

VALÍRIA DUARTE CERQUEIRA

Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no bioma amazônico

São Paulo

2010

VALÍRIA DUARTE CERQUEIRA

Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no bioma amazônico

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Patologia Experimental e Comparada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Departamento:

Patologia

Área de concentração:

Patologia Experimental e Comparada

Orientadora:

Profa. Dra. Silvana Lima Górnaiak

São Paulo

2010

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.2331
FMVZ

Cerqueira, Valéria Duarte
Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no
bioma amazônico / Valéria Duarte Cerqueira. -- 2010.
90 f. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Patologia, São Paulo, 2010.

Programa de Pós-Graduação: Patologia Experimental e Comparada.
Área de concentração: Patologia Experimental e Comparada.

Orientador: Profa. Dra. Silvana Lima Górnaiak.

1. Timpanismo. 2. Cólica. 3. Equídeos. 4. *Panicum maximum*. 5. Bioma
amazônico. I. Título.

PARECER DA COMISSÃO DE BIOÉTICA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



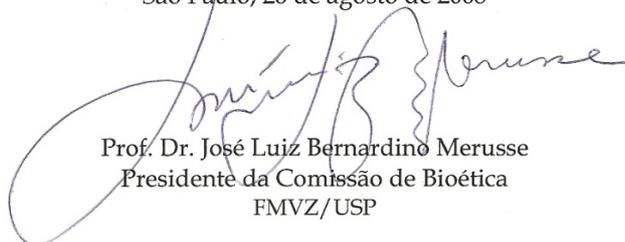
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Determinação da etiopatogenia de uma enfermidade caracterizada por cólica em eqüídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximim*", protocolado sob o nº1406/2008, utilizando 20 (vinte) eqüídeos, 20 (vinte) ratos e 20 (vinte) coelhos, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Silvana Lima Górnaiak, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

We certify that the Research "Determination of the pathogenesis of a disease characterized by colic in horses kept in different cultivars of *Panicum maximum*", utilizing 20 (twenty) horses, 20 (twenty) rats and 20 (twenty) habits, protocol number 1406/2008, under the responsibility Profa. Dra. Silvana Lima Górnaiak, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved "ad referendum" of the meeting.

São Paulo, 26 de agosto de 2008



Prof. Dr. José Luiz Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: CERQUEIRA, Valéria Duarte

Título: Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no bioma amazônico.

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Patologia Experimental e Comparada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

À Marcos, Matheus, Letícia, Yasmin e Clara.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Marcos, meu marido, pela paciência infinita, amor incondicional e empenho em tornar tudo mais fácil para que eu pudesse desenvolver o trabalho.

Aos meus filhos, dos quais roubei tanto tempo em função do trabalho e pela compreensão da importância do trabalho na minha vida.

Ao prof. Franklin Riet pela orientação e apoio, mesmo à distância.

Ao Projeto Milênio/Tecnologias aplicadas ao controle das intoxicações por plantas em herbívoros no Brasil e estudo das plantas tóxicas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste/Finep que financiou os trabalhos.

À profa. Silvana Gorniák pela confiança em mim depositada, pelo sempre pronto atendimento a todas as minhas solicitações, muito obrigada!

Ao prof. José Diomedes Barbosa Neto pela cessão do tema de tese, uma vez que o tema do presente trabalho vinha sendo estudado por ele e pelo grupo de trabalho da Clínica de Grandes Animais da Universidade Federal do Pará (UFPA), ao qual pertenço.

À amiga e colega Gabriela Riet pela ajuda em tudo, sempre.

Aos colegas zootecnistas Sandra e Felipe pela ajuda nas análises bromatológicas das amostras coletadas.

Ao Dr. Marcos Enê Oliveira Chaves pelo apoio e ajuda nas análises realizadas na Embrapa Amazônia Oriental.

À UFPA pela minha liberação e empenho no desenvolvimento dos trabalhos.

À Capes pela bolsa concedida.

A laboratorista Adriana pela excelência do trabalho da confecção de lâminas e análises de oxalatos, e Antônio e Natália pelas análises clínicas.

À secretária de pós-graduação do departamento de Patologia, Cristina Aurichi, pela ajuda e amizade ao longo desses quatro anos.

Aos pós-graduandos Carlos Alberto Oliveira Júnior, Débora Marchiori e Beatriz Riet pela ajuda nos experimentos e amizade.

Aos estagiários da Patologia da UFPA, Marcelo, Mariane, Laura, Carla, Cristiane, Mizael, Helda e Carlos Donza pela ajuda nos trabalhos experimentais.

À todos que colaboraram de uma forma ou de outra para elaboração do presente trabalho, muito obrigada.

“De tudo, ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre a começar...

A certeza de que é preciso continuar...

A certeza de que seremos interrompidos...

Portanto devemos:

Fazer da interrupção um novo caminho...

Da queda um passo de dança...

Do sonho uma ponte...

Da procura um encontro...”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

CERQUEIRA, V.D. **Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no bioma amazônico** [Colic in equidae kept in different cultivars of *Panicum maximum* in the amazon biome]. 2010. 90f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Na região Amazônica do Norte do Brasil, *Panicum maximum* cultivares Mombaça, Tanzânia e Massai causam cólica severa e morte durante o período chuvoso quando os pastos em brotação são pastejados pelos equídeos. Em oito surtos estudados, um total de 52 de 153 equídeos adoeceram e 19 morreram (10 mulas e 9 cavalos). Os sinais clínicos foram de cólica e dilatação abdominal e os sinais clínicos variaram de 12 horas a 4 dias. As atividades séricas de gama glutamiltransferase e aspartato aminotransferase estavam em níveis normais e os valores séricos de uréia e creatinina se mostravam elevados esporadicamente. Os principais achados macroscópicos e microscópicos observados foram no sistema digestivo. O estômago, intestino delgado e grosso apresentavam hemorragia severa, ulcerações e erosões da mucosa. Ao exame histológico foram observadas gastrite linfoplasmocitária difusa e enterite com congestão severa e hemorragias, e ocasionalmente necrose epitelial e ulceração. Necrose linfocítica do tecido linfóide associada ao intestino foi observada ocasionalmente. Nefrose tubular ocorreu em alguns animais. Em relação à etiologia da doença, nos estudos dos surtos foram pesquisadas três causas prováveis: intoxicação por saponinas contidas nas pastagens; intoxicação por esporidesmina produzida por *Pithomyces chartarum*; e intoxicação por cantaridina produzida por *Epicauta* spp. Os pastos foram negativos para as saponinas diosgenina e yamosgenina, os níveis de oxalato estavam dentro da normalidade para a espécie e não foram encontrados besouros do gênero *Epicauta* na pastagem. Foram realizados 3 experimentos com *Panicum maximum* cv. Mombaça em brotação. No experimento 1, realizado na época de seca, dez animais receberam no cocho durante 40 dias o capim em brotação recém cortado sem adoecer. No experimento 2, realizado na época de chuvas, outros 10 animais receberam capim recém cortado em brotação no cocho. Adoeceram dois animais, um no 5º dia e outro no 11º dia de experimento com sinais clínicos de cólica sendo retirados do experimento. No experimento 3, também durante a época de chuvas, com o capim em brotação, os mesmos 10 animais foram separados em dois grupos de 5, um grupo recebia capim recém cortado e o outro recebia o capim cortado, dessecado à sombra durante 24 horas antes da administração. No experimento 3, no grupo que recebia o capim coletado com 24 horas de antecedência, um animal adoeceu no 13º dia de experimento e também foi retirado do experimento. Foram realizadas análises bromatológicas nas amostras de *P. maximum* cv. Mombaça e Tanzânia aos 15, 30, 45 e 60 dias de crescimento vegetativo para verificar os valores de carboidratos não fibrosos (CNF). Os valores médios de CNF encontrados nas 36 amostras das pastagens aos 15, 30, 45 e 60 dias foram de 19,15, 19,36, 10,61 e 12,90%, respectivamente. Esses valores são mais do que o dobro do observado em pastagens de *P. maximum* em outras regiões do Brasil, indicando que as cólicas causadas por *P. maximum* na região Amazônica poderiam estar ligadas à grande concentração de CNF durante a época de chuvas, causando distúrbios fermentativos, com produção de gás e cólicas.

Palavras chave: Timpanismo. Cólica. Equídeos. Cavalos. Mulas. *Panicum* spp.

ABSTRACT

CERQUEIRA, V.D. **Colic in equidae kept in different cultivars of *Panicum maximum* in the amazon biome** [Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no bioma amazônico]. 2010. 90f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

In the Amazon region of northern Brazil, *Panicum maximum* cultivars Mombaça, Tanzania, and Massai cause severe colic and death in horses and mules. The disease occurs in the rainy season, when sprouting pastures are grazed by equidae. In the 8 separate disease outbreaks studied, a total of 52 out of 153 equidae were affected, including 19 that died (10 mules and 9 horses). Clinical signs were colic and abdominal dilatation, with a clinical manifestation period of 12 hr to 4 days. Serum activities of gamma-glutamyl transferase and aspartate aminotransferase were within reference intervals; however, serum urea nitrogen and creatinine concentrations were occasionally elevated. The primary gross and histologic lesions were observed in the digestive system. The stomach, small intestine, and large intestine had severe hemorrhages and mucosal erosions and ulcerations. Histologic examination revealed diffuse lymphoplasmacytic gastritis and enteritis with severe congestion, hemorrhage, and occasional epithelial necrosis and ulceration. Lymphocellular necrosis was occasionally observed within gut-associated lymphoid tissue. Tubular nephrosis occurred in some animals. In the outbreaks the toxic pastures were negative for diosgenin- and yamogenin-based saponins, and oxalate concentrations were within reference intervals for the species. *Epicauta* spp was not found in the pastures. Three experiments were performed with growing *Panicum maximum* cv. Mombaça in penned horses. In Experiment 1, performed during the dry season, 10 horses were fed with sprouting *P. maximum* immediately after collection during 40 days, without showing clinical signs. In Experiment 2, performed during the raining season, other 10 horses were fed with recently harvested sprouting *P. maximum*. Two horses showed colic on the 5th and 11th days after the start of the ingestion. The other animals showed dilated abdomen due to gas production. In Experiment 3, also during the raining season the same 10 horses used in experiment 2 were divided in two groups of 5 horses each. Group 1 received *P. maximum* immediately after harvesting, and Group 2 received the Grass 24 hours after harvesting. One horse from group 2 showed colic on day 13th after the start of feeding. Nutritional analysis was performed in pastures of *P. maximum* cv Tanzania causing colic and in the pastures of *P. maximum* cv Mombaça used for Experiments 2 and 3. The pastures were examined at the start of the raining season, 15, 30, 45, and 60 days after been cut. Mean concentrations of non structural carbohydrates (NSC) in 36 samples at 15, 30, 45 and 60 days of regrowth were 19.15%, 19.36%, 10.61% and 12.9%, respectively. The concentrations of NSC at 15 days after cutting were more than twice the concentrations reported in other Brazilian regions, suggesting that colic in horses in *P. maximum* pastures, in the Northern (Amazon) region are due to high concentrations of non NSC during growing of the pastures on the raining season, causing a fermentative disturb followed by gas production, abdominal dilatation and colic.

Key words: Bloat. Colic. Equidae. Horses. Mules. *Panicum* species.

