afecções dos tecidos moles, devido a sua eficácia e baixo custo. Em equinos a duração dos efeitos farmacológicos é de cerca de 8 a 12 horas. Tem a propriedade de diminuir a produção de superóxidos (ação antioxidante), sendo também um inibidor irreversível da COX. A dose clínica recomendada é 4,4mg/Kg por via intravenosa e sua meia vida é de 3,5 horas no equino (SPINOSA et al., 2011).

O meloxicam é um potente inibidor de tromboxanos e prostaglandinas, com excelentes propriedades antipirética e analgésica, sendo usado para o tratamento de afecções musculoesqueléticas, endotoxemias e pós-cirúrgico. Foi o primeiro inibidor COX-2 seletivo e atualmente é classificado como inibidor preferencial da COX-2 e também inibidor da COX-1. Enquanto em cães a meia-vida é de cerca de 12 a 36 horas, em equinos é de aproximadamente 3 horas, em suínos 4 horas e em bovinos de cerca de 13 horas (ANDRADE, 2008). A dose clínica recomendada é 0,6 mg/Kg por via intramuscular.

Inibidores seletivos da COX-2 têm sido preconizados na reprodução equina para prevenir a endometrite induzida pela cobertura (ROJER et al., 2010) e a liberação de prostaglandinas durante a manipulação da cérvix em transferências de embriões (KOBLISCHKE et al., 2009).

### 4. EXAME GINECOLÓGICO

Através da palpação transretal é possível avaliar as estruturas ovarianas, a tonicidade e grau de dilatação cervical, o tamanho, consistência e tonicidade uterina.

O principal objetivo do exame transretal é a avaliação da estrutura, tônus e formato. Normalmente não é possível determinar a presença de pequenos acúmulos de fluido por meio da palpação transretal. O exame dos ovários fornece informações importantes sobre a ciclicidade e anomalias ovarianas (MCKINNON, 1993).

À palpação transretal, em éguas vazias, o corpo do útero está localizado na cavidade pélvica, enquanto os ovários e os cornos uterinos estão na cavidade abdominal (BLANCHARD et al., 2003). No período de anestro o ovário possui cerca de 4 cm, e durante a estação reprodutiva pode atingir 10 cm de diâmetro (SAMPER; PYCOCK, 2007). A classificação da consistência folicular preconizada por Newcombe (2007) e Prestes (2008) considera: 1: sem flutuação, 2; flutuação débil, 3: flutuação média, 4: folículo maduro, 5: folículo rompido (ovulado). A ovulação pode ser caracterizada, por meio da palpação transretal, pela presença de uma depressão no ovário onde se localizava o folículo, ou seja, pela ausência do folículo palpado anteriormente (NEWCOMBE, 2007). Os mesmos autores consideram os folículos pequenos como sem flutuação, folículos em crescimento apresentando amolecimento como flutuação média e folículos apresentando consistência macia como maduro. A tonicidade ou contratilidade uterina pode ser descrita como: CI; útero relaxado, CII: contratilidade média, CIII: fortemente contraído (BLANCHARD et al., 2003; PRESTES, 2008).

### 5. EXAME ULTRASSONOGRÁFICO

A ultrassonografia é uma técnica complementar ao exame clínico e possibilita o exame preciso do trato reprodutivo. É uma técnica não invasiva, relativamente simples, segura para o técnico e para o paciente, e fornece informações rápidas, visto que as imagens permitem a interpretação e o diagnóstico imediato na maioria das situações, e em tempo real. Essa técnica é utilizada rotineiramente na medicina veterinária, principalmente para avaliações ginecológicas e obstétricas, por contribuir para o entendimento dos processos reprodutivos e maximização da eficiência reprodutiva (GINTHER, 1986; WOLF; GABALDI, 2002).

Sua utilização possibilita o diagnóstico de prenhez precoce, permite identificar alterações não percebidas pela palpação manual como, tumores, cistos endometriais, presença de secreções no lúmen uterino, entre outras. As estruturas ovarianas como corpos lúteos e folículos também podem ser monitorados por meio da ultrassonografia em relação à quantidade, tamanho, desenvolvimento e características (ANDRADE MOURA, 1996).

As estruturas do trato reprodutivo da égua são bem definidas e facilmente identificadas, o que facilita a interpretação das imagens ultrassonográficas (ANDRADE MOURA, 1996). O estroma ovariano é composto de tecido conjuntivo e na imagem ultrassonográfica caracteriza-se por apresentar um aspecto uniforme e ecogênico (BLANCHARD et al., 2003). Enquanto os folículos são estruturas vesiculares e aparecem na imagem com forma arredondada e anecóica (ANDRADE MOURA, 1996). Já os corpos lúteos são visualizados como uma área do ovário que apresenta uma típica ecogenicidade delimitada por uma linha hipoecóica de baixa intensidade que a separa do parênquima ovariano, a forma da glândula luteal é irregular na maioria das vezes (KÃHN, 1991).

O exame ultrassonográfico possibilita a determinação precisa do número, localização, tamanho e forma dos folículos ovarianos e o controle folicular possibilita a cobertura ou inseminação próxima ao momento da ovulação, o que contribui para que os gametas estejam viáveis no momento da fertilização (BLANCHARD et al., 2003).

O diâmetro folicular é utilizado para estimar o momento da ovulação. Folículos destinados a ovular começam a crescer cerca de sete dias antes da ovulação, e crescem em torno de 2,5 mm (Pierson, 1993) a 2,7 mm por dia (SAMPER; PYCOCK, 2007).

A imagem ultrassonográfica do útero pode ser acentuadamente alterada pela fase do ciclo estral e está relacionada com as concentrações de hormônios esteróides ovarianos circulantes. Durante o diestro, as pregas endometriais normalmente não são visualizadas (GINTHER, 1995; GINTHER; PIERSON, 1984a). Nesta fase do ciclo estral a ecotextura uterina é mais homogênea quando comparada ao estro. É possível também observar o contato entre as superfícies mucosas por meio da visualização de uma linha hiperecóica quando o útero é visualizado longitudinalmente. Durante o estro, as pregas endometriais são facilmente observadas, devido ao edema induzido pelo aumento nas concentrações circulantes de estrógeno. A imagem ultrassonográfica se torna mais heterogênea, com aspecto de raios de uma roda, onde as porções centrais das pregas aparecem com maior ecotextura e as porções edemaciadas das pregas apresentam-se anecóicas (GHINTER, 1992; BLANCHARD et al., 2003; SAMPER; PYCOCK, 2007). Esse edema geralmente diminui com a proximidade da ovulação (SAMPER, 1997; PELEHACH et al. 2000).

A avaliação da ecotextura uterina tem se mostrado bastante útil na clínica reprodutiva equina, como parte da rotina de exames ginecológicos, na indicação do momento ideal para a inseminação artificial ou monta natural, bem como para a indicação subjetiva das concentrações de progesterona (PYCOCK et al., 1995).

Na espécie equina a avaliação da ecotextura uterina é realizada por meio de um escore de edema endometrial de acordo com a imagem ultrassonográfica obtida. O sistema de escore que varia numa faixa de 1 a 4 (onde 1 é considerado como edema mínimo e 4, o edema máximo) tem sido utilizado conforme a intensidade do edema das pregas uterinas (GINTHER; PIERSON, 1984a; GINTHER 1995).

Essas pregas endometriais tornam-se visíveis ao final do diestro (escore 1), tornando mais proeminentes durante o estro (escore 4) aproximadamente 6 dias antes da ovulação e geralmente diminuem 24 a 48 horas antes da ovulação (GASTAL et al., 1998).

### 6. OVULAÇÃO

Em comparação com outras espécies de animais domésticos, o ovário da égua é uma estrutura única, caracterizada por um tamanho extremamente grande (35-120 cm<sup>3</sup> de volume e 40-80g de peso) e a presença de uma fossa de ovulação (KIMURA et al., 2005).

A ovulação é um processo complexo que envolve a ruptura do folículo dominante na região da fossa ovulatória quando o folículo atinge, em média, 40 a 45 milímetros de diâmetro (SAMPER, 1997), com extrusão do fluido folicular, células da

granulosa e oócito (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Se a ovulação for dupla, poderá ocorrer com folículos < 25 mm (SAMPER e PYCOCK, 2007).

Os folículos pré-ovulatórios normalmente mudam de forma 24 horas antes da ovulação, passam da forma esférica para a forma de pera. A parede folicular se torna mais espessa e apresenta aspecto recortado, a ecogenicidade do fluido folicular pode aumentar (BLANCHARD et al., 2003).

A maturação histológica do folículo pré-ovulatório em equinos é caracterizada pelo espessamento da camada de células da granulosa e acúmulo abundante de matriz extracelular. O processo ovulatório envolve um único e específico padrão de regulação gênica nas células da teca e granulosa. Isto inclui as diferenças na expressão de uma variedade de fatores, entre eles as prostaglandinas e enzimas metabolizadoras de prostaglandinas (SAYASITH et al., 2007).

O aumento das concentrações de  $PGF_{2\alpha}$  e de  $PGE_2$  no fluido folicular não ocorre imediatamente após o pico de gonadotrofinas (hormônio luteinizante e hormônio folículo estimulante), como se observa para as concentrações de esteróides. Na égua, a cicloxigenase-2 está envolvida na produção folicular de  $PGF_{2\alpha}$  e  $PGE_2$ , 10 a 12 horas antes da ovulação (SIROIS; DORE, 1997).

Segundo Poyser (1981), é possível que a  $PGE_2$  e a  $PGF_{2\alpha}$  iniciem a síntese de enzimas envolvidas no colapso da parede folicular, e que ocasionem aumento do fluxo sanguíneo para o folículo e aumento da pressão intrafolicular, por meio do qual se produz a expulsão do oócito com a ruptura da parede do folículo. A  $PGE_2$  é um potente fator luteotrófico que participa da remodelação das camadas foliculares, culminando com a formação do corpo lúteo (SHELTON et al., 1990).

A indução da ovulação tem como finalidade sincronizar a ovulação o mais próximo possível da cobertura ou inseminação, diminuir os custos e a resposta inflamatória no útero de éguas consideradas susceptíveis a inflamação pós-cobertura. A ovulação deve ser induzida quando o folículo atingir 35 mm, momento em que se torna responsivo ao LH. Dessa forma, a maioria das éguas irão ovular de 36 a 48 horas após a indução (PALMER, 1993).

Os agentes mais comumente utilizados para a indução da ovulação na espécie equina são a Gonadotrofina Coriônica Humana (hCG), Hormônio Liberador de Gonadotrofina (GnRH) e a Deslorelina (análogo do GnRH) (BLANCHARD et al., 2003).

A administração de uma dose (1500-3000 IU) de gonadotrofina coriônica humana (hCG) em éguas durante o estro, induz o aumento na concentração de LH até 12 horas após o tratamento e a expressão de COX-2 nas células da granulosa 24 a 30 horas após a administração (GINTHER et al., 2009). Esse aumento da expressão de COX-2, induz o aumento gradual nas concentrações de PGF $_{2\alpha}$  e PGE $_{2\alpha}$  no fluido folicular iniciando 33 horas após a administração de hCG, atingindo o pico após 39 horas (SIROIS; DORE, 1997).

Inicialmente a dose recomendada de deslorelina para induzir a ovulação em éguas é de 1.5mg (McCUE et al., 2007). Porém, os resultados dos estudos de Lindholm et al. (2010) sugerem que uma dose tão baixa quanto 0,5 mg pode produzir resultados semelhantes a um custo menor. Além disso, não foi observada diferença significativa entre a eficácia da deslorelina ou buserelina na estimulação da liberação de LH hipofisária ou a indução da ovulação. Doses de 1,5, 1,0 e 0,5 mg de deslorelina

e buserelina foram igualmente eficazes na indução da ovulação em até 48 horas após a administração.

### 7. BLOQUEIO DA OVULAÇÃO

A falha na ovulação em éguas pode ser proveniente de uma hemorragia no folículo pré-ovulatório dominante, que deixa de romper ou ovular, com subsequente organização de seu conteúdo e em algumas ocasiões ocorre a luteinização da parede folicular e do conteúdo. Este processo é bastante relevante em éguas, pois acarreta diminuição nos índices reprodutivos (CUERVO-ARANGO; NEWCOMBE, 2009).

Inicialmente, o pico pré-ovulatório de gonadotrofinas induz o aumento imediato e temporário nas concentrações plasmáticas de progesterona. Posteriormente, a secreção de estradiol e de  $PGF_{2\alpha}$  também aumenta (SHELTON, 1990). A inibição da secreção de prostaglandinas e esteróides bloqueia a ovulação. Quando a síntese de prostaglandinas é inibida, o oócito permanece dentro do folículo luteinizado (GINTHER, 2009).

Quando ocorre hemorragia intrafolicular e falha na ovulação, a estrutura resultante deste processo recebe a denominação de folículo hemorrágico (GINTHER E PIERSON, 1984b), folículos hemorrágicos anovulatórios (CARNELAVE et al., 1989), e folículos anovulatórios persistentes (McCUE; SQUIRES, 2002), conforme demonstrado na figura 1.

Em um estudo realizado com seis éguas em período pré-ovulatório, Cuervo-Arango e Domingo-Ortiz (2011) trataram os animais com altas doses de flunixim meglumine (2,2mg/Kg/BID) e observaram o desenvolvimento de folículos anovulatórios em 83% dos animais tratados. Eventualmente esses folículos tiveram seu conteúdo organizado e luteinizado. Lima (2013) ao submeter éguas em idade reprodutiva ao tratamento com doses terapêuticas de Meloxican e Fenilbutazona notou que o desenvolvimento de FAL foi significativamente maior (p<0,01) nos ciclos tratados com Meloxicam 91% (10/11) e Fenilbutazona 82% (9/11), quando comparado com os animais pertencentes ao ciclo Controle, onde nenhuma égua desenvolveu folículos hemorrágicos (0%).

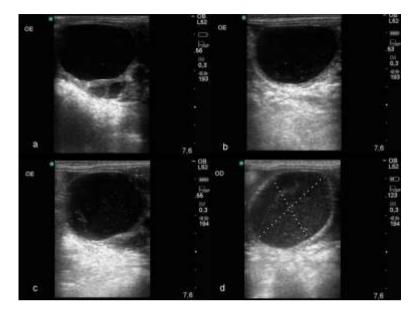


Figura 1 – Imagens ultrassonográficas de folículos anovulatórios luteinizados de éguas tratadas com AINEs. a) após 48 horas da indução da ovulação com deslorelina, início da hemorragia folicular; b) após 72 horas; c) após 96 horas; d) após 120 horas, hemorragia intensa, observar grande quantidade de partículas ecogênicas no antro folicular. Fonte (LIMA, 2007).

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de anti-inflamatórios é amplamente utilizado na clinica de equinos. Contudo há o uso indiscriminado destes fármacos por parte dos proprietários e/ou funcionários e treinadores. Deve-se atentar para o uso racional de AINEs em éguas durante a estação de monta.

### 5. REFERÊNCIAS

ADAMS, H.R. Farmacologia e Terapêutica em Veterinária. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003.

ALLEN, W.R.; COOPER, M.J. Prostaglandins. In: McKINNON, A.O.; VOSS, J.L. **Equine Reproduction.** Filadélfia: Williams & Wilkins,1993. p. 456-472.

ANDRADE MOURA, J.C.; MERKT, H. A ultrassonografia na reprodução equina. 2ª ed. Salvador: Editora Universitária Americana, 1996.

BERETTA, C.; CARAVAGLIA, G.; CAVALLI, M. COX-1 and COX-2 inhibition in horse blood by phenylbutazone, flunixin, carprofen and neloxicam: in vitro analysis. **Pharmacological Research.** v. 52, n. 4, p. 302-306, 2005.

BLANCHARD, T.L.; VARNER, D.D.; SCHUMACHER, J.; LOVE, C.C.; BRINSKO, S.P.; RIGBY, S.L. Manual of equine reproduction. 2<sup>a</sup> ed. St. Louis: Missouri. 2003.

- CARNEVALE E.M.; SQUIRES E.L.; MCKINNON A.O.; HARRISON L.A. Effect of human chorionic gonadotropin on time to ovulation and luteal function in transitional mares. **Journal of Equine Veterinary Science.** v. 9, p. 27-29, 1989.
- COOK, V.L.; MEYER, C.T.; CAMPBELL, N.B.; BLIKSLAGER, A.T. Effect of firocoxib or flunixin meglumine on recovery of ischemic-injured equine jejunum. **American Journal of Veterinary Research.** v. 70, n. 8, p. 992-1000, 2009.
- CUERVO-ARANGO, J.; NEWCOMBE, J.R.The effect of hormone treatments (hCG and cloprostenol) and season on the incidence of hemorrhagic anovulatory follicles in the mare: A field study. **Theriogenology.** v. 72. p. 1262-1267. 2009.
- CUERVO-ARANGO, J.; DOMINGO-ORTIZ, R. Systemic treatment with high dose of flunixin-meglumine is able to block ovulation in mares by inducing hemorrhage and luteinisation of follicles. **Theriogenology.** v. 75, p. 707–714, 2011.
- EVANS, T. J.; CONSTANTINESCU G.M.; GANJAM V.K. Clinical Reproductive Anatomy an Physiology of the Mare. In: Youngquist R.S.; Threlfall W.R. Current Therapy in Large Animal Theriogenology. 2<sup>a</sup> ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2007, p. 47-67.
- FARIA, D.R.; GRADELA, A.Hormonioterapia aplicada à ginecologia equina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal.** v.34, n.2, p.114-122, 2010.
- GASTAL, E.L.; GASTAL, M.O.; GINTHER, O.J. The suitability of echotexture characteristics of the follicular wall for indentifying the optimal breeding day in mares. **Theriogenology.** v. 50, p. 1025-1038, 1998
- GASTAL, M.O.; GASTAL, E.L.; SPINILLI, V.; GINTHER, O.J. Relationships between body condition and follicle development in mares. Animal Reproduction. v.1, n.1, p.115-121, 2004.
- GASTAL, E.L. Recent advances and new concepts on follicle and endocrine dynamics during the equine periovulatory period. **Animal Reproduction.** v.6, n.1, p.144-158, 2009.
- GINTER, O.J.; PIERSON, R.A. Ultrasonic anatomy and pathology of the equine uterus. **Theriogenology**, v.21, p.505-516, 1984a.
- GINTHER O.J.; PIERSON RA. Ultrasonic evaluation of the reproductive tract of the mare: ovaries. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 4, p. 11-16. 1984b.
- GINTHER, O.P. In: GINTHER, O.P. Ultrasound imaging and reproductive events in the mare. 1<sup>a</sup> ed. Madison: Equiservices, 1986.
- GHINTER, O.J. Reproductive biology of the mare: Basic and applied aspects. 2<sup>a</sup> ed. Equiservices Publishing, 1992.
- GINTHER, O.J. Ultrassonic imaging and animal reproduction: horses. Book 2. Wiscosin: Equiservices, 1995.
- GINTHER, O.J.; GASTAL, E.L.; GASTAL, M.O.; BEG, M.A. Seasonal influence on equine follicle dynamics. **Animal Reproduction.** v.1 n.1, p.31-44, 2004.
- GINTHER OJ, BEG MA, GASTAL EL, GASTAL MO, COOPER, D.A. Treatment with human chorionic gonadotropin (hCG) for ovulation induction is associated with an immediate 17b-estradiol decrease and a more rapid LH increase in mares. **Animal Reproduction of Science.** v. 114, p. 311–317, 2009.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Reprodução animal. 7ª ed. São Paulo: Manole, 2004.
- HILARIO, M.O.E.; TERRERI, M.T.; LEN, C.A. Anti-inflamatórios não-hormonais: inibidores da cicloxigenase 2. **Jornal de Pediatria.** v. 82, p. 206-212, 2006.
- HENEKEE, D.R.; POTTER, G.D.; KREIDER, J.L.; YEATS, B.F.Relationship between condition score, physical measurements e body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal.** v. 15, p. 371-372, 1983.
- KÃNH, W. **Atlas und lehrbuch der ultraschalldiagnostik.** 1<sup>a</sup> ed. Hannover: SchulterscheVerlage, 1991.
- KIMURA, J.; HIRANO, Y.; TAKEMOTO, S.; NAMBO, Y.; ISHINAZAKA, T.; MISHIMA, T.; TSUMAGAR, S.; YOKOTA, H. Three-dimensional reconstruction of the equine ovary. **Anatomy Histology and Embryology.** v. 34, p. 48–51, 2005.

- KOBLISCHKE, P.; BUDIK, S.; MÜLLER, J.; AURICH, C. Practical experience with the treatment of recipient mares with a nonsteroidal anti-inflammatory drug in an equine embryo transfer programme. Reproduction in Domestic Animals, v. 44 p. 823-229, 2009.
- LINDHOLM, A.R.G.; BLOEMEN, E.H.G.; BROOKS, R.M.; FERRIS, R.A.; McCUE, P.M. Comparison of deslorelin and buserelin in mares: LH response and induction of ovulation. **Animal Reproduction Science.** p. 568-570, 2010.
- LITTLE, D.; BROWN, S.A.; CAMPBELL, N.B.; MOSER, A.J.; DAVIS, J.L.; BLIKSLAGER. Effects of the cyclooxygenase inhibitor meloxicam on recovery of ischemia-injured equne jejunum. **American Journal of Veterinary Research.** v. 68, n. 6, p. 614-624, 2007.
- LIMA, A.G. Efeitos da utilização de fenilbutazona e meloxicam sobre o desenvolvimento de folículos pré-ovulatórios em éguas. 2013. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- McCUE P.M.; SQUIRES E.L. Persistent anovulatory follicles in the mare. **Theriogenology.** v. 58, p. 541-543, 2002.
- McCUE, P.M.; MAGEE, C.; GEE, E.K. Comparison of compounded deslorelin and hCG for induction of ovulation in mares. Journal of Equine Veterinary Science. v. 27, p. 58–61, 2007.
- MCKINNON, A.O.; VOSS, J.L. Equine reproduction and external perineal conformation. 1<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Lea & Febinger, 1992.
- MCKINNON,A.O.; VOSS, J.L. Breeding the problem mare. In:\_\_\_\_\_. **Equine Reproduction.** 2a ed. Malvern: Lea & Febiger, 1993. p. 368-378.
- MOREL M. D. Control of reproduction. In: DAVIES, M.M. **Breeding Horses.** 1<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltda, 2005. p. 37-55.
- MOSES, V.S.; BERTONE, A.L. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs. **The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice.** v. 18, n. 1, p.21-37, 2002.
- NEWCOMBE, J.R. The follicle: Practical aspects of follicle control. In: SAMPER, J.C.; PYCOCK, J.F.; McKINNON, A.O. Current therapy in equine reproduction. 1<sup>a</sup> ed. Missouri: Saunders, 2007, p.17-21.
- PALMER, E. Introduction of ovulation. In: McKINNON, A.O.; VOSS, J.L. **Equine Reproduction.** 2<sup>a</sup> ed. Malvern: Lea & Febiger, 1993, p. 344-347.
- PELEHACH LM, SHARP DC, PORTER MB, DIXON LN, MCDOWELL KJ. Role of oestrogen and progesterone in the control of uterine edema in pony mares. **Biology of Reproduction Supplement.** v. 62, p. 386-392, 2000.
- PIERSON, R. A. Foliculogenesis and ovulation. In: MCKINNON, A. O.; VOSS, J. L. **Equine** reproduction. 2<sup>a</sup> ed. Malvern: Lea & Febiger, 1993, p. 161-171.
- POYSER, N.L. **Prostaglandins in Reproduction.** 1ª ed. Research Studies Press, Chichester, 1981.PRESTES, N.C. Sistema Reprodutor: Semiologia do Sistema Reprodutor Feminino. In: FEITOSA, F.F.L. **Semiologia veterinária a arte do diagnóstico.** 1ª ed. São Paulo: ROCA, 2008. p. 307-320.
- PYCOCK, J.F.; DIELEMAN, S.; DRIFJHOUT, P.; VAN DER BRURG, Y.;OEI, C.;VAN DER WEIJDEN, G.C. Correlation of plasma concentrations of progesterone and oestradiol with ultra-sound characteristics of the uterus and duration of oestrous behavior in the cycling mare. **Reproduction in Domestic Animals.** v. 30, p. 224-227, 1995.
- ROMANO, M.A.; MUCCIOLO, R.G.; SILVA, A.E.D.F. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento de ovulação. **Brazilian Journal of Veterinary. Research and Animal Science.** v. 35, n. 1, p. 25-28, 1998.
- SAMPER, J.C. Ultrasonographic appearance and the pattern of uterine edema to time ovulation in mares, **AAEP Proceedings.** v. 43, p. 189-191, 1997.
- SAMPER, J. C. Equine breeding management and artificial insemination. Editorial Saunders, 2000.

- SAMPER, J.C.; PYCOCK, J.F. The normal uterus in estrus. In: SAMPER, J.C.; PYCOCK, J.F.; McKINNON, A.O. Current therapy in equine reproduction. 1<sup>a</sup> ed. Missouri: Saunders, 2007. p. 32-35.
- SHELTON, K.; PARKINSON, T.J.; HUNTER, M.G. Prostaglandin E-2 as a potentialluteotrophic agent during early pregnancy in cattle. **Journal of Reproduction and Fertility.** v. 90, p. 11-17, 1990.
- SIROIS J.; DORE M. The late induction of prostaglandin G/H synthase-2 in equine preovulatory follicles supports its role as a determinant of the ovulatory process. **Endocrinology**. v. 138, p. 4427–4434, 1997.
- WOLF A.; GABALDI, S.H.; Acompanhamento ultrassonográfico em grandes animais. Ciências Agrárias e da Saúde. v. 2, p. 77-89, 2002.



### Capítulo 22- Atividades terapêuticas da Maytenus ilicifolia mart, ex reicc (CELASTRACEAE)

Thays de Carvalho Amorim<sup>1</sup>, Érika Emanuelle Carvalho da Silva<sup>2</sup>, Gabriela Porfirio-Passos<sup>3</sup>, Raquel Cristina Ramos<sup>4</sup>, Telma Bazzano<sup>5</sup>, Lenir Cardoso Porfirio<sup>1</sup>.

### Introdução

A espinheira-santa (Maytenus ilicifolia Martius ex Reissek) é um dos poucos fitoterápicos que possuem efeitos farmacológicos comprovados pela Central de Medicamentos (Ceme) do Ministério da Saúde do Brasil, havendo assim total segurança em seu uso, entre esses efeitos, destaca-se a atividade antiulcerogênica (JESUS e CUNHA, 2012). É utilizada no tratamento de úlceras e gastrites crônicas, feridas, ulcerações, acnes e eczemas, quando utilizada por via oral (NASCIMENTO et al. 2005).

Os resultados do estudo pré-clínico que investigou o efeito e o possível mecanismo de ação de um extrato aquoso liofilizado das folhas de espinheira santa, sugeriram que o extrato, assim como a droga de referência cimetidina, reduz a secreção ácida pela ação antagonista de receptores H2 de histamina (FERREIRA et al. 2004). A espinheira santa (Maytenus ilicifolia) tem outras indicações como tonificante, antiulceroso, carminativo, cicatrizante, antisséptico, levemente diurético, laxativo antiflatulento (FORMULÁRIO DE FITOTERÁPICOS FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2011). O objetivo do presente trabalho foi identificar as atividades terapêuticas da espinheira santa, estabelecer as propriedades químicas e efeitos adversos da Maytenus ilicifolia.

### Maytenus ilicifolia (espinheira santa):

Pertence à família Celastraceae, possui espécies espalhadas nas regiões trópicas e subtrópicas do mundo a Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek é conhecida popularmente como "cancerosa", "cancorosa-de-sete-espinhos" e "maiteno", dentre outros nomes (LORENZI e MATOS, 2002; BRANDÃO et al. 2006). A M. ilicifolia é

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Departamento de Medicina Veterinária. Campus de Alegre, ES; <sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Departamento de Farmácia e Nutrição. Campus de Alegre, ES; 3 Universidade Federal da Bahia. Pós Graduação em Ciência Animal nos Trópicos, Salvador, BA; <sup>4</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, (IFES), Campus Alegre, ES; <sup>5</sup> Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Pós Graduação em Saúde e Desenvolvimento do Centro Oeste, Campo Grande, MS.

planta nativa no Brasil, conhecida popularmente como "espinheira-santa" (CIRIO et al. 2003 e RIBEIRO, 2010).

A família *Celastraceae* contém 98 gêneros e 1.264 espécies, encontradas nas regiões tropicais (FONSECA et al. 2007). No Brasil, se destacam as espécies *M. ilicifolia* e a *Maytenus aquifolium* (CARVALHO-OKANO e LEITÃO-FILHO, 2004).

De acordo com Di STASI (2007), a espinheira-santa (*M. ilicifolia*) é típica da Mata Atlântica, localizada principalmente nas matas originais. Existem entre outras, as espécies *Sorocea bonplandii* (Baill.) e *Zollernia Ilicifolia* (Brongn.), duas plantas pertencentes a famílias muito diferentes da espinheira-santa, as quais são comumente utilizadas no lugar da *M. ilicifolia* (JESUS e CUNHA, 2012).

*Maytenus ilicifolia*, a espinheira santa verdadeira, é uma planta nativa da região do sul do Brasil, utilizada principalmente para o tratamento de gastrites e úlceras estomacais. O nome espinheira santa é devido às folhas possuírem bordas com espinhos e propriedades medicinais (MAGALHÃES, 2002).



Habitat: M. ilicifolia é encontrada na região sul do Brasil, no interior de matas nativas e em matas ciliares, onde os solos são ricos em matéria orgânica. A ocorrência de M. ilicifolia nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul é pouco abundante.

**Altitude:** até

Figura 1. Espinheira-santa. Fonte: MAGALHÃES (2002).

Espinheira-santa é uma espécie comum no Sul e Sudeste do Brasil (CORREA, 1984) e bastante difundida na rede pública de saúde como alternativa de baixo custo para tratamento da população carente e sem recursos terapêuticos (ALBERTON et al. 2002). É uma das seis espécies mais frequentemente consumidas, em Campo Grande, MS (NUNES et al. 2003).

#### Composição Química:

A família *Celastraceae* apresenta como principais constituintes químicos isolados, os triterpenos pentacíclicos friedelânicos e quinoídicos, os sesquiterpenos, os secofriedelanos, esteroides, derivados agarofurânicos, glicosídeos, as proantocianidinas, flavonoides glicosilados, os alcaloides piridínicos sesquiterpênicos e as categuinas (FONSECA et al. 2007).

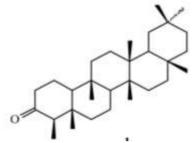


Figura 1. Triterpeno (Friedelina) isolado da *Marcetia formosa* (Melastomataceae). Fonte: MAGALHÃES, (2002); ROCHA et al. (2007)

Entre os compostos bioativos em espinheira santa (*M. ilicifolia e M. aquifolium*), que podem ter ação antiulcerogênica e anti-gástrica, destacam-se os triterpenos. Os triterpenóides são compostos constituídos basicamente de trinta unidades de carbono ou seis isoprenos (CARDOSO et al. 2001). Na sua biossíntese três moléculas de Acetil-CoA formam o ácido mevalônico que sofre descarboxilação e desidratação para formar isopentenil pirofosfato que se condensa com dimetilalil pirosfofato para dar origem aos monoterpenos 25 (C10), sesquiterpenos (15), diterpenos (20) e triterpenos (30) e assim por diante são formados os outros terpenos (RODRIGUES, 2008).

Os flavonoides foram encontrados em todos os órgãos das plantas (ZUANAZZI, 2001), estes compostos estão localizados nos vacúolos, cloroplastos e cromoplastos e os taninos são compostos de sabor adstringente, derivados de fenilpropanos, capazes de formar complexos com proteínas, açúcares e alcalóides indólicos (CARDOSO et al. 2001) e os taninos foram identificaram nos vacúolos e plastídios. (SALISBUTY e ROSS, 1992)

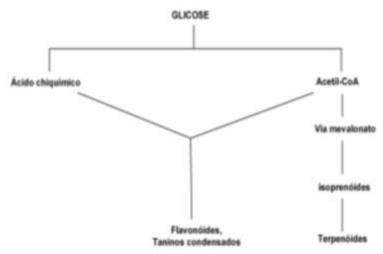


FIGURA 2. Representação simplificada do ciclo biossintético dos metabólitos secundários terpenoides, flavonoides e taninos condensados, que ocorrem em espinheira-santa (adaptado de SANTOS, 2001).

As folhas de *M. aquifolium* sintetizam os triterpenóides, 3b-friedelanol e friedelina (friedelano) e as raízes acumulam maitenina e pristimerina (quinonametídicos). Os triterpenos derivados de friedelano, uma vez biossintetizados nas folhas, são translocados para as raízes e posteriormente transformados nos triterpenóides quinonametídicos . Estes triterpenóides não foram encontrados em folhas, somente nas raízes (CORSINO et al. 2000).