LISTA DE ESQUEMAS

| | |
|---|----|
| Esquema 1 - Fracionamento dos carboidratos das plantas (Adaptado de HOFFMAN et al, 2001)..... | 33 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 1 – | <i>Panicum maximum</i> cv. Massai..... | 39 |
| Figura 2 – | <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia..... | 40 |
| Figura 3 - | <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça..... | 41 |
| Figura 4 - | Animal em decúbito esternal, olhando para o flanco. Surto 2..... | 55 |
| Figura 5 | Animal em decúbito esternal após rolar. Surto 4..... | 55 |
| Figura 6 – | Animal com distensão abdominal do lado direito. Surto 3... | 55 |
| Figura 7 - | Animais com distensão abdominal bilateral acentuada. Surto 3..... | 55 |
| Figuras 8 - | Animais com distensão abdominal bilateral acentuada. Surto 3..... | 55 |
| Figura 9 – | Animal rolando. Surto 1..... | 55 |
| Figura 10 - | Animais do surto 2 em decúbito esternal e apáticos..... | 56 |
| Figura 11 – | Refluxo espontâneo pela sonda de conteúdo esverdeado em um animal. Surto 3..... | 56 |
| Figura 12 – | Animal com sonda contendo conteúdo vermelho escuro no surto 8, o conteúdo recolhido no detalhe da Figura..... | 56 |
| Figura 13 – | Halo dentário arroxeadado e mucosa oral cianótica. Surto 3... | 57 |
| Figura 14 – | Halo dentário arroxeadado na mucosa oral desidratada e congesta. Surto 2..... | 57 |
| Figura 15 – | Mucosa ocular congesta. Surto 6..... | 57 |
| Figura 16 – | Refluxo esverdeado espontâneo em um animal. Surto 4..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 17 – Refluxo vermelho escuro espontâneo em um animal. Surto 4..... | 57 |
| Figura 18 – Animal demonstrando dilatação severa do intestino delgado e cólons pelo conteúdo líquido contendo gás..... | 61 |
| Figura 19 – Animal demonstrando dilatação severa do intestino delgado e cólons pelo conteúdo líquido contendo gás..... | 61 |
| Figura 20 – Ceco dilatado pelo conteúdo gasoso..... | 61 |
| Figura 21 – Cólons dilatados pela presença de conteúdo semi-sólido e gás..... | 61 |
| Figura 22 – Estômago dilatado pelo conteúdo..... | 62 |
| Figura 23 – Conteúdo estomacal líquido e esverdeado..... | 62 |
| Figura 24 – Mucosa glandular vermelho escura e edemaciada..... | 62 |
| Figura 25 - Mucosa aglandular avermelhada com áreas de erosão lineares (A) e região glandular vermelho escura e edemaciada..... | 62 |
| Figura 26 – Superfície serosa do estômago mostrando áreas de hemorragias e sufusões na curvatura maior..... | 62 |
| Figura 27 - Superfície serosa do estômago mostrando-se lacerada na curvatura maior..... | 62 |
| Figura 28 - Ceco e cólon maior com áreas de hemorragia na serosa.... | 63 |
| Figura 29 – Superfície mucosa do cólon maior apresentando hemorragias lineares..... | 63 |
| Figura 30 – Superfície mucosa do cólon maior apresentando hemorragia severa..... | 63 |
| Figura 31 – Mucosa do ceco com áreas de hemorragia..... | 63 |
| Figura 32 - Estômago aglandular com degeneração balonosa das células epiteliais e ulceração da mucosa. Hematoxilina e eosina (HE)..... | 64 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 33 - | Intestino delgado com severa infiltração da lâmina própria por células mononucleares, necrose epitelial e perda das pontas vilosidades HE..... | 64 |
| Figura 34 - | Colón maior com severa infiltração por células mononucleares na lâmina própria e submucosa. HE..... | 65 |
| Figura 35 - | Rins. Túbulos com cilindros hialinos e glomérulos com material protéico. HE..... | 65 |
| Figura 36 - | Eqüino 1 em seqüência de movimentos para deitar e rolar no experimento 2..... | 68 |
| Figura 37 - | Eqüino 1 em seqüência de movimentos para deitar e rolar no experimento 2..... | 68 |
| Figura 38 - | Eqüino 1 em seqüência de movimentos para deitar e rolar no experimento 2..... | 68 |
| Figura 39 - | Eqüino 1 em seqüência de movimentos para deitar e rolar no experimento 2..... | 68 |
| Figura 40 - | Eqüino 4 com dilatação abdominal no experimento 2..... | 69 |
| Figura 41 - | Eqüino 4 apresentando o dorso e as laterais sujas após rolar com sinais de cólica..... | 70 |
| Figura 42 - | Eqüino 4 apresentando o dorso e as laterais sujas após rolar com sinais de cólica..... | 70 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|---|----|
| Tabela 1 – | Composição dos alimentos por carboidratos não estruturais (açúcares, amido e frutanas) em % de matéria seca. Dairy One Forage Laboratories, Ithaca. NovaYork, 2003..... | 41 |
| Tabela 2 – | Localização, mês e ano da ocorrência, cultivares de <i>P. maximum</i> na pastagem, e taxas de morbidade e mortalidade nos 8 surtos de cólica em equídeos no Pará, região Amazônica..... | 52 |
| Tabela 3 - | Surtos relatados por proprietários de municípios do Sul do Pará, região Amazônica com a localização, mês e ano de ocorrência, tipo de cultivar do <i>P. maximum</i> no pasto e número de animais afetados | 53 |
| Tabela 4 - | Resultado da análise químico-bromatológica da pastagem de <i>P. maximum</i> (locais 1, 2 e 3) com a média dos três Locais de coleta nos intervalos de 15, 30, 45 e 60 dias de crescimento..... | 72 |
| Tabela 5 - | Resultado da análise químico-bromatológica nos três canteiros da pastagem de <i>P. maximum</i> do Local 2, de onde a forragem era retirada para ser administrada aos animais nos Experimentos 2 e 3..... | 73 |
| Tabela 6 - | Tabela com a média da análise químico-bromatológica nos três canteiros da pastagem de <i>P. maximum</i> do local 2, de onde o material era retirado para ser administrado aos animais nos experimentos 2 e 3..... | 74 |
| Tabela 7 – | Análise bromatológica de amostras de <i>P. maximum</i> , em diferentes períodos de crescimento nos três locais de coleta – Castanhal, PA - 2010..... | 75 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---------------------------------------|
| AGV | ácidos graxos voláteis |
| AST | aspartato amino transferase |
| CE | carboidratos estruturais |
| CHO-H | carboidratos hidrolisáveis |
| CHO-LH | carboidratos lentamente fermentáveis |
| CHO-RF | carboidratos rapidamente fermentáveis |
| CNE | carboidratos não estruturais |
| CNF | carboidratos não fibrosos |
| FDN | fibra em detergente neutro |
| GGT | gama glutamil transferase |
| ha | hectare |
| MS | matéria seca |
| PB | proteína bruta |
| PD | período de descanso |
| t | tonelada |

LISTA DE SÍMBOLOS

% porcentagem

< menor

> maior

°C graus Celsius

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 21 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | |
| | 2.1 Causas de cólica em eqüinos..... | 22 |
| | 2.2 Patofisiologia da digestão e absorção em equinos..... | 23 |
| | 2.3 Os carboidratos na dieta de eqüinos e sua utilização pelo trato digestivo de herbívoros com fermentação intestinal..... | 28 |
| | 2.4 Histórico do <i>Panicum maximum</i> no Brasil | 36 |
| | 2.5 Análise química-bromatológica de gramíneas, incluindo a espécie <i>Panicum maximum</i> CV. Mombaça, Tanzânia e Massai..... | 41 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | |
| | 3.1 Estudos epidemiológicos e clínico-patológicos dos surtos.... | 44 |
| | 3.2 Coleta e processamento das pastagens dos surtos..... | 45 |
| | 3.3 EXPERIMENTOS | |
| | 3.3.1 EXPERIMENTO 1: Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de seca (julho) em baias..... | 46 |
| | 3.3.2 EXPERIMENTO 2 : Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de chuvas (fevereiro) em baias..... | 46 |
| | 3.3.3 EXPERIMENTO 3: Teste da toxicidade do capim em brotação, administrado 24 horas após a coleta para um grupo e recém coletado para outro grupo, durante o período de chuvas (março), em baias..... | 47 |
| | 3.4 Análise bromatológica de amostras de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça e <i>P. maximum</i> cv. Tanzânia..... | 48 |
| 4 | RESULTADOS | |
| | 4.1 Estudo epidemidemiológico e clínico-patológico dos surtos..... | 50 |
| | 4.1.1 Estudo epidemidemiológico..... | 50 |

| | |
|--|----|
| 4.1.2 Sinais clínicos..... | 54 |
| 4.1.3 Análises de Patologia Clínica..... | 58 |
| 4.1.4 Tratamento..... | 58 |
| 4.1.5 Achados de necropsia e histopatológicos..... | 58 |
| 4.2 Análises dos capins nos surtos..... | 66 |
| 4.3 Resultados dos experimentos | |
| 4.3.1 EXPERIMENTO 1 : Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de seca (julho) em baias..... | 66 |
| 4.3.2 EXPERIMENTO 2 : Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de chuvas (fevereiro) em baias..... | 66 |
| 4.3.3 EXPERIMENTO 3: Teste da toxicidade do capim em brotação, administrado 24 horas após a coleta para um grupo e recém coletado para outro grupo, durante o período de chuvas (março), em baias..... | 69 |
| 4.4 Análise bromatológica de amostras de <i>P. maximum</i> cv. Mombaça e <i>P. maximum</i> cv. Tanzânia..... | 70 |
| 7 DISCUSSÃO..... | 77 |
| 8 CONCLUSÕES..... | 82 |
| REFERÊNCIAS..... | 83 |
| ANEXO 1 – FICHA EPIDEMIOLÓGICA..... | 89 |

1 INTRODUÇÃO

Uma enfermidade aguda, caracterizada por cólica e timpanismo em cavalos e mulas, vem sendo diagnosticada com freqüência, nos últimos 15 anos, por veterinários e agências de defesa agropecuária na Região Amazônica, nos estados do Pará, Tocantins, Acre e Rondônia. A doença ocorre durante o período chuvoso (novembro a maio) em pastagens de *Panicum maximum* cultivares Mombaça, Tanzânia e Massai. Essas cultivares foram desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e são originárias de 16 acessos de *Panicum maximum* Jacq. introduzidos no Brasil, provenientes da África, em acordo com o Institut de Recherche pour Le Développement (IRD). A seleção das mesmas se iniciou em 1984 e a comercialização de 9 cultivares diferentes se iniciou em 1990 para a cultivar cv. Tanzânia, em 1993 para a cv. Mombaça e em 2001 para a cv. Massai (LEMPP, B. et al, 2001; BRÂNCIO et al, 2002). Essas cultivares foram introduzidas na Região Norte do Brasil onde são utilizadas tanto para bovídeos quanto para equídeos. Atualmente, existem, no Brasil, em torno de 10 milhões de hectares plantados com variedades de *P. maximum*, representando aproximadamente 20% da área ocupada pelos pastos plantados (MARTUSCELLO et al, 2008). Os objetivos deste trabalho foram: determinar a etiologia, a epidemiologia, os sinais clínicos e a patologia das cólicas observadas em eqüinos em pastagens de *P. maximum*, realizar a reprodução experimental da enfermidade em eqüinos, testar a toxicidade da pastagem após dessecação por 24 horas, e fazer análise bromatológica das mesmas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Causas de cólica em eqüinos

Qualquer condição que interfira no movimento da ingesta pelo trato gastrointestinal tem o potencial de induzir distensão intestinal e provocar dor severa. Esta condição conhecida como abdome agudo eqüino também é comumente chamada de cólica. Adicionalmente, condições que causem injúria direta ao revestimento do trato gastrointestinal ou peritônio também podem causar abdome agudo. A série de eventos que levam a dor severa e eventualmente colapso circulatório e morte após o tratamento sem sucesso do abdome agudo são complexos e geralmente não são completamente compreendidos. São necessários avanços no conhecimento da cólica que permitam formar ligações entre esses eventos, estabelecendo uma descrição patofisiológica do abdome agudo eqüino. Condições que levam ao abdome agudo eqüino são agrupadas nas seguintes categorias: timpanismo gastrointestinal primário, obstrução simples, obstrução estrangulante, infarto não estrangulante, enterite, peritonite e adesões. (ALLEN & TYLER, 1990). A etiologia das doenças do trato gastrointestinal do cavalo que produzem cólica são complexas e diversas. Exemplos de causas conhecidas de abdome agudo são os parasitas do trato gastrointestinal como os *Strongylus vulgaris* e ascarídeos, excessos alimentares, mudanças súbitas na dieta, ingestão de areia, enterólitos e alguns agentes infecciosos como *Salmonella* sp (WHITE, 1990).

Uma revisão da literatura relevante sobre a incidência de cólica por ARCHER & PROUDMAN (2006), demonstrou que episódios de cólica podem ser maiores que 10,7% por ano e variam consideravelmente dentro de uma população de cavalos. Eles também indicaram que a maior parte dos casos é de cólica espasmódica/gasosa (69 – 72%) ou cólica sem causa conhecida, e somente uma pequena parte destes casos (7 a 9%) precisou de cirurgia. Separando-se as causas parasitárias que são bem documentadas, todos os outros fatores na literatura disponível são baseados na observação e não foram experimentalmente confirmados (AL JASSIM & ANDREWS, 2009).

Pouco se sabe sobre a ligação que existe entre pastos em brotação na primavera e a incidência de cólica, existindo uma real necessidade de se investigar a associação experimentalmente. Segundo King (2000), o baixo teor de fibras presente nestes pastos levaria ao consumo excessivo de brotação e à cólica. Muito da informação disponível deriva de estudos epidemiológicos baseados em análises estatísticas de registros veterinários que muitas vezes se referem a causas nutricionais, enfatizando o fator dieta no desenvolvimento da cólica. Esses relatos não possuem sólida evidência experimental derivada de uma análise nutricional bem-definida com animais controle. Como resultado, essas associações permanecem como especulações que necessitam ser verificadas (AL JASSIM & ANDREWS, 2009).

A incidência anual de cólicas na população de eqüinos nos Estados Unidos da América (EUA) foi estimada em 4,2 casos a cada 100 cavalos. A taxa de mortalidade foi de 11% e, 1,4% dos casos necessitaram de cirurgia. Os custos anuais com cólica nos EUA foram estimados em U\$115.300.000,00 (TRAUB-DARGATZ et al, 2001).

2. 2 Patofisiologia da digestão e absorção em eqüinos

O cavalo doméstico consome uma grande variedade de alimentos que variam na forma física desde forragem, que contém muita umidade até cereais com alto teor de amido; e desde feno, fibroso, até sal mineral e água. Já o cavalo selvagem se desenvolveu adaptado a pastejar, de preferência pastagens suculentas, com uma quantidade relativamente grande de água, proteínas solúveis, lipídeos, açúcares e carboidratos estruturais, mas pouco amido. Períodos curtos de alimentação ocorrem ao longo da maior parte do dia e da noite, apesar destes períodos serem mais intensos durante o dia. Com a domesticação do cavalo, o homem restringiu o tempo de alimentação e adicionou alimentos desconhecidos, como cereais ricos em amido, concentrados protéicos e forragem seca. A arte de alimentar, adquirida por longa experiência, serve para garantir que esses materiais supram as necessidades nutricionais variadas do cavalo, sem causar transtornos digestivos e metabólicos.

Um entendimento da forma e função do trato digestivo é fundamental para se discutir sobre alimentação e nutrição no cavalo (FRAPE, 2008).

A dieta de um eqüino pode ser constituída exclusivamente por alimentos volumosos cujo teor de hemicelulose, celulose e lignina seja maior que 25% da matéria seca, com baixo teor de proteínas. A dieta pode conter além de volumosos, os alimentos concentrados, caracterizados por teores de hemicelulose, celulose e lignina menores que 25% na matéria seca e maiores quantidades de proteína e energia. Independente do tipo de dieta que se utilize, todas elas abrangem carboidratos fibrosos, não fibrosos, lipídeos, proteínas, gordura, etc., que devem ser avaliados pelo nutricionista para verificar se as quantidades estão adequadas para o tipo de trabalho exercido pelo animal e se os componentes desta dieta estão em excesso ou em falta, o que poderia levar a problemas metabólicos. Quando se utiliza dietas exclusivas com alimentos volumosos, os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e fibrosos têm grande importância, uma vez que o excesso de CNF pode levar a alterações na digestão química e enzimática, que acontecem no estômago e no intestino delgado, e na digestão microbiana, realizada no intestino grosso dos eqüinos (MEYER, 1995, SILVA & QUEIROZ, 2009).

Na boca, o alimento é prensado pela grande pressão exercida pelos molares, principalmente alimento fresco e bem hidratado, o que libera substâncias muito importantes, como proteínas e açúcares que são digeridas imediatamente no estômago e intestino delgado, sendo mais bem aproveitadas do que pela participação de microorganismos no ceco (MEYER, H., 1995).

A presença do material na boca estimula a secreção de uma grande quantidade de saliva. Por volta de 10 a 12L são secretados e seu conteúdo de cerca de 50 mEq/L de bicarbonato, dá uma capacidade tamponante à saliva, que parece não ter atividade enzimática digestiva. Durante a alimentação, a saliva é produzida continuamente e tampona a ingesta na região proximal do estômago, permitindo alguma fermentação microbiana com a produção de lactato (FRAPE, 2008) As bactérias observadas no estômago de eqüinos alimentados com dietas ricas em amido ou carboidratos não fibrosos provenientes de pastagens incluem o *Streptococcus bovis* e *S. equinus*, *Lactobacillus salivarius*, *L. mucosae*, *L. delbrueckii* e *Mitsuokella jalalundinii* (AL JASSIM & ANDREWS, 2009).

O estômago de um cavalo de porte médio tem uma capacidade para 15-20 litros, ou seja, pequeno, e preparado para receber continuamente pequenas

quantidades de alimento. Sua forma de feijão resulta num fundo de saco que compreende o compartimento anterior com a mucosa aglandular e num compartimento posterior cuja mucosa contém as glândulas que secretam o suco gástrico. O estômago vai sendo preenchido em camadas no compartimento anterior e posterior, e esse conteúdo vai ser posteriormente conduzido a compartimentos mais profundos e é liquefeito. O esvaziamento se inicia durante a digestão do alimento, sendo que o alimento bem insalivado e mastigado [volumoso, matéria seca (MS) < 20%] é transportado bem mais rápido que concentrados (MS no estômago com mais de 30%). Com isso, alimentos concentrados são ingeridos mais rapidamente e têm um esvaziamento estomacal mais vagaroso, ocorrendo um maior preenchimento gástrico na administração de concentrados do que com igual quantidade de volumoso, que são ingeridos mais rapidamente quando em brotação e tem taxa de passagem mais rápida no estômago. No estômago do cavalo, os processos digestivos se dão por atividades de enzimas alimentares, microorganismos, assim como substâncias próprias do suco gástrico. Na porção inicial predominam, devido ao pH mais elevado e ao alto teor de matéria orgânica, lise de proteínas por proteinases vegetais e atividades microbianas com degradação de carboidratos simples como açúcares e amido, carboidratos esses provenientes de volumosos ou concentrados. Juntamente com ácido láctico e ácidos graxos de cadeia curta são produzidas pequenas quantidades de gases (dióxido de carbono, metano e hidrogênio) e produtos da degradação de proteínas como amoníaco, fenol, etc. Na parte fúndica, pela produção do suco gástrico contendo pepsina e ácido clorídrico, o pH diminui e ocorre redução da atividade bacteriana. Enquanto na porção medial do estômago o pH é de 5 – 6 e o suco gástrico envolve superficialmente o bolo alimentar, na região fúndica o pH atinge 2,6, quando o animal é alimentado somente com feno, e o bolo alimentar se mistura melhor com o suco gástrico. A taxa de passagem no estômago é de 1 – 5 horas. O tempo de permanência do alimento nos diversos segmentos do trato intestinal depende de muitos fatores, tais como, individualidade, tipo e tamanho das partículas, digestibilidade, sendo que do tempo total de trânsito, que varia entre 35-50h, cerca de 85% deste se passa no intestino grosso. O verde e o volumoso passam mais rapidamente pelo estômago e intestino delgado, diferente dos concentrados (MEYER, 1995). Quando a pastagem está em brotação, com baixa quantidade de fibra e proteína, a taxa de ingestão é moderada, a taxa de passagem é de 48h e a

digestão da celulose é de 70%. Quando a pastagem está mais velha, com aumento da fibra e proteína, aumenta a taxa de ingestão, a taxa de passagem se torna mais rápida, e a digestão da celulose diminui, num mecanismo compensatório pela busca de nutrientes que estão em menor quantidade (VAN SOEST et al, 1995). Mudanças sazonais na composição do pasto e maturidade da pastagem são difíceis de separar, mas independente da estação ou da espécie de pastagem, cavalos tendem a selecionar as pastagens mais jovens e de crescimento rápido, além de possivelmente, selecionar mais para grande quantidade de açúcar, do que para conteúdo de lignina (HOSKIN & GEE, 2004). Cavalos sem exigências especiais de trabalho, ingerem a campo, diariamente, até 2kg MS/100 kg de peso vivo de pasto, sendo esses valores suficientes para manutenção e eventualmente para realização de trabalho leve a moderado. Em boas pastagens existe o risco da superalimentação, de maneira que raças de criação extensiva engordam excessivamente e com facilidade (MEYER, H., 1995).

O intestino delgado é exclusivamente adaptado para digestão e absorção de alimentos. Morfologicamente, a superfície da mucosa tem numerosas pregas, cada uma das quais contém vilosidades com inúmeras microvilosidades, todas destinadas a maximizar a área de superfície absorptiva. Na base das vilosidades ficam as criptas intestinais (criptas de Lieberkühn), onde as células da mucosa de divisão rápida dão origem, por simples mitose, às células epiteliais na superfície externa de cada vilosidade. Novas células migram até a vilosidade e atingem a ponta em 3 a 6 dias. Enquanto migram, amadurecem funcionalmente de tal maneira que a maior parte da absorção intestinal é desempenhada nas pontas das vilosidades por células epiteliais maduras, enquanto a maior parte da função secretória é efetuada pelas células imaturas da cripta. As enfermidades que causam perda de vilosidades no intestino delgado (p.e. enterite viral) produzem má absorção pela perda de células absorptivas da mucosa nas pontas das vilosidades, bem como pela perda de considerável área de superfície absorptiva (FOREMAN, 2000).