O estudo fitoquímico das cascas das raízes das plantas jovens de *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae), associado à avaliação da atividade biológica, levou ao isolamento de triterpenos quinonametídeos com potente atividade antioxidante e antitumoral. Dentre os quinonametídeos isolados, àqueles que apresentaram melhores resultados do ponto de vista biológico foram maitenina, 22²-hidroximaitenina e pristimerina, metabólitos minoritários na espécie. Estudos fitoquímicos comparativos de plantas jovens e adultas de *Maytenus ilicifolia* indicaram também que os triterpenos quinonametídeos são acumulados na planta jovem, enquanto a planta adulta produz alcalóides piridínicos sesquiterpênicos como metabólitos principais. Foi realizado o estudo biossintético dos triterpenos quinonametídeos utilizando o substrato 2,3-epoxiesqualeno na presença de extratos enzimáticos das cascas das raízes, folhas e galhos das plantas jovens (plântulas) de *M. ilicifolia*, que demonstrou ser a friedelina o intermediário-chave na biossíntese dos mesmos (PINHEIRO, 2011-2013).

O estudo fitoquímico da espécie *Gustavia elliptica* confirmou a composição rica em terpenos e ácidos graxos característica do gênero, sendo a friedelina o constituinte predominante nas folhas e cascas do caule da planta (ALMEIDA et al. 2011).

Por meio do estudo químico de *Marcetia formosa* (Melastomataceae) foi possível, isolar e identificar o triterpeno friedelan-3-ona (1), também conhecido como friedelina (ROCHA et al. 2007).

HO O 
$$Gal^{2\rightarrow 1}$$
 Rha  $3\rightarrow 1$  Glu

R

- OH Quercetina 3-O-α-L-ramnopiranosil (1→ 6)-O-[β-D-glucopiranosil (1→3)-O-α-L-ramnopiranosil (1→2)-O-β-D-galactopiranosídeo
- 2 H Canferol 3-O-α-L-ramnopiranosil (1→ 6)-O-[β-D-glucopiranosil (1→3)-O-α-L-ramnopiranosil (1→2)-O-β-D-galactopiranosídeo

Figura 3. Estrutura dos flavonóide em *Maytenus aquifolium Fonte:* YARIWAKE et al. (2005).

Na análise fitoquímica nas populações de *M. ilicifolia* do Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, houve grande variabilidade, dentro das populações, para concentração dos metabólitos secundários limoneno, geranil acetato, ácido palmítico, fitol, esqualeno, vitamina E, stigmasterol, friedelan-3-ol, friedelin, friedelan-3-one. Através de análise de agrupamentos (UPGMA) não houve identificação de uma relação entre os grupos formados e as características ambientais dos locais de coleta, o que pode indicar maior influência das variáveis locais, como microclima, insolação, condições nutricionais do solo, idade da planta, entre outros, sobre a concentração dos compostos analisados, do que as condições macroambientais (MOSSI, 2003).

Quatro novos triterpenoides com vários esqueletos, maitefolina AC e uvaol-3-cafeato, foram isolados a partir das folhas da *Maytenus ilicifolia*, juntamente com mais cinco conhecidos triterpenoides. Destes triterpenoides só eritrodiol exibiu citotoxicidade significativa (OHSAKI et al. 2004).

#### Importância terapêutica:

#### Atividade antiulcerogênica

As plantas medicinais com ação sobre o trato gastrointestinal assumem grande importância na sociedade atual, visto que os medicamentos disponíveis para o tratamento desses distúrbios apresentam alguns efeitos colaterais. O uso de antiácidos pode causar constipação ou diarreia nos pacientes, e o uso crônico de drogas antisecretoras como, os antagonistas de receptores H2 e os inibidores da bomba de prótons H+K+/ATPase podem gerar gastrinemia (POTRICH et al. 2009).

Em estudo da ação antiúlcera gástrica de quatro espécies brasileiras utilizadas, *Maytenus ilicifolia* (espinheira santa), *Brassica oleraceae* (couve), *Bryophyllum callicynum* (folha da fortuna) e o *Sedum prealtum* (bálsamo). Os estudos pré-clínicos, em ratos submetidos experimentalmente a quatro tipos de úlcera gástrica: por aspirina, indometacina, reserpina ou imobilização em baixa temperatura (4° C), demonstraram que das quatro plantas estudadas, todas com indicação popular para tratamento de males gástricos, apenas a *Maytenus ilicifolia*, demonstrou efeitos protetores contra úlceras experimentais em ratos, e seu efeito foi comparável a cimetidina (CARLINI, 1988). Suas folhas são de amplo uso no tratamento de gastrites, úlceras e outras desordens de estômago, sendo comparado com dois medicamentos Ranitidina e Cimetidina (CIRIO et al. 2003 e RIBEIRO, 2010).

No caso do tratamento de úlceras e gastrites, pode ser preparada tanto na forma de emplastros de suas folhas, decocto, por infusão, como na forma de chás e extratos (LORENZI & MATOS, 2002; SANTOS-OLIVEIRA et al. 2008).

Quanto aos efeitos farmacológicos pela administração aguda em animais, os abafados e liofilizados da espinheira santa revelaram não ter efeito tóxico e de não possuírem efeitos depressores sobre o sistema nervoso central, o que lhes conferem um perfil muito favorável como agentes terapêuticos para o tratamento de afecções gástricas e o estudo de toxicologia pré-clínica revelou ser o abafado obtido da planta completamente atóxico, mesmo quando administrado previamente por 2 a 3 meses e em doses centenas de vezes maiores do que as ingeridas pelo homem (CARLINI et al.

1988). A ação antiulcerogênica dos extratos da planta medicinal *Maytenus ilicifolia* apresentam relação com a presença de taninos e triterpenos friedelan-3-ona, friedelan-3-ol e friedelina (MOSSI et al. 2009).

#### Outras atividades:

Segundo FONSECA et al. (2007), a família Celastraceae possui espécies com grande importância terapêutica, pois apresentam uma grande variedade de atividades farmacológicas, como ação antiulcerogênica, inseticida, imunossupressora, ação curativa de feridas na pele, antirreumática, antibacteriana e tratamento de câncer de pele. As folhas da espinheira santa são usadas na forma de infusão, em desordens estomacais, anti-inflamatória, antiespasmódica, antiácida e cicatrizante. São também empregadas no tratamento de feridas, ulcerações, acnes e eczemas, quando utilizada por via oral (NASCIMENTO et al. 2005). As espécies de *Maytenus ilicifolia* e *Maytenus aquifolia* são utilizadas popularmente como antiespasmódico, contraceptivo, antiulcerogênico, diurético, cicatrizante e analgésico (MOSSI et al. 2009).

Plantas medicinais como a *Maytenus ilicifolia* possuem importância terapêutica, pois apresentam variedade de atividades farmacológicas, além da ação antiulcerogênica, apresentam atividade inseticida, imunossupressora, ação curativa de feridas na pele, antirreumática, antibacteriana e tratamento de câncer de pele (FONSECA et al. 2007). O valor terapêutico da espinheira santa é atribuído principalmente aos polifenóis (flavonoides e taninos) e triterpenos. Os polifenóis estão relacionados à atividade antioxidante exercida pela planta (NEGRI, POSSAMI e NAKASHIMA, 2009).

Deve-se salientar que as espécies reativas do metabolismo do oxigênio podem ser causa ou consequência de doenças humanas associadas ao estresse oxidativo. Por isso, antioxidantes naturais e sintéticos têm sido recomendados para o alívio dos sinais e sintomas destas doenças e, mesmo, para bloquear sua evolução. No entanto, muito deve ser investigado acerca do benefício dos antioxidantes exógenos (FERREIRA e MATSUBARA, 1997). Segundo NEGRI et al. 2009 a espinheira-santa mostrou uma boa atividade antioxidante e verificaram que a temperatura utilizada para a secagem das folhas de espinheira-santa influencia na atividade antioxidante da droga vegetal, diminuindo seus valores conforme se aumenta a temperatura.

Atualmente estudos com *M. ilicifolia* apontam atividades antineoplásicas e antimicrobiana (MING et al. 1998; PEREIRA et al. 1992; CIPRIANI et al. 2004), relatam, ainda a descoberta e caracterização de arabinogalactanas, polímeros essenciais encontrados nas paredes celulares de plantas superiores, que possuem atividade imunológica. Esse fato pode ajudar a explicar a melhora dos quadros de câncer mediante sua aplicação, visto que a maioria, senão a totalidade das drogas antineoplásicas, apresenta grande efeito imunossupressor, principalmente quando associadas como betametasona e dexametasona, prática comum nos protocolos antineoplásicos.

O extrato de M. ilicifolia possui ainda atividade sedativa, que aumenta o efeito sinérgico, do sono por barbitúricos, em camundongos (ALONSO, 1998).

DI STASI (2004) ao revisar sobre compostos bioativos em espécies de *Maytenus*, relata a presença de pristimerina, um triterpeno do tipo friedelano com ação antimalárica e compostos fenólicos com atividade inibitória sobre a replicação do vírus HIV-1 em *M. senegalensis*. Em *M. canariensis* foram isoladas nortriterpenos com atividade antibiótica e sesquiterpenos, com atividade inseticida. *M macrocarpa* apresenta nortriterpenos, denominados macrocarpinas, os quais são citotóxicos, e sesquiterpenos com atividade leishmanicida por triterpenos do tipo friedelano.

Por ser bastante difundido na medicina popular, atualmente existem no mercado inúmeras preparações à base de *Maytenus ilicifolia* confirmada *na* análise cromatográfica de fitoterápicos a partir da presença dos seus marcadores *friedelina e friedelanol* (ALBERTON, FLAKENBERG, FLAKENBERG, 2002).

O interesse em torno dos "produtos naturais" vem aumentando, muito embora os centros menos desenvolvidos apresentem uma forte dependência aos medicamentos fitoterápicos. Esta dependência não é somente justificada pelo fator econômico, mas geralmente à transmissão secular das tradições culturais de cada comunidade. O Brasil está entre os países com maior biodiversidade vegetal, esta característica tem colaborado de uma forma expressiva para o consumo não só de plantas medicinais, como também de medicamentos fitoterápicos (SCHENKEL et al. 2001).

#### Efeitos adversos:

Das mais diversas ações que esta planta possui são importantes ressaltar que efeitos adversos, precauções, contra-indicações, interações medicamentosas e toxicologia: não foram relatadas até o momento. No entanto os mais comuns destacam-se cefaleia, sonolência, boca seca, náuseas, dor articular nas mãos, gosto estranho na boca, tremor nas mãos, cistite e poliúria (TABACH et al. 2002).

Segundo CARLINI e FROCHTENGARTEN (1988), foram descritas sensações de: boca seca, náusea e gastralgia, em poucos voluntários, mas com melhora no decorrer do estudo, portanto a incidência de efeitos adversos é muito baixa com a espinheira-santa.

Estas informações são importantes, porque as plantas podem gerar reações adversas graves, ou colocar em risco a saúde dos pacientes, e até ser letal. Plantas ricas em taninos como a *M. Ilicifolia* quando usadas acima da dose terapêutica, ou doses excessivas, podem causar irritação da mucosa gástrica e intestinal, gerando vômitos, cólicas intestinais e diarreia. E, não existem estudos disponíveis sobre interações medicamentosas desta planta ou fitoterápico com outros fármacos ou alimento (OHSAKI et al. 2004).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALBERTON, M.D.; FALKENBERG, D.B., FALKENBERG, M.B. Análise cromato- grãfica de fitoterápicos a base de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 2002, v. 12, supl., p. 11-13, 2002.

ALONSO, J.R. **Tratado de fitomedicina bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires, Isis Ediciones SRL, p. 828-834, 1998.

- ALMEIDA, M. de F.O.A.; MELO, A.C.R. de, PINHEIRO, M.L.B.; et al.. Constituintes químicos e atividade leishmanicida de *Gustavia elliptica* (Lecythidaceae). **Quim. Nova**, v. 34, n. 7, p.1182-1187, 2011.
- BRANDÃO, M.G.L.; COSENZ, G.P.; MOREIRA, R.A. et al. Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian Official Pharmacopeia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 408-420, 2006.
- CARLINI, E.A, FROCHTENGARTEN, M.L. Toxicologia clínica (Fase I) da espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*). Central de Medicamentos (Brasil). Brasília-Distrito Federal, p. 67-73, 1988.
- CARDOSO, M.G. et al. **Metabólitos secundários vegetais**: visão geral química e medicinal. Lavras: Editora da UFLA, 81p, 2001.
- CARLINI, E.A. (org.). Estudo de ação antiúlcera gástrica de plantas brasileiras: *Maytenus ilicifolia* (espinheira-santa) e outras. Brasília, **CEME/AFIP**, 87 p, 1988.
- CIPRIANI TR, MELLINGER CG, GORIN PAJ, IACOMINI M. An arabinogalactan isolated from the medicinal plant *Maytenus ilicifolia*. **Journal Natural Products**, n. 67, p. 703-706, 2004.
- CIRIO, G.M.; DONI FILHO, L.; MIGUEL, M.D.; et al. Interrelação de parâmetros agronômicos e físicos de controle de qualidade de *Maytenus ilicifolia*, Mart. ex. Reiss (espinheira-santa) como insumo para a indústria farmacêutica. Visão Acadêmica, Curitiba, v.4, n.2, Jul./Dez, 2003.
- CORSINO, J. et al. Biosynthesis of friedelane and quinonemethide triterpenoids is compartmentalized in *Maytenus aquifolium* and *Sdalacia campestris*. **Phytochemistry**, v.55, p.741-8, 2000
- CORRÊA, M.P. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestral, Rio de Janeiro, v. 6, 1984.
- DI STASI, L.C. Aspectos químicos e farmacológicos da espinheira-santa: uma análise da utilidade dos dados. In: REIS, M.S.; SILVA, S.R. (Org.). Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa. Brasília: IBAMA, 2004.204p.
- DI STASI, L.C. **Plantas medicinais: verdades e mentiras:** o que os usuários e os profissionais da saúde precisam saber. UNESP. São Paulo, cap. 1, p. 19 a 36, 2007.
- FONSECA, Å.P.N.D.; SILVA, G.D.F.; CARVALHO, J.J.; et al. Estudo fitoquímico do decocto das folhas de *Maytenus truncata* Reissek e avaliação das atividades antinociceptiva, antiedematogênica e antiulcerogênica de extratos do decocto. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 842-847, jul./ago. 2007. Disponível em: <a href="http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n4/a16v30n4.pdf">http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n4/a16v30n4.pdf</a> . Acesso em: 30 out. 2013.
- FERREIRA, A.L.A., MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira,** v. 43, n.1, p. 61-8, 1997.
- FERREIRA, P.M. et al. A lyophilized aqueous extract of Maytenus ilicifolia leaves inhibits histamine-mediated acid secretion in isolated frog gastric mucosa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** v.219, n.2, p.319-24, 2004.
- JESUS, W.M. de M.; CUNHA, T.N. Estudo das propriedades farmacológicas da espinheirasanta (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) e de duas espécies adulterantes. **Revista Saúde** e **Desenvolvimento**, v.1, n. 1, Jan/ Jun, 2012.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 512, 2002.
- MAGALHÃES, P.M. **Agrotecnologia para o cultivo de espinheira santa**. Disponível em: http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/artigos/agroespsant.htm Acesso em: 4 nov 13.
- MING, L.C, CASTRO, D.M, DELACHIAVE, M.E. Plantas medicinais aromáticas e condimentares. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1998.

- MOSSI, A.J. Variabilidade genética e de compostos voláteis e semi-voláteis em *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (**Tese**). Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 101p, 2003.
- MOSSI, A.J.; MAZUTTI, M.; PAROUL, N.; et al. Variabilidade química de taninos e triterpenos los Diferentes Populações Naturais de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n.2, São Carlos, maio, 2009.
- NASCIMENTO, V.T.; LACERDA, E.U.; MELO, J.G.; et al. Controle de qualidade de produtos à base de plantas medicinais comercializados na cidade do Recife-PE: erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), quebra-pedra (*Phyllanthus spp.*), espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart.) e camomila (*Matricaria recutita* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 56-64, 2005.
- NEGRI, M.L.S.; POSSAMAI, J.C.; NAKASHIMA, T. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa *Maytenus ilicifolia Mart*. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2b, p. 553-556, 2009. Disponível em: <a href="http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v19n2b/a07v192b.pdf">http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v19n2b/a07v192b.pdf</a>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- NUNES, G.P.; SILVA, M.F. da; RESENDE, U.M.1; SIQUEIRA, J.M. de. Plantas medicinais comercializadas por raizeiros no Centro de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 2, jul-dez, 2003.
- OHSAKI, A.; IMAI, Y.; NARUSE, M.; AYABE, S.I.; KOMIYAMA, K.; TAKASHIMA, J. Four new triterpenoids from *Maytenus ilicifolia*. **J Nat Prod**, v. 6, p.: 469-471, 2004.
- PINHEIRO, K.A. **Projeto**. Instituto de Química (IQ). Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus de Araraquara. Araraquara, SP, Brasil (2011-2013). Disponível em: <a href="http://www.bv.fapesp.br/">http://www.bv.fapesp.br/</a> pt/bolsas/140753/estudo-da-formacao-da-friedelina-a-partir-demutacoes-no-gene-da-friedelina-sintase-de-maytenus-ilic/. Acesso em: 20 jun 2013.
- PEREIRA, R.R, PIZZOLLATI, M.G, DE LIMA, T.C.M. Ação do extrato de Velozia stipitata sobre úlceras gástricas experimentais em ratos. **Anai**s...12°. Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, Curitiba, 1992.
- POTRICH, F.B. Atividade gastroprotetora do extrato bruto hidroalcoólico da Achillea millefolium L.: envolvimento do sistema antioxidante. (**Dissertação**) Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- RIBEIRO, M.V. et al. Diversidade genética entre acessos de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reis.) coletados no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. [online], v.12, n.4, p. 443-451, 2010.
- ROCHA, S.F.; BRANCO, A.; SILVA, T.R.S.; et al. Isolamento e Identificação do triterpeno friedelina de *Marcetia formosa* (Melastomataceae). Sociedade Brasileira de Química (SBO). **30a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Ouímica**, 2007.
- RODRIGUES, P. de A. Atividade gastroprotetora e antioxidante de extratos e constituintes químicos de *Byrsonima Sericea* Dc. e *Plectranthus Grandis* Cramer (Willensem). (**Dissertação**) Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias Fortaleza. Universidade Estadual do Ceará. 2008.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology.** Belmont: Wadsworth Publishing Company, p. 682, 1991.
- SANTOS-OLIVEIRA, R. COULAUD-CUNHA, S. COLACO, W. Revisão da Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek, Celastraceae. Contribuição ao estudo das propriedades farmacológicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19 n., 2B, p; 650-659 Abr./Jun. 2008.
- SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; et al. (Org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 1.ed. Porto Alegre: UFRGS/ UFSC, p.181-96. 1999
- TABACH, R.; OLIVEIRA, W. P. Evaluation of the antiulcer activity of a dry extract of *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. produced by a jet spouted bed dryer. **Pharmazie**, v. 58, p. 573-576, 2003. 46.

YARIWAKE, J.H.; FERNANDO, M.L.; ESMERALDO, A. C.; et al. Variabilidade sazonal de constituintes químicos (triterpenos, flavonóides e polifenóis) das folhas de *Maytenus aquifolium* Mart. (Celastraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.2, João Pessoa Apr./June, 2005.



# Capítulo 23 - Suplementação lipídica alimentar e seus efeitos sobre a reprodução

## Fernanda de Queirós Costa<sup>1</sup>, Bruno Borges Deminicis<sup>2</sup>, César Conte Guimarães Filho<sup>2</sup>, Lidiany Lopes Gomes<sup>3</sup>

#### Introdução

A pecuária brasileira possui uma demanda crescente de animais de elevado mérito genético, o que tem impulsionado o uso de técnicas avançadas de biotecnologia, notadamente aquelas associadas à reprodução animal, tais como a superovulação (SOV), transferência de embriões (TE) e mais recentemente a fertilização *in vitro* (FIV) associada à punção folicular *in vivo* (ovum pick-up - OPU). Atualmente, o Brasil é um dos países que mais geram produtos utilizando esta biotecnologia, porém com resultados muito variáveis e aquém do ideal (GUARDIEIRO, 2009).

A nutrição, bem como suas inter-relações quanto ao tipo e quantidade de suplemento fornecido apresentam grandes efeitos nos processos reprodutivos dos bovinos, porém estes não estão bem elucidados. De acordo com o tipo de ácido graxo suplementado, as gorduras na dieta podem influenciar positivamente a reprodução das fêmeas pela alteração do folículo ovariano e função do corpo lúteo (CL), por melhorar o *status* energético e pelo aumento dos precursores das sínteses dos hormônios reprodutivos como os esteróides e as prostaglandinas (STAPLES *et al.*, 1998; Mattos *et al.*, 2000). Alguns estudos demonstraram um aumento na população folicular em vacas suplementadas com sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa (CaLCFA) (LUCY *et al.*, 1991; BEAM e & BUTLER, 1997), e outros demonstraram um aumento no tamanho do folículo ovulatório, quando utilizaram a mesma fonte de suplementação anterior (Beam e Butler, 1997; Staples *et al.*, 2000). A ovulação de um folículo maior pode resultar em um CL maior e com consequente aumento da capacidade esteroidogênica.

A concentração de progesterona (P4) antes e depois da IA tem sido associada com o aumento da fertilidade de vacas de leite e de corte. A adição de gordura às dietas de vacas de leite e de corte aumenta a concentração de P4 no plasma, o que pode ser benéfico para a fertilização e para a sobrevivência do embrião, o que é imprescindível em processo de transferência de embriões (TE) (SANTOS E AMSTALDEN, 1998). Além da P4, Hawkins *et al.* (1995) observaram aumento das concentrações séricas de colesterol e HDL em vacas suplementadas com CaLCFA.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Médica Veterinária, M.Sc. Doutoranda em Ciência Animal da UENF, <sup>2</sup>Prof. da Universidade Federal do Espírito Santo, <sup>3</sup>Médica Veterinária, Mestranda do PPGCV da UFES

Além das alterações no processo esteroidogênico, os componentes das membranas celulares como os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) podem ser manipulados através da nutrição das doadoras de embriões (SEIDEL, 2006). A qualidade embrionária é melhor em animais suplementados com ácidos graxos (KOJIMA et al., 1997; CHILDS et al., 2008; cerri et al., 2009) Neste sentido, diferentes fontes de ácidos graxos poliinsaturados poderiam alterar tanto a secreção hormonal quanto a composição de ácidos graxos nas membranas de oócitos e embriões, promovendo melhora na qualidade dos mesmos a fim de incrementar os índices de prenhez advindos de embriões produzidos *in vitro*.

#### 1. Efeitos calóricos da utilização de lipídios na dieta

Fontes concentradas de energia como gorduras, sementes de oleaginosas ou óleos derivados destas, têm sido utilizadas com diferentes resultados tanto na produção quanto na reprodução de vacas de leite e de corte (SATURNINO e AMARAL, 2005). A adição de gordura a dietas de vacas no pré e pós-parto tem a função de aumentar o conteúdo energético destas, reduzindo assim o período de (balanço energético negativo (BEN). As fontes de gordura, as quais contém densidade energética mais elevada, estimulam o crescimento folicular quando fornecidas para aumentar o balanço de energia.

Óleos de plantas ricos em ácidos oléico C18:1 e linoléico C18:2, aumentam a gliconeogênese pelo incremento na produção de propionato no rúmen (Chalupa *et al.*, 1986). Considerando que a glicose é a única fonte de energia utilizada pelo sistema neural, quando o animal encontra-se em balanço energético positivo há um incremento na produção e liberação dos hormônios: liberador de gonadotrofinas no hipotálamo (GNRH) e o folículo estimulante (FSH) e luteinizante (LH) pela hipófise. O GNRH estimula a produção e liberação de LH e FSH aumentando o diâmetro do folículo préovulatorio e favorecendo a ovulação (FERREIRA, 2010). A suplementação com sebo num nível equivalente a 3% do consumo de MS, diminuiu o desbalanço energético entre as semanas 2 e 12 pós-parto e melhorou a taxas de prenhez das vacas suplementadas (STAPLES et al., 1998).

Os ácidos graxos também podem atuar como repartidores de nutrientes redirecionando a energia metabolizável e incrementando a chance de atingir um escore de condição corporal ótimo ao inicio da temporada de monta. Bottger et al. (2002) demonstraram que animais suplementados com ácidos graxos tinham maior escore de condição corporal e consequentemente melhor desempenho reprodutivo. Trabalhos nos quais foram utilizados sabões cálcicos de ácidos graxos como suplemento para vacas de cria mostraram melhora no balanço energético e melhor desempenho reprodutivo (SKLAN et al., 1991; GARCIA-BOJALIL et al., 1998; CASTANEDA-GUTIERREZ, 2007). O que pode ser devido a efeitos não relacionados à melhora do status energético ou melhor, a um somatório dos efeitos calóricos e não calóricos (STAPLES et al., 1998).

#### 2. Efeitos não calóricos da utilização de lipídios na dieta

Os ácidos graxos também podem afetar os processos reprodutivos de maneira não relacionada à energia. Os efeitos não relacionados com o conteúdo calórico dos PUFA são denominados efeitos nutracêuticos (alimentos funcionais) (WILLIAMS & STANKO, 1999). Os efeitos positivos da suplementação com PUFA sobre a reprodução provavelmente não sejam devidos a alterações no status nutricional e sim ao efeito dos ácidos graxos sobre o eixo hipófise-ovário-útero (MATTOS et al., 2000).

Os efeitos nutracêuticos dos PUFA estão relacionados com a capacidade de modular o metabolismo do acido araquidônico e das prostaglandinas, aumentar os níveis circulantes de fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-I), e, ser substrato para a produção de colesterol e hormônios esteróides como a progesterona (P4) e o estrógeno (E2) (WILLIAMS & STANKO, 1999). A essencialidade dos PUFA tem sido proposta como um dos possíveis mecanismos pelos quais estes podem melhorar o desempenho reprodutivo (ZERON et al., 2001; AMBROSE et al., 2006;). A suplementação com PUFA incrementa a secreção de esteróides e eicosanoides modificando a função do ovário e útero e beneficiando a implantação embrionária (CARDONA, 2009). Os PUFA também podem estar diretamente envolvidos na transcrição de genes que codificam a síntese de proteínas especificas (Fosfolipase A2, Prostaglandina H deshidrogenase) relacionadas com a fisiologia reprodutiva (MATTOS et al., 2000). Os lipídios constituem uma grande proporção da composição das células, fazendo parte das membranas celulares. A quantidade e tipo de PUFA nas membranas modificam as propriedades das mesmas. O conteúdo de PUFA nas células embrionárias está relacionado com melhor desenvolvimento embrionário, maior qualidade dos embriões e consequentemente maior taxa de prenhez (ZERON et al., 2001; BILBY et al., 2006; TANGHAVELU et al., 2007).

Desde 1979, Kane et al. relataram que os ácidos graxos de cadeia longa são necessários para suportar o crescimento de um zigoto ao estágio de mórula em cultivo *in vitro* fornecendo energia para o seu crescimento. Mais tarde, KUBOW & KOSKI (1995) descrevem que, a deficiência de ácidos graxos n-6 em embriões estaria associada ao retardo no crescimento embrionário. A suplementação com fontes de PUFA podem alterar o número e tamanho de folículos, a taxa de ovulação, o tamanho do corpo lúteo, a produção de progesterona e o tempo de luteólise (BILBY et al., 2006; WATHES et al., 2007), podendo potencialmente melhorar o desempenho reprodutivo da vaca de cria (STAPLES et al., 2007; CARDOSO DE OLIVEIRA et al., 2007). Basicamente tais alterações se seguem a uma alteração inicial no perfil de ácidos graxos plasmáticos que vai servir de ponto de partida para os demais efeitos sistêmicos advindos da suplementação.

## 2.1. Efeitos sobre a composição de ácidos graxos plasmáticos, no fluido folicular e nos oócitos

Dietas suplementadas com fontes de ácidos graxos aumentam o percentual desses no plasma e tal aumento depende da composição do suplemento ofertado (FILLEY et al., 2000;). No trabalho de Childs et al. (2008) foram comparadas as

variações de ácidos graxos plasmáticos decorrentes da suplementação dietética com ácido linoléico (sementes de soja) ou ácido linolênico (óleo de peixe). A concentração plasmática de ácido linoléico foi maior no grupo que consumiu a soja enquanto que as concentrações de eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) foram maiores nos animais que consumiram óleo de peixe.

O teor de ácido linoléico no fluido folicular e nos oócitos é aparentemente importante para o desenvolvimento da competência do oócito (Homa e Brown, 1992) e tem sido demonstrado ser importante para blastulação em estudos de fertilização *in vitro* (ZERON et al., 2001). Já o EPA e o DHA derivados do ácido linolênico possuem efeito negativo na síntese de PGF $_{2\alpha}$  pelo endométrio (RAES et al., 2004). O que é interessante para a manutenção da gestação em animais recém-inseminadas. Dessa forma não é suficiente mensurar a alteração do percentual plasmático desses ácidos graxos e sim quanto destes chegam até o ambiente intra-folicular.

Albuquerque (2007) realizou esta mensuração diferencial entre plasma sanguíneo e fluido folicular em animais previamente alimentados com canola  $(n-6\ e$  n-9) ou linhaça (n-3) em grão e seus resultados estão expressos na tabela 2. De forma geral, esse autor observou que, independente dos tratamentos o plasma sanguíneo e o líquido folicular não possuem concentrações correlatas para alguns AG. Foi também relatado por esse autor que a linhaça em grãos, fonte rica em ácidos graxos da série n-3, não alterou as concentrações dos mesmos no líquido folicular. No entanto, a canola em grãos, adicionada a ração de vacas nelore, resultou em aumento nas concentrações de ácidos graxos da série n-6 e n-3 no líquido folicular. Tal variação pode ser explicada pelo tamanho diminuto da semente de linhaça, o que dificultaria a quebra da mesma no processo de mastigação e ruminação dos animais.

Petit (2002), ao adicionar linhaça ou semente de girassol em grãos e linhaça ou semente de girassol tratada com formaldeído em vacas holandesas, observaram que as concentrações plasmáticas de AG foram afetadas pela inclusão das sementes. As concentrações no plasma aumentaram para os AG C14:0, C16:0, C18:1 c9, C18:3 n-3 e C20:5 n-3 devido a adição de linhaça em grãos em relação a semente de girassol e os AG C18:1 t9, C18:2 n-6 e o C18:3 n-6 diminuiram. Quanto ao tratamento com formaldeído, os autores obsevaram maiores concentrações para os AGs C18:1 c9 e C18:2 c6. Quanto à razão dos AGs da série n-6 e n-3, esta foi menor para o plasma das vacas que consumiram linhaça.

#### 2.2. Efeitos sobre a foliculogênese ovariana

O ciclo estral é uma dinâmica endócrina contínua, iniciado pela ovulação, que leva à formação de um corpo lúteo e à secreção de progesterona. Durante a fase luteal do ciclo, a secreção tônica de gonadotrofnas prevalece. A regressão do corpo lúteo inicia a fase folicular, dominada pelo estradiol e por modificações endócrinas que levam ao pico pré ovulatório na secreção fásica de gonadotrofinas, resultando em outra ovulação (HAFEZ & HAFEZ, 2004; CAMPBELL, 2009). A taxa de ovulação, em mamíferos, é determinada por uma complexa troca de sinais hormonais entre a hipófise e os ovários, e por uma modificação hormonal localizada dentro dos folículos ovarianos, incluindo o oócito e suas células somáticas adjacentes (CAMPBELL, 2009).

A função folicular é conhecida como sendo dependente, não somente dos sinais gonadotróficos, mas também, dos perfis de hormônios metabólicos e fatores de crescimento, todos os quais podem influenciar a esteroidogênese folicular ovariana e a diferenciação celular e, com isto, a capacidade ovulatória (SPICER et al., 1993; RHIND & MCNEILLY, 1998; VIÑOLES et al., 2009). As modificações na dieta podem causar uma rápida e imediata alteração em vários agentes metabólicos humorais, incluindo glicose, leptina, insulina e IGF-1 no fuido cérebro-espinhal e no sangue (BLACHE et al., 2000; O'CALLAGHAN et al., 2000; JORRITSMA et al., 2005; CASTAÑEDA-GUTIÉRREZ et al., 2007; VIÑOLES et al., 2009).