Nas espécies monogástricas, apenas os carboidratos solúveis (amidos) com ligações alfa--glicose são digeridos no intestino delgado pela alfa--amilase pancreática. No jejuno, as oligossacaridasas hidrolisam os oligossacarídeos em duas moléculas de glicose para transporte ativo pelas células epiteliais. A produção desta enzima no intestino delgado do eqüino é baixa e esse processo pode ser mais demorado, o que leva o amido para o intestino grosso onde será quebrado pela

fermentação microbiana (FOREMAN, 2000). A absorção de açúcares simples no intestino delgado do equino depende da expressão de duas proteínas carreadoras de glicose, as quais são afetadas pela ingestão contínua de carboidratos hidrolisáveis. Mudanças abruptas na dieta podem causar sobrecarga devido à demorada na produção e expressão das proteínas carreadoras (HOFFMAN et al, 2009).

O intestino grosso atua na digestão e equilíbrio hídrico no equino. Até 75% das necessidades energéticas são atendidas por produtos da fermentação microbiana dos carboidratos no ceco e no cólon, produzindo ácidos graxos voláteis (AGV - acetato, butirato e propionato), dióxido de carbono, metano e pequenas quantidades de lactato. Esses AGV são absorvidos passivamente pela mucosa do intestino, transportados ao fígado e metabolizados (JONES et al, 2000). Obstrução intestinal, isquemia, endotoxemia, peritonite, parasitismo e enterites podem causar distúrbios da motilidade gastrointestinal em cavalos. A diminuição dos sons intestinais é tida como resultado de distensão intraluminal e edema intersticial, que juntos inibem a atividade de contração do músculo liso gastrointestinal (ARGENZIO, 1990).

O timpanismo gastrointestinal resulta do acúmulo de gás na luz do estômago ou intestinos, causando dor abdominal pela distensão dos nervos da serosa. O timpanismo gástrico nos cavalos ocorre após o consumo de grandes quantidades de carboidratos fermentáveis ou após o início do pastejo em pastagens em brotação. Quando concentrados são ingeridos, estes absorvem líquido estomacal e a fermentação bacteriana se inicia na porção aglandular do estômago. Ácidos graxos voláteis (AGV) e ácido láctico são prontamente produzidos gerando gás que dilata o estômago. O esvaziamento gástrico é inibido pelos AGV, levando ao acúmulo de fluidos e gás no estômago causando distensão adicional. Sem a liberação da distensão, a motilidade gástrica pára e o estômago se distende até que se rompa. Cavalos com dilatação grave do estômago podem regurgitar o conteúdo em pequenas quantidades pelas narinas. Essa dilatação gástrica primária deve ser diferenciada da dilatação secundária comum associada à obstrução intestinal e íleo paralítico, que resulta do seqüestro de líquido e gás no intestino delgado, líquido este que reflui para o estômago causando a dilatação. Timpanismo cecal e do cólon estão usualmente associados a mudanças súbitas de dieta. Carboidratos na forma de grãos ou alimentos verdes em brotação podem causar um aumento marcado de

AGV que logo sobrepõem a capacidade de absorção e tamponamento do ceco e do cólon ventral causando produção excessiva de gás e distensão. Inicialmente o gás é propelido em direção ao reto, resultando em flatulência. Eventualmente essa produção de gás exerce um efeito inibitório na motilidade do ceco e do cólon. Essa inibição motora resulta de um efeito direto do AGV sobre a musculatura do intestino e/ou do plexo neural. Conforme a motilidade se torna comprometida, ocorre marcada dilatação do ceco, principalmente na sua base e nos cólons ventrais. A distensão pode se tornar tão marcada que poderá comprimir o diafragma e veia cava causando diminuição da capacidade respiratória e do retorno venoso, causando taquipnéia, taquicardia, cianose e hipovolemia. Clinicamente, a distensão aumenta e refluxo gástrico pode ser obtido pela passagem de sonda gástrica devido a obstrução parcial ou total do intestino delgado, especialmente do duodeno, pela sua estreita ligação anatômica à base do ceco e cólon transverso. Nos casos severos de sobrecarga de carboidratos a diminuição drástica do pH acompanhada pela produção de ácido lático no ceco pode iniciar a descamação das células da mucosa. Isso poderá ocasionar a laminite devido à perda da barreira mucosa permitindo a passagem transmural de bactérias e endotoxinas para o sangue (ALLEN & TYLER, 1990).

2.3 Os carboidratos na dieta de eqüinos e sua utilização pelo trato digestivo de herbívoros com fermentação intestinal

Diversas classificações serviram para catalogar os vegetais segundo critérios fisiológicos e morfológicos. Porém, no final dos anos 60, um novo tipo de classificação surgiu ligada ao mecanismo inicial de assimilação de CO₂ pela fotossíntese. A explicação deste fenômeno de diferença de eficiência fotossintética reside em mecanismos bioquímicos de fotossíntese. As plantas podem ser classificadas como C3 ou C4, dependendo da via fotossintética que utilizam para captação de CO₂. O ciclo de Benson-Calvin é a única via metabólica para produção de carboidratos, tanto para as plantas C3, quanto para as plantas C4 (PIMENTEL, 1998). O elevado conteúdo de parede celular das gramíneas tropicais está associado a aspectos de natureza anatômica das espécies em razão da alta

proporção de tecido vascular característico das plantas C4 (VAN SOEST, 1994). Com o avanço da maturidade, ocorrem mudanças na composição química das plantas e, conseqüentemente, no valor nutritivo, diminuindo a relação conteúdo celular/parede celular. As plantas jovens possuem maior relação de folha/caule e baixo teor de fibra e lignina (NRC, 2007). Durante a fotossíntese, as plantas, em presença de luz e gás carbônico, produzem açúcares simples, que quando em excesso (além das necessidades da planta para crescimento e desenvolvimento) são convertidos em carboidratos de reserva. As plantas C4 e leguminosas acumulam amido como carboidrato de reserva e não produzem frutanas. A produção e armazenamento de amido se fazem nos cloroplastos das folhas de forma auto-limitante, uma vez que os cloroplastos se tornam saturados de amido, a produção do mesmo cessa. Nas gramíneas C3 o colmo contém as mais altas concentrações de frutanas, enquanto que nas gramíneas C4 e leguminosas as folhas são o local primário para o acúmulo desses carboidratos não fibrosos (CNF), ao passo que conforme C3 e C4 maturam e formam sementes, essas passam a acumular os CNF produzidos (LONGLAND & BYRD, 2006).

Elevadas concentrações de carboidratos não estruturais (CNE) podem ser encontradas em gramíneas que estão submetidas a variações no meio ambiente, com teores maiores que 35% na matéria seca (MS) se constituindo de CNE (amido, açúcares e frutanas). Os fatores que influenciam na composição desses CNE são o gênero e a espécie da forragem, temperatura, umidade, água, fase de crescimento e manejo do pastoreio. As gramíneas de clima temperado, portanto C3 (aveia, trigo, centeio, *Festuca* sp, *Phleum* sp) têm maior capacidade de deposição de frutanas quando comparadas às plantas C4. Para essa maior deposição de frutanas, as temperaturas durante o dia não podem variar mais do que 10 ° C e mais do que 5° C durante a noite, o que é comum no hemisfério norte. No Brasil, poucas regiões têm esse comportamento climático. As gramíneas C4, como o *Cynodon dactylon*, *Paspalum* sp, *Andropogon* sp e *Panicum virgatum*, não produzem ou produzem muito pouca quantidade de frutanas e armazenam energia pelo acúmulo de amido. (DYER ET AL., 1991; BRANDI & FURTADO, 2009).

Os carboidratos podem ser analisados na planta utilizando-se vários sistemas. O sistema *Cornell* (Cornell net carbohydrate and protein system – CNCPS) baseia-se no fracionamento dos carboidratos e no modo diferenciado como os microrganismos ruminais fazem uso destes compostos, sendo levadas em

consideração as diferenças quanto à utilização dos carboidratos para manutenção e crescimento, quanto à utilização e natureza dos compostos nitrogenados consumidos e quanto à sincronização entre a disponibilidade de energia e nitrogênio para maximização do crescimento microbiano a nível de rúmen (SNIFFEN et al., 1992; e NRC, 1996). Neste sistema, os carboidratos são classificados em não-estruturais (CNE), que compreendem as frações A (açúcares: carboidratos solúveis) e B1 (amido e compostos fibrosos solúveis), e carboidratos estruturais (CE), constituídos pelas frações B2 e C, que correspondem às frações potencialmente degradável e não-degradável da fibra em detergente neutro do alimento, corrigida para o seu conteúdo em proteínas e cinzas (VIEIRA ET AL, 2000, BALSALOBRE et al, 2003). São considerados carboidratos solúveis, segundo Silva & Queiroz (2002) as frutanas, oligossacarídeos e parte do amido (amilose). O amido é formado por dois componentes após a hidrólise parcial: amilose e amilopectina. Essas frações variam de acordo com a espécie da planta. A amilose é formada por unidades de D-glicose lineares com ligações alfa--1,4 e a amilopectina (insolúvel) é um polissacarídeo formado por cadeias curtas de glicose com ligações alfa--1,4 e alfa—1,6 (SILVA & QUEIROZ, 2002).

O sistema Cornell, mais comumente utilizado por Van Soest para ruminantes, separa os ingredientes pelo que é solúvel em detergente neutro, ou seja, a fibra solúvel em detergente neutro (FDN), que corresponde a celulose, parte da hemicelulose e lignina que são os carboidratos estruturais (parede celular) dos carboidratos do conteúdo celular, ou carboidratos não estruturais (CNE). Por muitos anos os carboidratos não estruturais (CNE) foram obtidos subtraindo-se da FDN a proteína bruta (PB), o extrato etéreo (EE) e a matéria mineral (MM) da matéria seca (MS) (SILVA & QUEIROZ, 2002). Atualmente se utiliza carboidrato não fibroso (CNF) para definir o que antes era conhecido por carboidrato não estrutural (CNE), que engloba mono e dissacarídeos, oligossacarídeos (incluindo frutanas) e amido. Tradicionalmente o CNE era calculado pela diferença: 100 – água – proteína – gordura - FDN . Alguns laboratórios recentemente revisaram estes procedimentos de análise de CNE utilizando métodos de hidrólise, e o cálculo que anteriormente era feito por diferença, pela nova metodologia é agora chamado de CNF. As similaridades nos termos e a variedade de significado para CNE (antigamente a análise por diferença versus a nova análise por hidrólise) devem ser levadas em conta quando se interpreta os resultados de laboratórios verificando o método usado

individualmente por cada laboratório (HOFFMAN, 2003). As diferenças entre CNF e CNE são observadas na prática, principalmente quando se analisa alimentos ricos em pectinas, que fazem parte do CNF (BRANDI & FURTADO, 2009).

Da perspectiva da fisiologia da planta, os carboidratos podem ser divididos em três grupos: (1) açúcares simples, (2) moléculas de armazenamento (amido e frutanas) e (3) polissacarídeos estruturais (hemicelulose e celulose). Já, do ponto de vista da fisiologia digestiva dos eqüinos, os carboidratos podem ser divididos em dois grandes grupos: os hidrolisáveis como açúcares simples e aqueles que são fermentados no intestino grosso pelos microorganismos a ácidos graxos voláteis. A diferença primária entre esses grupos é a ligação entre as moléculas de açúcar dos carboidratos. Além disso, os carboidratos podem ser hidrolisados no estômago dos eqüinos pelos ácidos gástricos independentemente de enzimas (HOFFMAN, 2003). Um sistema para análise dos alimentos mais adequado à fisiologia digestiva dos eqüinos foi proposto por HOFFMAN e colaboradores (2001) ao dividir os carboidratos em três frações: (1) carboidratos hidrolisáveis (CHO-H), digeridos no intestino delgado (hexoses, dissacarídeos, alguns oligossacarídeos e amido não resistente); (2) carboidratos rapidamente fermentáveis (CHO-RF), que são disponibilizados rapidamente para fermentação de microorganismos, como pectinas, frutanas e alguns oligossacarídeos não digeridos no intestino delgado, além de amido resistente e hemicelulose em detergente neutro; e (3) carboidratos lentamente fermentáveis (CHO-LF), incluindo celulose, hemicelulose e lignino-celulose, que no intestino grosso serão fermentados mais lentamente dando origem principalmente a acetato. Os carboidratos não estruturais (CNE) abrangem os carboidratos hidrolisáveis (CHO-H) e os não hidrolisáveis, mas rapidamente fermentáveis (CHO-RF). Ambos são rapidamente fermentados no rúmen, mas, no cavalo, CHO-H é digerido principalmente no intestino delgado, mas também no estômago. Os carboidratos hidrolisáveis são analisados diretamente pelo uso de uma alfa--amilase comercial, que irá hidrolisar as ligações dos polissacarídeos e dos açúcares a unidades de glicose, que será quantificada pelo seu poder redutor. Os carboidratos rapidamente fermentáveis (CHO-RF) são calculados pela diferença entre os carboidratos não fibrosos (CNF), calculados pela subtração de 100% da matéria seca (MS), dos percentuais da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN) e os carboidratos hidrolisáveis

(CHO-H). Os carboidratos lentamente fermentáveis (CHO-LF) são considerados como fibra em detergente neutro (FDN) (HOFFMAN ET AL, 2001).

Assume-se que 80% ou todos os CNE podem ser CHO-H. Hoffman (2001) confirmou que 38% dos CNE de forrageiras como *Poa pratensis*, *Trifolium repens* e *Festuca arundinacea*, e de feno de gramíneas e leguminosas (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Medicago sativa* e *Trifolium pratense*), eram de CHO-H. Essa diferença tem pequenas conseqüências em ruminantes, porque o CNE é fermentado no rúmen. Nos eqüinos, a fração de CHO-H é hidrolisada no intestino delgado até a total capacidade enzimática deste, sendo o restante fermentado no intestino grosso, juntamente com o que sobra dos CNE não hidrolisáveis. A capacidade crítica de CHO-H para esta espécie é de aproximadamente 0,4% do peso vivo. Os restantes 62% de CNE na pastagem representam CHO-RF que escapa a hidrólise no intestino delgado, sendo fermentada no intestino grosso. Na Figura 1 pode-se observar o esquema de fracionamento dos carboidratos das plantas para análise apropriada para eqüinos, comparando os dois sistemas de análise, uma vez que nenhum dos sistemas vigentes demonstra bem a fisiologia digestiva e o metabolismo intermediário dos eqüinos. Essas frações são diferenciadas porque a eficiência energética é maior para hidrólise do que para a fermentação no cavalo, conseqüentemente maior para o metabolismo da glicose do que para o metabolismo do acetato. Além disso, variações abruptas nestas frações de carboidratos podem influenciar a digestão, o metabolismo e o risco de certas doenças no cavalo, como cólica e laminite (HOFFMAN ET AL., 2001).

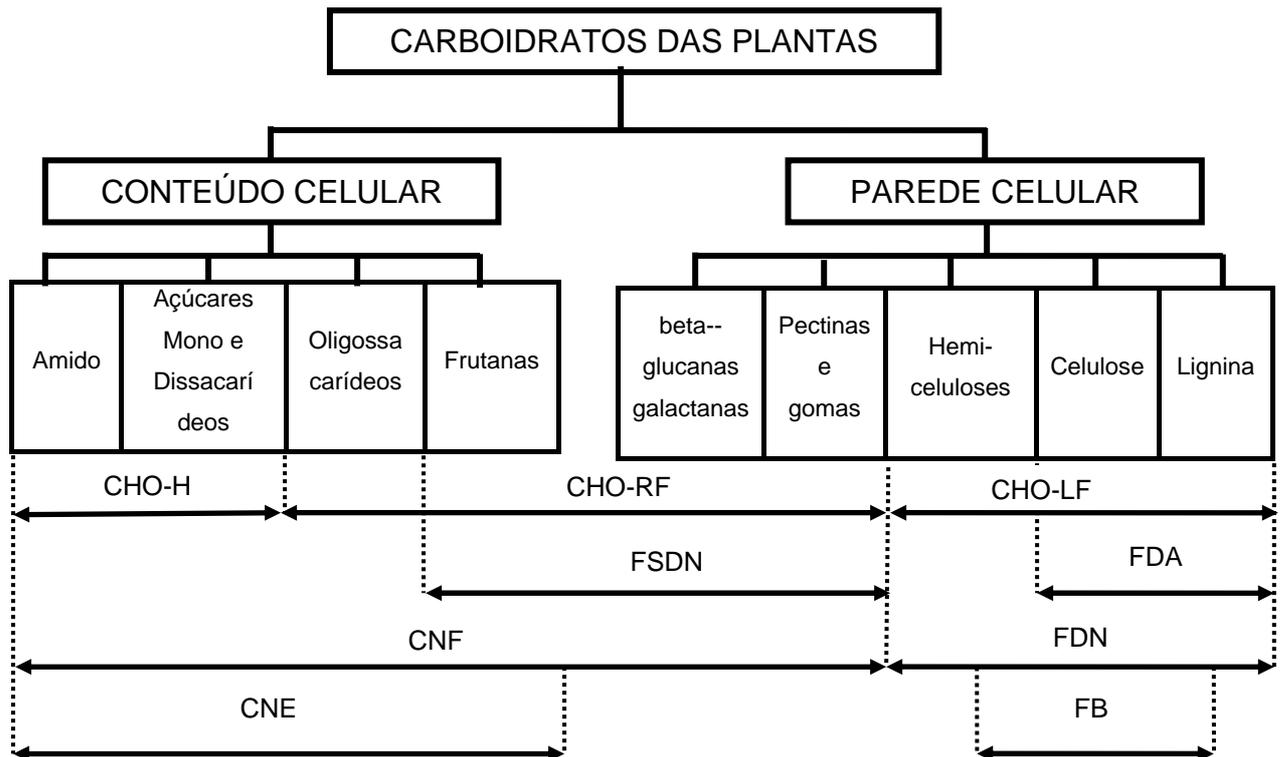


Figura 1. Fracionamento dos carboidratos das plantas: CHO-H = carboidratos hidrolisáveis; CHO-RF = carboidratos rapidamente fermentáveis; CHO-LF = carboidratos lentamente fermentáveis; FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; CNF = carboidratos não fibrosos; CNE = carboidratos não estruturais; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; FB = fibra bruta (Adaptado de HOFFMAN et al, 2001).

Os carboidratos hidrolisáveis e rapidamente fermentáveis são abundantes em gramíneas jovens e em alimentos concentrados. A variação sazonal dos carboidratos hidrolisáveis e rapidamente fermentáveis em pastagens pode ter influência na eficiência metabólica e no risco de certas desordens digestivas nos eqüinos, pois a microbiota do intestino grosso destes animais é muito sensível às mudanças na quantidade e na qualidade dos carboidratos rapidamente fermentáveis. O consumo de gramíneas ricas em frutanas (CHO-RF) pode causar mudanças semelhantes às que ocorrem quando o amido de concentrados escapa à digestão no intestino delgado e é fermentado no intestino grosso. Isso ocorre porque os níveis de frutanas nas gramíneas são muito variáveis, com alterações diárias em pastagens temperadas em fase de brotação, dificultando a predição da quantidade de frutanas ingeridas pelos eqüinos manejados sob pastejo (HOFFMAN et al, 2001).

Gramíneas de clima temperado, cultivadas em temperaturas moderadas, acumulam açúcares solúveis, amido e frutanas, enquanto que as gramíneas de clima tropical acumulam açúcares solúveis e amido, mas não frutanas. A

concentração de açúcares em tecidos vegetativos é geralmente alta quando as plantas são jovens e o teor de fibras é mais baixo (CHATTERTON et al, 2003).

O coeficiente de digestibilidade (CD) dos carboidratos provenientes de amido e açúcares em diferentes partes do trato digestivo de eqüinos foi avaliado por VARLOUD et AL (2004), através da administração de duas dietas diferentes: uma dieta padrão (1) de pellets de fibra e palha e outra (2) de pellets de amido e feno de prado. Nesse estudo o coeficiente de digestibilidade do amido no estômago foi maior nos animais que receberam a dieta 1 (pellets de fibra e palha) do que os animais que receberam a dieta 2 (pellets de amido e feno de prado) .

Dietas ricas em amido proveniente de concentrados é um problema nos cavalos de corrida, alterando o ecossistema microbiano do intestino grosso. Condições similares resultam de alimentação com pastagens ricas em frutanas, que são polímeros de moléculas de frutose. Gramíneas de clima temperado contêm três tipos de frutanas: inulina (frutana linear ligada por ligações glicosídicas beta- 2, 1), levana (frutana linear ligada por ligações glicosídicas beta- 2, 6) e graminan (frutana ramificada ligada por ligações glicosídicas beta- 2, 1 e beta- 2, 6). Apesar das frutanas serem solúveis em água, o cavalo não produz enzimas capazes de digerí-las, então elas passam para o intestino grosso e são fermentadas podendo levar a produção de ácidos e a desordens metabólicas como as observadas em sobrecarga de grãos (AL JASSIM & ANDREWS, 2009).

O limite máximo sugerido para o amido é de 3,5 a 4,0g de amido/kg de peso corporal por refeição (POTTER et al, 1992), independente da origem do amido, se de alimento volumoso ou concentrado, considerando tudo o que constitui a dieta do eqüino. O excesso de amido no intestino grosso seleciona rapidamente espécies de bactérias amilolíticas (JULLIAND et al.,2001; BAILEY et al., 2003), o que resulta na fermentação do amido e produção de grandes quantidades de ácido láctico (GARNER et al., 1978; GOODSON et al., 1988). O ácido láctico causa irritação no epitélio de revestimento intestinal, sobrepõe a capacidade de tamponamento normal do intestino e diminui o pH do seu conteúdo (PAGAN, 1998). O feno ou as forragens ricas em fibras podem tamponar potencialmente os produtos da fermentação no intestino grosso devido a seu conteúdo rico em matéria seca (NRC, 1989).

Podem existir grandes diferenças na habilidade individual entre cavalos na digestão de amido, seja este originário de pastagens ou de concentrados. Esta

diferença pode estar na taxa de ingestão, taxa de passagem ou quantidade de enzimas produzidas individualmente (PAGAN, 1998).

Maiores concentrações de carboidratos não-estruturais (CNE) têm sido encontradas em plantas com deficiência de nitrogênio, quando comparados às plantas adequadamente supridas desse elemento (VANTINI et al, 2005).