No ovário, o efeito da nutrição é estimular a foliculogênese, via modificações associadas com alterações intrafoliculares nos sistemas metabólicos glicose-insulina, IGF e leptina, os quais, uma vez estimulados, levam à supressão da produção de estradiol (SCARAMUZZI et al., 2006). Ainda segundo estes autores, a conseqüência dessas ações diretas sobre o folículo é um reduzido feedback negativo no sistema hipotálamo-hipófse e uma secreção aumentada de FSH, que leva à estimulação da foliculogênese. Armstrong et al. (2001) descreveram que a composição da dieta altera a expressão de RNAm para a transdução de IGF ovariano, suportando a hipótese da regulação nutricional sobre o crescimento folicular. Também observaram que, novilhas recebendo dietas com alta energia, apresentaram uma diminuição na expressão de RNAm para codificação de proteínas de ligação ao IGF em folículos pequenos, o que disponibilizaria mais IGF livre nestes folículos; conseqüentemente, aumentando a sensibilidade ao FSH e a taxa de crescimento folicular.

Segundo MIHM & AUSTIN (2002) e GHOREISHI et al. (2007), a adição de lipídios aumenta o nível plasmático e folicular do colesterol ligado às lipoproteínas de alta densidade (HDL-colesterol), o qual, uma vez livre nas células luteais da granulosa, estimula a produção de IGF-I e outros fatores de crescimento.

Outros estudos sugerem que a melhora no desenvolvimento folicular ovariano e na função luteal observada em vacas suplementadas com lipídeo é devido ao aumento das concentrações basais de LH (HIGHTSHOE et al., 1991; SZYMANSKI et al., 2007), sendo observados consequentes aumentos do número e tamanho de folículos (LUCY et al., 1991; DE FRIES et al., 1998; MOALLEN et al., 1999; SANTOS et al., 2008).

A suplementação com fontes ricas em PUFA pode modificar a dinâmica de crescimento folicular, aumentando o número de folículos de tamanho médio e grande com decréscimo na população de folículos pequenos e aumentando o tamanho do folículo ovulatorio (RYAN et al., 1992; THOMAS et al., 1997). O aumento no número de folículos de tamanho médio e grande em animais suplementados com fontes de PUFA pode melhorar a resposta em protocolos de superovulação e, conseqüentemente, o numero de embriões coletados e a sua viabilidade (RYAN et al., 1992).

As mudanças no padrão de crescimento folicular, função lúteal e desempenho reprodutivo no pós-parto são decorrentes de uma cascata de acontecimentos que incluem mudanças no padrão de fermentação ruminal, sínteses de lipoproteínas e colesterol, incremento na secreção de esteróides ováricos, modificações nas concentrações circulantes de hormônio do crescimento, insulina e síntese e acumulação de IGF-I nas células ováricas (WILLIAMS E& STANKO, 1999).

O tamanho do folículo pré-ovulatorio está diretamente relacionado com o volume do corpo lúteo formado e a quantidade de progesterona produzida por este (SARTORI et al., 2002; BILBY et al., 2006). Corpos lúteos de maior tamanho produzem uma maior quantidade de progesterona, favorecendo potencialmente o ambiente uterino e a taxa de prenhes (TATCHER et al., 2006). Corpos lúteos de maior tamanho têm sido encontrados em vacas suplementadas com fontes de PUFA (PETIT et al., 2002). Vacas suplementadas com acido linoléico têm corpos lúteos cinco milímetros maiores que os corpos lúteos de vacas não suplementadas (GARCIA-BOJALIL et al., 1998).

Relatos demonstram ainda que a gordura na dieta pode aumentar a taxa de gestação por reduzir o número de CLs subfuncionais, aumentando, assim, o período de vida dos CL funcionais nas fêmeas bovinas. Os autores sugeriram que este fenômeno poderia ser resultante do aumento das células da teca e da granulosa ocorrido antes da ovulação, o que levaria ao aumento da capacidade esteroidogênica (EZZO & HEGAZY, 1999).

#### 2.3. Efeito sobre a esteroidogênese ovariana

Como relatado anteriormente, a quantidade e a qualidade dos ácidos graxos consumidos podem ter um papel chave na modulação do desenvolvimento folicular, secreção de prostaglandinas (PGs) e esteroidogênese (ZACHUT *et al.*, 2008). A suplementação com gordura tem sido utilizada na tentativa de influenciar as vias metabólicas específicas e concentrações hormonais que possam modular diretamente os processos celulares ovarianos (WILLIAMS, 1989). Segundo Funston (2004), essa gordura pode atuar em diversos órgãos como hipotálamo, hipófise, ovários e útero.

A esteroidogénese é o processo biológico pelo qual os hormonios esteróides são formadas a partir do colesterol e transformados em outros hormonios esteróides. Quase todas as células do organismo são capazes de sintetizar o colesterol a partir do acetato. Porém, somente determinados tipos celulares são capazes de reduzir a cadeia lateral do colesterol, produzindo os esteróides. Estas células se encontram nas glândulas supra-renais, gônadas e placenta. Embora as células destes órgãos sejam capazes de sintetizar o colesterol *in situ*, via acetato, elas utilizam preferentemente o colesterol que lhes chega por via sangüínea, através das lipoproteínas sanguíneas, moléculas que facilitam o transporte das gorduras apolarizadas, num solvente polarizado, que é o plasma (SPEROFF et al., 1995).

A administração de gordura alimentar para fêmeas bovinas, semelhante ao que ocorre em monogástricos, estimula a síntese e o acúmulo de colesterol e ésteres de colesterol nos tecidos e fluidos corporais, inclusive nos ovários (Nogueira, 2008).

Independentemente do tipo de hormonio esteróide, o processo inicia-se sempre com a conversão do colesterol em pregnenolona. O colesterol, proveniente essencialmente de lipoproteínas plasmáticas, é esterificado e armazenado em gotículas lípidicas citoplasmáticas. Quando ocorre estimulação pelo ACTH, é ativada uma esterase que reage com o colesterol e permite a sua passagem para as mitocôndrias. Este transporte entre o espaço intramembranar e a matriz mitocondrial é mediado pela proteína StAR (steroidogenic acute regulatory protein), sendo esta uma etapa limitante para a taxa de síntese (STOCCO & CLARK 1996). A expressão de proteínas StARs

pode ser aumentada por ocasião da conversão do ácido linoléico em ácido aracdônico (WANG et al. 2000). Em vista disso, Wathes et al. (2007) sugerem que o ácido aracdônico e seus metabólitos podem afetar indiretamente a maquinaria esteroidogenica via prostaglandinas.

A conversão do colesterol em pregnenolona envolve a hidroxilação de carbonos nas posições 20 e 22, com clivagem subsequente da cadeia lateral do colesterol realizada por uma enzima de clivagem contendo citocromo P450 (P450scc). A pregnenolona irá depois deixar a mitocôndria para originar os seus diferentes produtos finais (SPEROFF et al.,1995).

A conversão da pregnenolona em progesterona é dependente de dois passos enzimáticos que convertem o grupo 3-hidroxila em cetona e transferem a ligação dupla da posição 5-6 para a posição 4-5. Um único polipeptídio cataliza tanto a reação de deidrogenação como de isomerização. Uma vez formada a  $\Delta^{4-5}$  cetona, a molécula é hidroxilada na posição 17 para formar a 17 $\alpha$ -hidroxiprogesterona, a qual constitui o precursor imediato da série C-19 (19 carbonos) dos andrógenos. Pela formação de peróxido em C-20, seguida pela exposição dos carbonos C-17 e C-20, a cadeia lateral é separada formando-se androstenediona. Ambos os esteróides C-19 (androstenediona e testosterona são rapidamente convertidos nos esteróides fenólicos C-18 correspondentes (estrona e estradiol) por enzimas microssômicas em um processo denominado aromatização.

Os estrogênios são formados pela aromatização de androgênios, num processo complexo que envolve 3 etapas de hidroxilação, dependentes da presença de  $O_2$  e NADPH (Figura 1).

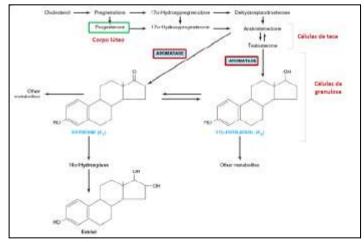


Figura 1 – Esquema reacional da esteroidogénese ovariana

A androstenediona e a testosterona são produzidas pelas células da teca interna, sendo, depois, convertidas pela enzima aromatase, nas células da granulosa, em estrona e estradiol (sendo o  $17\beta$ -estradiol o mais importante), respectivamente. Além do número de células foliculares se apresentarem aumentadas em animais suplementados com ácidos graxos poliinsaturados na dieta, a expressão de RNA

mensageiros para a P450 aromatase também se mostrou aumentada em células da granulosa obtidas de folículos de vacas nesse regime alimentar (ZACHUT et al., 2008).

#### 2.4. Efeito sobre a produção de embriões in vitro

Os ácidos graxos poliinsaturados são componentes da membrana lipídica de todas as células inclusive das células embrionárias e, aumentam rapidamente conforme progride a divisão celular do embrião em desenvolvimento. Adicionalmente, embriões de melhor qualidade e de desenvolvimento avançado também possuem maiores concentrações de ácido graxo linoléico e menores de ácidos graxos saturados (HAGGARTY et al., 2006).

Após entrar nas células com auxílio de proteínas carreadoras, os ácidos graxos podem ser oxidados para gerar energia, armazenados como triacilgliceróis ou usados na síntese de membranas. Quando requeridos para produção de energia, os ácidos graxos são liberados dos fosfolipídios das membranas celulares e dos adipócitos pela enzima fosfolipase A2 (PLA2) que é estimulada pela lipase hormônio sensível (HSL). Esses são então carreados na corrente sanguínea ligados a albumina até a célula de destino onde irão, com auxílio da carnitina, serem transportados ao interior das mitocôndrias na forma de Acetil-Coa graxo. A oxidação destes é uma sequência repetitiva de reações que produzem moléculas de Acetil-Coa que se transformam corpos cetônicos e em citrato. Este último é utilizado para produção de energia, via ciclo de Krebs.

O citrato sai da mitocôndria e no citoplasma volta a ser convertido em Acetil-Coa que é precursora dos ácidos graxos que passam pelo retículo endoplasmático liso e se transformam em triacilgliceróis, os quais são transportados pela lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) e entram no adipócito com o auxílio da lipoproteína lipase (Figura 2) (Schmitz e Ecker, 2008).

Os ácidos graxos são componentes vitais das membranas biológicas e influenciam fortemente sua fluidez. Com o aumento dos ácidos graxos poliinsaturados a fluidez da membrana aumenta. Isso porque nos PUFAs as cadeias acil são extremamente flexíveis e podem mudar rapidamente seu estado conformacional. Assim, o número de duplas ligações influencia de forma significativa a fluidez da membrana. Eles servem também como um importante mediador dos eventos nucleares regulando a expressão de genes específicos envolvidos no metabolismo lipídico e da glicose (LOMBARDO e& CHICOO, 2006). Ácidos graxos de cadeia longa inibem a síntese de gordura a partir de mecanismos de curto e longo prazo. Tais ácidos graxos são conhecidos inibidores alostéricos da atividade da acetil coenzima-A carboxilase (ACC) (curto prazo) e, dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) reduzem também a expressão do complexo ácido graxo sintase (FAS). Dessa forma minimizase a formação dos estoques de triacilgliceróis intracelulares.

Esse mecanismo pode amenizar um dos grandes problemas da produção de embriões *in vitro* (PIV), onde a presença de soro fetal bovino (SFB) nos meios de cultivo contribui significadamente para o acúmulo de lipídios intracelulares prejudiciais ao desenvolvimento embrionário, onde dentre os quais se destacam os triacilgliceróis (ABE et al., 1999; RIZOS et al., 2003).

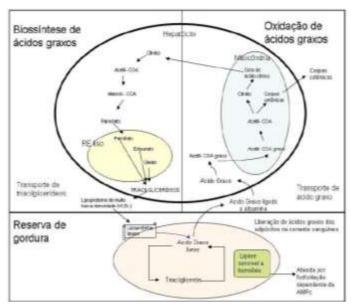


Figura 2 – Biossíntese e oxidação de ácidos graxos

O aparente efeito negativo do soro pode ser atribuído à acelerada evolução embrionária que não permite tempo suficiente para ocorrência da cariocinese fisiológica. Assim, sistemas de produção de embriões PIV provocariam danos na integridade dos cromossomos, resultando em menor taxa de prenhez e em alterações somáticas do embrião e do produto nascido (HENDRIKSEN et al. 2001; FARIN et al., 2001). Outra consequência do uso de SFB nos sistemas de PIV está na observação de que estes apresentam um espaço perivitelínico maior e com vesiculações, uma população menor de microvilos, reduzidas conexões intracelulares e vacúolos no trofoblasto (KHURANA & NIEMANN, 2000; THOMPSON, 2000).

Outra função direta sobre os embriões atribuída à utilização dos ácidos graxos é a geração de água para o fluido da blastocele pela oxidação mitocondrial. A compactação entre os blastômeros que precede a blastulação depende da composição de lipídios da membrana plasmática do embrião, que pode ser comprometida em condições que alteram o conteúdo lipídico artificialmente (McEVOY et al., 2000). A inclusão de gordura (800 g de Megalac/dia, predominantemente ácido graxo palmítico) na dieta de vacas de leite de alta produção no período pós-parto, teve como consequência ovócitos com maiores taxas de clivagem (blastocistos/clivagem) e desenvolvimento (blastocistos/FIV, fecundação *in vitro*). Maiores porcentagens de embriões e de blastocistos com maior quantidade de blastômeros e células do trofectoderma em relação àqueles que receberam dieta com baixa quantidade de gordura. (FOULADI-NASHTA et al., 2007)

De forma análoga, novilhas holandesas que receberam concentrados formulados com linhaça (ácido linolênico) ou soja (rico em linoléico) antes da OPU não apresentaram diferença entre os grupos experimentais para o número e a qualidade ovocitária, ovócitos inseminados e clivados, bem como para o número e a

qualidade embrionária (PONTER et al., 2006). Os autores desse trabalho sugeriram que o tipo de ácido graxo (linoléico ou linolênico) não alteraria o número e qualidade dos ovócitos e embriões produzidos pela OPU/FIV. No entanto a forma como o suplemento lipídico é ofertado para degradação pelo ambiente ruminal influi consideravelmente nesses resultados. Situação essa que já foi previamente discutida nessa revisão.

#### 2.5. Efeito sobre a criotolerância de embriões produzidos *in vitro*

A membrana plasmática, devido a sua semi-permeabilidade, mantém gradiente químico adequado de íons e outros componentes solúveis. Ela é composta de lipídios, proteínas e carboidratos, sendo os lipídios responsáveis pela integridade estrutural. A fluidez da membrana depende da temperatura, do conteúdo de colesterol, e de sua composição lipídica, sendo o comprimento e o grau de insaturação das cadeias de ácidos graxos de extrema importância. Quanto mais alta a temperatura e quanto maior o número de insaturações mais fluida fica a membrana (McEVOY et al., 2000; KIKUCHI et al., 2002). Nesse contexto os lipídios têm papel crucial na estrutura celular, assim como no estoque de energia e, podem modificar as propriedades físicas e a função metabólica das membranas biológicas (Kim *et al.*, 2001).

Na criopreservação, ocorrem mudanças na fluidez da membrana, a qual se torna mais rígida. Isto ocorre em um período denominado fase de transição, na qual ocorrem as crioinjúrias. A membrana citoplasmática é o principal sítio de crioinjúria e a composição de ácidos graxos da membrana influencia nesta fase de transição. Neste sentido, mudanças no perfil de ácidos graxos ou alterações moleculares de lipídios afetam a fluidez da membrana plasmática e consequente resistência à criopreservação, podendo contribuir no sucesso do processo (McEVOY et al.,; 2000 ZERON et al., 2002). Tais propriedades de membrana são alteradas por fatores externos, tais como temperatura e dieta (ZERON et al., 1999). Assim, os lipídios da membrana celular podem ser manipulados através de meios de cultivo e da nutrição.

Hochi et al. (1999) perceberam aumento na taxa de sobrevivência de mórulas pós descongelação que foram cultivadas em meio suplementado com albumina-ácido linoléico (LAA). Da mesma forma, Pereira et al. (2007) adicionaram ao meio de cultivo de embriões ácido graxo linoléico conjugado trans-10 cis-12 (CLA) e obtiveram redução do acúmulo de lipídio no embrião com conseqüente melhora na taxa de sobrevivência durante a criopreservação. O efeito do CLA pode ser explicado pelo aumento da fluidez da membrana plasmática (nível de insaturação) devido à incorporação do ácido graxo linoléico conjugado na membrana embrionária durante o cultivo, além de exercer efeito sobre as enzimas que participam da lipogênese e da absorção de ácidos graxos do meio (PARIZA et al., 2000), o que contribui para o aumento da resistência embrionária à criopreservação.

Mattos *et al.* (2000) relataram que a fonte de gordura da dieta dos animais pode alterar o perfil de ácidos graxos das membranas plasmáticas das células. A suplementação alimentar com ácidos graxos de cadeia longa *by pass* em ovinos promoveu maior integridade da membrana plasmática de seus ovócitos após o

processo de congelamento e descongelamento (ZERON et al., 2002). Da mesma forma, os embriões produzidos *in vitro* resultantes de oócitos coletados de vacas alimentadas com canola em grão se mostraram mais resistentes à vitrificação do que aqueles embriões oriundos de oócitos de vacas que não receberam tal suplemento (DOMINGUES, 2008).

#### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Lipídios na alimentação de ruminantes podem aumentar o "status" energético da fêmea, incrementando sua fertilidade. No entanto, os ácidos graxos parecem também afetar os processos reprodutivos de maneiras não relacionadas à energia, alterando a concentração de hormônios importantes na reprodução; a foliculogêne; a qualidade oocitária e embrionária, além de influenciarem na criopreservação de embriões, por afetarem a estrutura da membrana plasmática.

Resultados conflitantes ainda são encontrados quando se revisa o tema o que está relacionado à forma como se fornece o composto lipídico de interesse e a categoria de animal utilizada nas pesquisas. A colaboração entre veterinários e zootecnistas é de suma importância no assunto para que se possa buscar um programa de manejo nutricional adequado onde os efeitos dos ácidos graxos sobre a reprodução possam ter sua expressão maximizada.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, H.; YAMASHITA, S.; ITOH, T.; SATOH, T.; HOSHI, H. Ultrastructure of bovine embryos developed from *in vitro*-matured and -fertilized oocytes: comparative morphological evaluation of embryos cultured either in serum-free medium or in serum-supplemented medium. *Molecular Reproduction and Development*, v.53 p.325-335, 1999.
- ALBUQUERQUE, K.P. Concentração de ácidos graxos no plasma sanguíneo e no líquido folicular de vacas suplementadas com linhaça ou canola em grãos. 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.
- AMBROSE, D.J., KASTELIC, J.P.; CORBETT, R.; PITNEY,P.A.; PETIT, H.V.; SMALL, J.A., ZALKOVIC, P. Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in α-linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.3066–3074, 2006.
- Armstrong, D.G.; McEvoy, T.G.; Baxter, G.; et al. Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: associations with the ovarian insulin-like growth factor system. **Biology of Reproduction**, v.64, p.1624-1632, 2001.
- BEAM SW, BUTLER WR. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol Reprod*, v.56, p.133-142, 1997.
- BILBY, T.R.; BLOCK, J.; DO AMARAL, B.C.; SA FILHO, O.; SILVESTRE, F.T.; HANSEN, P.J.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. Journal of Dairy Science, v.89, p.3891-3903, 2006.
- Blache, D.; Chagas, L.M.; Blacberry, M.A.; et al. Review: Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. Journal of Reproduction and Fertility, v.120, p.1-11, 2000.
- BOTTGER, J.D.; HESS, B.D.; ALEXANDER, B.M.; HIXON, D.L.; WOODARD, L.F. FUNSTON, R.N.; HALFORD, D.M.; MOSS, G.E. Effects of supplementation with high

- linoleic or oleic cracked safflower seeds on postpartum reproduction and calf performance of primiparous beef heifers. **J. Anim. Sci.** v. 80, p. 2023-2030, 2002.
- CAMPBELL, B.K. The endocrine and local control of ovarian follicle development in the ewe. **Animal Reproduction**, v.6, n.1, p.159-171, 2009.
- CARDONA, J.C.A. Suplementação de vacas receptoras de embriões com ácidos graxos poliinsaturados esterificados. Dissertação de mestrado em zootecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 101p, 2009.
- CARDOSO DE OLIVEIRA, D. et al. Efeito da suplementação com ácidos graxos sobre a eficiência reprodutiva de vacas de corte. In: **reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 44., Jaboticabal, SP, 2007. Anais... [Jaboticabal, 2007].
- CASTAÑEDA-GUTIÉRREZ, E.; BENEFIELD, B. C.; DE VETH, M. J.; SANTOS, N. R.; GILBERT, R. O.; BUTLER, W. R.; BAUMAN, D. E. Evaluation of the Mechanism of Action of Conjugated Linoleic Acid Isomers on Reproduction in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science** n.90 p.4253–4264, 2007.
- CERRI, R.L.A.; JUCHEM, S.O.; CHEBEL, R.C. et al. Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1520-1531, 2009.
- CHALUPA W, VECCHIARELLI B, ELSER A., KRONFELD DS, SKLAN D, PALMQUIST DL. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. **J Dairy Sci**, v.69, p.1293-1301, 1986.
- CHILDS, S.; CARTER, F.; LYNCH, C.O. et al. Embryo yield and quality following dietary supplementation of beef heifers with n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). **Theriogenology**, v.70, p.992-1003, 2008.
- CHILDS, S.; HENNESSY, A.A.; SREENAN, J.M.; WATHES, D.C.; CHENG, Z.; STANTON, C.; DISKIN, M.G.; KENNY, D.A. Effect of level of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on systemic and tissue fatty acid concentrations and on selected reproductive variables in cattle. Theriogenology, v.70, p.595-611, 2008
- De Fries, C.A.; Neuendorff, D.A.; Randel, R.D. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v.76, p.864-870. 1998.
- DOMINGUES, M. C. N. Viabilidade de embriões vitrificados resultantes da fertilização *in vitro* de oócitos de vacas suplementadas com canola em grão Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá-Área de concentração: Produção Animal. 2008.
- DOREAU M, CHILLIARD Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **Br J Nutr**, v.78, suppl. 1, p.15-35, 1997.
- EZZO OH, HEGAZY MA. Effect of dietary fat on ovarian and metabolic response of heifers suffering from ovarian inactivity. **Vet. Med. J.,** v.47, p.45-57, 1999.
- FARIN, P.W.; CROSIER, A.E.; FARIN, C.E. Influence of in vitro systems on embryo survival and fetal development in cattle. Theriogenology, Los Altos, v.55, p.151-170, 2001.
- FERREIRA, C.R., SARAIVA, S.A., CATHARINO, R.R, GARCIA, J. S., GOZZO, F.C, SANVIDO, G.B., SANTOS, L.F.A., TURCO, E.G.L., PONTES, J.H.F., BASSO, A.C., BERTOLLA, R.P., SARTORI, R., GUARDIEIRO, M.M., PERECIN, F., MEIRELLES, F.V., SANGALLI, J.R., EBERLIN, M.N. Single embryo and oocyte lipid fingerprinting by mass spectrometry. **Journal of Lipid Research**, v.51, p. 1218, 2010.
- FILLEY, S.J.; TURNER, H.A.; STORMSHAK, F. Plasma fatty acids, prostaglandin F2αmetabolite, and reproductive response in postpartum heifer fed rumen by-pass fat. Journal of Animal Science, v. 78, p. 139-144, 2000.
- FOULADI-NASHTA, A.A.; GUTIERREZ, C.G.; GONG, G.J.; GARNSWORTHY, P.C.; WEBB, R. Impact of dietary fatty acids on oocyte quality and development in lactating dairy cows. **Biology of Reproduction**, v.77, p.9-17, 2007.
- FUNSTON, R.N. Fat supplementation and reproduction in beef females. **J. Anim. Sci**, v. 82 (E. Suppl.), p. E154–E161, 2004.

- GARCIA-BOJALIL, C.M.; STAPLES, C.R.; RISCO, C.A.; SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1385-1395, 1998.
- GARCIA-BOJALIL, C.M.; STAPLES, C.R.; RISCO, C.A.; SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1385-1395, 1998.
- Ghoreishi, S.M.; Zamiri, M.J.; Rowghani, E.; et al. Effect of a calcium soap of fatty acids on reproductive characteristics and lactation performance of fat-tailed sheep. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.10, p.2389-2395, 2007.
- GUARDIEIRO, M.M. Viabilidade pós criopreservação de embriões de novilhas nelore suplementadas com gordura protegida ruminal. **Dissertação** (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Reprodução animal. 7.ed. Barueri: Manole, 2004. 513p.
- HAGGARTY, P.; WOOD, M.; FERGUSON, E.; HOAD, G.; SRIKANTHARAJAH, A.; MILNE, E.; HAMILTON, M.; BHATTACHARYA, S. Fatty acid metabolism in human preimplantation embryos. **Human Reproduction**, v.21, n.3, p.766–773, 2006.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson P N et Stwart CS (eds). **The rumen microbial ecosystem.** Blackie Academic, 1997, p.382-426.
- HAWKINS, D. E. et al. An increase in serum lipids increase luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **J anim Sci.** v. 73, p. 541-545. 1995.
- HAWKINS, D. E. et al. An increase in serum lipids increase luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. J anim Sci. v. 73, p. 541-545. 1995.
- HENDRIKSEN, P.J.M. et al. Effect of the origin of bovine oocytes on cell numbers and numerical chromosome aberrations in vitro embryos collected at day 3 post-insemination. Theriogenology, v.55, p.475, 2001.
- Hightshoe, R.B., cochran, R.C.; Corah, L.R.; et al. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4097-4103. 1991.
- HOCHI, S.; KIMURA,K.; HANADA,A. Effect of linoleic acid-albumin in the culture médium on freezing sensitivity of in vitro-produced bovine morulae. Theriogenology, n.52 p.497 504, 1999.
- HOMA, S.T.; BROWN, C.A. Changes in linoleic acid during follicular development and inhibition of spontaneous breakdown of germinal vesicles in cumulus-free bovine oocytes. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.94, n.1, p.153-160, 1992.
- Jorritsma, R.; Langendijk, P.; Kruip, T.A.M.; et al. Associations between energy metabolism, LH pulsatility and first ovulation in early lactating cows. Reproduction in Domestic Animals, v.40, p.68-72, 2005.
- KANE, M.T. Fatty Acids as energy sources for culture of one-cell rabbit ova to viable morulae. **Biology of Reproduction**, v.20, p.323-332, 1979.
- KEMP, P.; LANDER, D.J. Hydrogenation in vitro of *α* linolenic acid to estearic acid by mixed cultures of pure strain of rumen bacteria. **Journal of Genetic and Microbiologic**, v.130, p.527-533, 1984.
- KHURANA, N.K.; NIEMANN, H. Energy metabolism in preimplantation bovine embryos derived in vitro or in vivo. **Biol. Reprod.** n. 62, p. 847-85, 2000.
- KIM, J.Y.; KINOSHITA, M.; OHNISHI, M.; FUKUI, Y. Lipid and fatty analysis of fresh and frozen-thawed immature and in vitro matured bovine oocytes. **Reproduction**, v.122, p.131-138, 2001
- KOJIMA, T.; ZENIYA, Y.; AOYAMA, T. et al. Dietary administration of fatty acids-enriched mold dried cell containing ã-linolenic acid to female pigs improves ovulation rate and embryo quality in summer. **Journal of Reproduction and Development**, v.43, n.2, p.121-127, 1997.

- KUBOW, S.; KOSKI, K.G. Maternal dietary glucose-lipid interactions modulate embryological development in vivo and in embryo culture. Biology of Reproduction, v.52, p.145-155, 1995.
- LAWSON, R.E.; MOSS,A.R.; GIVENS, D.I. The role of dairy products in supplying conjugated linoleic acid to man's diet: a review. Nutrition Research Reviews, N.14, P.153–172, 2001.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 2.ed. São Paulo:Sarvier, 1995, 839p.
- LOMBARDO, Y.B.; CHICOO, A.G. Effects of dietary polyinsaturated n − 3 fatty acids on dyslipidemia and insulin rsistence in rodents and humans. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.17, p. 1 − 13, 2006.
- Lucy, M.C.; Staples, C.R.; Michel, f.M.; et al. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 alpha, luteinizing hormone, and follicular growth. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.483-489, 1991.
- LUCY, M.C.; STAPLES, C.R.; MICHEL, F.M.; THATCHER, W.W. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2α, luteinizing hormone, and follicular growth. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.483-489, 1991.
- MATTOS R, STAPLES CR, THATCHER WW. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. **Rev Reprod**, v.5, p.38-45, 2000.
- MATTOS, R.; STAPLES, C.; THATCHER, W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. **Reviews of reproduction**, Cambridge, UK, v. 5, p. 38-45, 2000.
- MATTOS, R.; STAPLES, C.; THATCHER, W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. Reviews of reproduction, Cambridge, UK, v. 5, p. 38-45, 2000.
- McEVOY, T.G.; COULL, G.D.; BROADBENT, P.J.; HUTCHINSON, J.S.M.; SPEAKE, B.K. Fatty acid composition of lipids in immature cattle, pig and sheep oocytes with intact zona pellucida. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.118, p.163-170, 2000.
- Mihm, M.; Austin, E.J. The final stages of dominant follicle selection in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v.23, p.155-166, 2002.
- Moallen, U.; Folman, Y.; Sklan, D. Effect of calcium soaps of fatty acids and administration of somatotropin on milk production, preovulatory follicular development, and plasma and follicular fluid lipid composition in high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2358-2368. 1999.
- MODESTO, E.C.M.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Efeitos nutricionais e metabólicos de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para os ruminantes e os benefícios para o homem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia.** v.5. n.1. p.119-134, 2002.
- NOGUEIRA E. Efeitos da suplementação energética e lipídica no perfil metabólico, desenvolvimento folicular e produção in vitro de embriões em novilhas da raça Nelore (Bos taurus indicus). 2008. 87f. **Tese (Doutorado em Medicina Veterinária)** Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.
- O'Callaghan, D.; Yaakub, H.; Hyttel, P.; et al. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes
- OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P. Main aspects related to changes in the profile of fatty acids in ruminant milk fat. **Archives of Veterinary Science**, .9, n.1, p.73-80, 2004.
- PALMQUIST, D.L.; JENKIS, T.C. Fat in lactation rations. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídios, in **Nutrição de ruminates**, 2° edição, Jaboticabal: Funep, 2011.
- PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Proceedings in Lipid Research*, v.40, p.283-298, 2000.
- PEREIRA, R.M.; BAPTISTA, M.C.; VASQUES, M.I. et al. Cryosurvival of bovine blastocysts is enhanced by culture with *trans-10 cis-12* conjugated linoleic acid (10t,12c CLA). *Animal*

- Reproduction Science, v.98, p.293-301, 2007.
- PETIT, H.V. Digestion, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. *Journal Dairy Science*, v.85, p.1482-1490, 2002.
- PONTER, A.; ARNAULT,J.; JOLY,C.; GUELOU, K.; VALY,G.; PONCHON, S.; GONZALES, C.; GRIMARD, B.; HUMBLOT, P. Effect of the type of dietary fatty acid (α-linolenic acid or linoleic acid) on the number and the quality of oocytes collected by ovum pickup and on in vitro embryo production by dairy heifers.
- RAES, K., DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.
- RHIND, S.M.; MCNEILLY, A.S. Effects of level of food intake on ovarian follicle number, size and steroidogenic capacity in the ewe. **Animal Reproduction Science**, v.52, n.2, p.131-138, 1998.
- RIZOS, D.; GUTIERREZ-ADAN, A.; PEREZ-GARNELO, S.; DE LA FUENTE, J.; BOLAND, M.P.; LONERGAN, P. Bovine embryo culture in the presence or absence of serum: implication for blastocysts development, cryotolerance, and messenger RNA expression. **Biol. Reprod.**, v. 68, p. 236–243, 2003.
- ROBINSON RS, PUSHPAKUMARA PGA, CHENG Z, PETERS AR, ABAYASEKARA DRE, WATHES DC. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian function in lactating dairy cows. **Reproduction**, v.124, p.119-131, 2002.
- RYAN, D.P.; SPOON, R.A.; WILLIAMS, G.L. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulation hormone. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3505-3513, 1992.
- SANCHEZ, B. Ácidos graxos na nutrição e reprodução de vacas em lactação. In: **Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos**, 7, 2003, Uberlândia, MG. *Anais...* Uberlândia: Conapec Jr; Jaboticabal: UNESP, p.103–115. 2003.
- SANTOS JEP. Efeitos da nutrição na reprodução bovina. In: **Congresso Brasileiro de Raças Zebuínas**, 3, 1998, Uberaba, MG. *Anais...* Uberaba: ABCZ, p.24-75. 1998.
- SANTOS, J.E.P.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. **Arquivos da** Faculdade de Veterinária da UFRGS, v.26, p.1-51, 1998.
- Santos, J.E.P.; Bilby, T.R.; Thatcher, W.W.; et al. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. Reproduction in Domestic Animals, v.43, p.23-30, 2008.
- SARTORI, R.; ROSA, G.; WILTBANK, M. Ovarian Structures and Circulating Steroids in Heifers and Lactating Cows in Summer and Lactating and Dry Cows in Winter. Journal of Dairy Science, v.85, p. 2813 2822, 2002.
- SATURNINO HM, AMARAL TB. Perspectivas para uso eficiente da interação nutriçãoreprodução em fêmeas bovinas de corte. *In*: Grupo de Estudos de Nutrição de Ruminantes, 2005. Botucatu, SP: UNESP, 2005. Disponível em: http://www.fca.unesp.br/nutrir/artigos/Perspectivasfemeasbovinas.PDF.
- Scaramuzzi, R.J.; Campbell, B.K.; Downing, J.A.; et al. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. **Reproduction Nutrition and Development**, v.46, p.1-16, 2006.
- SCHMITZ, G.; ECKER, J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. **Progress in Lipid Research**, v.47, p. 147 155, 2008.
- SEIDEL Jr, G.E. Modifying oocytes ans embryos to improve their cryopreservation. **Theriogenology**, v.65, p.228-235, 2006.
- SKLAN, D.; MOALLEM, U.; FOLMAN, Y. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.510-517, 1991.

- SPEROFF, L.; GLASS, R.H.; KASE, N.G. Endocrinologia ginecológica, Clínica e Infertilidade. 5° edicão, 1068p, 1995.
- SPICER, L.; ALPIZAR, E.; ECHTERNKAMP, S. Effects of insulin, insulin-like growth factor I, and gonadotropins on bovine granulosa cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and(or) insulin-like growth factor I production in vitro. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 1232-1241, 1993.
- STAPLES CR, BURKE JM, THATCHER WW. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **J Dairy Sci**, v.81, p.856-871, 1998.
- **Staples CR, Burke JM, Thatcher WW**. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J Dairy Sci*, v.81, p.856-871, 1998
- STAPLES, C. et al. Uso de grasa suplementaria para mejorar las posibilidades de preñez en vacas lecheras en lactación. Gainesville : Department of Animal Sciences. University of Florida, 2007.
- STAPLES, C.R.; WILTBANK, M.C.; GRUMMER, R.R. et al. Effect of long chain fatty acids on lactation performance and reproductive tissues of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.278, 2000. (Abstract).
- STOCCO DM & CLARK BJ. Role of steroidogenic acute regulatory protein (StAR) in steroidogenesis. **Biochemical Pharmacology** 51 197–205. 1996.
- Szymanski, L.A.; Schneider, J.N.; Friedman, M.I.; et al. Changes in insulin, glucose and ketone bodies, but not leptin or body fat content precede restoration of luteinising hormone secretion in ewes. Journal of Neuroendocrinology, v.19, p.449-460, 2007.
- TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: Jouany, J.P. (Ed) Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. INRA Editions, Paris, 1991. p.151-163
- THACHER, W.; BLIBY, T. R.; BARTOLOME, J. A.; SILVESTRE, F.; STAPLES, C. R.; SANTOS, J. E. P.; Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. **Theriogenology**, v. 65, p. 30-44, 2006.
- THANGAVELU, G.M.; COLAZO, G.; AMBROSE, D.J.; OBA, M.; OKINE, E.K.; DYCK, M.K. Diets enriched in unsaturated fatty acids enhance early embryonic development in lactating Holstein cows. **Theriogenology**, v.68, p.949-957, 2007.
- THOMAS, M.G.; BAO, B.; WILLIAM, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2512-2519, 1997.
- THOMPSON, J.G. In vitro and embryo metabolism of cattle and sheep embryos -a decade of achievement. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 60-61, p. 263-275, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VIÑOLES, C.; MEIKLE, A.; MARTIN, G.B. short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. **Animal Reproduction Science**, v.113, n.1-4, p.82-92, 2009.
- WANG X, WALSH LP, REINHART AD & STOCCO DM. The role of arachidonic acid in steroidogenesis and steroidogenic acute regulatory (StAR) gene and protein expression. **Journal of Biological Chemistry** 275 20204–20209. 2000
- WATHES, D.C.; ABAYASEKARA, D.R.; AITKEN, R.J. Minireview: polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. **Biology of Reproduction**, v.77, p.190-201, 2007.
- WILLIAMS GL. Suplementação de gordura na dieta como estratégia para aumento da eficiência reprodutiva em bovinos. In: Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 5, Uberlândia, MG. *Anais...* Uberlândia: Conapec Jr; Botucatu: UNESP., p.95-101. 2001.
- Williams GL. Suplementação de gordura na dieta como estratégia para aumento da eficiência reprodutiva em bovinos. In: Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 5, 2001, Uberlândia, MG. Anais... Uberlândia: Conapec Jr; Botucatu: UNESP, 2001. p.95-101

- WILLIAMS, G.L. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. **J. Anim. Sci.** v.67, p.785-793, 1989.
- WILLIAMS, G.L.; STANKO, R.L. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. Proceedings of the American Society of Animal Science. 1999N. Acesso 19/05/2011 Internet: www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0915.pdf
- ZACHUT, M.; ARIELI, A.; LEHRER, H.; ARGOV, N.; MOALLEN, U. Dietary unsatured fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. **Reproduction**, v.135, p.683-692, 2008.
- ZERON, Y.; OCHERETNY, A.; KEDAR, O.; BOROCHOV, A.; SKLAN, D.; ARAV, A. Seasonal changes in bovine fertility: relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles. Reproduction, v.121, p.447-454, 2001.
- Zeron, Y.; Pearl, M.; Borochov, A.; Arav, A. Kinetic and Temporal Factors Influence Chilling Injury to Germinal Vesicle and Mature Bovine Oocytes. Cryobiology V.38, P.35–42, 1999.



## Capítulo 24- Resumos apresentados na 11 Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo





#### USO DE COMPLEXO MULTIENZIMÁTICO ALLZYME SSF EM DIETAS COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES NUTRICIONAIS SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE LEITÕES DESMAMADOS AOS 28 DIAS

TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>, RITA DA TRINDADE RIBEIRO NOBRE SOARES<sup>2</sup>, JOSÉ GERALDO DE VARGAS JÚNIOR<sup>3</sup>, <u>JÚLIO FRANCISCO VALIATI MARIN</u><sup>4</sup>, RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>, ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>, RAPHAEL GOMES DOS SANTOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doutorando(a) em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>2</sup>Professora Titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>3</sup>Professor Associado da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; <sup>4</sup>Mestrando em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Para alcançar maior produtividade na suinocultura é realizado o desmame precoce dos leitões, com troca de dieta e de ambiente que juntamente com as limitações fisiológicas do trato gastrointestinal do leitão serão responsáveis pelo estresse e comprometimento do crescimento do mesmo. O objetivo do estudo foi avaliar o uso do Allzyme SSF e diferentes dietas sobre o desempenho produtivo em leitões. Foram utilizados 144 leitões distribuídos em DBC em arranjo fatorial (2x2x2), onde avaliou-se os fatores: Enzimas Allzyme SSF: 0 e 0,02%; EM + Lisina: 3375 Kcal/Kg + 1,33% e 3300 Kcal/Kg + 1,23%; Farelo de trigo: 0 e 7%. O ganho de peso médio diário (GPMD) foi calculado através da diferença do peso final e inicial do leitão no período experimental, dividido pelo número de dias do período. O consumo ração médio diário (CRMD) foi calculado através da diferença do peso da ração total fornecida e do peso das sobras e desperdícios durante o período experimental, dividido pelo número de dias de duração do estudo. A conversão alimentar (CA) foi calculada em função da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso total durante o período experimental. Não houve efeito dos fatores sobre o ganho de peso dos leitões (p>0,05), com média de ganho de 0,459 Kg. No consumo de ração médio diário (CRMD) houve efeito do fator energia (p=0,039) e do fator farelo de trigo (p=0,029). Dietas com menores valores de EM e de lisina o CRMD foi maior (0,607 Kg), enquanto nas dietas com maiores quantidades de EM e de lisina foi menor (0.573 Kg). É possível que os animais tenham consumido mais ração para suprir a demanda energética para mantença e produção. A presença do farelo de trigo nas rações ocasionou redução do CRMD pelos leitões desmamados aos 28 dias. A alta concentração de fibra bruta no trigo pode limitar o CRMD e sua utilização em maior quantidade nas rações para suínos. Houve efeito do fator EM + lisina sobre a conversão alimentar (CA) e efeito da interação entre os fatores enzimas x EM + lisina. Os melhores valores de CA foram verificados nas dietas com maior valor de energia e de lisina (1,21 Kg ração /Kg peso vivo) e para a dieta com maior valor de energia e de lisina associada ao uso de enzimas (1,24 Kg ração /Kg peso vivo). Não houve diferença entre a dieta de maior valor de EM e de lisina associada ao uso de enzimas com a dieta de menor valor de EM e de lisina sem enzimas, demonstrando que as enzimas disponibilizaram mais nutrientes da dieta aos leitões. Com a inclusão de enzimas exógenas nas dietas há redução do investimento energético do animal para a síntese enzimática e com maior aporte de energia e nutrientes a quantidade de ração a ser consumida para ganho de um Kg de peso vivo é menor. Conclui-se que com a redução do valor de EM houve maior CRMD pelos suínos para suprir a demanda energética e o uso do farelo de trigo reduziu o CRMD em função da alta fibra bruta presente neste alimento.

Palavras-chave: Conversão alimentar, Enzimas, Farelo de trigo, Ganho de peso, L-Lisina HCl.



#### REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA DE DIARRÉIA E MELHORIA DO TEMPO DE TRÂNSITO DAS DIGESTAS NO TRATO GASTRINTESTINAL DE LEITÕES ALIMENTADOS COM DIFERENTES RAÇÕES CONTENDO ENZIMAS EXÓGENAS

TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>, RITA DA TRINDADE RIBEIRO NOBRE SOARES<sup>2</sup>, RAPHAEL PAVESI ARAÚJO<sup>1</sup>, JOSÉ GERALDO DE VARGAS JÚNIOR<sup>3</sup>, <u>JÚLIO FRANCISCO VALIATI MARIN</u><sup>4</sup>, BRUNA BERNARDES DE CASTRO<sup>5</sup>, ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doutorando(a) em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>2</sup>Professora Titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>3</sup>Professor Associado da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; <sup>4</sup>Mestrando em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; <sup>5</sup>Graduanda em Agronomia da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

No desmame dos leitões pode ocorrer diarreia gerada pelo estresse da troca de alimento, capacidade digestiva insuficiente, alterações fisiológicas da mucosa intestinal e redução no crescimento. O objetivo do estudo foi avaliar dietas com enzimas exógenas sobre a incidência de diarreia e o tempo de trânsito das digestas de leitões. Foram utilizados 144 leitões distribuídos em DBC, 6 blocos, arranjo fatorial (2x2x2), onde avaliou-se os fatores: Enzima; Energia metabolizável (EM) + Lisina; Farelo de trigo. Os níveis foram: Enzimas: 0 e 0.02%; EM + Lisina: 3375 Kcal/Kg + 1,33% e 3300 Kcal/Kg + 1,23%; Farelo de trigo: 0 e 7%. O tempo de trânsito foi medido do tempo gasto entre a ingestão do alimento marcado com óxido férrico e o aparecimento das primeiras fezes com a coloração característica do marcador. Foi verificada a ocorrência de diarreia diariamente, no piso da baia e a região perianal dos animais, sendo o escore das fezes de 0 a 3: 0-fezes normais, 1-fezes moles, 2-fezes pastosas e 3-fezes aquosas. Escores 2 e 3 são considerados diarreia. Os leitões que receberam ração com enzimas tiveram menor incidência de diarréia (31,66%) indicando melhor aproveitamento dos nutrientes com uso de enzimas na alimentação. Dentre as dietas com enzimas, as de menor valor de lisina e EM resultaram em menor incidência de diarreia (30.82%) comparadas as de maior valor de EM e lisina (32.51%). Altos níveis de proteína na dieta podem estimular a fermentação da proteína e incentivar a proliferação de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal. Quando observado dentre os tratamento com redução da EM e lisina, a dieta sem farelo de trigo reduziu a incidência de diarreia nos leitões, provavelmente devido apresentar significativa fração fibrosa. O uso de rações com baixos níveis de EM e lisina associada à utilização de enzimas pode auxiliar no controle de diarreia em leitões desmamados. Para o tempo de trânsito das digestas observou-se efeito (P<0.005) do fator EM + lisina e efeito da interação entre os fatores enzima x EM + lisina (P<0.005). Procedet-se então o desdobramento da interação, onde então foi observado aumento no tempo de trânsito em função do maior valor de energia metabolizável e lisina na dieta (522a minutos). O aumento do valor energético da dieta resulta na menor ingestão de alimento, e consequentemente na redução da motilidade gastrintestinal, isso ocorre para que o consumo de energia seja constante, satisfazendo a necessidade do animal. Os valores de tempo de trânsito para tratamentos sem adição de enzimas ficaram com média de 490b minutos, enquanto as dietas com baixo valor de EM associadas à utilização de enzimas, apresentaram menor valor de tempo de trânsito (463c minutos). O uso de rações com maiores níveis de EM e lisina associadas à utilização de enzimas podem aumentar o tempo médio de retenção da digesta no trato gastrintestinal, possibilitando melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta por leitões desmamados aos 28 dias.

Palavras-chave: Energia Metabolizável, Farelo de trigo, L-Lisina HCl, Motilidade gastrintestinal



## EFEITO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE PASTEJO SOBRE A COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DA FORRAGEM DE PASTOS DE CAPIM-MARANDU MANEJADOS COM INTERVALO ENTRE DESFOLHAS FIXO OU VARIÁVEL

ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>; WELLITON BARROS DE MAGALHÃES<sup>2</sup>; CARLOS AUGUSTO DE MIRANDA GOMIDE<sup>3</sup>; JOÃO BATISTA RODRIGUES DE ABREU<sup>4</sup>, RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>; TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>; <u>ANTONIO</u> DELUNARDO PANDOLFI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>·Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UENF, Campos dos Goytacazes, Brasil, Bolsista da FAPERJ. e-mail: <a href="mailto:alisson@uenf.br.">alisson@uenf.br.</a>; <sup>2</sup>· Discente do Curso de Agronomia – UFRRJ.; <sup>3</sup>· Pesquisador da EMBRAPA Gado de leite.; <sup>4</sup>· Professor Adjunto do Instituto de Zootecnia - UFRRJ.; <sup>5</sup>· Discente de mestrado da UFES.

O manejo dos pastos altera a estrutura do dossel forrageiro e afeta os processos de utilização e conversão da forragem produzida devido às modificações da composição morfológica e qualidade da forragem ofertada aos animais. A frequência de desfolha ideal, aquela cujo acúmulo de folhas é elevado e o acúmulo de colmos e de material morto é baixo, tem correspondido a 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel em diversas forrageiras tropicais. Isso indica que o uso de intervalos de desfolha fixos e pré-definidos é bastante limitado e pode causar sérios prejuízos para a qualidade da forragem e produção animal. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição morfológica da forragem de pastos de capim-marandu manejados com 95% de interceptação luminosa e intervalo de desfolha fixo de 30 dias, no pré-pastejo. Para isso, um experimento foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco-MG, da Embrapa Gado de leite, onde foram utilizadas 16 vacas mesticas lactantes que foram manejadas em sistema rotativo com período de ocupação de três dias. Foi utilizado o delineamento de blocos completos casualizados com duas repetições de área (blocos), subdivididas em 11 piquetes de 820 m2 cada, e três repetições por bloco. Os tratamentos corresponderam aos intervalos de pastejo de 30 dias fixos e 95% de interceptação luminosa (IL) pelo dossel forrageiro. A IL foi avaliada utilizando o aparelho AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR-80. A altura média dos pastos foi avaliada utilizandose uma régua graduada. A massa de forragem foi estimada por meio do corte ao nível do solo da forragem contida em três unidades de amostragem de 0,5 m² (0,5 x 1 m) por piquete, um dia antes da entrada dos animais nos piquetes. A forragem foi sub-amostrada (400 g), fracionada em lâmina foliar, colmo (colmo + bainha) e material morto, seca em estufa de circulação forçada de a 55°C por 72 horas, e calculados suas respectivas massas secas (kg ha-1). Os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo, utilizando-se o GLM do SAS® e a comparação das médias pelo "LSMEANS" (P<0,10). Pastos manejados com 95% de IL e com 30 dias de descanso apresentaram quatro e três ciclos de pastejo e médias de 96,4 e 98,4% de IL, 31,9 e 40,4 cm de altura, respectivamente, durante o período experimental. Os valores de massa seca de lâminas foliares foram semelhantes, com média de 3434 kg ha-1. Maiores valores de massa secas de colmo e material morto foi verificado nos pastos manejados com 30 dias de intervalo fixo. Com isso, conlcui-se que pastos de capim-marandu manejados com intervalo de desfolhas definidos por 95% de IL apresentam menor participação de massa seca de colmos e de material morto que aqueles manejados com intervalos fixos de 30 dias.

Palavras-chave: Brachiaria brizantha, interceptação luminosa, intermitente, pastagens.



## EFEITO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE MANEJO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO DOSSEL DE PASTOS DE CAPIM-MARANDU MANEJADOS COM INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA OU INTERVALO FIXO DE PASTEJO

ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>; WELLITON BARROS DE MAGALHÃES<sup>2</sup>; CARLOS AUGUSTO DE MIRANDA GOMIDE<sup>3</sup>; JOÃO BATISTA RODRIGUES DE ABREU<sup>4</sup>, RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>; TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>; <u>ANTONIO</u> DELUNARDO PANDOLFI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>·Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UENF, Campos dos Goytacazes, Brasil, Bolsista da FAPERJ. e-mail: <a href="mailto:alisson@uenf.br">alisson@uenf.br</a>.; <sup>2</sup>· Discente do Curso de Agronomia – UFRRJ.; <sup>3</sup>· Professor Adjunto do Instituto de Zootecnia - UFRRJ.; <sup>5</sup>· Discente de mestrado da UFES.

O manejo dos pastos altera a estrutura do dossel forrageiro e afeta os processos de utilização e conversão da forragem produzida devido às modificações da composição morfológica e qualidade da forragem ofertada aos animais. A frequência de desfolha ideal, aquela cujo acúmulo de folhas é elevado e o acúmulo de colmos e de material morto é baixo, tem correspondido a 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel em diversas forrageiras tropicais. Isso indica que o uso de intervalos de desfolha fixos e pré-definidos é bastante limitado e pode causar sérios prejuízos para a qualidade da forragem e produção animal. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar algumas características estruturais dos dosséis de pastos de capim-marandu manejados com 95% de interceptação luminosa e intervalo de desfolha fixo de 30 dias, no pré-pastejo. Para isso, um experimento foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco-MG, da Embrapa Gado de leite, onde foram utilizadas 16 vacas mesticas lactantes que foram manejadas em sistema rotativo com período de ocupação de três dias. Foi utilizado o delineamento de blocos completos casualizados com duas repetições de área (blocos), subdivididas em 11 piquetes de 820 m<sup>2</sup> cada, e três repetições por bloco. Os tratamentos corresponderam aos intervalos de pastejo de 30 dias fixos e 95% de interceptação luminosa (IL) pelo dossel forrageiro. A IL foi avaliada utilizando o aparelho AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR-80. A altura média dos pastos foi avaliada utilizando-se uma régua graduada. A massa de forragem (MF) foi estimada pelo corte, ao nível do solo, da forragem contida em três unidades de amostragem de 0,5 m<sup>2</sup> (0,5 x 1 m) por piquete, fracionada em lâminas foliares, colmo (colmo + bainha) e material morto, seca em estufa de circulação forçada de a 55°C por 72 horas, e calculados suas respectivas massas secas. A densidade volumétrica da forragem (DVF) foi obtida pela divisão dos valores de massa de forragem pelas respectivas alturas médias dos pastos no prépastejo, e a relação lâmina/colmo (RLC) pela divisão dos valores das massas secas de lâminas foliares pelos valores das massas secas de colmos e analisados como medidas repetidas no tempo, utilizando-se o GLM do SAS® e a comparação das médias pelo "LSMEANS" (P<0,10). Pastos manejados com 95% de IL e com 30 dias de intervalo de desfolha apresentaram 31,9 e 40,4 cm de altura, respectivamente. Foram verificados maiores valores de MF para 30 dias de intervalo de desfolha e de DVF e RLC para 95% de IL, respectivamente, indicando que estes pastos proporcionam dosséis mais baixos e a oferta de forragem mais densa e de maior RLC. Com isso, conclui-se que pastos de capim-marandu manejados com intervalo de desfolha definidos por 95% de IL apresentam dosséis de menor altura, com forragem mais densa e com maior relação folha/colmo que aqueles manejados com intervalos fixos de 30 dias, durante o outono.

Palavras-chave: altura dos pastos, densidade volumétrica, massa de forragem, relação lâmina/colmo



#### EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A ALTURA, COBERTURA DO SOLO E MASSA DE FORRAGEM DE GRAMA ESTRELA AFRICANA SOB PASTEJO

<u>FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA</u><sup>1</sup>, ANTÔNIO CARLOS CÓSER<sup>2</sup>, CARLOS EUGÊNIO MARTINS<sup>3</sup>, RENAN ZAPPAVIGNA COSTA STARLING<sup>1</sup>, LIDIANY LOPES GOMES<sup>1</sup>, THIAGO JACCOUD MACHADO<sup>1</sup>, ADRIANO CONTI HUPP<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES. e-mail: fleferraz@hotmail.com; <sup>2</sup> Professor do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, CCA/UFES, Alegre/ES.; <sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Gado de Leite - Rua Eugênio do Nascimento, 610, Bairro Dom Bosco, CEP 36038-330 - Juiz de Fora/MG

A utilização de adubação nitrogenada em pastagens é prática fundamental quando se pretende aumentar a produção de matéria seca. Porém, há poucas informações da resposta de capim Estrela africana irrigado, em relação à adubação nitrogenada quando manejado sob lotação rotacionada. O objetivo foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada em pastagem de Cynodon nlemfuensis (cv. Estrela africana) sob irrigação, utilizando o sistema fixo de irrigação por aspersão, sobre a altura da planta, cobertura do solo e a massa de forragem. O experimento foi realizado no Campo Experimental Santa Mônica (Valenca/RJ), pertencente à Embrapa Gado de Leite, durante o período de dezembro de 2012 a março de 2013. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio: 0, 200, 400 e 600 kg/ha/ano. Foram utilizados juntamente com a adubação nitrogenada, mais 50 kg/ha/ano de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 200 kg/ha/ano de K<sub>2</sub>O, conforme resultado da análise de solo. O fósforo foi aplicado de uma única vez no início da época chuvosa e o nitrogênio e o potássio, em oito parcelas iguais. Foi utilizado o sistema de irrigação de baixa pressão. O turno de rega e a lâmina de água foram determinados de acordo com os resultados obtidos por ALENCAR (2007). Cada parcela foi dividida em nove piquetes. Cada piquete foi utilizado por um período de três dias com um intervalo de desfolha de 24 dias. A taxa de lotação foi baseada na massa de forragem. Inicialmente, utilizou-se uma carga fixa de seis unidades animal/ha (UA/ha), que foi aumentada ou diminuída, em função do aumento ou da redução na massa de forragem. Foi utilizado um delineamento de blocos ao acaso, em um esquema de subparcelas divididas no tempo. Foram avaliadas a altura da planta, cobertura do solo e produção de massa de forragem por ocasião da entrada dos animais nos piquetes. Os resultados foram submetidos à análise de regressão. O nitrogênio influenciou a altura das plantas de capim Estrela-africana e o modelo de regressão linear ( $\hat{Y} = 53.91 + 0.03X$ ) foi o que melhor se ajustou aos dados observados. Essa mesma resposta foi verificada para a cobertura do solo em que o modelo de regressão linear ( $\hat{Y} = 42.51 + 0.01X$ ) foi o que possibilitou melhor ajuste dos dados. Por outro lado, a massa de forragem foi ajustada por meio de modelo quadrático ( $\hat{Y} = 5091.33 + 7.77x -$ 0,009X<sup>2</sup>). Neste caso, as três maiores doses de nitrogênio propiciaram maiores produções de massa de forragem quando comparadas ao tratamento sem a inclusão deste elemento. Pode-se notar, a partir dos resultados, que doses acima de 400 Kg/ha de N apresentaram baixa resposta produtiva da espécie, às vezes, com decréscimo na produtividade da cultura. As variáveis altura da planta, cobertura do solo e massa de forragem da grama estrela foram influenciadas positivamente pela adubação nitrogenada.

Palavras-chave: Estrela-africana, irrigação, lotação rotacionada, nitrogênio



## DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM FELINOS

### AGUINALDO FRANCISCO MENDES JUNIOR¹, KARINA PREISING APTEKMANN¹; CAMILA BONNA PASSOS¹.

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária - Universidade Federal do Espírito Santo; aguinaldo zootec@hotmail.com

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é a elevação da pressão arterial acima dos níveis normais para a espécie em questão. Nos felinos a principal causa da hipertensão arterial é secundária à alteração renal ou endócrina. Este trabalho visou identificar os possíveis fatores de risco para a hipertensão arterial sistêmica (HAS) em felinos. Foram realizadas visitas em domicílios do município de Alegre, ES em busca de gatos domiciliados, sendo avaliados 50 gatos, independente da raca, sexo ou idade, foi feita a mensuração da pressão arterial desses animais e aplicado um questionário ao proprietário para identificar possíveis fatores de risco ligados á hipertensão arterial como hábitos alimentares e de vida do animal, idade, sexo, raca e castração. Foi utilizado o teste de correlação de Spearman a fim de correlacionar fatores ambientais e fisiológicos, obtidos por meio dos questionários, com os valores de PA. Também foi realizada a associação entre esses fatores e a HAS com o objetivo de se identificar possíveis fatores de risco e/ou fatores protetores pelo teste do Qui-quadrado. Considerou-se um nível de significância de 5% para ambos os testes. De acordo com o teste de Spearman, não houve correlação entre a ocorrência da HAS com escore de condição corporal (ECC), tipo de alimentação, castração, acesso à rua ou nível de estresse (p>0,05), não houve associação significativa para sexo (p>0,46) e castração (p>0,09). Houve associação da HAS com gatos adultos e idosos. A idade adulta foi considerada fator protetor (p<0,008; OR= 0,094) e a idade avançada fator de risco, sendo que os gatos idosos demonstraram ter 43 vezes mais chances de apresentar a HAS do que os não idosos (p<0,0019; OR= 43). A alimentação apenas com ração seca foi visto como fator protetor para a HAS (p<0,017; OR=0,096). A prática de atividade física se revelou como fator protetor (p<0,0419; OR=0,18), e a inatividade como fator de risco; animais pouco ativos e inativos apresentaram cinco vezes mais chance de desenvolver HAS (p<0.041; OR= 5.3). Entre o ECC e o nível de estresse do animal durante a aferição da PA, também não houve associação significativa (p>0,40; p>0,34). A idade e a inatividade física são consideradas fatores de risco para HAS, sendo que gatos com mais de 7 anos e gatos pouco ativos ou inativos apresentam maior probabilidade de desenvolver HAS. A idade adulta (1 a 7 anos) e animais ativos podem ser considerados fatores protetores. A alimentação apenas com ração seca pode reduzir a ocorrência de HAS O nível de estresse durante a aferição da PA não é um fator determinante para o aumento da mesma em gatos.

Palavras Chave: Pressão arterial sistólica, fatores de proteção; fatores de risco



## DETERMINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO ENERGÉTICO DE VACAS GIROLANDAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

<u>LEONARDO DE BRUYM DENADAI</u><sup>1</sup>; CAROLINE SANT'ANNA FEITOSA<sup>1</sup>; MATHEUS THOMAZINI OLIVEIRA; YURI BARBOSA GUERSON, EVANDRO PEREIRA NETO<sup>3</sup>; JEANNE BROCH SIOUEIRA<sup>2</sup>:GRAZIELA BARIONI<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Granduando(a) do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo.; <sup>2</sup>Docente da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); <sup>3</sup>Centro Diagnóstico Veterinário (CDV), Vitória – ES; <sup>\*</sup>Autor responsável. Email: leonardodenadaivet@gmail.com

A utilização do perfil metabólico em animais de produção é um método auxiliar na avaliação de rebanhos e importante ferramenta no diagnóstico clínico de doencas do metabolismo, além de relacionar a ocorrência de doenças metabólicas com a infertilidade e de avaliar e monitorar a condição nutricional dos rebanhos bovinos. Objetivou-se caracterizar os parâmetros do perfil metabólico energético de vacas girolandas em diferentes fases produtivas em propriedade na região Sul do Estado do Espírito Santo. Foram utilizadas 23 vacas Girolandas divididas em quatro grupos: período seco (PS), período de pico de lactação (PL) 45 ± 15 dias de lactação; período final de lactação (FL), quando a produção de leite decresce, e os animais encontravamse sem nova prenhez (343 ± 78 dias de lactação); período médio (MF) de lactação, quando a vaca encontra-se em prenhez avançada e a produção leite é estável (256 ± 27 dias de lactação). Foi considerado dia 0 de lactação o dia do parto. Foram avaliados peso corpóreo, escore de condição corporal (ECC), perfil metabólico energético (glicose, triglicerídeos e colesterol), por meio de análises bioquímicas. Os valores encontrados nos grupos PS, PL, FL e MF foram respectivamente para colesterol (mg/dL) 93,42  $\pm$  41,85; 132,53  $\pm$  52,28; 116,10  $\pm$  48,66 e  $137.62 \pm 32.45$ , triglicerídeos (mg/dL)  $31.00 \pm 14.23$ ;  $37.33 \pm 16.51$ ;  $32.00 \pm 5.79$ ;  $32.45 \pm$ 27,41 e peso corporal (kg)  $544,17 \pm 50,20$ ;  $501,67 \pm 78,56$ ;  $471,80 \pm 12,68$ ;  $513,67 \pm 59,37$ , não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa entre os quatro grupos nessas variáveis. Ao analisar os valores de ECC contatou-se que o grupo PS obteve o maior escore  $3.75 \pm 0.42$ , seguido de  $2.91 \pm 0.38$ , (PL) e FL e MF  $3.00 \pm 0.61$  e  $3.00 \pm 0.32$ , respectivamente. A glicemia (mg/dL) determinada em glicosímetro humano foi para os grupos PS, PL, FL e MF  $56,00 \pm 11, 61; 40,66 \pm 4,08; 63,80 \pm 4,71; 63,66 \pm 7,37,$  respectivamente. Os valores estatisticamente inferiores no PL em relação aos demais grupos associada à redução no ECC ocorreu pelas vacas estarem no pico da lactação, fase que impõe grande demanda sobre o metabolismo da glicose associada a ingestão insuficiente de energia e aumento da lipomobilização. A avaliação do perfil metabólico é de fundamental importância para o monitoramento do metabolismo energético e na detecção precoce de doenças metabólicas na bovinocultura leiteira.

Palavras chave: bovinocultura de leite, fase produtiva, doenças metabólicas.



## DETERMINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO DE MINERAIS DE VACAS MESTIÇAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

<u>CAROLINE SANT' ANNA FEITOSA</u><sup>1</sup>, LEONARDO DE BRUYM DENADAI<sup>1</sup>, MATHEUS THOMAZINI OLIVIERA<sup>1</sup>, THIAGO FREITAS DA COSTA<sup>1</sup>, EVANDRO PEREIRA NETO<sup>3</sup>, JEANNE BROCH SIOUEIRA<sup>1</sup>. GRAZIELA BARIONI<sup>1</sup>.