Frutanas são polímeros de carboidratos com uma única glicose ligada a um variável número de moléculas de frutose e sugere-se que existe um vínculo entre a existência de frutanas da pastagem, proliferação de bactérias Gram positivas no intestino, desprendimento da membrana basal e laminite (VAN EPS & POLLITT, 2006). Já foi demonstrado que 7,5g/kg de peso vivo de frutanas sintetizadas industrialmente podem causar laminite em eqüinos (POLLIT et al, 2003). O modelo de indução de laminite experimental com oligofrutoses sintetizadas industrialmente foi utilizado para reproduzir a causada pela exposição dos eqüinos a pastagem verdejante, contendo altas concentrações de frutanas. Este modelo possui algumas críticas, uma vez que os polímeros de oligofrutoses são ligados por ligações beta-2,1 enquanto as frutanas comumente encontradas nas gramíneas, as levanas, possuem ligação beta--2,6. Apesar da estrutura similar, esta discrepância poderá ou não influenciar a população microbiana do intestino grosso. Além disso, as oligofrutoses industrializadas possuem no seu processo de fabricação uma hidrofilição parcial em que as frutanas extraídas são quebradas em pedaços de 10 graus de polimerização, enquanto que as encontradas nas plantas possuem de 30 a 50 graus. O uso de carboidratos com um menor grau de polimerização pode facilitar a proliferação de microorganismos, mas estas não possuem todas as vias enzimáticas para serem quebradas que encontramos em frutanas longas presentes nas gramíneas. Apesar destas discrepâncias, este modelo possui redução da incidência de cólica e a baixa taxa de mortalidade comparada ao modelo de indução de laminite com sobrecarga de amido, que está associada a alta incidência de cólica e alta mortalidade. Apesar do reconhecimento da importância da laminite induzida por carboidratos, numerosas lacunas persistem sobre os mecanismos fisiopatológicos da doença. Pesquisas recentes, referentes às mudanças na microbiota intestinal após a sobrecarga de carboidratos e sua associação com laminite, mostrou provas substanciais do rápido crescimento e lise de espécies coletivamente chamadas de estreptococos do intestino de eqüinos (EHSS) como precipitantes do evento. Os mecanismos pelos quais as alterações da microbiota do intestino grosso iniciam a

separação lamelar no casco permanecem obscuros sem que tenha sido demonstrada definitivamente a causa exata (MILINOVICH et al, 2010).

A ingestão de pastagem fresca por cavalos é estimada em 1,5 a 5,2% de peso vivo/dia (McMENNIMAN, 2000). Um estudo desenvolvido no norte da Europa utilizando essa escala de ingestão demonstrou que a ingestão potencial de frutanas e açúcares simples por um cavalo de 500 kg pastejando variou de 100g PV/Kg MS a 384g PV/Kg MS de frutanas. O nível de consumo mais baixo para açúcares foi de 0,75 kg/dia e o mais elevado de 5 a 10 kg /dia. Nos níveis mais elevados (2,5 e 5,2% PV/dia) de pastagem com níveis elevados de açúcares e de frutanas, os cavalos poderiam ter ingerido entre 3,5 e 7,3 kg/dia de frutanas, respectivamente. Esses montantes são similares e representam quase o dobro da quantidade conhecida que leva a laminite quando ingerido em dose única (LONGLAND & BYRD, 2006). Segundo POTTER (1992) a quantidade de amido recomendada, que pode estar contido na alimentação, proveniente de forragem ou concentrado é de 3,5 a 4% de amido/kg PV. Um cavalo de 500kg pastejando poderia ingerir 0,19 a 1,3kg de açúcares simples/dia e 2,7kg se o consumo for máximo. Como os cavalos são animais seletivos e são conhecidos por preferirem alimentos com teores maiores de açúcares, não se sabe se os cavalos que têm laminite a pasto são particularmente seletivos para forragens com alta concentração de açúcares e amido (LONGLAND & BYRD, 2006).

2.4 Histórico do *Panicum maximum* no Brasil

As plantas do gênero *Panicum* pertencem à família *Gramineae*, tribo *Paniceae*, que possui cerca de 81 gêneros e mais de 1.460 espécies. Encontram-se distribuídas em uma ampla faixa do globo terrestre, desde 40°S até 50°N de latitude, com predominância na zona equatorial úmida (20° N a 20° S), que corresponde à regiões como a África, as Américas Central e do Sul, norte da Austrália, Índia, sudeste da Ásia e as Ilhas do Pacífico, numa altitude de até 2.000 metros (ROCHA, 1991).

A espécie *Panicum maximum* Jacq. tem seu centro de origem na África tropical, sendo encontradas formas nativas até a África do Sul, apresentando-se

como uma espécie pioneira ocupando o solo recém-desmatado e em pastagens sob sombra de árvores; porém, é na região leste africana que se encontra o maior potencial de diversidade da espécie (JANK, 1995).

Há na literatura mais de uma versão sobre a introdução de *P. maximum* Jacq. no Brasil. Segundo Chase (1944), ocorreu através da importação de escravos africanos. O capim era utilizado como cama dos navios, logo se estabelecendo nas regiões onde os navios eram descarregados. Depois, o vento, os pássaros, os próprios escravos e outras pessoas se encarregavam, sem que fosse esse o propósito, de disseminá-lo pelo país.

Os trabalhos de seleção de gramíneas forrageiras da espécie *Panicum maximum* na Embrapa iniciaram-se em 1982 com a assinatura de um convênio-cooperação entre a Embrapa e o Institut de Recherche pour le Développement (IRD), antes denominado Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), que contemplava a transferência da coleção de *P. maximum* do ORSTOM para a Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, com a assistência técnica do pesquisador Yves H. Savidan. Até 1984, a Embrapa Gado de Corte havia recebido 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais essenciais ao melhoramento genético da espécie. Essa coleção é o resultado de duas viagens de coleta no Leste da África em 1967 e 1969 pelo IRD. O Leste da África é o centro de origem dessa espécie, portanto, a coleção é representativa da variabilidade natural da espécie. A variabilidade genética existente na coleção é grande, o que permitiu a seleção direta da cultivar Massai, entre outros acessos. Os acessos recebidos do IRD foram comparados na Embrapa Gado de Corte a partir de 1984 em parcelas, durante dois anos. Foram determinadas a produção forrageira, qualidade, produção de sementes e época e intensidade de florescimento, potencial de adaptação aos solos de cerrado, potencial de recuperação após o corte, e a estacionalidade da produção forrageira. Os acessos foram ainda descritos morfológicamente. Tais informações foram analisadas em conjunto, e selecionaram-se 25 acessos que apresentaram o melhor desempenho em todas essas características agrônômicas, e que ainda representassem a divergência morfológica da coleção. Os 25 acessos superiores foram avaliados na 1ª Rede de Ensaios Nacional em sete locais. Os sete melhores acessos foram avaliados em piquetes com animais e, posteriormente, em ensaios de desempenho animal. O conjunto dessas avaliações, além das de exigência em fertilidade e

susceptibilidade a pragas e doenças, levou ao lançamento das cultivares Tanzânia-1 em 1990, Mombaça em 1993 e Massai em 2001 (LEMPP ET AL, 2001).

A cultivar (cv.) Massai (Registro SNPA BRA 007102, e ORSTOM T21) é um híbrido espontâneo entre *P. maximum* e *P. infestum*, e foi coletada na Tanzânia na rota entre Dar es Salaam e Bagamoyo em 1969. É uma planta que forma touceira com altura média de 60 cm e folhas quebradiças, sem cerosidade e largura média de 9 mm (Figura 1). Para se avaliar o potencial de adaptação a distintos climas e solos, os 25 acessos superiores e 5 testemunhas foram avaliados durante dois anos em sete locais: Rio Branco, Acre (Embrapa Acre), Paragominas, Pará (Embrapa Amazônia Oriental), Planaltina, Brasília, (Embrapa Cerrados), Rio Brillhante, Mato Grosso do Sul (Embrapa Gado de Corte), Itapetinga, Bahia (CEPLAC), Governador Valadares, Minas Gerais (EPAMIG), Paranavaí, Paraná (IAPAR). A cv. Massai destacou-se em todos os locais avaliados na rede nacional, e apresentou melhor desempenho de todos acessos no total dos locais. Ela produziu bem desde latitudes 3° até 23°S, altitudes de 100 a 1.007 m acima do nível do mar, com precipitações anuais de 1.040 a 1.865 mm, e solos de pH de 4,9 até 6,8. Nos Estados do Acre e Minas Gerais e no Distrito Federal, apresentou a mais alta produção de matéria seca de folhas e a mais alta porcentagem de folhas entre os 25 acessos ou testemunhas, mesmo quando comparada com os materiais de porte alto como a cv. Mombaça. No Pará, a 'Massai' ficou entre as cinco mais produtivas. A cv. Massai foi, também, testada para a alimentação de cavalos, no Mato Grosso do Sul pela Embrapa. Para isso, durante o período das águas do ano de 2000, um hectare do capim-massai foi pastejado por seis cavalos, com peso vivo médio de 250 kg. Esses animais foram mantidos exclusivamente nessa pastagem e receberam apenas suplementação mineral própria para eles. Houve boa aceitação desse capim por parte dos animais e que apresentaram ganho de peso médio de 300 gramas/dia (LEMPP ET AL, 2001).



Figura 1 – *Panicum maximum* cv. Massai

O capim-tanzânia (Figura 2) foi introduzido no Brasil pela Embrapa - Centro Nacional de Gado de Corte, no ano de 1990. Trata-se de uma planta cespitosa, com cerca de 1,30 a 1,50 m de altura e folhas decumbentes com 2,60 cm de largura. Os colmos são levemente arroxeados, as lâminas e bainhas não possuem pilosidade ou cerosidade. As inflorescências contêm espiguetas arroxeadas, sem pilosidade. É uma planta exigente em fósforo e potássio, principalmente na fase de implantação, sendo que durante o seu manejo, a elevada fertilidade do solo dever ser mantida. Em experimento de três anos de pastejo, o Tanzânia foi superior às cultivares Tobiata e Colônia, tanto em ganho por animal, quanto em ganho por área. O ganho diário por cabeça foi, em média, 720 g nas águas e 240 g na seca. O Tanzânia produziu 60% mais que o Colônia e 15% menos que o Tobiata em parcelas sob cortes manuais. Na seca produziu 10,5% do total anual, apresentou 80% de folhas durante o ano e produziu 26 toneladas/hectare/ano (ton/ha/ano) de matéria seca foliar, resultados esses semelhantes ao Tobiata, mas muito superiores ao Colônia. Os teores de proteína bruta nas folhas e colmos foram de 16,2 e 9,8 %, respectivamente, semelhantes ao Colônia e Tobiata e sem grandes variações ao longo do ano. As touceiras do capim-tanzânia são pastejadas por igual, devido ao porte médio e pequena lenhosidade dos colmos, o que não ocorre com o Colônia ou Tobiata, que apresentam rejeição de consumo após o florescimento (LEMPP ET AL, 2001).