A pecuária leiteira Brasileira possui predomínio de animais mestiços, originados de cruzamentos que visam maior rusticidade associado à produtividade. Porém, no sul do Espírito Santo a bovinocultura apresenta baixa tecnologia e grandes falhas no manejo nutricional, fatores que levam à baixa produtividade do rebanho bovino. As deficiências minerais estão em destaque, pois os processos metabólicos são dependentes dos macro ou microelementos. Objetivou-se determinar os parâmetros do perfil mineral (cálcio, fósforo e magnésio) de vacas mesticas nas diferentes fases de produtivas. Foram utilizadas 23 vacas mesticas Holandês/Gir, divididas em quatro grupos experimentais: período seco (PS), quando a vaca está prestes a parir e iniciar um novo ciclo de lactação; pico de lactação (PL), quando a vaca apresenta um aumento significativo na demanda energética e protéica (45 ± 15 dias de lactação); final de lactação (FL), quando a produção de leite decresce, e os animais encontravam-se sem nova prenhez (343 ± 78 dias de lactação); período médio (MF) de lactação, quando a vaca se encontra em nova prenhez e a produção leite é estável (256 ± 27 dias de lactação). A coleta de sangue foi realizada mediante punção de veia coccígea, com a utilização de tubo para coleta à vácuo, sem anticoagulante. O sangue foi mantido sob refrigeração até a centrifugação a 3000 rpm por 10 minutos. Em seguida foram alicotados, identificados e armazenados em tubo de polipropileno de 1,5 ml, e congelados a menos 20 °C até a realização dos exames bioquímicos. A determinação de cálcio, fFósforo e magnésio foi realizada por meio de espectofotômetro semiautomático, segundo as recomendações do fabricante.. A análise estatística foi realizada por análise de variância e comparação entre médias pelo teste de Tukey com probabilidade de 5% de erro. Os valores de cálcio (mg/ dL) registrados para os grupos PS, PL, FL e ML foram respectivamente de 13,73  $\pm$  2,53; 9,13  $\pm$  0,55; 10,72  $\pm$  1,33; 9,75  $\pm$  1,15, não houve diferença (p>0,05) entre o PS e o FL e entre o PL e o ML, porém houve diferença (p<0,05) entre o PS e FL em relação aos grupos PL e ML. Os animais do grupo PL apresentaram os menores valores, devido à elevada demanda desse elemento para a produção leiteira. As variações nas concentrações desses íons podem indicar alterações no metabolismo e deve ser monitorado, principalmente em vacas no pós-parto. Os valores de fósforo e magnésio não apresentaram diferencas (p>0,05) entre as fases produtivas. As concentrações de fósforo (mg/dL) foram 6,48  $\pm 0.91$ ;  $6.37 \pm 1.43$ ;  $7.16 \pm 0.47$ ;  $5.90 \pm 1.27$  e de magnésio (mg/dL)  $2.12 \pm 0.13$ ;  $2.03 \pm 0.05$ ;  $2.04 \pm 0.15$ ;  $2.02 \pm 0.19$  para os grupos PS, PL, FL e ML, respectivamente. De acordo com resultados encontrados conclui-se que as fases produtivas em vacas leiteiras influenciam apenas os valores séricos de cálcio.

Palavras chave: cálcio, fósforo, magnésio, fases produtivas.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo.

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> Médico Veterinário do Centro Diagnóstico Veterinário, Vitória – ES.

<sup>\*</sup>Autor responsável. Email: sf.carol@live.com



## DESEMPENHO DE VACAS MESTIÇAS MANEJADAS EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU COM INTERVALO ENTRE DESFOLHAS FIXO OU VARIÁVEL

ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>; WELLITON BARROS DE MAGALHÃES<sup>2</sup>; CARLOS AUGUSTO DE MIRANDA GOMIDE<sup>3</sup>; JOÃO BATISTA RODRIGUES DE ABREU<sup>4</sup>, RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>; TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>; <u>ANTONIO</u> DELUNARDO PANDOLFI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>·Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UENF, Campos dos Goytacazes, Brasil, Bolsista da FAPERJ. e-mail: <a href="mailto:alisson@uenf.br.">alisson@uenf.br.</a>; <sup>2</sup>·Discente do Curso de Agronomia – UFRRJ.; <sup>3</sup>·Pesquisador da EMBRAPA Gado de leite.; <sup>4</sup>·Professor Adjunto do Instituto de Zootecnia - UFRRJ. <sup>5</sup>·Discente de mestrado da UFES.

O grande mérito da utilização de sistemas intensificados de produção de leite em condições de pastagem é a produção por área e não por vaca, sendo assim, as práticas de manejo são orientadas no sentido de proporcionar maior lotação nas pastagens uma vez que o aumento na lotação das pastagens é o que contribui mais decisivamente para o aumento na produtividade de leite na propriedade. Nesse contexto, novas estratégias de manejo de pastagens baseadas em períodos flexíveis de descanso vêm sendo estudadas com o intuito de utilizar de forma mais eficiente o potencial de nossas gramíneas, A partir disso, o objetivo com este estudo foi de avaliar a produção de leite de vacas mestiças manejadas em pastos com intervalo entre desfolhas fixo ou definidos com base na interceptação luminosa de 95% pelo dossel. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco-MG da EMBRAPA Gado de Leite onde foi verificada, diariamente, a produção de leite de vacas mesticas manejadas sob lotação intermitente com capim-Marandu (Brachiaria brizantha cv. Marandu) conforme os tratamentos: intervalo entre desfolhas fixo de 30 dias ou variável conforme a interceptação luminosa de 95% pelo dossel. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com duas repetições. Cada repetiçõo era composta por onze piquetes de aproximadamente 820 m<sup>2</sup>, para pastejo de quatro vacas lactantes com peso médio de 458±50 Kg. O período de ocupação de três dias foi o mesmo para ambos os tratamentos. No tratamento com intervalo entre desfolhas variável os animais retornavam ao primeiro piquete pastejado quando esse alcançava 95% de interceptação luminosa pelo dossel, independente do numero de dias. A produção de leite por área verificada para ambos os tratamentos estudados foi de 3.485 e 5.222 kg/ha, respectivamente, para o intervalo entre desfolhas fixo e o variável. O maior número de ciclos de pastejo alcançados no tratamento baseado em intervalo entre desfolhas variável pode explicar essa diferença, já que possibilitou uma redução de 15 dias no intervalo entre desfolhas em relação ao manejo com período de descanso fixo. O valor nutricional, o rendimento da forragem além do número de piquetes necessários ao seu manejo, podem ser determinados positivamente por intervalos entre desfolhas mais curtos, o que pode ajudar a explicar a maior produção por área observada no manejo baseado na interceptação luminosa de 95%. Sendo assim, os resultados dos dados indicam que no período das chuvas, o manejo baseado em intervalos entre desfolhas flexíveis tendo como critério de manejo a interceptação luminosa de 95% pelo dossel, permite obter uma maior produção de leite por área.

Palavras-chave: Brachiaria brizantha, interceptação luminosa, intermitente, pastagens.



#### DESEMPENHO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 ASSOCIADO A NÍVEIS CRESCENTES DE CONCENTRADO

ADRIANO CONTI HUPP¹; THIAGO JACCOUD MACHADO²; BÁRBARA DO NASCIMENTO LEMOS HUPP³; CRISTIANO FALCÃO TAVARES⁴; MARIO SANTOS DE AZEVEDO⁴; ANTÔNIO CARLOS CÓSER⁵; PRISCILA ALVAREZ CABANÊZ⁶

<sup>1</sup>Médico Veterinário, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto Federal do Espírito Santo/Campus de Alegre. e-mail: <a href="mailto:achupp@ifes.edu.br">achupp@ifes.edu.br</a>; <sup>2</sup>Zootecnista, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo; <sup>3</sup>Médica Veterinária, Mestranda em Ciências Veterinárias - CCA/UFES; <sup>4</sup> Graduando em Zootecnia - CCA/UFES; <sup>5</sup> Docente - CCA/UFES; <sup>6</sup> BSc. Biologia - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre - Alegre, ES

O manejo alimentar adequado é fundamental para o sucesso da produção animal, onde se busca ajustar o aporte nutricional com as exigências dos animais. Assim, avaliar o desempenho animal é considerado uma importante ferramenta para o ajuste de dietas, pois serve de suporte às pesquisas e à implementação de medidas eficientes de manejo alimentar do rebanho. Neste sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho de cordeiros alimentados com feno de Tifton 85 associado a níveis crescentes de concentrado. Foram utilizados 24 cordeiros desmamados, não castrados, com PV inicial de 20,99 kg ± 3,62 kg, distribuídos em quatro tratamentos experimentais, em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. O período experimental teve duração de 98 dias (Outubro de 2012 a Janeiro de 2013), sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais às novas condições de ambiente, manejo e alimentação. As dietas foram fornecidas ad libitum duas vezes ao dia, sendo constituídas de feno de Tifton 85 (Cynodon spp) e suplemento concentrado (0,0; 0,66; 1,33 e 2,0% do peso vivo (PV)). Os animais foram submetidos a pesagens individuais a cada 14 dias. O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado por meio da técnica de indicadores externos utilizando a Lignina Isolada Purificada Enriquecida (LIPE®) enquanto o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e de proteína bruta (CPB), a partir dos teores de suas frações presentes nas dietas. Os resultados revelaram que houve aumento nos CMS e de CPB e semelhança nos CFDN com o aumento nos níveis de concentrado. O ganho de PV diário por animal apresentou uma resposta linear quando se aumentou os níveis de concentrado e os maiores valores verificados quando se incluiu à dieta 2% de concentrado. Resposta semelhante foi obtida para o ganho de peso total por tratamento.

Palavras-chave: consumo; desempenho animal; ovinos.



# COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PH E PERDAS NUTRICIONAIS DURANTE A FERMENTAÇÃO DE SILAGENS DE CANA DE AÇÚCAR COM DIFERENTES ADITIVOS¹

<u>PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES</u><sup>2</sup>, BRUNO BORGES DEMINICIS<sup>3</sup>, GUILHERME SANTOS FREITAS<sup>2</sup>, ANTONIO DELUNARDO PANDOLFI FILHO<sup>2</sup>, ISABELA MORAES AMORIM<sup>4</sup>, BRÁULIO PÊGO DE FARIA<sup>5</sup>, RODRIGO SANTOS FREITAS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Projeto Financiando pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo- FAPES.; <sup>2</sup>Zootecnista, Mestranda em Ciências Veterinárias do PPGCV da UFES, Bolsista CAPES.e-mail: <a href="mailto:patriciarodrigues\_zootec@hotmail.com">patriciarodrigues\_zootec@hotmail.com</a>; <sup>3</sup>Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia do CCA-UFES.; <sup>4</sup>Graduando do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre. <sup>5</sup>Médico Veterinário, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre.

A administração de cana-de-açúcar como suplemento volumoso para ruminantes durante o período de falta de chuvas é prática das mais interessantes, pela disponibilidade da forragem neste período crítico, como também pelos relatos de ser este alimento, quando adequadamente suplementado com fontes de nitrogênio, de amido e de minerais, adequado para vacas em lactação. Entre as formas de conservação que começaram a ser estudadas, a sacarina, ou fermentação aeróbica da cana adicionada de uréia e mistura mineral, apesar de parecer um método promissor, requereu no entanto um trabalho considerável e até certo ponto artesanal, dificultando a propagação da metodologia. A ensilagem surgiu como um desenvolvimento natural dos estudos, apesar de registros da literatura acusarem qualidade significativamente inferior da silagem de canade-acúcar, em relação à forragem fresca, devido ao excesso de acúcares solúveis presentes nessa planta. O experimento foi realizado com objetivo de verificar a eficiência de diferentes aditivos sobre o valor nutritivo, pH e perdas durante o processo fermentativo de silagem de cana de açúcar. Os tratamentos consistiram em controle (sem aditivo); fubá de milho, a 10% da matéria natural; melaço, a 10% da matéria natural; uréia, a 2% da matéria natural e inoculante microbiano para silagem de cana de acúcar (Lactobacillus plantarum - Kera-Sil®), na proporção de 2g/L de água, utilizando 2 litros da solução por tonelada ensilada. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 5 repetições. O tratamento com ureia proporcionou a confecção da melhor silagem, levando em consideração o pH e composição bromatológica quando comparadas às silagens confeccionadas com os outros aditivos testados. A cana de acúcar ensilada apresentou perda de matéria seca média de 5.86% não diferindo quanto aos aditivos utilizados, houve acréscimo no teor de proteína bruta quando utilizada uréia (2% na Matéria Seca) e as perdas de fibra em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais e cinzas não diferiram entre os tratamentos.

Palavras-chave: cana de acúcar, conservação de forragem, silo



## COMPORTAMENTO INGESTIVO E CONSUMO DE NUTRIENTES DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 ASSOCIADO A NÍVEIS CRESCENTES DE CONCENTRADO

THIAGO JACCOUD MACHADO<sup>1</sup>; ADRIANO CONTI HUPP<sup>2</sup>; BÁRBARA DO NASCIMENTO LEMOS HUPP<sup>5</sup>; CRISTIANO FALCÃO TAVARES<sup>3</sup>; MARIO SANTOS DE AZEVEDO<sup>3</sup>; ANTÔNIO CARLOS CÓSER<sup>4</sup>; FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Zootecnista, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. e-mail: thiagojaccoud@hotmail.com; <sup>2</sup> Médico Veterinário, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto Federal do Espírito Santo/Campus de Alegre; <sup>3</sup> Graduando em Zootecnia - CCA/UFES; <sup>4</sup> Docente do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias - CCA/UFES
<sup>5</sup> Médico Veterinário, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - CCA/UFES

A avaliação do comportamento ingestivo é considerada uma importante ferramenta para avaliação de dietas, pois serve de suporte às pesquisas e à implementação de medidas mais eficientes de manejo alimentar do rebanho para obtenção de melhor desempenho produtivo e reprodutivo. Neste sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o comportamento ingestivo e o consumo de nutrientes de cordeiros mestiços da raça Santa Inês alimentados com feno de Tifton 85 suplementado com concentrado. Foram utilizados 20 cordeiros, não castrados, com peso vivo inicial de  $20.3 \pm 3.6$  kg, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram estudados quatro tratamentos constituídos por feno de Tifton 85 associado a níveis crescentes de suplemento concentrado (0,0; 0,66; 1,33 e 2,0% PV). As dietas foram fornecidas ad libitum duas vezes ao dia. Os animais foram submetidos à observação por períodos integrais de 24 horas, em intervalos de dez minutos, para avaliação das atividades comportamentais. O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado por meio da técnica de indicadores externos utilizando o LIPE<sup>®</sup>, enquanto o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e de proteína bruta (CPB) foram obtidos a partir dos teores de suas frações presentes nas dietas. Houve efeito dos níveis de concentrado sobre o CMS e o CPB, além do tempo despendido com a alimentação (TAL) e com a ruminação (TRU), em min/dia e min/kg de MS, FDN e PB, e tempo despendido com o ócio (TOC), em min/dia. Não se observou diferenca para o CFDN, tempo de mastigação (seg/bolo, nº/min e nº/dia), número de períodos de alimentação e ruminação e o tempo despendido por período de ruminação e ócio, bem como para as frequências das variáveis fisiológicas. Em contrapartida, as eficiências de alimentação e ruminação em g de MS e PB foram influenciadas e apresentaram efeito linear crescente com o incremento do nível de concentrado. De modo inverso, a eficiência de alimentação e ruminação em g de FDN apresentou comportamento inverso.

Palavras-chave: eficiência de alimentação, etologia, mastigação merícica



#### COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO CORPORAL E PREVALÊNCIA DA OBESIDADE FELINA EM ALEGRE – ES

### AGUINALDO FRANCISCO MENDES JUNIOR¹, KARINA PREISING APTEKMANN¹; CAMILA BONNA PASSOS¹.

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária - Universidade Federal do Espírito Santo; aguinaldo\_zootec@hotmail.com

A prevalência de sobrepeso ou obesidade na população de gatos está entre 19 e 52% (LUND et al., 2005), demonstrando a importância de se reconhecer e tratar a obesidade como uma doença nutricional comum em felinos. A obesidade ou até mesmo o sobrepeso geralmente não são difíceis de serem reconhecidos, porém não existe um método ideal para a determinação da obesidade em gatos, devendo-se realizar uma abordagem integrada. Objetivou-se comparar os diferentes métodos de avaliação de condição corporal, estabelecer valores de referência para o índice de massa corpórea e medida da circunferência abdominal em gatos, além de estabelecer a prevalência de gatos obesos no município de Alegre – Espírito Santo. Foram realizadas visitas residenciais, no município de Alegre– ES, para selecionar os gatos domiciliados utilizados neste estudo, incluidos todos os gatos, independente da raça, sexo e idade, totalizando 50 animais. Todos os gatos foram submetidos aos métodos de avaliação corporal, com determinação do peso corporal, ECC e IMC felino (adaptado), o qual foi estabelecido pela seguinte fórmula matemática: IMC Felino = peso corporal (Kg) / comprimento da coluna (m). A porcentagem de gordura corporal (%GC) foi calculada utilizando-se medidas da circunferência torácica (CT), e da distância entre o calcâneo e a patela (DCP), em

centímetros:  $\%GC = (\frac{(CT)}{0,7067}) - DCP)$  para a análise estatística foi utilizado o método de correlação de Spearman, com nível de significância de 0,05. Baseado no ECC, a prevalência de sobrepeso (ECC 7) e obesidade (ECC 9) em gatos foi de 14%, sendo que três animais apresentaram ECC máximo, indicando uma prevalência de 6% de obesidade mórbida. A prevalência da obesidade ou sobrepeso foi de 14% na população felina estudada. Todos os métodos de avaliação corporal correlacionaram-se entre si. A utilização das medidas morfométricas para determinação da %GC não é uma ferramenta segura para o diagnóstico da obesidade em felinos. Com relação à circunferência abdominal, determina-se que animais obesos ou com sobrepeso apresentam valores acima de 40 cm.

Palavras Chave: Gatos, Condição corporal, Diagnóstico.



## CEPAS PATOGÊNICAS DE ESCHERICHIA COLI DE CONTEUDO INTESTINAL DE LEITÕES ALIMENTADOS COM DIFERENTES DIETAS CONTENDO COMPLEXO MULTIENZIMÁTICO ALLZYME **SSF\***

TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>, RITA DA TRINDADE RIBEIRO NOBRE SOARES<sup>2</sup>, RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>, MARIA DE LOURDES AMARAL BERNARDINO<sup>3</sup>, <u>JÚLIO FRANCISCO VALIATI MARIN</u><sup>4</sup>, MÁRCIO MANHÃES FOLLY<sup>2</sup>, ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doutorando(a) em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>2</sup>Professor(a) da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>3</sup>Técnica de nível superior da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; <sup>4</sup>Mestrando em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; <sup>\*</sup>Complexo Multienzimático Allzyme SSF da Empresa Alltech do Brasil.

A colibacilose é a maior causa de doença e morte em leitões recém-desmamados, a doença é causada por cepas enterotoxigênicas de Escherichia coli (E. coli), que leva à diarreia aquosa e resulta em desidratação severa. Escherichia coli é um dos agentes etiológicos mais frequentemente isolados em casos de diarreia em leitões, a maioria das cepas de E. coli no trato gastrintestinal são comensais não patogênicos e estão presente em títulos baixos. Cepas toxigênicas de E. coli se aderem a receptores específicos localizados na superfície de enterócitos, colonizam a superfície celular e secretam toxinas que induzem a hipersecreção pelas células do intestino ou interferem com a síntese proteica das células acarretando diarreia nos animais devido à alteração do fluxo de água e eletrólitos. A presença de cepas hemolíticas de E. coli propicia aumento significativo da porcentagem de frequência de genótipos de enterotoxinas e fímbrias. O objetivo do estudo foi avaliar a presença de E. coli hemolítica em conteúdo intestinal de leitões alimentados com dietas com complexo multienzimático Allzyme da empresa Alltech. No laboratório fragmentos do intestino delgado foram flambados e posteriormente foram recolhidas amostras do conteúdo intestinal. As amostras foram submetidas, a princípio, a testes bacteriológicos com utilização de meios de cultura específicos para isolamento e identificação de Escherichia coli toxigênica hemolítica. O isolamento bacteriano foi realizado a partir de amostras do conteúdo intestinal dos intestinos de leitões em agar sangue e MacConkey, incubados por 24 horas, à temperatura de 37°C. Das 48 amostras processadas, todas apresentaram E. coli (100%), porém, destas, em nenhuma foi observado hemólise parcial ou total, representando baixo ou nenhum potencial patogênico no conteúdo intestinal dos leitões, devido à ausência da E. coli hemolítica. As possíveis explicações para este fato seriam que o manejo de desmame utilizado, não propiciou a infecção dos leitões desmamados ainda jovens; que a frequência de cepas patogênicas varia muito dependendo da faixa etária dos animais, uma vez que, à medida que os animais ficam mais velhos tornam-se mais resistentes. Apesar de nenhuma das amostras do conteúdo intestinal dos leitões ter apresentado E. coli hemolítica, somente a utilização da característica hemolítica não é suficiente para se identificar amostras diarreicogênicas de E. coli em leitões. Inicialmente tinha se proposto oferecer dietas alternativas para controle da diarreia aquosa devido a E.coli hemolítica, grande causadora colibacilose em leitões, diminuindo custos e a utilização de antimicrobianos para minimizar a resistência aos antibióticos. No entanto, com os resultados não foi possível oferecer dietas alternativas, pois o que foi observado neste projeto é que não se observa ocorrência de colibacilose e diarreia aquosa causada por bactéria E. coli hemolítica nos leitões ao realizar controle sanitário de higiene e profilaxia eficientes.

Palavras- chave: Bactérias patogênicas, Desmame, Enterotoxinas, Enzimas.



#### CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO REPRODUTIVO DE PROPRIEDADES DA AGRICULTURA FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE ALEGRE, ESTADO DO ESPIRÍTO SANTO

RENAN ZAPPAVIGNA COSTA STARLING<sup>1</sup>, FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA<sup>1</sup>, MATHEUS THOMAZINI DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, THIAGO FREITAS DA COSTA<sup>2</sup>, GABRIEL UZAI<sup>2</sup>, ANA CLAUDIA HEBLING MEIRA<sup>3</sup>, GRAZIELA BARIONI<sup>1</sup>, JEANNE BROCH SIQUEIRA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES.; <sup>2</sup> Graduandos do curso de Medicina Veterinária CCA/UFES, Alegre-ES.; <sup>3</sup> Docente do Departamento de Medicina Veterinária CCA/UFES, Alegre-ES

Objetivou-se com este estudo avaliar o manejo reprodutivo de propriedades rurais da agricultura familiar no Município de Alegre. Foram realizadas visitas a 19 propriedades produtores de leite durante o período de Julho de 2011 a agosto de 2013. O formulário diagnóstico continha questões referentes ao manejo reprodutivo da propriedade, incluindo o tipo de cobertura realizada (monta natural ou inseminação artificial), em caso de monta natural, a proporção touro: vaca, realização ou não de exame andrológico e ginecológico dos animais; introdução de novilhas na reprodução; idade ao primeiro parto; intervalo entre partos e identificação de problemas reprodutivos. Os resultados foram analisados por meio de estatísticas descritivas. De todas as propriedades visitadas, 52,6% (n=10) dos produtores utilizam a monta natural para cobertura de suas fêmeas; 15.8% (n=3) utilizaram inseminação artificial e o restante, 21,05%:( n= 4) não souberam responder. Daqueles que utilizam a monta natural, sete deles (70%) não souberam responder qual a proporção touro:vaca e 30% (n= 3) utilizam entre 6 a 30 vacas para cada touro. Nenhuma das propriedades, mesmo utilizando montas naturais para a cobertura das matrizes realizam como rotina o exame andrológico de seus reprodutores e, em apenas duas propriedades, são realizados exames ginecológicos de rotina. Para a primeira cobertura das novilhas, 68,4% (n=13) das propriedades não utilizavam nenhum critério de seleção como peso, idade e exame ginecológico para iniciar as fêmeas na reprodução; 15,8% (n=3) não souberam responder e outros 15,8% utilizam apenas o peso como indicativo que as novilhas poderiam iniciar a sua vida reprodutiva. A média de idade ao primeiro parto e intervalo entre partos foi de 29.42 e 13.07 meses, respectivamente. Não houve relatos sobre a incidência de problemas reprodutivos nas propriedades visitadas o que não reflete as informações anteriores obtidos e as baixas taxas reprodutivas observadas. Verifica-se ausência de conhecimento e controle das atividades reprodutivas no rebanho. A ausência de realização de exames andrológico e ginecológico pode refletir em problemas reprodutivos e baixa taxa de prenhez, visto que os animais inaptos à reprodução devem ser imediatamente descartados do rebanho. Os índices reprodutivos e consequente produção de leite são prejudicados, por falta de informação e assistência técnica. Outro fato observado é que os produtores ou funcionários responsáveis não souberam responder a muitas das questões o que demonstra descontrole da atividade. A média de intervalo entre partos (13,07 meses), que quase alcança a média ideal de 12 meses, possivelmente foi uma informação errônea fornecida, já que não se faz nenhum controle reprodutivo. É necessária maior assistência técnica aos produtores da agricultura familiar no município de Alegre para melhoria da performance reprodutiva e consequente aumento da produção leiteira.

Palavras Chave: Monta Natural; Inseminação Artificial; Exame Andrológico, Exame ginecológico.



### CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO DA ORDENHA E TRANSPORTE DO LEITE NA MICRORREGIÃO DO CAPARAÓ

<u>FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA<sup>1</sup></u>, RENAN ZAPPAVIGNA COSTA STARLING<sup>1</sup>, GRAZIELA BARIONI<sup>2</sup>, JEANNE BROCH SIQUEIRA<sup>2</sup>, MATHEUS THOMAZINI OLIVEIRA<sup>3</sup>, ANA CLÁUDIA HELDLING MEIRA<sup>3</sup>, GABRIEL JOSÉ SILVA IJZAI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES. e-mail: fleferraz@hotmail.com; <sup>2</sup> Professor do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, CCA/UFES, Alegre/ES.; <sup>3</sup> Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo. ES - BRASIL.

Economicamente a ordenha demanda aproximadamente 60-80% de mão-de-obra necessária nos serviços de estábulo, tornando-se, assim, indispensável à maximização de sua eficiência para obtenção de um rendimento adequado na exploração leiteira. Objetivou-se com este estudo realizar um levantamento quanto ao local e o tipo de ordenha de 49 propriedades rurais da agricultura familiar, produtores de leite, da microrregião do Caparaó no Espírito Santo durante o período de Julho de 2011 a agosto de 2013. As propriedades pertencem a sete diferentes municípios: Alegre (1), Divino São Lourenço (2), Jerônimo Monteiro (3), Ibatiba (4), Ibitirama (5), Iurupi (6) e Iúna (7). Foi realizada a aplicação de questionário ao proprietário, o formulário continha questões referentes ao manejo de ordenha e incluiu: o tipo de ordenha utilizada na propriedade (manual ou mecânica), tipo de cobertura e piso do curral, presença ou não de fossa e disponibilidade de água. Os resultados foram analisados por meio de análise estatística descritiva. Houve um resultado semelhante entre as propriedades que utilizam ordenha manual ou mecânica. No município 1, 63,1% (12 propriedades) utilizam a ordenha manual, nos municípios 2 e 6, 100% também utilizam ordenha manual, no município 3, 100% utilizam ordenha mecânica e nos outros municípios (4, 5 e 7), foram 50% das propriedades para cada tipo de ordenha, 100% das propriedades em todos os municípios tinham cobertura e água disponíveis no curral. Quanto ao piso, entre piso de concreto, chão batido e pedra, nos municípios 4, 5 e 6, 100% das propriedades tem chão batido no curral e, nos outros municípios a grande maioria também (mais de 90%). Da mesma maneira, cerca de 90% nas propriedades em todos os municípios não possui fossa de ordenha, no entanto, todas elas possuem água disponível. Na grande maioria das propriedades cerca de 80% nos municípios 1, 2, 3 5 e 6, o resfriamento do leite após a ordenha é por meio de tanque de expansão, nos municípios 4 e 7 a taxa é de 100%. A capacidade do resfriador variou bastante entre as propriedades. Foram relatados tanques com capacidade de 100 a 4000 litros de leite. A frequência de coleta do leite do resfriador, feita na maioria das vezes pelo próprio produtor até o laticínio. ocorre a cada três dias em mais de 85% das propriedades. Possuir no local de ordenha água em abundância e manter a higiene é fundamental para a qualidade do leite e para a saúde do úbere. A tendência é que os receptores de leite (cooperativas, laticínios) recompensem o produtor pela qualidade do leite, uma vez que existem esforços por parte do poder público para que o leite brasileiro atinja melhores padrões de qualidade.

Palavras-chave: Leite, boas práticas agropecuárias, produção de leite.



#### AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A ESTIMATIVA DE CONSUMO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON 85 ASSOCIADO A NÍVEIS CRESCENTES DE CONCENTRADO

THIAGO JACCOUD MACHADO<sup>1</sup>; ADRIANO CONTI HUPP<sup>2</sup>; PRISCILA ALVAREZ CABANÊZ<sup>3</sup>; MARIO SANTOS DE AZEVEDO<sup>4</sup>; CRISTIANO FALCÃO TAVARES<sup>4</sup>; GERCÍLIO ALVES DE ALMEIDA JÚNIOR<sup>5</sup>; FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Zootecnista, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. e-mail: thiagojaccoud@hotmail.com; <sup>2</sup> Médico Veterinário, MSc. Ciências Veterinárias - CCA/UFES, Instituto Federal do Espírito Santo/Campus de Alegre; <sup>3</sup>BSc. Biologia - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre - Alegre, ES; <sup>4</sup> Graduando em Zootecnia - CCA/UFES; <sup>5</sup> Docente - CCA/UFES; <sup>6</sup> Médico Veterinário, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - CCA/UFES

Apesar da elevada disponibilidade de terras agricultáveis e das condições climáticas adequadas ao crescimento de gramíneas forrageiras, a intensificação do processo produtivo levou à grande concentração de animais em áreas cada vez mais restritas. Neste sentido, o número de animais criados em confinamento e semiconfinamento tem aumentado visando à obtenção de animais jovens para o abate e a redução da incidência de problemas sanitários, promovendo melhorias no desempenho produtivo e reprodutivo do plantel. Porém, o consumo de matéria seca (CMS) é considerado uma medida crítica para que o nutricionista faça inferências a respeito do alimento e da resposta animal, especialmente em condições de pastejo e de confinamento, quando os animais são alimentados em grupo, em que a mensuração do consumo individual não pode ser realizado diretamente pela diferença entre a quantidade do material ofertado e as sobras. Por isso, torna-se necessária a utilização de metodologias alternativas precisas e menos invasivas para obtenção de estimativas acuradas. Neste sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar as estimativas de consumo individual em cordeiros pela técnica LIPE® e pela diferença de peso entre o alimento ofertado e as sobras da dieta por interpolações a partir da variável comportamental tempo de alimentação. Foram utilizados 20 cordeiros, não castrados, com peso vivo inicial de 20,3 ± 3,6 kg, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram estudados quatro tratamentos constituídos por feno de Tifton 85 associado a níveis crescentes de suplemento concentrado (0,0; 0,66; 1,33 e 2,0% PV). As dietas foram fornecidas ad libitum duas vezes ao dia. Os resultados evidenciaram efeito significativo dos diferentes níveis de concentrado sobre o CMS e o CPB pelas diferentes metodologias de estimação empregadas, enquanto, o CFDN e o CFDA não foram influenciados, apresentando comportamento inverso. Em relação ao consumo das frações de MS, FDN, FDA e PB entre as avaliações, observou-se um efeito linear crescente, com maiores valores na segunda avaliação. As estimativas de consumo individual obtidas pela diferença de peso entre o alimento ofertado e as sobras a partir de interpolações do tempo de alimentação dos animais foram superiores aos do LIPE<sup>®</sup>. No entanto, verificou-se uma alta associação entre as metodologias para estimativas de consumo de MS e PB, indicando que ambas as técnicas podem ser utilizadas para estimar o consumo individual de cordeiros em confinamento.

Palavras-chave: indicador externo, matéria seca, suplementação concentrada



#### AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS SEXUAIS DE Brachiaria spp.

ANTONIO DELUNARDO PANDOLFI FILHO<sup>1</sup>; PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES<sup>1</sup>; GUILHERME SANTOS FREITAS<sup>1</sup>; MATHEUS CRUZ OLIVEIRA<sup>1</sup>; GEOVANI FERREIRA ALVES<sup>2</sup>; BRUNO BORGES DEMINICIS<sup>1</sup>; CACILDA BORGES DO VALLE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo; <sup>2</sup> Embrapa Gado de Corte; Instituições financiadoras: Embrapa, Unipasto, Fundect, CNPq, Capes, Fapes, UFES

As gramíneas do gênero Brachiaria são as mais cultivadas no Brasil por apresentarem boa produção forrageira, serem de fácil manejo e propagadas por sementes. Devido à relevância e ao interesse econômico nesse gênero, objetivou-se avaliar progênies de meios irmãos sexuais com base em caracteres agronômicos, visando gerar conhecimentos que favorecam o lancamento de novas cultivares pela selecão de indivíduos entre e dentro de progênies. Foram utilizadas 21 famílias de meios irmãos com 50 indivíduos cada, além de cinco cultivares comerciais com mesmo número de indivíduos que serviram como testemunhas. As plantas foram distribuídas em dez blocos balanceados, dos quais se coletou o dado de produção de matéria seca total de cada planta individual. A análise estatística foi realizada com emprego do software SELEGEN-REML/BLUP. Os resultados obtidos analisados pelo teste LRT demonstraram haver diferença entre os tratamentos, evidenciando a variabilidade genética entre as populações. A acurácia experimental foi de 89,7%, considerada elevada, assegurando confiabilidade aos resultados obtidos. A herdabilidade foi de 80,5%, sendo considerada de magnitude elevada. As genitoras sexuais que tiveram melhor desempenho foram: BS09Poli, HS09 e HS92, tendo ganho por seleção de 27,2%. Adotando-se a intensidade de seleção de 10% dos híbridos observou-se que destes 11,4, 9,5 e 9,5% são destas progenitoras, respectivamente, havendo ganho por seleção de 46,3%. Adotando-se a intensidade de seleção de 1% dos híbridos observou-se que destes 27,3, 18,2 e 9,1% são destas progenitoras, respectivamente, havendo ganho por seleção de 81,6%. Estes dados permitem afirmar que expressivos ganhos por seleção em produção de massa seca podem ser obtidos a partir da seleção em famílias de meios irmãos. Além disso, é possível fazer a seleção dos melhores indivíduos, que ao participarem de novos cruzamentos permitirão obter ganhos significativos no programa de melhoramento.

Palavras-chave: B. brizantha, B. decumbens, B. ruziziensis, melhoramento



#### Proechimys guyannensis COMO POTENCIAL RESERVATORIO PARA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA

### STELA RECHINELLI PASSOS<sup>1</sup>\*, PAULO MARCOS AMARAL<sup>1</sup>, MARCOS SANTOS ZANINI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo

No Brasil, Leishmania (Viannia) braziliensis é o principal agente causador da Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA). Roedores do gênero Proechimys são relatados como reservatórios de L. (L.) amazonensis na região Amazônica, e questiona-se se apresenta mesma função para L. (V.) braziliensis. O objetivo deste estudo é verificar o acompanhamento de animais da espécie P. guyannensis após infecção experimental por L. (V.) braziliensis, verificando sua capacidade de manutenção da infecção e amplificação da população de parasitos na pele. Para isto, 14 machos de P. guyannensis nascidos em cativeiro (biotério da Universidade Federal de São João D'el Rei) foram recebidos e mantidos nas dependências do laboratório de Microbiologia e Imunologia da UFES. Após adaptação de sete dias, os animais foram divididos em dois grupos (n=7), nos quais foram inoculadas 106 formas promastigotas quantificadas em câmara de Neubauer, por via intradérmica. No grupo 1, as formas promastigotas utilizadas foram obtidas a partir de cultura em meio NNN-LIT + 10% de soro fetal bovino de tecido de lesões de cães infectados, provenientes do Centro de Controle de Zoonoses de Guarapari, ES. A infecção dos cães por L. (V.) braziliensis foi comprovada com a técnica de PCR a partir de fragmento coletado do tecido lesionado de cães anestesiados com associação de quetamina e xilazina. O grupo 2 foi inoculado com formas promastigotas da amostra de referência MHOM/BR/75/M2903 cedida pela Coleção de Leishmania do Instituto Oswaldo Cruz. Para inoculação experimental nos roedores, estes foram sedados com associação de cetamina e xilazina, e foram inoculadas formas promastigotas no pavilhão auricular direito, focinho e coxim palmar do membro pélvico direito. O acompanhamento dos animais infectados foi realizado por 180 dias, por meio da técnica de PCR e cultura de fragmentos de tecido coletados do local da inoculação; assim como observação de possível desenvolvimento de lesões. A cada 90 dias foram coletados fragmentos do tecido no local onde foram realizadas as inoculações. A partir destes fragmentos realizou-se a técnica de PCR e cultura dos microrganismos com metodologia semelhante a anteriormente citada. Em nenhum dos animais de ambos os grupos foi verificado material genético do parasita nos tecidos avaliados. Não houve crescimento do protozoário nos meios de cultura, e os animais não apresentaram sinal indicativo de doença até o período de 180 dias após a infecção. Assim como verificado a respeito da leishmaniose visceral, de acordo com o resultado de nossa pesquisa, o animal não mostrou-se apto a amplificação da população de L. (V.) braziliensis na pele, bem como não permitiu o isolamento do parasita em seus tecidos durante os 180 dias de acompanhamento pós-infecção. Assim, aparentemente não exerce função importante no ciclo de transmissão da LTA causada por L. (V.) braziliensis.

Palavras-chave: Proechimys, Leishmania, Leishmaniose Tegumentar Americana, reservatório, infecção experimental.

<sup>\*</sup>stelarpassos@hotmail.com



# PREPARAÇÃO DE EXTRATOS, ÓLEO ESSENCIAL E IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS DE PLANTAS MEDICINAIS PARA USO EXPERIMENTAL E MEDICINAL

DANIELLE FERREIRA VIEIRA<sup>1</sup>, <u>ANDERSON BARROS ARCHANJO</u><sup>1</sup>, ADILSON VIDAL COSTA<sup>2</sup>, VAGNER TEBALDI DE QUEIROZ<sup>2</sup>, PATRÍCIA F. PINHEIRO<sup>2</sup>, LENIR CARDOSO PORFIRIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Farmácia do CCA-UFES, Alegre, ES.; <sup>2</sup> Professores do Departamento de Química da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.; <sup>3</sup> Professora do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo, ES.

O presente trabalho propôs o preparo de extratos, óleo essencial e identificação dos compostos químicos das plantas medicinais para utilização em trabalhos experimentais e medicinais. A identificação botânica da planta foi realizada na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, no qual a exsicata foi depositada sob o nº CGMS - 32.494 - Meliaceae - Melia azedarach. (cinamomo) e Chenopodium ambrosioide L. (erva-desanta-maria) sob o nº CGMS 32.496. As amostras frescas das partes aéreas do cinamomo, erva-de-santamaria, Alternanthera brasiliana (terramicina) foram coletadas no horto de plantas medicinais localizadas na área experimental do CCA-UFES, no município de Alegre. Os bulbos do Allium sativum (alho) foram obtidos no comércio local. A preparação dos extratos foi realizada nos laboratórios de Fitoquímica e de Fitoterapia do Centro de Ciências Agrárias da UFES e as técnicas foram às recomendadas pela Farmacopéia Brasileira (1977 e 1988). Para o extrato glicólico foram pesadas 200g de cada planta, acondicionadas em frascos com 1000 mL de propilenoglicol. Para o extrato hidroalcoólico foram pesadas s 200g das plantas e acondicionadas em frascos de vidro âmbar com 1000 mL de solução hidroalcoólica a 70%, remacerado por três vezes, a solução extrativa foi colocada em rotaevaporador até evaporação total do solvente e armazenada a -20°C até a utilização. Para obtenção do óleo essencial das partes aéreas de cinamomo, ervade-santa-maria e do alho, utilizou-se a hidrodestilação em aparelho de Clevenger. O óleo essencial obtido foi armazenado a -20°C até a utilização. Não foi obtido óleo essencial das folhas, flores ou frutos do cinamomo, por hidrodestilação, possivelmente haja necessidade de outra técnica de extração. Das partes aéreas da erva-de-santa-maria obteve-se o óleo essencial, com rendimento de 0.2%. As análises dos compostos químicos das amostras de Chenopodium ambrosioides L foram realizadas no Laboratório de Química do CCA-UFES para determinação das principais classes químicas de metabólitos especiais, pelas técnicas descritas por Matos (1997). Obteve-se a presença de triterpenoides e esteroides, saponinas, compostos fenólicos, taninos e catequinas. Houve o preparo do extrato aquoso, pela técnica de infusão de Alternanthera brasiliana e o bulbo de Allium sativum foi seco e moído. O presente trabalho proporcionou material adequado para experimentação em dois projetos de PIBIC-UFES, um projeto de mestrado do Programa do Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES e um projeto de extensão financiado pela SAMARCO e subprojeto pelo MDA, todos coordenados pela orientadora desse projeto e coorientadora de dois projetos no IFES de Alegre, sob a orientação pelo professor Atanásio do Amaral e pela professora Aparecida de Fátima Madella de Oliveira. Conclui-se que os objetivos foram atendidos, visto que os produtos obtidos foram utilizados em diferentes ensaios.

Palavras chave: Plantas medicinais, compostos químicos, óleo essencial, experimentação.



# PERFIL DA PRODUÇÃO DE LEITE EM PROPRIEDADES RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR NA MICRORREGIÃO DO CAPARÁO, ESTADO DO ESPIRÍTO SANTO

RENAN ZAPPAVIGNA COSTA STARLING<sup>1</sup>, FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA<sup>1</sup>, MATHEUS THOMAZINI DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, YURI BARBOSA GUERSON<sup>1</sup>, GABRIEL UZAI<sup>2</sup>, JEANNE BROCH SIOUEIRA<sup>1</sup>, GRAZIELA BARIONI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES; <sup>2</sup> Graduandos do curso de Medicina Veterinária CCA/UFES, Alegre-ES.

Objetivou-se estudar o perfil da produção de leite em propriedades rurais da agricultura familiar na Microrregião do Caparaó, Estado do Espírito Santo. Foram realizadas visitas a 49 propriedades produtoras de leite, durante o período de julho de 2011 a agosto de 2013. As propriedades pertencem a sete diferentes municípios: Alegre (1), Divino São Lourenço (2), Jerônimo Monteiro (3), Ibatiba (4), Ibitirama (5), Iurupi (6) e Iúna (7). As informações foram obtidas mediante aplicação de questionários com os proprietários. O formulário de diagnóstico continha questões referentes ao número total de animais na propriedade, número de vacas em lactação, produção de leite/dia e produção de leite/vaca/dia, além de questões sobre o destino do leite. Os resultados foram analisados por meio de análise estatística descritiva. O número médio de animais com aptidão leiteira, criados na Microrregião do Caparaó, incluindo todas as categorias de animais, foi de  $45.82 \pm 0.2$ . Para os municípios 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 foram registrados números médios de 58.5; 34.0; 82,2; 23,4; 30,8; 22,6; e 41,4 animais no rebanho, respectivamente, sendo a raça predominante de animais mesticos Girolando. Deste total de animais, o número médio de vacas em lactação nos municípios 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 foi de 14.8; 16.0; 19.0; 8.6; 9.4; 6.6 e 16.8 respectivamente. A produção de leite/dia foi verificada nos períodos da seca e das águas e os valores médios registrados para as propriedades foram de 78,3; 123,0; 214.4; 135.0; 86.0; 80.0 e 272 L/dia, no período da seca, e de 120; 123; 281; 141 115; 70 e 206 L/dia, no período das águas para os municípios 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Verificou-se que, com exceção dos municípios 6 e 7, todas as outras propriedades produziram maior quantidade de leite no período das águas. Observou-se um equilíbrio em relação ao número de animais, número vacas em lactação e produção de leite em todas as propriedades dos municípios estudados. A produção de leite diária por vaca registrou valores médios de 5,3; 7,7; 11,3; 15,7; 9,1; 12,2 e 16,2 L/dia/vaca, no período da seca e de 8,12; 7,7; 14,8; 16,4; 12,2; 10,6 e 12,3 L/dia/yaca, no período das águas para os municípios 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Os resultados demonstraram que os municípios 1, 2 e 5 possuem uma média de produção por vaca/ dia abaixo de 10 litros, cofirmando à baixa aptidão das vacas para a produção leiteira. Na maioria das propriedades estudadas (acima de 90%) o destino do leite é para laticínios e cooperativas, o restante é vendida para entregador, intermediário ou destinada à produção de queijo e derivados. A região precisa buscar alternativa para que os produtores da agricultura familiar da Microrregião do Caparaó possam produzir e comercializar os seus produtos e subprodutos de maneira segura a população, e que a mesma lhe forneça rentabilidade.

Palavras Chave: Agricultura familiar, Aptidão leiteira, Destino do leite.



### DIFERENTES PERÍODOS DE COALIMENTAÇÃO PARA POS-LARVAS DE ACARÁ BANDEIRA

<u>LUCAS PEDRO GONÇALVES JUNIOR</u><sup>1</sup>, MARCELO DARÓS MATIELO<sup>1</sup>, BRÁULIO PÊGO DE FARIA<sup>2</sup>, SAMUEL LOUZADA PEREIRA<sup>4</sup>, ISMAEL RAFANE DA SILVA AMORIM<sup>3</sup>, PAULA DEL CARO SELVATIC<sup>3</sup>, PEDRO PIERRO MENDONÇA\*

'Mestrando em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil: <a href="mailto:juniorvezula@hotmail.com">juniorvezula@hotmail.com</a>; ² Medico Veterinário, Profissional Autônomo ³Graduando em Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre; ⁴ Mestrando, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Campos do Goytacazes – Rio de Janeiro, <a href="mailto:samuell\_lp@hotmail.com">samuell\_lp@hotmail.com</a>; \*Professor Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasil, ppmendonca@ifes.edu.br

Avaliou-se diferentes períodos de coalimentação entre o náuplio de Artêmia sp. e a ração na larvicultura do acará bandeira. O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Foi utilizado 40 póslarvas com peso médio inicial de 11.0 mg, comprimento total inicial de 4,26 mm, provenientes da mesma desova. Os animais passaram por um período pré-experimental de 10 dias, onde receberam apenas náuplios de artêmia como alimento. Posteriormente, foram submetidos a diferentes períodos de coalimentação com náuplio de artêmia e ração em pó (T1: 3 dias e T2: 4 dias), sendo utilizado a proporção de artêmia e ração de 1:1. Foram montadas quatro repetições. A alimentação foi fornecida três vezes ao dia (07:00; 11:30 e 16:00) a vontade. Foi utilizado ração em pó comercial extrusada com 55% de proteína bruta. As unidades experimentais foram constituídas por recipientes circulares com volume útil de 500 mL, com cinco pós larvas de acará-bandeira cada. A temperatura das unidades experimentais era mantida por banho-maria, e para manutenção da temperatura do banho-maria foi utilizado um aquecedor com termostato. Diariamente foi realizado o sifonamento com renovação de água de 40%. Ao final do 30º dia foi verificado os valores de peso final (PF), comprimento total (CT), altura (A) e a sobrevivência (S) dos animais. Os resultados foram submetidos à analise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. Os parâmetros físicos e químicos da água ficaram dentro do recomendado para a espécie (Oxigênio dissolvido: 5,1 mg.L-1; pH:7,03; Temperatura: 22,38 °C). Os tratamentos avaliados não influenciaram (P<0,05) o PF, CT e A.

Os valores para S foram elevados e semelhantes (P<0,05) entre os diferentes tratamentos, indicando que os diferentes períodos de coalimentação avaliados podem ser praticadas com sucesso na larvicultura do acará

	Tratamentos			
Var <mark>i</mark> áveis	3 dias	4 dias	CV (%)	
PF (mg)	42,19	43,72	13,5	
CT (mm)	15,39	15,68	4,11	
A (mm)	5,3	5,01	6,51	
S (%)	90	90	17,5	

la 1. Valores médios das variáveis de desempenho das póslarvas de acará bandeira.; CV= coeficiente de variação; PF= peso final; CT= comprimento total; A=altura; S=sobrevivência. podem ser platedata com sacesso ha la rivelandar do acama bandeira. Entretanto, com base no apresentado acima, podemos concluir que é desnecessário manter um período de coalimentação superior a três dias para as pós-larvas de acará bandeira quando pré-alimentadas durante dez dias com náuplios de artêmia.

T a b

Palavras chave: Manejo alimentar, nutrição, Pterophyllum scalare.



### DETERMINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO PROTEICO DE VACAS GIROLANDAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

<u>LEONARDO DE BRUYM DENADAI</u><sup>1</sup>; CAROLINE SANT'ANNA FEITOSA<sup>1</sup>; THIAGO DA COSTAS FREITAS; FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA; EVANDRO PEREIRA NETO<sup>3</sup>; JEANNE BROCH SIQUEIRA<sup>2</sup>; GRAZIELA BARIONI<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Granduando(a) do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo; <sup>2</sup>Docente da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); <sup>3</sup>Centro Diagnóstico Veterinário (CDV), Vitória – ES; <sup>\*</sup>Autor responsável. Email: <a href="mailto:leonardodenadaivet@gmail.com">leonardodenadaivet@gmail.com</a>; Agencias Fomento: FAPES e PIBIC/UFES

O perfil metabólico foi desenvolvido com a finalidade de avaliar as causas e a incidência de doenças ligadas à produção, possibilitando assim, o diagnóstico de alterações metabólicas antes da sua apresentação clinica além da avaliação do status nutricional do rebanho. Objetivou-se caracterizar os parâmetros do perfil metabólico proteico de vacas girolandas em diferentes fases produtivas em propriedades na região Sul do Estado do Espírito Santo. Foram utilizadas 23 vacas mesticas divididas em quatro grupos; período seco (PS), período de pico de lactação (PL) 45 ± 15 dias de lactação; período final de lactação (FL), quando a produção de leite decresce, e os animais encontravam se sem nova prenhez (343 ± 78 dias de lactação); período médio (MF) de lactação, quando a vaca se encontra em prenhez avançada e a produção leite é estável (256 ± 27 dias de lactação). Foi considerado dia 0 de lactação o dia do parto. Foram avaliados peso corpóreo, escore de condição corporal (ECC) e perfil proteico (proteína total, albumina, globulina e uréia), por meio de análises bioquímicas. Os valores encontrados para proteína total (g/dl) foram 7,87 ± 1,19 (PS);  $7.58 \pm 0.87$  (PL);  $8.42 \pm 0.74$  (FL) e  $8.87 \pm 0.50$  (MF), Albumina (g/dl)  $2.90 \pm 0.32$  (PS);  $2.95 \pm 0.30$  (PL);  $2.43 \pm 0.13$  (FL);  $2.60 \pm 0.27$  (MF), Globulina (g/dl)  $4.96 \pm 1.23$ (PS);  $4.62 \pm 0.87$ (PL);  $5.98 \pm 0.74$  (FL);  $6,26 \pm 0,34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25,3 \pm 11,20$  (PS);  $28,52 \pm 9,94$  (PL);  $15,34 \pm 4,02$  (FL);  $18,68 \pm 10,20$  (PL);  $15,34 \pm 1,00$  (PL);  $15,34 \pm 1,00$ 4,22(MF). No perfil metabólico proteico não houve variação estatística para proteína total e uréia, mas notou-se variação para albumina e globulina. A redução dos níveis médios de albumina e aumento nos níveis de globulina, com o avanço da lactação deve-se a demanda de aminoácidos para a síntese de proteína no leite reduzindo a síntese de outras proteínas e por isto a concentração de albumina diminui na medida em que a lactação avança. A avaliação do perfil metabólico é de fundamental importância para o monitoramento do metabolismo proteico e na detecção precoce de doenças metabólicas na bovinocultura leiteira

Palavras chave: bovinocultura de leite, fase produtiva, doenças metabólicas



#### VARIAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO ERITROGRAMA E PROTEINA PLASMÁTICA TOTAL EM EQUINOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NO PERÍODO NEONATAL

INGRID BROMERSCHENKEL<sup>1</sup>; <u>GABRIELA MARAGONHA<sup>2</sup></u>; LUCIANA MARA MEDEIROS OLIVEIRA<sup>2</sup>; JORGE PINTO DA SILVA<sup>3</sup>; LENIR CARDOSO PORFÍRIO<sup>4</sup>; CARLA BRAGA MARTINS<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pós-graduanda em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES; 2 Discentes do curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES; 3 Técnico do laboratório de Patologia Clínica, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES; <sup>2</sup> Docentes, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

O hemograma e as proteínas plasmáticas totais são exames complementares amplamente utilizados na clínica médica equina, sabendo-se que os padrões de referência são específicos para a idade, raca, localização geográfica, entre outros. Os constituintes sanguíneos que se alteram com a idade geralmente se modificam como resultado de eventos específicos associados à maturidade. Dessa forma, o presente estudo objetivou determinar as médias e a variação dos valores eritrocíticos e proteína plasmática total no neonato equino da raça Mangalarga Marchador no período entre o nascimento e 30 dias de idade. Foram utilizados nove potros neonatos clinicamente sadios da raça Mangalarga Marchador. As amostras de sangue foram colhidas por venopunção da jugular em tubo à vácuo com anticoagulante (EDTA) e refrigeradas a 4°C até o processamento. As colheitas foram feitas em quatro momentos: A: 0 à 24 horas de nascido, B: 7dias, C: 15 e D: 30 dias de idade. Avaliou-se o número de hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume globular médio (VGM), concentração de hemoglobina globular media (CHGM) e proteína plasmática total. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, exceto os resultados do hematócrito que foram submetidos à análise de variância: teste de kruskal-wallis. Para os valores médios de números de eritrócitos, VGM, CHGM e proteína total não houve diferenca significativa entre os momentos. Para a hemoglobina só não houve diferenca entre os momentos B e C. No hematócrito houve diferenca significativa entre os momentos A e D. As médias e os desvios padrão obtidos nos momentos para contagem de eritrócitos foram respectivamente: A:  $9,021 \times 10^6 / \mu L \pm 1,579 \times 10^6$ ; B 7,341 $\times 10^6/\mu L \pm 1,307 \times 10^6$ ; C 6,838 x  $10^6/\mu L \pm 1,443 \times 10^6$ ; **D** 7,371 x  $10^6/\mu L \pm 2,297 \times 10^6$ /. As médias e os desvios padrão obtidos para hemoglobina foram: A 12,450 g/dl ± 1,220; B 10,524  $g/dl \pm 1,152$ ; C 10,541  $g/dl \pm 1,172$ ; D 8,761  $g/dl \pm 1,338$ . As medianas e os desvios interquartílicos obtidos no hematócrito foram: A 39% ± 7; B 33% ± 6,7; C 34% ± 3; D 30% ± 4. As médias e os desvios padrão obtidos para VGM foram: A 42,831/fl ± 5,67; B 46,044/fl ± 4,919; C 49,847/fl  $\pm$  12,259; D 41,415/fl  $\pm$  8,423. As médias e os desvios padrão obtidos para CHGM foram: **A** 32,711%  $\pm$  3,411; **B** 31,580%  $\pm$  1,551; **C** 32,171%  $\pm$  2,341; **D** 30,259%  $\pm$ 3,302. As médias e os desvios padrão obtidos para proteína total foram: A 6,90 g/dl ± 0,954; B  $6,41 \text{ g/dl} \pm 0,673$ ; C  $6,40 \text{ g/dl} \pm 0,618$ ; D  $6,22 \text{ g/dl} \pm 0,607$ . No presente estudo entre o período do nascimento aos 30 dias de idade houve variação significativa apenas nos valores de hemoglobina e hematócrito.

Palavras-chave: avaliação eritrocítica; neonato equino; potro.



#### USO DO GLICOSÍMETRO PORTÁTIL PARA A MENSURAÇÃO DA GLICEMIA EM ÉGUAS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NO PERÍODO NEONATAL

### $\frac{\text{INGRID BROMERSCHENKEL}^1}{\text{MARTINS}^2}; \text{FERNANDA ADAMI RIBEIRO}^1; \text{CARLA BRAGA MARTINS}^2$

<sup>1</sup>Pós-graduandas em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES; <sup>2</sup>Docente na área de Reprodução e Obstetrícia Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

A glicose é o principal combustível utilizado pelo organismo para realizar diferentes funções biológicas. As variações da glicemia ocorrem principalmente em função da dieta, idade e condições fisiológicas. Os Glicosímetros portáteis (GP) foram desenvolvidos para mensurar a glicemia de sangue capilar, e na clinica veterinária o sangue venoso é a amostra utilizada para este fim. A avaliação desses aparelhos é realizada comparando-se os valores obtidos com os resultados obtidos por teste laboratorial (TL), considerado como referência. O presente estudo objetivou determinar se a variação dos valores de glicemia obtidos por meio do GP em éguas esta de acordo com a Food and Drug Administration, considerando como controle os valores obtidos pelo TL e verificar se existe diferença significativa nos resultados obtidos. Foram utilizadas éguas adultas da raca Mangalarga Marchador, clinicamente sadias. Foram colhidas 68 amostras para a mensuração no GP e 68 para mensuração no TL, totalizando 136 amostras. As amostras de sangue foram obtidas através de venopunção da jugular, utilizando-se agulhas e seringa. Imediatamente após a colheita, uma gota de sangue foi utilizada para a dosagem glicêmica utilizando-se o GP da marca Accu-Chek® Active. Para a mensuração laboratorial da glicose as amostras de sangue foram obtidas através de venopunção da jugular com agulha e tubo a vácuo com fluoreto de sódio e posteriormente foram processadas e armazenadas a -20°C até a execução do TL utilizando-se o teste enzimático colorimétrico. O tempo entre as colheitas do sangue para a mensuração no GP e TL no mesmo animal foi de 30 a 60 segundos. A análise estatística foi realizada com o teste t: amostras independentes e a variação dos valores de glicemia fora obtido através da média das diferencas entre o resultado do TL e GP. Não houve diferença significativa (p = 0.3713) entre os valores de glicemia obtidos por meio do GP dos obtidos pelo TL. O valor mínimo, máximo, média e o desvio padrão foram respectivamente: GP 57, 112, 83,9 e 14,3mg/dL; TL: 56, 115, 86,1 e 14,1mg/dL. Os valores médios obtidos pelo GP foram menores que os encontrados pelo TL, o que pode ser justificado pela concentração da glicose ser cerca de 10 a 15% maior no plasma em relação ao sangue total. Segundo a Food and Drug Administration os GP não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL. Todas as mensurações realizadas variaram entre 56 e 115mg/dL e a média da taxa de erro foi 8,83%. Pode-se concluir que os valores glicêmicos mensurados com o GP neste estudo não diferiram dos resultados encontrados no TL e a média da taxa de erro permaneceu dentro do limite exigido pela Food and Drug Administration.

Palavras chave: concentração; equino; glicose sistêmica.



### SUBSTITUIÇÃO DA SOJA PELA CANOLA EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILAPIA

ISMAEL RAFANE DA SILVA AMORIM³, <u>LUCAS PEDRO GONÇALVES JUNIOR</u>¹, SAMUEL LOUZADA PEREIRA⁴, MARCELO DARÓS MATIELO¹, BRÁULIO PÊGO DE FARIA², PAULA DEL CARO SELVATICI³, PEDRO PIERRO MENDONCA\*

¹Mestrando em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil: <a href="mailto:juniorvezula@hotmail.com">juniorvezula@hotmail.com</a>; ² Medico Veterinário, Profissional Autônomo ³Graduando em Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre; ⁴ Mestrando, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Campos do Goytacazes – Rio de Janeiro, <a href="mailto:samuell\_lp@hotmail.com">samuell\_lp@hotmail.com</a>; \*Professor Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasil, ppmendonca@ifes.edu.br

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de substituição da soja pela canola no ganho de peso (GP) e conversão alimentar aparente (CAA) de juvenis de tilápia (Oreochromis niloticus). O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, com duração de 45 dias. Foi utilizado 200 juvenis de tilápia invertidos sexualmente com peso médio inicial de 1,31±0,12 g distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em cinco tratamentos e quatro repetições. As dietas foram isoproteicas (33%) e isocaloricas (3991,63 Kcal.Kg<sup>-1</sup>), diferindo pelos níveis de substituição da soja pela canola (0,0%; 12,5%; 25,0%; 37,5%; 50%). O arracoamento foi realizado na proporção de 10% da biomassa inicialmente, a cada 15 dias era feito uma biometria para ajustar a quantidade de ração, constatando na biometria de 30 dias a necessidade de diminuir para 5% da biomassa, essa quantidade era dividida em três tratos diários, sendo esses as 7 h, 11 h e 30 min e as 16 h. As unidades experimentais foram compostas por 10 juvenis de tilápia distribuídos em 20 tanques circulares com volume útil de 100 L equipados com sistema de filtragem biológica e aquecimento individual por termostato. Foi avaliado o GP (GP= peso inicial-peso final) e a CAA (CAA=consumo de ração/ganho de peso). Os parâmetros físicos químicos da água foram mensurados semanalmente utilizando termômetro, phgametro e oximetro digitais. Os resultados de desempenho foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade. Os parâmetros físicos e químicos da água durante o período experimental foram os seguintes: oxigênio dissolvido 7,7±0,33, pH 7,5±0,21 e temperatura 27,3±0,62. Não foi verificado efeito significativo (p<0,05) da substituição da soja pela canola sobre as variáveis avaliadas. Os resultados para GP (CV=6,75%) e CAA (CV=6,8%) foram de 13,79g; 12,75g; 14,73g; 13,45g; 12,43g e 1,74; 1,90; 1,63; 1,78; 1,93 respectivamente para os tratamentos com 0,0%; 12,5%; 25,0%; 37,5%; 50% de substituição. A viabilidade da substituição parcial é um resultado importante, pois permite as industrias alterarem a composição das rações conforme a disponibilidade do respectivo ingrediente no mercado, porém, mantendo a qualidade das rações. Outro ponto positivo da combinação de diferentes fontes é a elaboração de dieta nutricionalmente balanceada, pois uma fonte complementa a deficiência da outra. Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a substituição da soja pela canola em 50% não prejudicou o GP e CAA de juvenis de tilápia. No entanto recomenda-se a realização de novos estudos com níveis maiores de substituição.

Palavra chave: Nutrição; Oreochromis niloticus; Piscicultura



### RENDIMENTO DE CARCAÇA DE PACU (Piaractus mesopotamicus) SEM DEPURAÇÃO E APÓS 24 HORAS DE DEPURAÇÃO.

## BRAULIO PEGO DE FARIA<sup>1</sup>; MARCELO DARÓS MATIELO<sup>2</sup>, LUCAS PEDRO GONÇALVES JUNIOR<sup>3</sup>, PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES<sup>2</sup>, LORAYNE SALUCI RAMOS<sup>3</sup>, PEDRO PIERRO MENDONÇA\*

1 Médico Veterinário autônomo, Rua Dr. Wanderley 325 CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil:braulio\_faria@hotmail.com; 2Mestrando(a) em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo; 3Graduanda em Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasi.

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) possui carne bastante apreciada pelo mercado consumidor. Com isso a determinação do rendimento de Carcaça dessa espécie e o estabelecimento da relação com o peso de abate se torna importante para caracterizar o produto final e para avaliar o seu potencial para a industrialização. Outro fator além do rendimento e industrialização é a aceitação dos consumidores, sendo este, o ultimo fator da tríade para o comércio dessa espécie, podendo ser afetado pelo sabor indesejado na carne. O objetivo deste trabalho foi realizar a comparação de variáveis quanto ao tempo de depuração de 0 horas e de 24 horas. O presente trabalho foi realizado no Instituto Federal do Espirito Santo (IFES) *Campus* de Alegre durante o mês de Julho do ano de 2013. A quantidade de animais utilizada neste trabalho foi de 20 exemplares adultos no total sendo 10 abatidos imediatamente após despesca e 10 abatidos após 24 horas de depuração. As variáveis analisadas neste trabalho foram: peso de cabeça (g), peso das postas caudais limpas(g), altura do lombo (cm), comprimento das costelas (cm), peso das costelas (g), alturas das costelas (g), peso do fígado (g) e a sobra (g). Para analise dos dados gerados por esse trabalho foi utilizado o software SAEG 9.1 onde realizou-se ANOVA geral. Os resultados do presente trabalho encontram-se na Tabela 1.

Os valores das variáveis apresentadas na tabela 1 demonstram que, apesar de existir aumento no

Vaniveis.	Tratamento (Tempo de depunição em horas)				
	.0 h.	CV0h	24 h	CV 24 h	
Comprimento total	52,3	3,86	52,6	5,3	
Comprimento padrão	48,8	4,97	48,9	5,8	
Peso do peixe abatido (Kg)	3	15.15	2,7	20,0K	
Peso da caboça	568	11,36	501,2	13,18	
Peso das postas caudais limpa (a)	491	13,57	407,2	18,55	
Altura do Lombo	9.1	14.61	7,9	9,03	
Comprimento das costelas	17,2	7,53	19,2	8,34	
Peso das costelas	479,2	13,38	574,4	23,07	
Altura das costelas	12,6	27,89	9,7	8,13	
Largum das costefini	2,1	28,92	1,5	39,04	
Peso do figado	14,9	39,08	19,6	33,37	
Sobra	298,5	33,42	545,6	28.06	

tempo depuração peixes abatidos imediatamente após a despesca e abatidos após 24horas depuração, não foi detectada nenhuma perda significativa das comestíveis quando comparado ao abate imediato após a despesca. Não existindo uma diferença significante no peso ou tamanho dos animais entre 0 e 24horas de depuração, demonstra

que deve-se realizar o processo de depuração, pois assim seria possível eliminar caso existisse qualquer gosto desaprovado pelo marcado consumidor, sem causar perdas econômicas para o produtor, em função da manutenção dos pesos e dos rendimentos das partes trabalhadas. "Dessa maneira conclui-se que não existe perda na produção em função do tempo de depuração entre 0 e 24 horas entre as variáveis mensuradas.

Palavras-chave: Espécie Nativa; Processamento de Pescado; Peixes Redondos.