Figura 2 – *Panicum maximum* cv. Tanzânia

O capim-Mombaça (*P. maximum* cv. Mombaça) é uma gramínea que forma touceiras com até 1,65 m de altura e folhas quebradiças, os colmos são levemente arroxeados, as folhas possuem poucos pêlos na face superior e as bainhas são glabras, mas ambas não apresentam serosidade (Figura 3). A inflorescência é do tipo panícula semelhante à do capim-colonião comum. Tal qual a maioria das cultivares de capim-colonião, requer solos de média a alta fertilidade para um bom e rápido estabelecimento, bem como para cobertura total do solo. No entanto, os resultados obtidos até o momento demonstram que esta gramínea é mais eficiente na utilização do fósforo disponível. Os rendimentos de MS estão em torno de 15 a 20 t/ha/ano. Em parcelas sob cortes mecânicos, o Mombaça produziu 130% mais que o colonião comum e 28% mais que a cultivar Tanzânia-1. Durante o período seco, produz cerca de 12 a 15% de seu rendimento anual de forragem. Em Rondônia, pastagens de Mombaça, submetidas a cargas animais de 2,5 e 1,5 UA/ha, respectivamente para o período chuvoso e seco, apresentaram rendimentos de 4,9 e 2,5 t/ha. Seus teores de PB variam entre 10 e 12% ao longo do ano. Apresenta alta percentagem de folhas, cerca de 82% durante o ano. É bem aceito por bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos. Devido ao porte cespitoso, consorcia-se bem com leguminosas. O florescimento está concentrado nos meses de abril-maio e seus rendimentos de sementes podem variar de 100 a 140 kg/ha. O Mombaça revelou-se medianamente resistente às cigarrinha-das-pastagens, mostrando-se superior à cultivar Tobiatã, mas inferior à Tanzânia (COSTA NL, 2010).



Figura 3 - *Panicum maximum* cv. Mombaça.

2.5 Análise química-bromatológica de gramíneas, incluindo a espécie *Panicum maximum* CV. Mombaça, Tanzânia e Massai

Análises realizadas pelo Dairy One Forrage Laboratories, em 2003, demonstraram o conteúdo de CNE* (carboidratos não estruturais) em alimentos volumosos utilizados para eqüinos nos Estados Unidos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Conteúdo de CNE em alguns alimentos utilizados para eqüinos nos EUA:

| | Média de CNE | Normal |
|---|--------------|--------|
| Forragem fresca da família da Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>) | 10,20 | 6,74 |
| Feno de gramínea | 13,26 | 11,12 |
| Feno de Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>) | 13,26 | 9,15 |
| Feno de Alfafa (<i>Medicago sativa</i>) | 11,39 | 9,96 |
| Polpa de beterraba | 12,24 | 9,44 |
| Farelo de trigo | 30,19 | 20,92 |

*Açúcares, amido e frutanas em % de MS

2003 Composição dos alimentos por Dairy One Forage Laboratories, Ithaca, NY; Lista completa disponível em: <<http://www.dairyone.com/Forage/FeedComp/default.asp>> Acesso em 30 jun. 2010.

A tabela 1 demonstra que os valores de CNE para o *Cynodon*, uma gramínea tropical C4 tem valores normais de 6,74% e a alfafa, uma leguminosa C3, tem valores normais de 9,96%.

Análises da composição bromatológica e da degradabilidade da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-mombaça colhido em diferentes idades de rebrotação (35, 45, 55 e 65 dias), em Viçosa – MG, entre os meses de dezembro de 2004 e março de 2005, mostraram que houve diminuição da fração solúvel, carboidratos solúveis (CHO-H: amido e açúcares) com o aumento da idade de rebrotação. Os valores de CHO variaram de 3,75% (35 dias) a 5,85% (65 dias) (VASCONCELOS et al, 2009).

Em Lavras, MG, foram analisadas amostras da espécie *Cynodon dactylon*, cultivares coast-cross, tifton 85 e tifton 68 para valores de carboidratos não fibrosos (CNF) e os valores encontrados para A + B₁ (A+B₁: fração A são os açúcares ou carboidratos solúveis e B₁ são amido e compostos fibrosos solúveis, poderíamos considerar como CHO-H + CHO-RF ou CNF) para as cultivares foram: coast-cross (15,41%), tifton 85 (11,60%) e tifton 68 (10,12%) (SILVA JB, 2009).

Malafaia et al (1998) encontrou valores de CNE para capins tifton-85 (*Cynodon dactylon*), elefante (*Pennisetum purpureum*), braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha*), braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens*) e gordura (*Melinis minutiflora*), variando de 6,04; 11,12; 11,89; 11,30 e 8,67 respectivamente no estado do Rio de Janeiro (MALAFAIA ET AL, 1998).

O feno de capim tifton 85 (*Cynodon dactylon*) foi analisado para as frações de carboidrato em diferentes idades de rebrota (28, 35, 42 e 56 dias). A fração A dos carboidratos (CHO-H) variou de 5,44% a 2,73%. Os valores das frações A + B₁ (CNF ou CHO-H + CHO-RF), calculados por diferença foram 7,79; 5,54; 5,26; e 4,64%, para fenos com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota, respectivamente. (RIBEIRO et al, 2001).

Em um experimento conduzido no Vale do Curu, Ceará, avaliou-se a composição química e o fracionamento dos carboidratos da biomassa de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob três períodos de descanso (PDs: 15, 25 e 35 dias) baseados no número de novas folhas expandidas por perfilho (1,5; 2,5 e 3,5F). Observando os teores médios de CNF (CHO-H + CHO-RF) de cada fração da planta em todos os PDs, os maiores teores foram encontrados na fração folha: 9,3, 9,1 e 7,8%. Os menores teores de CNF foram encontrados na fração colmo (6,7%). (GONÇALVES, 2006).

Em um experimento desenvolvido em Campos dos Goytacases, Rio de Janeiro, foram avaliados os valores nutritivos do capim-elefante e do capim-

mombaça por intermédio de amostras de extrusa esofágica, determinando-se a composição químico-bromatológica, o fracionamento dos compostos nitrogenados e carboidratos, e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Foram utilizados 15 e 13 piquetes de capim-elefante e capim-mombaça, períodos de descanso de 42 e 36 dias, respectivamente, e período de ocupação de três dias. Em cada pastagem, eram mantidas quatro novilhas mestiças. As coletas de extrusa foram realizadas, seqüencialmente em cada piquete ocupado, de forma que se obtivessem amostras do terceiro, segundo e primeiro dias de ocupação. Os valores de CNF (CHO-H + CHO-RF) para o capim-mombaça foi de 12,34; 11,17 e 9,54%, para o 1º, 2º e 3º dia de ocupação, respectivamente (CLIPES et al, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Estudos epidemiológicos e clínico-patológicos dos surtos

Foram estudados 8 surtos de cólicas em equídeos, sendo 5 na região Nordeste do estado do Pará, nos municípios de São Domingos do Capim (Surto 1) e Castanhal (Surtos 5, 6, 7 e 8) e 3 na região Sul, nos municípios de Xinguara (Surtos 2 e 3) e Cumarú do norte (surto 4). Para estudo dos surtos foram realizadas visitas as propriedades onde estava ocorrendo o problema. Durante as visitas era realizado levantamento epidemiológico (Anexo 1), exame clínico e tratamento dos animais doentes e necropsia de animais mortos. O material coletado durante as necropsias foi fixado em formol tamponado a 10 % e processado rotineiramente para exame histopatológico. Nos Surtos 4, 5, 7 e 8 foi realizada coleta de sangue dos animais doentes para determinação dos níveis séricos de aspartato amino transferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), uréia e creatinina. Nos surtos 5, 7 e 8 foi realizado, também, hemograma. Foram necropsiados 12 animais que morreram espontaneamente sendo coletado fragmento de todos os órgãos da cavidade abdominal e torácica, encéfalo e medula espinhal. O material coletado de 9 animais foi processado rotineiramente para exame histopatológico.

Nos surtos observados nos municípios de Cumarú do Norte (Surto 4) e Castanhal (Surtos 5 a 8) foram coletadas amostras das pastagens para determinação dos níveis de saponinas e oxalatos e quantificação de esporos de *P. chartarum*.

Além dos estudos dos surtos, foram realizadas visitas a propriedades localizadas na região Sul do Pará onde a doença havia ocorrido em anos anteriores. Nessas visitas foi feito levantamento epidemiológico, identificando a época do ano em que ocorreu a doença, tipo de pastagem utilizada, morbidade, mortalidade e sinais clínicos observados.

Os hemogramas foram realizados utilizando um aparelho autoanalisador hematológico BC 2.800 vet, marca MINDRAY. As dosagens de uréia e creatinina foram efetuadas por métodos colorimétricos utilizando o aparelho Bioplus. As dosagens de aspartato aminotransferase (AST) e gama glutamil transferase (GGT)

foram analisadas utilizando o aparelho autoanalisador Selecta E. Todas as análises foram realizadas no laboratório de análises clínicas da UFPA.

3.2 Coleta e processamento das pastagens dos surtos

No momento da visita às propriedades foram coletadas amostras de *P. maximum*, representativas da pastagem que os animais estavam ingerindo, para análise do teor de saponinas e oxalatos e a quantidade de esporos de *Phitomyces chartarum*.

Para determinar a presença de saponinas diosgenina e yamogenina por cromatografia gasosa (GC-MS) as amostras coletadas (corte no ponto que o cavalo come) de 5 pontos diferentes das pastagens, foram reunidas e secadas ao ar livre. As amostras dos capins pesando aproximadamente 200-300g foram enviadas para o Dr. Stephan Lee, do Poisonous Plant Research Laboratory, United State Department of Agriculture em Logan, USA.

Para análise de oxalatos, as amostras coletadas (corte no ponto que o cavalo come) de 5 pontos diferentes das pastagens, foram reunidas e secadas ao ar livre. Amostras pesando aproximadamente 200-300g foram secas em estufas com ventilação forçada à 65 ° C por 72 horas e utilizou-se a técnica de Moir, 1953, para análise dos oxalatos. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Amazônia Oriental.

Amostras do pasto foram coletadas para contagem de esporos de *Pithomyces chartarum*. As amostras das folhas coletadas rente ao solo em estado úmido, de 5 pontos diferentes das pastagens, pesando 200-300g. Para a contagem de esporos utilizou-se a técnica descrita por DIMENNA & BAILEY (1973). Para tanto, misturou-se uma quantidade de matéria vegetal (60 g) com um volume dez vezes maior de água (600 ml). Agitou-se bem por um minuto e contou-se em câmara de hemantimetria (Neubauer). A quantidade de esporos contados em 2mm³ multiplicado por 5.000 equivale à quantidade de esporos presentes em 1 grama de forrageira.

As pastagens que estavam causando cólica foram inspecionadas para determinar a presença de *Epicauta* spp.

3.3 EXPERIMENTOS

3.3.1 EXPERIMENTO 1: Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de seca (julho) em baias.

Foram adquiridos 10 eqüinos de ambos os sexos, com idades variando de 1 a 3 anos, provenientes da região dos campos de Tracuateua, PA, onde somente existe pastagem nativa. Os animais foram transferidos para uma propriedade localizada no município de Castanhal, PA, e mantidos em baias individuais e cobertas, durante uma semana para adaptação, recebendo água e *Pennisetum purpureum* cv. Napier colocado inteiro, à vontade. Antes do início do experimento foi realizado exame clínico, vermifugação e coleta de sangue total e soro. Após o período de adaptação os animais receberam *Panicum maximum* cv. Mombaça, inteiro, recém coletado, duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, durante 50 dias, além de água à vontade. A quantidade de pastagem administrada diariamente obedeceu a valores de 3% do peso corporal em matéria seca. Os animais eram inspecionados diariamente e examinados uma vez por semana, sendo verificada a frequência cardíaca e respiratória, coloração das mucosas, movimentos intestinais, tempo de preenchimento capilar e temperatura. Semanalmente era coletado sangue total sem e com anticoagulante (EDTA) para realização de hemograma e determinação dos níveis séricos de uréia, creatinina, AST e GGT, com a mesma metodologia descrita anteriormente.