#### RENDIMENTO DE CARCAÇA DE PACU (PIARACTUS MESOPOTAMICUS) COM ABATE IMEDIATO E APÓS 48 HORAS DE DEPURAÇÃO

BRAULIO PEGO DE FARIA<sup>1</sup> ; MARCELO DARÓS MATIELO<sup>2</sup>, LUCAS PEDRO GONCALVES JUNIOR<sup>3</sup>, PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES<sup>2</sup>, LORAYNE

1 Médico Veterinário autônomo, Rua Dr. Wanderley 325 CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil:braulio\_faria@hotmail.com; 2Mestrando(a) em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo; 3Graduanda em Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasil; \*Profesor Dr. Do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasi.

A criação de peixes se torna a cada dia um mercado mais promissor e o pacu (Piaractus mesopotamicus) é uma das espécies que se destaca pelo gosto muito apreciado da sua carne. A determinação dos rendimentos das diferentes partes do peixe e suas relações com o peso de abate permitem avaliar o potencial para a industrialização. Outro fator importante, é a aceitação de cada espécie no mercado de peixes de corte e tal fator pode ser afetado pelo sabor indesejado na carne. O objetivo deste trabalho foi realizar a comparação de variáveis quanto ao tempo de depuração de 0 horas e de 48 horas. O presente trabalho foi realizado no Instituto Federal do Espirito Santo (IFES) Campus de Alegre durante o mês de Julho de 2013. Para este trabalho foram utilizados 20 animais, 10 abatidos imediatamente após despesca e 10 abatidos após 48 horas de depuração. Foram analisadas: comprimento total(cm), comprimento padrão(cm), peso do peixe abatido(g), peso da cabeca(g), comprimento das postas caudais(cm), peso das postas caudais suja(g), peso das postas caudais limpa(g), peso dos lombos(g), altura do lombo(cm), comprimento das costelas(cm), peso das costelas(g), altura das costelas(cm), largura das costelas(cm) e peso do fígado(g). Para analise dos dados gerados por esse trabalho foi utilizado o software SAEG 9.1 onde realizou-se ANOVA geral. Os resultados do presente trabalho encontram-se na Tabela 1. Os valores das variáveis apresentadas na tabela 1 demonstram que o aumento no tempo de depuração dos animais de 0 para 48 horas, pode levar a perda significativa das partes comestíveis quando comparado ao abate imediato após a

Variáveis	TRATAMENTO (Tempo de Depumção)			
	0 h	CV 0 h	48 h	CV 48 5
Comprimento total (cm)	52,3	2,01	50,9	1,56
Comprimento pudific(cm)	45,8	1,98	47,7	1,47
Peso do peixe abatido (Kg)	- 3	0.45	2,7	0.26
Peso da cabeça (g)	568	64,53	475,2	49,34
Comprimento das postas caudais (cm)	14	1,89	12,6	0,72
Peso das postas candais suja (g)	548,2	83,44	466	56,54
Peso das postas caudais limpa (g)	491	66.64	395,6	49,79
Peso dos lambos (g)	593,6	54,4	519,8	71.1
Altura do Lombo (cm)	9.1	1.32	6.9	0.73
Comprimento das costelas (cm)	17.2	1,29	19,8	1.23
Peso das costelas (g)	479.2	64,1	614.8	90,81
Altura das costelas (cm)	12,6	3,49	10,6	0.64
Largura das costelas (cm)	2,1	0,6	1,2	0.35
Peso do figado (g)	14.9	5,82	22	3,64

despesca. A existência de perda das partes comestíveis deve ser avaliada melhor para saber se a reducão nas medias apresentadas, realmente apresentam redução no valor econômico desse produto uma vez que, algumas literaturas citam a ocorrência de desagradável pode diminuída com o processo de depuração. Conclui-se existe redução nos pesos e

consequentemente nos rendimentos das partes avaliadas em função do tempo de depuração.

Palavras-chave: Espécie Nativa; Processamento de Pescado; Peixes Redondos



### RENDIMENTO DE CARCAÇA DE PACU (Piaractus mesopotamicus) ABATIDO SEM DEPURAÇÃO E APÓS 72 HORAS DE DEPURAÇÃO.

## BRAULIO PEGO DE FARIA<sup>1</sup>; MARCELO DARÓS MATIELO<sup>2</sup>, LUCAS PEDRO GONÇALVES JUNIOR<sup>3</sup>, PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES<sup>2</sup>, LORAYNE

1 Médico Veterinário autônomo, Rua Dr. Wanderley 325 CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil:braulio\_faria@hotmail.com; 2Mestrando(a) em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo; 3Graduanda em Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasil; \*Profesor Dr. Do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasi.

A piscicultura de corte vem se tornado um mercado muito atraente, dentre as espécies comercializadas, o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) se destaca pelo gosto da carne e sua produtividade. A determinação dos rendimentos do processamento e de suas relações com o peso de abate se torna importante para a analise de custo da produção, e também permite avaliar o seu potencial para a industrialização. Além da relação custo beneficio da indústria e produção, outro fator

Variaveis	TRATAMENTO (Tempo de Depuração)			
	0 h	CVOh	72 h	CV 72 h
Comprimento total (cm)	52,3	2,01	50	3,44
Comprimento padrão (cm)	48,8	1,98	46,6	3,64
Peso do peixe abstido (Kg)	3	0,45	2,6	0,59
Peso da cabeça (g)	568	64,53	460,5	81,1
Comprimento das postas caudais (cm)	14	1,89	12,3	1,23
Peso das postas caudais suja (g)	548,2	83,44	432,4	106,17
Peso das postas caudais limpa (g)	491	66,64	367,2	93,54
Altura do Lombo (cm)	9,1	1,32	7,6	1,22
Comprimento das costelas (cm)	17,2	1,29	19,2	1,39
Peso das costelas (g)	479,2	64,1	614,8	90,81
Altum das costelas (cm)	12,6	3,49	9,8	0,82
Largura das costelas (cm)	2,1	0,6	0,9	0,29
Peso do figado (g)	14,9	5,82	18.2	34.3

importante é a aceitação dos consumidores sendo este o ultimo fator da tríade para o comércio, podendo ser afetado pelo sabor indesejado na carne. O objetivo deste trabalho foi realizar a comparação de variáveis com o tempo de depuração de 0 horas e de 72 horas. O presente trabalho foi realizado no Instituto

Federal do Espirito Santo (IFES) *Campus* de Alegre durante o mês de Julho de 2013. Foram utilizados 20 animais, sendo 10 abatidos imediatamente após despesca e 10 abatidos após 72 horas de depuração. As variáveis analisadas para este trabalho foram comprimento total, comprimento padrão, peso do peixe abatido, peso da cabeça, comprimento das postas caudais, peso das postas caudais suja, peso das postas caudais limpa, altura do lombo, comprimento das costelas, peso das costelas, altura das costelas, largura das costelas e peso do fígado. Para analise dos dados gerados por esse trabalho foi utilizado o software SAEG 9.1 onde realizou-se ANOVA geral. Os resultados do presente trabalho encontram-se na Tabela 1. Os valores das variáveis apresentadas na tabela 1 demonstram que o aumento no tempo de depuração dos animais de 0 para 72 horas, pode levar a perda significativa das partes comestíveis quando comparado ao abate imediato após a despesca. Existindo diferença significativa no peso e tamanho dos animais entre os tratamentos, o processo indicado pela literatura para redução do gosto da carne dessa espécie de peixe torna-se pouco indicado por conta dessa perda e do baixo retorno econômico. Conclui-se que existe perda na produção em função do tempo de depuração entre 0 e 72 horas entre as variáveis mensuradas.

Palavras-chave: Espécie Nativa; Processamento de Pescado; Peixes Redondos



#### PREVALÊNCIA, PREDILEÇÃO ANATÔMICA, SAZONALIDADE E PERDAS ECONÔMICAS DA CISTICERCOSE BOVINA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, NO PERÍODO DE 2009 A 2012

FERNANDA MARIA DOS SANTOS DE MORAES FALÇONI<sup>1</sup>; BÁRBARA RAUTA DE AVELAR<sup>1</sup>; MARCELA SANTOS SENA MARTINS<sup>2</sup>; ISABELLA VILHENA FREIRE MARTINS<sup>3</sup>

¹Mestrandas em Ciências Veterinária da Universidade Federal de Espírito Santo (UFES). E-mail: <a href="mailto:fermorae@terra.com.br;">fermorae@terra.com.br;</a> ²Academica do curso de Medicina Veterinária da UFES; ³Professora adjunto do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES

A cisticercose bovina é uma das zoonoses mais encontradas na inspeção post mortem dos bovinos abatidos no Brasil, transmitida ao homem pela ingestão de carne crua ou mal cozida contendo cistos viáveis. Segundo a organização Mundial de Saúde (OMS) a prevalência de teníase/cisticercose é classificada em três grupos: (1) altamente endêmica, em países ou regiões, acima de 10%; (2) prevalência moderada com taxa de infecção quando entre 0,1% a 10%; (3) baixa prevalência quando infecções abaixo de 0.1% ou ausência da infecção. O objetivo do presente trabalho foi relatar a prevalência da cisticercose bovina, a predileção anatômica do parasito, viabilidade do cisto, analisar sazonalidade e calcular perdas econômicas por condenação de carcaca acometidas por cisticercose, no estado do Espírito Santo (ES), no período de 2009 a 2012. Os dados referentes às condenações de carcaça e órgãos foram obtidos a partir dos registros do órgão de serviço de inspeção federal (SIF) e estadual (SIE) do estado do ES. Foram abatidos um total de 1.340.751 bovinos no período estudado e uma prevalência de 0,84%. Nos dados registrados no SIF de 752.061 bovinos abatidos no período, 6.488 (0,87%) foram positivos para cisticercose. As regiões anatômicas acometidas foram coração, língua, cabeça e fígado, respectivamente. Nos dados do SIE, a prevalência média nos 11 estabelecimentos registrados durante o período foi de 0,83%. Os órgãos com maiores prevalências no período foram coração, cabeça, fígado e língua. Em todos os anos o número total de cistos vivos foi maior do que o número de cistos calcificados. Na analise da sazonalidade para cisticercose bovina houve diferença significativa apenas para os casos de cisticercose nos anos de 2010 e 2012, mostrando a época das águas com o maior número de casos em ambos os anos. As perdas por cisticercose durante o período estudado foram de R\$ 9.092.834,97, para 1.518.256,8 Kg de carne condenada. Os registros do serviço de inspeção sanitária servem de fontes de dados para a vigilância de doenças, e têm o valor epidemiológico em investigação de causas de condenação, auxiliando no controle de doenças com importância em saúde pública e animal.

Palavras chave: abate, bovinos, Taenia saginata.



#### PREVALÊNCIA DA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM FELINOS NO MUNICÍPIO DE ALEGRE-ES

### AGUINALDO FRANCISCO MENDES JUNIOR¹, KARINA PREISING APTEKMANN¹; CAMILA BONNA PASSOS¹.

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária - Universidade Federal do Espírito Santo; aguinaldo zootec@hotmail.com, Apoio: FAPES

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é a elevação da pressão arterial (PA) acima dos níveis considerados normais para a espécie em questão. A determinação da PA e a identificação da causa desencadeante são essenciais para o início do tratamento clínico, sendo o Doppler o método mais prático e aceito clinicamente para tal diagnóstico. Este trabalho visou detectar a prevalência de gatos hipertensos no município de Alegre, ES. Foram avaliados 50 gatos, independente da raça, sexo ou idade. Para a mensuração da PA sistólica, o animal foi contido fisicamente e realizada a tricotomia do membro torácico direito na região da artéria digital palmar. Foi utilizado o método não invasivo, utilizando-se o aparelho de Doppler vascular portátil (DV 10 - marca MICROEM), o manguito foi escolhido pela sua largura, que foi aproximadamente 40% da circunferência do membro, medida por um pedaço de barbante. O manguito inflável foi então conectado ao manômetro e a bomba de insuflar, sendo aplicado gel no transdutor para identificar a artéria buscando o sinal sonoro. Após a identificação do som do fluxo sanguíneo, o manguito foi insuflado para interromper este som. O próximo passo foi desinflar a bomba para identificar a PA sistólica, que é no primeiro sinal audível. Com o objetivo de minimizar efeitos do estresse, foram realizadas cinco aferições, descartando-se a maior e a menor medida, a PA sistólica de cada animal foi então determinada pela média dos outros três valores. Após a coleta de dados, os mesmos foram catalogados e analisados, comparando-se os valores obtidos com o valor de PA sistólica normal para a espécie, identificando assim os gatos hipertensos. O diagnóstico e classificação de HAS foram feitos com base na categorização de risco associado à lesão de órgãos alvo (RLOA), acordada na conferência de 2002 da ACVIM: hipertensão leve com risco ligeiro de lesão de órgãos-alvo: 150-159 mmHg; hipertensão moderada, com risco moderado de lesão de órgãos alvo: 160-179 mmHg e: hipertensão severa, com risco severo de lesão de órgãos alvo: >180 mmHg (BROWN et al., 2007). Analisando-se os dados obtidos durante a pesquisa, dentre os 50 gatos avaliados, seis apresentaram HAS, revelando uma prevalência de 12%. Dentre estes animais, dois apresentaram a HAS leve, três HAS moderada e um HAS severa. A média das pressões arteriais sistólicas sistêmicas (expressas em mmHg ± o desvio padrão) obtidas neste estudo foi de 127,1±18 mmHg. Concluiu-se que a prevalência da HAS é de 12% na população de gatos estudada em Alegre, Espírito Santo.

Palavras-chave: Pressão arterial sistólica, Doppler vascular, Doença cardiovascular



#### PARÂMETROS CLÍNICOS E PARASITOLÓGICOS DE OVINOS SUBMETIDOS À INFECÇÃO ARTIFICIAL COM LARVAS DE TRICOSTRONGILÍDEOS

BÁRBARA DO NASCIMENTO LEMOS HUPP¹; ADRIANO CONTI HUPP²; ISABELLA VILHENA FREIRE MARTINS³; MARCELLE TEMPORIM NOVAES⁴

<sup>1</sup> Mestranda em Ciências Veterinária da Universidade Federal de Espirito Santo (UFES). E-mail: <a href="mailto:barbaralemos24@hotmail.com;">barbaralemos24@hotmail.com;</a>; <sup>2</sup> Médico Veterinário do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFES); <sup>3</sup> Professora adjunto do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES; <sup>4</sup> Graduanda em Farmácia pela Universidade Federal do Espirito Santo (UFES)

As parasitoses causadas por nematóides gastrointestinais representam o maior e mais grave problema sanitário dos pequenos ruminantes que a depender das espécies de parasitos presentes, da intensidade da infecção e da idade e/ou estado fisiológico e nutricional do animal, irão gerar impactos sobre o desempenho do rebanho podendo chegar a inviabilizar economicamente a criação. O experimento teve como objetivo analisar possíveis alterações em parâmetros clínicos e parasitológicos ocasionadas por 10000 larvas de tricostrongilídeos em ovinos. As coletas de dados foram feitas 21e 50 dias após a inoculação (iniciando-se em 21 dias devido ao período pré-patente, que vai da infecção até a eliminação dos ovos pelo hospedeiro). Para tanto foram separados em uma baia 7 ovinos, sendo todos machos inteiros da raça mestiço Santa Inês, com peso médio de 43 Kg, previamente vermifugados e apresentando OPG negativo para Strongyloidea. A infecção artificial foi realizada de acordo com instruções da WAAVP e aprovada pelo comitê de ética (protocolo 015/2013 CEUA), os parâmetros analisados foram OPG, hematócrito, proteínas plasmáticas totais, peso e grau Famacha. As médias para os dois tempos de coleta (21 e 50 dias após a inoculação) foram respectivamente: OPG - 942,9 e 1300, Hematócrito - 29,9 e 28,6, proteínas plasmáticas - 6.6 e 6.2 e peso - 47,5 e 52.4. A análise Famacha não apresentou variação considerável durante todo o período. O estudo mostra que infecções artificiais com 10000 larvas de tricostrongilídeos provocaram algumas alterações em parâmetros avaliados porem estas não foram suficientes para alterar a saúde geral dos ovinos mantidos em confinamento, auxiliando desta forma futuros estudos que tenham a necessidade de utilizar infecções artificiais.

Palavras chave: Haemonchus, confinamento, Santa Inês



### O SEXO DO CONCEPTO INFLUENCIA NO TEMPO GESTACIONAL DE ÉGUAS DA RACA MANGALARGA MARCHADOR?

MÁRCIO NUNES CORDEIRO COSTA<sup>1</sup>; INGRID BROMERSCHENKEL<sup>1</sup>; <u>LUCIANA MARA MEDEIROS OLIVEIRA.</u><sup>1</sup>; WARLEY GOMES DOS SANTOS<sup>2</sup>; FELIPE BERBARI NETO<sup>3</sup>; CARLA BRAGA MARTINS <sup>3</sup>\*.

<sup>1</sup> Mestrandos em Ciências Veterinárias, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES; <sup>2</sup> Doutorando em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais - DCCV/UFMG; <sup>3</sup> Docentes do Departamento de Medicina Veterinária, CCA/UFES.

O tempo de gestação, definido como o período compreendido entre a ovulação e a expulsão completa do potro, na espécie equina pode variar de 315 a 360 dias. Esse período pode ser influenciado por fatores genéticos, climáticos e nutricionais, manejo, idade e raca da égua. Entretanto, há algumas especulações sobre a influência do sexo do concepto na duração da gestação. Segundo Winter et al. (2007), o sexo do potro é o principal fator de influência fetal no período gestacional. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo verificar se o sexo do concepto influencia na duração da gestação em éguas. Foram utilizados os registros reprodutivos de 35 estações de monta consecutivas de um criatório de equinos situado no município de Alegre, Espírito Santo. Considerou-se 583 coberturas e nascimentos de equinos da raça Mangalarga Marchador entre os anos de 1976 e 2011. Nesse período foram contabilizados 241 nascimentos de fêmeas e 221 machos. A análise estatística foi realizada utilizando o teste não paramétrico de Mann-Whitney. A duração média da gestação das éguas foi 334 dias. Não houve diferença significativa (p=0,0855) entre o tempo de gestação dos conceptos machos e fêmeas. O tempo de gestação médio para os conceptos machos e fêmeas foram 333 e 334 dias, respectivamente. Dessa forma, pode-se concluir que o sexo do concepto não influenciou no tempo gestação médio das éguas estudadas.

Palavras chave: duração da gestação, éguas, sexo do concepto.

<sup>\*</sup>Autor para contato: <a href="mailto:cbmvt@hotmail.com">cbmvt@hotmail.com</a>



#### NÍVEIS PROTEICOS NO NÚMERO DE OVOS EM DESOVAS DO ACARÁ BANDEIRA EM LABORATÓRIO\*

MARCELO DARÓS MATIELO\*, PAULA DEL CARO SELVATICI, LUCAS PEDRO GONÇALVES JÚNIOR, PATTRYK SANTOS RODRIGUES, BRAULIO FARIA, JEANNE BROCH SIQUEIRA¹, PEDRO PIERRO MENDONÇA²

\*Tecnólogo em aquicultura, Mestrando em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias. Endereço: Praça José Lunz, S/N, Distrito de Soturno, Cachoeiro de Itapemirim, CEP: 29321-000, <a href="mailto:matiend@gmail.com">matielomd@gmail.com</a>; 'Prof. Dra. Da Universidade Federal do Espírito Santo (Orientadora); 'Prof. Dr. Do Instituto Federal do Espírito Santo. Instituição Financiadora: FAPES

Na piscicultura os parâmetros reprodutivos são de fundamental importância para a produção de formas jovens, os quais determinam a lucratividade atrayés do retorno com a venda de alevinos. A proteína, na dieta de peixes, exerce funções que vão de incremento na composição de carcaca a produção de energia e produção de gametas reprodutivos, resultando em diferentes respostas do organismo. A ração na piscicultura ornamental representa cerca de 30% do custo de produção, não sendo um entrave para atividade, isso permite aos produtores adquirirem rações de qualidade e balanceadas para as matrizes que geram mais lucros com aumento de produtividade. O objetivo do trabalho foi avaliar níveis proteicos no número de ovos em desovas de matrizes de acará bandeira (Pterophyllum scalare) em sistema laboratorial. O trabalho foi montado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (22,5; 24.5: 26.5: 28.5 e 30.5% de proteína na dieta) e cinco repeticões, utilizando 25 casais: machos com peso inicial médio de 9,89±3,46g e fêmeas com peso inicial médio de 9,88±2,72g. Cada casal foi formado antes da montagem do experimento e aleatoriamente os tratamentos foram sorteados nos aquários. Os aquários continham aeração constante, controle de temperatura pelo ambiente do laboratório, um substrato para desova e troca de 20% do volume útil de 30 litros a cada três dias para retirada das fezes e parte da água com metabólitos solúveis. Durante o período experimental os casais foram alimentados com 7% do peso vivo dividido em três tratos diários. Por 60 dias, de experimento, as desovas foram observadas três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 17:00h), retiradas do aquário dos casais imediatamente após a observação das mesmas e fotografadas para contagem do número de ovos de cada desova. Os resultados de número de ovos das desovas foram submetidos a uma anova geral seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade. O número de ovos não teve efeito significativo com os níveis proteicos testados, sendo todos estatisticamente iguais (481,1±84,9; 557,2±64,1; 515,83±149,5; 503,13±161,8 e 571,31±45,5 respectivamente aos tratamentos). Com os níveis testados, não foi observado variações no número de ovos contidos nas desovas, provavelmente pela produção de ovos ser uma variável influenciada pela genética e não pela nutrição, a qual dificilmente será alterada com variação alimentar.

Palavra-chave: Pterophyllum scalare, peixes, ornamental, nutrição



#### NÍVEIS PROTEICOS NO NÚMERO DE DESOVAS DO ACARÁ BANDEIRA EM LABORATÓRIO\*

MARCELO DARÓS MATIELO\*, PAULA DEL CARO SELVATICI, LUCAS PEDRO GONÇALVES JÚNIOR, PRISCILLA CORTIZO COSTA, BRAULIO FARIA, JEANNE BROCH SIQUEIRA¹, PEDRO PIERRO MENDONÇA²

\*Tecnólogo em aquicultura, Mestrando em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias. Endereço: Praça José Lunz, S/N, Distrito de Soturno, Cachoeiro de Itapemirim, CEP: 29321-000, <a href="mailto:matielomd@gmail.com">matielomd@gmail.com</a>; ¹Prof. Dra. Da Universidade Federal do Espírito Santo (Orientadora); ²Prof. Dr. Do Instituto Federal do Espírito Santo. Instituição Financiadora: FAPES

A produtividade da piscicultura depende dos parâmetros reprodutivos, que são de fundamental importância para a produção de formas jovens, as quais determinam a lucratividade através do retorno com a venda de alevinos. A proteína, na dieta de peixes, exerce funções que vão de incremento na composição de carcaça a produção de energia, resultando em diferentes respostas do organismo. Na produção de peixes ornamentais a ração representa cerca de 30% do custo de produção, não sendo um entrave para atividade, isso permite aos produtores adquirirem rações de qualidade e balanceadas para as matrizes, as quais geram mais lucros com aumento de produtividade. O objetivo do trabalho foi avaliar níveis proteicos no número de desovas de matrizes de acará bandeira (Pterophyllum scalare) em sistema laboratorial. O trabalho foi montado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (22,5; 24,5; 26,5; 28,5 e 30,5% de proteína na dieta) e cinco repetições, utilizando 25 casais: machos com peso inicial médio de 9,89±3,46g e fêmeas com peso inicial médio de 9,88±2,72g. Cada casal foi formado antes da montagem do experimento e aleatoriamente os tratamentos foram sorteados nos aquários. Alimentação foi realizada duas vezes ao dia (7:00 e 15:00), somando 5% do peso vivo dos animais. Os aquários continham aeração constante, controle de temperatura pelo ambiente do laboratório, um substrato para desova e troca de 20% do volume útil de 30 litros a cada três dias para retirada das fezes e parte da água com metabólitos solúveis. Durante o período experimental os casais foram alimentados com 7% do peso vivo dividido em três tratos diários. Por 60 dias, de experimento, as desovas foram observadas três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 17:00h), retiradas do aquário dos casais imediatamente após a observação das mesmas e quantificadas. Os resultados de número de desovas foram submetidos a uma anova geral seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade. O número de desovas teve efeito significativo com os níveis proteicos testados, expressos por médias com letras diferentes (1,8±0,8<sup>ab</sup>;  $1,4\pm0,9^{a}$ ;  $1,8\pm0,8^{ab}$ ;  $2,8\pm1,1^{ab}$ ;  $3,6\pm1,5^{b}$  respectivamente aos tratamentos). Com os níveis testados, o aumento do nível proteico, houve um aumento do número de desovas sendo estatisticamente diferente o tratamento com 30,5% de proteína e o de 24,5%. Porém o maior nível proteico não se diferenciou dos demais, sendo aconselhável o uso do que apresentar outras vantagens como preço ou disponibilidade.

Palavra-chave: Pterophyllum scalare, peixes, ornamental, nutrição.



#### NÍVEIS PROTEICOS NO GANHO DE PESO DE MATRIZES DE ACARÁ BANDEIRA EM LABORATÓRIO

MARCELO DARÓS MATIELO, PAULA DEL CARO SELVATICI, SAMUEL LOUZADA PEREIRA, PATTRYK SANTOS RODRIGUES, PRISCILLA CORTIZO COSTA, JEANNE BROCH SIQUEIRA, PEDRO PIERRO MENDONÇA

\*Tecnólogo em aquicultura, Mestrando em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias. Endereço: Praça José Lunz, S/N, Distrito de Soturno, Cachoeiro de Itapemirim, CEP: 29321-000, <a href="mailto:matielomd@gmail.com">matielomd@gmail.com</a>.; ¹Prof. Dra. Da Universidade Federal do Espírito Santo (Orientadora); ²Prof. Dr. Do Instituto Federal do Espírito Santo. Instituição Financiadora: FAPES

A nutrição é o principal aspecto de influência da produtividade agropecuária, pelos animais utilizarem os nutrientes dos alimentos para manutenção da sua vida, produção de carne, filhotes e produtos para consumo humano. Na nutrição de peixes a proteína é um nutriente chave, utilizado pelos animais para mantenca, produtividade e produção de energia. Na produção de peixes ornamentais a ração representa cerca de 30% do custo de produção, não sendo um entrave para atividade, isso permite aos produtores adquirirem rações de qualidade e balanceadas para as matrizes, as quais geram mais lucros com aumento de produtividade. O obietivo do trabalho foi avaliar níveis proteicos no desempenho de matrizes de acará bandeira (Pterophyllum scalare) em sistema laboratorial. O trabalho foi montado em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (22,5; 26,5 e 30,5% de proteína na dieta) e cinco repetições, utilizando 15 casais: machos com peso inicial médio de 9,89±3,46g e fêmeas com peso inicial médio de 9,88±2,72g. Cada casal foi formado antes da montagem do experimento e aleatoriamente os tratamentos foram sorteados em cada aquário que continham aeração constante, controle de temperatura pelo ambiente do laboratório e troca de 20% do volume útil de 30 litros a cada três dias. Durante o período experimental os casais foram alimentados com 7% do peso vivo dividido em três tratos diários. Ao final de 60 dias, de período experimental, os animais foram pesados e os resultados de ganho de peso foram submetidos a uma anova geral seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ganho de peso das fêmeas não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (0,6355±0,6785g, 0,9752±0,9978g e 1,6458±0,4471ga respectivamente aos tratamentos), o ganho de peso dos machos também não apresentou diferença estatística (0,7105±0,4210g, 0,7591±0,3641g e 2,0318±1,0556g respectivamente aos tratamentos) e o ganho de peso geral dos casais, soma do ganho dos machos mais o das fêmeas, apresentou diferença estatística demonstradas nas médias seguidas de letras diferentes (1,3460±0,5022g<sup>a</sup>, 1,7342±1,0251g<sup>ab</sup> e 3,6776±1,2228g<sup>ab</sup> respectivamente aos tratamentos). Os peixes apresentaram ganho de peso crescente com o aumento do nível proteico de suas dietas, apesar de separadamente, para machos e fêmeas, o efeito não ser significativo. Para matrizes de acará bandeira é recomendável utilizar rações com 30,5% de proteína, já que o melhor desempenho pode ser um indicativo de melhor utilização do alimento.

Palavras-chave: Pterophyllum scalare, peixes, ornamental, nutrição.



# NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS OU NÃO COM RACTOPAMINA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO NO PERÍODO DE VERÃO ¹.

THAMÍRYS VIANELLI MAURÍCIO<sup>2</sup>, MATHEUS FARIA DE SOUZA<sup>3</sup>, LEONARDO FONSECA DE FARIA<sup>4</sup>. JUAREZ LOPES DONZELE<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Fonte financiadora: CNPq; <sup>2</sup>Autora: Mestranda em Ciências Veterinárias, CCA-UFES; <sup>3</sup>Co-autor: Doutorando em Nutrição de Monogástricos, UFV; <sup>4</sup>Bolsista de iniciação científica CNPq <sup>5</sup>Professor Titular – DZO, UFV.

A ractopamina, por proporcionar melhorias significativas no desempenho dos suínos, tem sido incluída em dietas para suínos contendo 16% de proteína bruta e peso corporal entre 41 e 109 kg. Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante para suínos e seu nível de inclusão tem sido aumentado nas dietas que contenham ractopamina. bem como os ajustes dos demais aminoácidos em relação à lisina devem ser observados durante a formulação destas dietas. Nesse sentido, objetivou-se avaliar os níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com ractopamina para suínos machos castrados em terminação, no período de verão. Para isso foi realizado um ensaio na Fazenda Experimental Vale do Piranga - Unidade Experimental da EPAMIG, em Oratórios- MG. Foram utilizados 128 suínos híbridos comerciais selecionados para deposição de carne, machos castrados, com peso médio de 81 kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 2 com quatro níveis de lisina digestível (0,736; 0,836; 0,937 e 1,038%) e dois níveis de ractopamina (0 e 10ppm), com oito repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi constituída pela baia e na formação de blocos foi considerado como critério o peso inicial dos animais. Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal suplementada com L-lisina HCl (78%) e ractopamina (0 e 10 ppm), em substituição ao amido. Durante o período experimental as temperaturas de máxima e mínima no interior do galpão experimental mantiveram-se em  $29.8 \pm 2.6$  e  $16.6 \pm 2.9$ °C, respectivamente. Não foi verificada interação entre os níveis de lisina digestível e RAC para nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas aos 21 dias de experimento. Entretanto a suplementação com ractopamina aumentou o ganho de peso diário e melhorou a conversão alimentar (CA) dos suínos. Os níveis de lisina digestível, ao serem adicionados à ractopamina melhraram de forma linear a CA e também aumentou linearmente o consumo de lisina digestível (CLD) dos animais. Por outro lado, sem a suplementação de ractopamina os níveis de lisina influenciaram de forma quadrática até o nível estimado de 0,912% e aumentou de forma linear o CLD. A suplementação com ractopamina melhora o desempenho de suínos machos castrados no período de verão aos 21 dias. O nível estimado de 0,912% de lisina digestível sem a suplementação de ractopamina correspondente a um consumo estimado de 25,9g de lisina digestível/dia proporciona os melhores resultados de conversão alimentar para suínos machos castrados no período de verão. O nível de 1,038 de lisina digestível com a suplementação de ractopamina correspondente a um consumo estimado de 28,7g de lisina digestível/dia proporciona os melhores resultados de conversão alimentar para suínos machos castrados no período de verão.

Palavras- chave: desempenho; proteína ideal; promotor de crescimento.



## MÉTODOS DE FORMAÇÃO DE CONSÓRCIO ENTRE Brachiaria humidicola, Stylosanthes ev. CAMPO GRANDE E/OU Desmodium ovalifolium

RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>; JOÃO CARLOS DE CARVALHO ALMEIDA<sup>2</sup>; BRUNO BORGES DEMINICIS<sup>3</sup>; TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>; <u>PATRICIA DO ROSARIO</u> RODRIGUES<sup>4</sup>; FÁBIO TEIXEIRA DE PÁDUA<sup>5</sup>, ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>.

O lento desenvolvimento inicial das leguminosas em relação às gramíneas é um dos fatores que dificultam o estabelecimento do consórcio, pois são duas espécies com características morfofisiológicas distintas, com taxas de crescimento diferenciadas. Usualmente onde duas ou mais espécies são cultivadas num mesmo agrossistema, relações de competição por fatores de crescimento se estabelecerão entre elas em um prazo mais ou menos curto, dependendo da habilidade competitiva de cada uma. Portanto, na introdução de leguminosas em pastagens estabelecidas, devem ser utilizados métodos que minimizem o efeito de competição entre as diferentes espécies. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do método de introdução das leguminosas em pastagem de Brachiaria humidicola já estabelecida com o intuito de formar o consórcio. Foram comparados quatro métodos de introdução das leguminosas Desmodium ovalifolium e Stylosanthes cv. Campo Grande (sulco, herbicida, rocagem e gradagem) na pastagem de Brachiaria humidicola. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro tratamentos e quatro blocos. A frequência das espécies foi estimada através do método do quadrado, e a presença ou ausência das plantas de cada espécie foi evidenciada pelo contato de lâmina foliar ou caules com a intersecção das linhas. Os resultados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Não foi observada diferença na frequência das espécies durante o período experimental, e a proporção de solo descoberto também se mostrou inalterada. Conclui-se então que o método de introdução das leguminosas não irá interferir no estabelecimento e produtividade do consorcio.

Palavras chave: leguminosa, gramínea, solo.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Doutorando do PPGCA/UENF; <sup>2</sup> Professor UFRRJ/IZ/DNAP; <sup>3</sup> Professor CCAUFES/DZO;

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Mestranda do PPGCV/CCAUFES; <sup>5</sup> Professor IFRJ/Campus Nilo Peçanha-Pinheiral.



### INFLUENCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO DO EUCALIPTO SOBRE A Brachiaria decumbens EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL

RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>; JOÃO CARLOS DE CARVALHO ALMEIDA<sup>2</sup>; BRUNO BORGES DEMINICIS<sup>3</sup>; TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>; <u>PATRICIA DO ROSARIO</u> RODRIGUES<sup>4</sup>; FÁBIO TEIXEIRA DE PÁDUA<sup>5</sup>, ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Doutorando do PPGCA/UENF; <sup>2</sup> Professor UFRRJ/IZ/DNAP; <sup>3</sup> Professor CCAUFES/DZO; <sup>4</sup> Mestranda do PPGCV/CCAUFES; <sup>5</sup> Professor IFRJ/Campus Nilo Peçanha-Pinheiral.

Para o sucesso do sistema silvipastoril é indispensável compreender os fatores que compõem o sistema, tais como produção animal, forrageira e arbórea. Com relação à pastagem em sistemas silvipastoris, existe a necessidade de maiores informações sobre o comportamento das principais forrageiras tropicais como as do gênero Brachiaria que, sob luminosidade reduzida, têm sua composição química e digestibilidade afetadas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do espaçamento de plantio do eucalipto em sistema silvipastoril sobre a produção e composição química da Brachiaria decumbens. Foram utilizados quatro tratamentos, referentes aos três espaçamentos de plantio do eucalipto (3x2, 6x4 e 10x4 m), mais o tratamento controle (ausência de árvores). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com quatro tratamentos, quatro blocos e duas repetições por bloco, e a análise dos dados foi realizada como medidas repetidas no tempo. Constataram-se efeitos significativos de tratamento para a massa de forragem (MF) e taxa de acúmulo de massa seca (TAMS). Para a relação folha/colmo (F/C), porcentagem de proteína bruta (PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e porcentagem de matéria mineral (MM) não foram observadas efeitos de espacamento de plantio do eucalipto. Em conclusão, verificou-se que os espacamentos de plantio afetam tanto a produção quanto a composição química da braquiária avaliadas até os 24 meses de crescimento do Eucalyptus urophylla cultivado em sistema silvipastoril.

Palavras-chave: relação folha/colmo, sistema silvipastoril, taxa de acúmulo de massa seca.



### HELMINTOFAUNA EM Chelonia mydas NO LITORAL SUL DO ESPÍRITO SANTO

ÉRIKA BINOTI<sup>1</sup>; ANTONIO DE CALAIS JUNIOR<sup>1</sup>; MOARA CUZZUOL GOMES<sup>2</sup>; ISABELLA VILHENA FREIRE MARTINS<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Mestrandos em Ciências Veterinária da Universidade Federal de Espírito Santo (UFES). ; E-mail: <a href="mailto:erikabinoti.mv@hotmail.com">erikabinoti.mv@hotmail.com</a> ; <sup>2</sup>Médica veterinária e técnica na Empresa CTA- Meio Ambiente ; <sup>3</sup>Professora adjunto do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES. Instituição financiadora: CAPES

A região costeira e litorânea do Estado do Espírito Santo, incluindo a região Sul, é considerada área de intensa atividade biológica (reprodução e alimentação) de algumas espécies de tartarugas marinhas. Um grande número destes animais são encontrados mortos ou muito debilitados nas areias das praias, e em sua maioria pertencem à espécie Chelonia mydas, ou tartaruga verde. Após necropsia destes animais, constata-se, em vários casos, intenso parasitismo associado a um baixo escore corporal com lesões na pele e nos órgãos. Objetivou-se com esse trabalho identificar a helmintofauna das tartarugas marinhas que ocorrem no litoral Sul do Estado do Espírito Santo. Para este trabalho foram utilizados 8 exemplares da espécie Chelonia mydas, que foram recolhidas das praias do Sul do Estado e necropsiadas nas dependências da Empresa CTA- Meio Ambiente, estes animais são recebidos já mortos, ou vem a óbito quando entram em tratamento. Destas tartarugas, cinco estavam parasitadas. Os parasitos coletados na necropsia foram fixados em formalina 10% e encaminhados ao Laboratório de Parasitologia do CCA-UFES, onde foram clarificados e montados em lâminas permanentes para identificação segundo a classificação de Werneck (2011). Foram encontradas 16 espécies diferentes de parasitos, em vários locais, como no coração, vesícula biliar, bexiga e intestino, sendo todos pertencentes à Classe Trematoda. Dos exemplares já identificados destacam-se Neoctangium travassossi, Learedius learedi, Rhytidodoides similis e Deuterobaris intestinalis, ambos no intestino, e Amphiorchis caborojoensis no coração.

Palavras-chave: Parasitismo; Tartarugas marinhas; Tartaruga verde; Trematoda



#### ESTRATÉGIA ALIMENTAR PARA PÓS-LARVAS DE ACARÁ BANDEIRA

SAMUEL LOUZADA PEREIRA<sup>4</sup>, <u>LUCAS PEDRO GONÇALVES JUNIOR</u>, ISMAEL RAFANE DA SILVA AMORIM³, MARCELO DARÓS MATIELO¹, BRAULIO FARIA², PAULA DEL CARO SELVATICI³, PEDRO PIERRO MENDONÇA\*

Mestrando em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil: <a href="mailto:juniorvezula@hotmail.com">juniorvezula@hotmail.com</a>; <sup>2</sup> Medico Veterinário, Profissional Autônomo <sup>3</sup>Graduando em Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre; <sup>4</sup> Mestrando, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Campos do Goytacazes – Rio de Janeiro, <a href="mailto:samuell\_lp@hotmail.com">samuell\_lp@hotmail.com</a>; \*Professor Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES-Campus Alegre /Rodovia Cachoeiro- Alegre, Km 11, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000 - Rive/ Alegre, Espírito Santo, Brasil, ppmendonca@ifes.edu.br

Avaliou-se diferentes períodos de retirada do náuplio de Artêmia sp. da dieta de pós-larvas de acará bandeira. O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Foi utilizado 40 pós-larvas com peso médio inicial de 11,0 mg, comprimento total inicial de 4,26 mm, provenientes da mesma desova. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e quatro repetições (T1= 10 dias para inicio da troca alimentar; T2= 20 dias para inicio da troca alimentar). A alimentação foi fornecida três vezes ao dia (07:00; 11:30 e 16:00) a vontade. A dieta foi constituída com náuplios de artêmia até o período proposto por cada tratamento para a transição alimentar. O período de alimentação conjunta de artêmia foi por três dias. Após os três dias foram fornecidos apenas ração comercial para os animais até o final do 30º dia. As unidades experimentais foram compostas por aquários experimentais de 500 mL, com cinco pós larvas de acará-bandeira cada. A temperatura das unidades experimentais era mantida por banho-maria, e para manutenção da temperatura do banho-maria foi utilizado um aquecedor com termostato. Diariamente foi realizado o sifonamento com renovação de água de 40%. Foi utilizado ração em pó comercial extrusada com 55% de proteína bruta, Ao final do 30º dia foi verificado os valores de peso final (PF), comprimento total (CT) e a sobrevivência (S) dos animais. Os resultados foram submetidos à analise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. Os parâmetros físicos e químicos da água ficaram dentro do recomendado para a espécie (Oxigênio dissolvido: 5,1 mg.L<sup>-1</sup>; pH:7,03; Temperatura: 22,38 °C). O desempenho produtivo foi influenciado (P<0.05) pelos tratamentos testados, sendo os melhores resultados verificado para os animais que receberam o náuplio de artemia durante 20 dias. Os resultados encontrados PF e CT foram de  $0.036\pm0.001$ g;  $0.052\pm0.004$ g e  $1.4\pm0.02$  cm;  $1.6\pm0.1$ cm para T1 e T2 respectivamente. Geralmente, as pós-larvas durante a transição alimentar apresentam problemas no reconhecimento e aceitação da dieta inerte, devido sua menor biodisponibilidade, quando comparado com o alimento vivo, justificando os resultados encontrados. A variável S não foi influenciada (P<0,05) pelos tratamentos avaliados, sendo observado 100 % de sobrevivência para ambos os tratamentos. Concluí-se que a melhor estratégia alimentar estudada foi a de 20 dias para inicio da troca alimentar da artêmia pela ração em pó.

Palavras chave: Larvicultura, Nutrição, Pterophyllum scalare.



## EPIDEMIOLOGIA DA PAPILOMATOSE BOVINA NO REBANHO LEITEIRO DO MUNICÍPIO DE ALEGRE ESPIRITO SANTO, 2013.

HIGOR AZEVEDO ASSIS<sup>1</sup>; FILLYPE CANZIAN BAPTISTA; DIRLEI MOLINARI DONATELE.

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

A papilomatose bovina é uma doença infectocontagiosa, de caráter cosmopolita, de origem viral, crônica, de natureza tumoral benigna e fibroepitelial, vulgarmente conhecida como verruga ou figueira. A doenca pode acometer animais jovens ou adultos, principalmente em rebanhos de aptidão leiteira, trazendo prejuízos econômicos como: desvalorização do couro do animal, desenvolvimento retardado, cegueira, bem como problemas relacionados à fertilidade, surgimento de mastite e dificuldades na ordenha. O objetivo do projeto foi identificar as principais causas do aparecimento da papilomatose no rebanho bovino leiteiro no município de Alegre, região sul do estado do Espírito Santo. Avaliou-se a prevalência da doença no rebanho bovino leiteiro do município no ano 2013, sendo que o diagnostico da doença foi realizado através do exame clínico dos animais de propriedade leiteiras selecionados aleatoriamente, por meio do cadastro do Instituto de Defesa Agropecuária do ES de Alegre/ES, juntamente a essa pratica foi realizado uma entrevista com os responsáveis por cada propriedade, com o objetivo de identificar os possíveis fatores predisponentes a ocorrência da Papilomatose Bovina no município. Foram examinados 790 animais de 11 propriedades rurais distintas, desses 44 animais foram considerados positivos para a papilomatose bovina, com uma prevalência de 5,57%, e em todas as propriedades estudadas havia pelo menos um animal acometido pela papilomatose, correspondendo 100% de prevalência da doença nas propriedades estudas. As variáveis estudadas: uso da inseminação artificial; compra e venda de animais acometidos pela papilomatose; uso de ordenhadeiras mecânicas; participação em feiras de animais; e troca de agulhas durantes as vacinações não se mostraram como fatores predisponentes há ocorrência da Papilomatose Bovina no município de Alegre, ES. O presente trabalho conclui que a Papilomatose bovina é uma doença presenta e difundida no rebanho leiteiro do município de Alegre, tornando-se imprescindível que medidas sejam tomadas no sentido de esclarecer aos proprietários sobre a doença e suas implicações econômicas, visando à implantação de um programa de controle da doença na região, evitando que essa doença presente no rebanho leiteiro bovino de Alegre se dissemine tomando proporções maiores, assim causando prejuízo a todos os integrantes da bacia leiteira do município de Alegre, ES.

Palavras-chave: Papilomatose, Figueira, Verruga, Papilomavírus.



#### EFICÁCIA DE TRÊS DIFERENTES ASSOCIAÇÕES DE ANTI-HELMINTICOS NO TRATAMENTO DE CÃES INFECTADOS NATURALMETE COM Ancylostoma sp.

<u>DANIELE FASSINA DE SIQUEIRA</u><sup>1</sup>; LIVIA REISEN PERIN; NAYARA CAMATTA CAMPOS; LUANNA CASTRO OLIVEIRA; DIEFREY RIBEIRO CAMPOS; ISABELLA VILHENA FREIRE MARTINS: KARINA PREISING APTEKMANN.

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

O Ancylostoma sp. é um endoparasita gastrointestinal hematófago, responsável por uma zoonose de importante relevância na saúde animal e humana. Larvas infectantes podem penetrar em pele de humanos causando larva migrans cutânea, chamado popularmente de "bicho geográfico". O Ancylostoma sp. acomete animais de todas as idades, porém os filhotes são os mais infectados e com maior grau de parasitismo.O obejetivo do trabalho foi determinar e comparar a eficácia de três anti-helmínticos, sendo eles o Strondal (pamoato de pirantel, praziquentel), Drontal plus (pamoato de pirantel, praziquantel e febantel) e Milbemax (pamoato de milmemicima oxima e praziquantel) no tratamento de cães naturalmente infectados pelo Ancylostoma sp através da análise coproparasitológica. Para a realização do experimento foram coletadas amostras de cães do município de Alegre ES, sem restrição de raça, sexo ou idade. As amostras foram processadas utilizando a técnica de McMaster para detectar os animais parasitados e o número de ovos por grama de fezes (OPG). Os animais positivos para Ancylostoma sp. foram dividos em 3 grupos, cada grupo contendo 12 animais, totalizando 36 animais . Os animais positivos foram tratados com o princípio ativo ou associações correspondentes ao grupo que se encontravam. As doses utilizadas de cada associação foram as mesmas recomendadas pelo fabricante, via oral e dose única. Após sete dias do tratamento foi realizada nova coleta e nova mensuração do OPG, com a técnica de McMaster, para determinar a eficácia do medicamento de acordo com o novo valor de OPG do exame obtido pós tratamento. O cálculo da eficácia foi baseado na porcentagem de redução do OPG de cada animal comparado com seu OPG pré tratamento. O experimento está em andamento, sendo que os resultados prévios são que todos os animais dos três grupos não apresentaram nenhum tipo de parasitismo após serem receberem os anti-helminticos. O OPG pós tratamento foi de 0 em todos os 28 animais tratados até o momento. Concluiu-se até o momento que as três associações de anti-helminticos foram 100% eficazes para o controle de *Ancylostoma* sp.

Palavras chave: verminose, McMaster, caninos, coproparasitológico, helmintos



#### EFICÁCIA DA ASSOCIAÇÃO DE PAMOATO DE PIRANTEL E PRAZIQUANTEL NO CONTROLE DE Ancylostoma sp. E Toxocara cati EM GATOS NATURALMENTE INFECTADOS

DIEFREY RIBEIRO CAMPOS<sup>2</sup>, <u>NAYARA CAMATTA CAMPOS<sup>1</sup></u>, LUANNA CASTRO OLIVEIRA<sup>1</sup>LIVIA REISEN PERIN<sup>1</sup>, DANIELE FASSINA DE SIQUEIRA<sup>1</sup>, KARINA PREISING APTEKMANN<sup>2</sup>. ISABELLA VILHENA FREIRE MARTINS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluna de Graduação do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo; <sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo

Com o crescente número de gatos como animais de estimação, vem-se buscando o bem estar desses animais e uma melhor qualidade de vida, estando livre de parasitos gastrointestinais que podem prejudicá-los e que possam causar algum dano a saúde dos proprietários. O parasitismo intestinal dos felinos de companhia é de grande importância para saúde pública, por algumas espécies terem a capacidade de infectar os humanos sendo zoonoses, como Ancylostma sp. e Toxocara cati. O uso de anti-helmíntico com associação de pamoato de pirantel e praziquantel é amplamente utilizado pelos proprietários no controle parasitário por ser o mais comercializado e por possui preco acessível. O presente trabalho teve como objetivo testar a eficácia da associação do pamoato de pirantel e praziquantel no controle de Ancylostoma sp. e Toxocara cati em gatos naturalmente infectados. Foram utilizados 18 animais sem distinção de raça ou sexo, sendo 9 positivos para Toxocara cati e 9 positivos para Ancylostoma sp. As amostras de fezes dos animais foram coletadas antes do tratamento para a realização do exame coproparasitológico pela técnica MacMaster para a determinação do número de ovos por grama de fezes (OPG). Em seguida os animais foram tratados com a associação pamoato de pirantel e praziquantel, em dose de 5 mg/kg, dose única. Após 7 dias do tratamento uma nova amostra de fezes foi coletada para a determinação do OPG pós-tratamento. Em seguida, os dados foram tabelados e posteriormente realizado o cálculo da porcentagem de redução de ovos para a determinação da eficácia do anti-helmíntico. Os resultados obtidos foi que 9 (100%) dos animais positivos para Toxocara cati e 9 (100%) dos positivos para Ancylostoma sp. apresentaram OPG igual a zero após 7 dias de tratamento. Após o cálculo do percentual de redução de ovos foi constatado que a associação do pamoato de pirantel e praziquantel apresentou 100% de eficácia no controle dos nematoides T. cati e Ancylostoma sp. Tal resultado mostra que apesar da associação testada ser utilizada amplamente pelos proprietários por mais de 30 anos, não existem evidencias que demonstrem que tenha sido instalado qualquer indício de resistência parasitária e que a alta prevalência destes nematoides entre os felinos domésticos são resultado da execução de protocolos inadequados de vermifugação associados aos altos fatores de risco para a contaminação parasitária.

Palavras-chave: Felinos, Anti-helmíntico, Nematoides, Controle Parasitário.



### EFEITO DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO EM SISTEMA SILVIPASTORIL SOBRE A DENDROMETRIA DO EUCALIPTO

RAPHAEL PAVESI ARAUJO<sup>1</sup>; JOÃO CARLOS DE CARVALHO ALMEIDA<sup>2</sup>; BRUNO BORGES DEMINICIS<sup>3</sup>; TALITA PINHEIRO BONAPARTE<sup>1</sup>; <u>PATRICIA DO ROSARIO</u> RODRIGUES<sup>4</sup>; FÁBIO TEIXEIRA DE PÁDUA<sup>5</sup>, ALISSON RODRIGUES JORDÃO<sup>1</sup>.

Sistema silvipastoril é uma modalidade de sistema agroflorestal, que se refere às técnicas de produção nas quais se integram os animais, as árvores e as pastagens numa mesma área. Esta arborização tem sido considerada um meio eficiente de promover a sustentabilidade de pastagens em regiões de pecuária leiteira por controlar a erosão, melhorar a fertilidade do solo. a qualidade da forragem e ainda gerar renda ao produtor. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito do espaçamento de plantio do eucalipto sobre suas características dendrométricas (diâmetro 30cm, diâmetro da copa, altura, DAP, biomassa e sobrevivência) em sistema silvipastoril com Brachiaria decumbens. Foram utilizados três espacamentos de plantio do eucalipto (3 x 2, 6 x 4 e 10 x 4 m). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualisados com arranjo em parcela subdividida com três tratamentos, quatro blocos e duas repetições por bloco, onde os espaçamentos de plantio foram alocados na parcela e os meses de avaliação na sub-parcela. Constatou-se somente efeito dos meses de avaliação (efeito linear positivo) para as variáveis diâmetro 30cm de altura, diâmetro da copa e altura. Não foram observados efeitos de espaçamento para as variáveis DAP, sobrevivência, biomassa por árvore quando avaliadas aos 24 meses. Verificou-se efeito somente para biomassa por hectare, com o espacamento 3 x 2 m apresentando comportamento superior aos demais. Com isso, pode-se concluir que os espacamentos de plantio só influenciaram a biomassa por hectare, não afetando as demais características dendrométricas avaliadas até os 24meses do Eucalyptus urophylla cultivado em sistema silvipastoril.

Palavras chave: biomassa, diâmetro, sobrevivência.

 $<sup>^1</sup>$  Doutorando do PPGCA/UENF;  $^2$  Professor UFRRJ/IZ/DNAP;  $^3$  Professor CCAUFES/DZO;  $^4$  Mestranda do PPGCV/CCAUFES;  $^5$  Professor IFRJ/Campus Nilo Peçanha-Pinheiral.



### DETERMINAÇÃO DO PERFIL METABÓLICO PROTEICO DE VACAS GIROLANDAS NA REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

LEONARDO DE BRUYM DENADAI<sup>1</sup>; CAROLINE SANT'ANNA FEITOSA<sup>1</sup>; THIAGO DA COSTAS FREITAS; FLEBSON MONTALVÃO DE ALMEIDA; EVANDRO PEREIRA NETO<sup>3</sup>; JEANNE BROCH SIQUEIRA<sup>2</sup>; GRAZIELA BARIONI<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Granduando(a) do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo.; <sup>2</sup>Docente da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). <sup>3</sup>Centro Diagnóstico Veterinário (CDV), Vitória – ES; Autor responsável. Email: leonardodenadaivet@gmail.com Agencias Fomento: FAPES e PIBIC/UFES

O perfil metabólico foi desenvolvido com a finalidade de avaliar as causas e a incidência de doenças ligadas à produção, possibilitando assim, o diagnóstico de alterações metabólicas antes da sua apresentação clinica além da avaliação do status nutricional do rebanho. Objetivou-se caracterizar os parâmetros do perfil metabólico proteico de vacas girolandas em diferentes fases produtivas em propriedades na região Sul do Estado do Espírito Santo. Foram utilizadas 23 vacas mestiças divididas em quatro grupos: período seco (PS), período de pico de lactação (PL) 45 ± 15 dias de lactação; período final de lactação (FL), quando a produção de leite decresce, e os animais encontravam se sem nova prenhez (343 ± 78 dias de lactação); período médio (MF) de lactação, quando a vaca se encontra em prenhez avançada e a produção leite é estável (256 ± 27 dias de lactação). Foi considerado dia 0 de lactação o dia do parto. Foram avaliados peso corpóreo, escore de condição corporal (ECC) e perfil proteico (proteína total, albumina, globulina e uréia), por meio de análises bioquímicas. Os valores encontrados para proteína total (g/dl) foram 7,87  $\pm$  1,19 (PS); 7,58  $\pm$  0,87(PL); 8,42  $\pm$  0,74(FL) e 8,87  $\pm$  0,50 (MF), Albumina (g/dl)  $2.90 \pm 0.32$  (PS);  $2.95 \pm 0.30$  (PL);  $2.43 \pm 0.13$  (FL);  $2.60 \pm 0.27$  (MF), Globulina (g/dl)  $4.96 \pm 1.23$ (PS);  $4.62 \pm 0.87$ (PL);  $5.98 \pm 0.74$  (FL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (PL);  $6.26 \pm 0.34$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$  (MF) e Uréia (mg/dl)  $25.3 \pm 0.74$ 11,20 (PS); 28,52  $\pm$  9,94 (PL); 15,34  $\pm$  4,02 (FL); 18,68  $\pm$  4,22(MF). No perfil metabólico proteico não houve variação estatística para proteína total e uréia, mas notou-se variação para albumina e globulina. A redução dos níveis médios de albumina e aumento nos níveis de globulina, com o avanco da lactação deve-se a demanda de aminoácidos para a síntese de proteína no leite reduzindo a síntese de outras proteínas e por isto a concentração de albumina diminui na medida em que a lactação avança. A avaliação do perfil metabólico é de fundamental importância para o monitoramento do metabolismo proteico e na detecção precoce de doenças metabólicas na bovinocultura leiteira.

Palavras chave: bovinocultura de leite, fase produtiva, doenças metabólicas



# ASPECTOS RELEVANTES NO DESENVOLVIMENTO DE FOLÍCULOS PRÉ-OVULATÓRIOS EM ÉGUAS TRATADAS COM MELOXICAM E FENILBUTAZONA

ANDRÉ GOMES LIMA<sup>1</sup>; LAINO COLA BARRETO COSTA<sup>1</sup>; INGRID BROMERSCHENKEL<sup>1</sup>; <u>LUCIANA MARA MEDEIROS OLIVEIRA</u><sup>1</sup>; MARCO ANTONIO ALVARENGA<sup>2</sup>; CARLA BRAGA MARTINS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo Email: guingafl@hotmail.com <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil

Os anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs), como Meloxicam e Fenilbutazona, são comumente utilizados para o tratamento de diversas afecções em éguas e podem prejudiçar a formação de prostaglandinas e, consequentemente, interferir na atividade reprodutiva. Utilizouse onze éguas durante três ciclos estrais consecutivos, realizando exames ginecológicos e ulltrassonográficos a cada 12 horas. Quando folículos de 32 mm de diâmetro foram detectados, administrou-se 1 mg de deslorelina para induzir a ovulação. O primeiro ciclo foi usado como controle e as éguas receberam somente a dose de deslorelina, sem a administração de AINEs. Cada égua foi tratada, no segundo ciclo com 0,6 mg/kg de meloxicam, e no terceiro ciclo com 4,4 mg/kg de fenilbutazona, uma vez por dia, até o momento da ovulação ou início da hemorragia folicular. O número de ovulações entre o ciclo controle e os ciclos de tratamento foram comparados pelo Teste Exato de Fisher ao nível de 1% de significância. Para análise do tamanho do folículo nos diversos momentos e tempo de ovulação ou formação do folículo hemorrágico foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis ao nível de 1% e 5% de significância, respectivamente. Todas as éguas pertencentes ao grupo de controle ovularam entre 36 e 48 horas após a indução com Deslorelina. No grupo tratado com Meloxicam, 92% (n=10) das éguas não ovularam e, no grupo tratado com Fenilbutazona, 83% (n=9) das éguas não ovularam. Durante o exame ultrassonográfico, foram observados presença de pontos hiperecóicos intrafoliculares, compatíveis com folículos hemorrágicos. Observou-se aumento significativo (p<0.01) do tamanho folicular 24 horas após da administração do indutor de ovulação nos animais pertencentes ao grupo controle. Não houve diferença significativa (p>0,01) no tamanho folicular nos momentos 0 e 24 horas entre o grupo controle e os grupos tratados. Não houve diferença significativa (p>0,01) no tamanho folicular entre momentos 0 e 24, 24 e 48, 48 e 72, 72 e 96 horas nos grupos tratado com Fenilbutazona e Meloxicam. Notou-se diferenca significativa (p<0,01) do tamanho folicular entre os momentos 0 e 48, 0 e 72, e 0 e 96 horas no grupo tratado com Fenilbutazona. No grupo Meloxicam observou-se diferença significativa (p<0,01) do tamanho folicular entre os momentos 0 e 48, e 0 e 72, 0 e 96, e 24 e 96 horas. Não houve diferença significativa no tamanho do folículo no momento da ovulação ou início da hemorragia folicular entre os diferentes grupos (p>0,01). Notou-se que o tempo médio para a ovulação ou início da hemorragia folicular diferiu (p<0,01) entre o grupo Controle e os grupos Meloxicam e Fenilbutazona. No entanto, não houve diferença no tempo médio para a ovulação ou início da hemorragia folicular entre os grupos tratados (p<0.05). Pode-se concluir que o tratamento com Meloxicam e Fenilbutazona, em doses terapêuticas, induz a hemorragia folicular e luteinização de folículos anovulatórios. Os diferentes tratamentos não influenciam no crescimento folicular.

Palavras chave: anti-inflamatórios não esteroidais, égua, folículos, ultrassonografia.



## ANÁLISE DO PERFIL FITOQUÍMICO DE Euphorbia tirucalli PARA USO EM EXPERIMENTAÇÃO

## ANDERSON BARROS ARCHANJO<sup>1</sup>, FRANCISCO DE PAULA CARETA, ADILSON VIDAL COSTA, LOUISIANE DE CARVALHO NUNES

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – <u>andersonarchanjo@gmail.com</u> Instituição Financiadora: FAPES

Na atualidade os produtos naturais extraídos de plantas têm apresentado um relevante papel no processo de descoberta de fármacos, Euphorbia tirucalli Linneau, conhecida popularmente como avelós ou aveloz, é utilizado desde o início deste século na terapia anticâncer pela medicina popular e a prática homeopática. Ésteres de forbol, que podem ser encontrados em E. tirucalli, sabidamente têm ação em processos biológicos como a inflamação e a modulação da expressão de citocinas. Os diterpenos com núcleo ingenano presentes na constituição do látex possuem ação anticancerígena, mostrando significativa inibição da proliferação da proteína quinase C (PKC), resultando em efeito antiproliferativo e apoptótico em varias células cancerígenas humanas. O objetivo deste trabalho foi analisar o perfil fitoquímico do aveloz para a utilização em testes in vitro e in vivo do potencial antitumoral da planta. As partes aéreas de aveloz foram coletadas no município Alegre, estado do Espírito Santo, que inicialmente, foram identificadas por análise botânica e depositadas no Herbário VIES Setorial de Jerônimo Monteiro, sob registro VIES 31807. Foram mantidas, por 72 h a 40 °C, em estufa de ventilação forçada de ar. Posteriormente, estas foram moídas em moinho de facas com peneira de 0,8 mm e armazenadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados. Em seguida foram submetidas às análises fitoquímicas para determinação das principais classes químicas de metabólitos especiais, sendo eles flavonóides, terpenoides e esteroides, alcalóides, saponinas, antraquinonas, compostos fenólicos, taninos e cumarinas, de acordo com o protocolo descrito por MATOS (1997). Após a realização das reações de identificação das classes químicas, observou-se a presença das seguintes classes, nas partes aéreas de Euphorbia tirucalli, compostos fenólicos, taninos, terpenoides e esteroides, saponinas, alcalóides e flavonóides e suas subclasses flavononóis, leucoantocianidina e flavanonas. Os testes foram negativos para antraquinonas e cumarinas. Com os resultados encontrados espera-se que os testes in vitro e in vivo sejam eficazes, uma vez que os constituintes químicos encontrados neste trabalho corroboram com os encontrados na literatura científica.

Palavras-chave: avelóz; compostos químicos; produtos naturais.



#### A LUA INFLUENCIA NO PARTO DAS EGUAS?

MÁRCIO NUNES CORDEIRO COSTA<sup>1</sup>; INGRID BROMERSCHENKEL<sup>1</sup>; <u>LUCIANA MARA MEDEIROS OLIVEIRA</u><sup>1</sup>; WARLEY GOMES SANTOS<sup>2</sup>; FELIPE BERBARI NETO<sup>3</sup>: CARLA BRAGA MARTINS<sup>3</sup>\*

<sup>1</sup> Mestrandos em Ciências Veterinárias, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES.; <sup>2</sup> Doutorando em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais, DCCV/UFMG; <sup>3</sup> Docentes do Departamento de Medicina Veterinária, CCA/UFES. \*Autor para contato: cbmyt@hotmail.com

São muitas as crenças populares que relacionam as fases da lua com os acontecimentos terrestres. Muitos médicos, criadores e profissionais do ramo equestre, admitem que ocorra um número maior de nascimentos nos dias de mudança de fase da lua ou durante a lua cheia. Objetivou-se com este estudo verificar se o dia do parto na espécie equina é influenciado pela mudança da fase lunar e avaliar se ocorre major frequência de partos em determinada fase da lua. Foram utilizados os registros de nascimentos de 455 potros, machos e fêmeas, nascidos entre 1976 e 2011, em um criatório de equinos situado no município de Alegre, Espírito Santo. Os nascimentos foram distribuídos de acordo com a lua presente na data de cada parto. Foram consideradas as seguintes fases: A: 1º dia da lua nova, B: lua nova, C: 1º dia da lua crescente, D: lua crescente, E: 1º dia lua cheia, F: lua cheia, G: 1º dia da lua minguante, H: lua minguante. O primeiro dia de cada fase lunar caracteriza a mudança de fase da lua, e por crendice popular, maior chance da ocorrência do parto. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o teste não paramétrico do Qui-Quadrado. Os valores esperados para o 1º dia de cada lua, que caracterizava a mudanca de lua foram 16,24 (3,57%) nascimentos, e os resultados obtidos foram: A: 19 (4,18 %), C: 12 (2,64%), E: 18 (3,96), G: 19 (4,18%). Os valores esperados para a duração de cada fase da lua, excluindo-se o 1º dia da mudança de lua foram 97,5 (21,4%) nascimentos, e os resultados obtidos foram: B: 81 (17.8%), D: 87 (19.1%), F: 122 (26.8%), H: 97 (21,3%). Não houve diferença significativa entre variáveis estudadas (p= 0,0906). As mudanças de fase da lua não influenciaram nos partos das éguas estudadas e não houve predominância dos partos em uma determinada fase específica.

Palavras chave: ciclo lunar, éguas, parto.



Agência Brasileira do ISBN ISBN 978-85-61890-36-0