3.3.2 EXPERIMENTO 2 : Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de chuvas (fevereiro) em baias

Foram adquiridos 10 eqüinos de ambos os sexos com idade variando entre 1 e 3 anos, provenientes da região dos campos de Tracuateua, PA, onde somente existe pastagem nativa. Esses animais foram transferidos para uma propriedade localizada no município de Castanhal, PA, e mantidos em baias cobertas durante

uma semana para adaptação, recebendo água e *P. purpureum* cv. Napier colocado inteiro, à vontade. Antes do início do experimento foi realizado exame clínico, vermifugação e coleta sangue total e soro.

Após a adaptação, os animais receberam duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, *Panicum maximum* cv. Mombaça em brotação, recém coletado, e água à vontade. A quantidade administrada diariamente obedeceu a valores de 3% do peso corporal, em matéria seca. Os animais eram inspecionados diariamente e examinados uma vez por semana, sendo verificada a frequência cardíaca e respiratória, coloração das mucosas, movimentos intestinais, tempo de preenchimento capilar e temperatura. Semanalmente era coletado sangue total sem e com anticoagulante (EDTA) para realização de hemograma e determinação dos níveis séricos de uréia, creatinina, AST e GGT.

Após a observação dos primeiros sinais clínicos da doença a administração de *P. maximum* foi suspensa e o animal afetado permanecia em jejum até o desaparecimento dos sinais clínicos, sendo posteriormente alimentado com *P. purpureum* cv. Napier. O experimento durou 15 dias.

3.3.3 EXPERIMENTO 3: Teste da toxicidade do capim em brotação, administrado 24 horas após a coleta para um grupo e recém coletado para outro grupo, durante o período de chuvas (março), em baias

Após 10 dias do término do experimento 2, os mesmos 10 animais que estavam num piquete de *P. purpureum* cv. Napier foram divididos em dois grupos de 5 animais, um grupo recebeu *Panicum maximum* cv. Mombaça em brotação, inteiro, recém coletado; o outro grupo recebeu *Panicum maximum* cv. Mombaça em brotação, inteiro, dessecado à sombra durante 24 horas antes da administração. Esses grupos foram organizados de forma que cada grupo contasse com um animal que havia adoecido no experimento anterior. O capim coletado 24 horas antes da administração era pesado ao ser coletado, para manter a proporção de 3% do peso corporal em matéria seca. Para os dois grupos o capim era fornecido duas vezes ao dia e todos os animais recebiam água à vontade. No início do experimento foi coletado o sangue total com e sem anticoagulante (EDTA).

Os animais eram inspecionados diariamente e examinados uma vez por semana, sendo verificada a frequência cardíaca e respiratória, coloração das mucosas, movimentos intestinais, tempo de preenchimento capilar e temperatura. Semanalmente era coletado sangue total sem e com anticoagulante (EDTA) para realização de hemograma e determinação dos níveis séricos de uréia, creatinina, AST e GGT.

Após a observação dos primeiros sinais clínicos da doença a administração de *P. maximum* era suspensa e o animal afetado permanecia em jejum até o desaparecimento dos sinais clínicos, sendo posteriormente alimentado com *P. purpureum* cv. Napier.

3.4 Análise bromatológica de amostras de *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. maximum* cv. Tanzânia

Para estudo químico-bromatológico de *P. maximum* cv. Mombaça e de *P. maximum* cv. Tanzânia áreas de 3m x 3m foram cercadas com tela para coleta de amostras das pastagens, em propriedades onde anteriormente ocorreram surtos da doença. Em uma propriedade, em um piquete de *P. maximum* cv. Tanzânia foram feitos 3 canteiros (local 1). Em uma outra propriedade, que tinha dois piquetes de *P. maximum* cv. Mombaça, foram feitos 3 canteiros em cada piquete, totalizando 6 canteiros (locais 2 e 3) sendo que um desses piquetes (local 2) foi utilizado para coleta de pastagem para os experimentos 1, 2 e 3. O Local 1 estava somente com bovinos, o Local 2 estava sem animais e havia sido formado há um ano e o Local 3 estava com bovinos pastejando. No Local 1 haviam ocorrido dois casos de cólica anteriormente (relato do proprietário) e no Local 3 já havia ocorrido dois surtos de cólica anteriormente (Surtos 5 e 6).

Essas áreas cercadas foram roçadas a dez cm de altura do solo no início do período chuvoso. Foram feitas quatro coletas com intervalos de 15 dias entre cada coleta, perfazendo 36 amostras. A forragem colhida no campo foi acondicionada em saco plástico, refrigerada e transportada para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Pará, onde foram pesadas antes e depois de secas em estufa de ventilação de ar forçada em envelopes de papel perfurados, com

temperaturas de 58 a 65°C por 48 horas, de acordo com Silva e Queiroz (2002). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey (peneira de 1 mm), armazenadas em saquinhos de plástico, identificadas e enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus de Jaboticabal, para análise químico-bromatológica. As análises bromatológicas de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas conforme os métodos descritos por Silva & Queiroz (2002). Para determinação da lignina foi utilizado o ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994), enquanto os teores de hemicelulose foram calculados por diferença entre FDN e FDA, e a celulose calculada pela diferença entre FDA e lignina.

Os carboidratos totais (CHO-T) foram obtidos pela fórmula: $CHO-T = 100 - (PB + EE + MM)$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela subtração da fibra em detergente neutro corrigida para seu conteúdo em cinzas e proteína (FDN_{cp}) dos CHO-T pela fórmula $CNF = CHO-T - FDN_{cp}$ (SNIFFEN et al, 1992).

4 RESULTADOS

4.1 Estudo epidemiológico e clínico-patológico dos surtos

4.1.1 Estudo epidemiológico

Oito surtos da doença foram estudados, 5 na região Norte do estado do Pará e 3 no Sul. A localização e o período de ocorrência dos surtos, o mês e ano de ocorrência, cultivar de *P. maximum* envolvido, bem como as taxas de morbidade e mortalidade são demonstradas na Tabela 2.

O Surto 1 ocorreu em São Domingos do Capim. Os animais estavam em dois piquetes, um com o *P. maximum* cv. Mombaça (Figura 1), plantado há 3 anos e outro com *P. maximum* cv. Mombaça misturado a *Brachiaria brizantha* e pequenas quantidades de *P. maximum* cv. Tanzânia plantado um ano antes.

Os Surtos 2 e 3 ocorreram em uma mesma propriedade no município de Xinguara em 2 piquetes contendo *P. maximum* cv. Mombaça plantados em 1998. Estes surtos ocorreram em março de 2004 e fevereiro de 2005. O período chuvoso nesta região se estende de outubro a março com aumento da intensidade das chuvas de janeiro a março.

O Surto 4 ocorreu em novembro e dezembro de 2005 em uma fazenda no município de Cumarú do Norte, região cujo período chuvoso começa em setembro. Esta fazenda era dividida em 11 unidades de aproximadamente 2500 ha, divididos em piquetes de, aproximadamente, 40 ha. Todos os retiros possuíam uma tropa formada por 20 a 25 mulas e um ou dois cavalos. As tropas dos retiros 2, 3 e 5 eram mantidas em pastagens de *P. maximum* cv. Massai. As tropas dos demais retiros eram mantidas em pastagens de *B. radicas* e *B. humidicola*. Somente adoeceram animais dos retiros 3 e 5, onde a pastagem estava em brotação.

Os Surtos 5 e 6 ocorreram em Castanhal em dois piquetes contendo *P. maximum* cv. Mombaça, plantados há três anos. No surto 5, 10 eqüinos foram mantidos de julho a dezembro de 2006 em um piquete contendo *P. maximum* cv. Mombaça maduro, sendo que nenhum animal adoeceu. Em dezembro, estes

animais foram transferidos para um piquete com *P. maximum* cv Mombaça em brotação, que havia ficado vazio por 30 dias após ter sido intensamente pastejado por bovinos. Seis dias após a introdução, seis cavalos adoeceram e um morreu.

No Surto 6, em maio 2007, uma tropa de 9 cavalos e 3 mulas, adquiridos em outra propriedade, foi introduzida em dois piquetes de *P. maximum* cv. Mombaça maduro. Esses animais permaneceram no pasto por 60 dias sem adoecer. Devido a ambos os pastos estarem maduros, bovinos foram introduzidos em um dos pastos e os equídeos foram mantidos em outro. No pasto onde foram introduzidos os bovinos, após ser intensamente pastejado, os animais foram retirados e este pasto permaneceu vazio por 30 dias. Após esse período, quando a pastagem estava em brotação, o proprietário introduziu os 12 equídeos mencionados anteriormente e mais 10 cavalos. Em junho, 35 dias após serem introduzidos nesse pasto, dois cavalos da propriedade adoeceram e morreram. Neste ano, o período chuvoso que se encerra normalmente no final de junho, se estendeu até o final do mês de julho.

O Surto 7 ocorreu em Castanhal em maio de 2007 em um pasto de 2 hectares de *P. maximum* cv. Massai plantado em maio de 2006. Sete cavalos e uma mula foram introduzidos no pasto após o início do período chuvoso. Dois dos cavalos e a mula adoeceram.

O Surto 8 também ocorreu em Castanhal em julho de 2007 em uma propriedade onde *P. maximum* cv. Tanzânia era cortado e oferecido no cocho para cavalos adultos estabulados. Este capim havia sido plantado há 90 dias. Na mesma propriedade, em junho de 2007, três cavalos adoeceram e dois morreram enquanto eram mantidos em um pasto de *P. maximum* cv. Tanzânia, plantado 8 meses antes.

Em todas as propriedades a doença ocorreu em pastos onde somente existia *P. maximum* com pouca quantidade de plantas daninhas ou outras pastagens.

Em dezembro de 2007 foram realizadas visitas a 6 propriedades localizadas nos municípios de Xinguara (2), Abel Figueiredo (2), Rondon do Pará (1) e Bom Jesus do Tocantins (1), pertencentes à região Sul do estado, onde havia relatos de ocorrência da doença em anos anteriores. Segundo os proprietários, a doença ocorria desde 2002 em pastagens de *P. maximum* cv. Mombaça e Tanzânia, sempre no período chuvoso, afetando muitas propriedades da região. Cavalos seriam mais afetados que as mulas e bovinos não adoeciam. Equídeos mantidos em outras espécies de gramíneas, como *B. humidicola*, também não adoeciam. A Tabela 3 mostra os dados epidemiológicos dos surtos relatados pelos proprietários.

Tabela 2 - Localização, mês e ano da ocorrência, cultivares de *P. maximum* na pastagem, e taxas de morbidade e mortalidade nos 8 surtos de cólica em equídeos no Pará, região Amazônica

| Número do surto Município | Mês/ano | Cultivares de <i>P. maximum</i> na pastagem | Nº de equídeos no pasto | | | Nº de animais doentes | | | Nº de animais mortos | | |
|--------------------------------|---------------|---|-------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------------|----------------------|---------------|---------------|
| | | | Cavalos | Mulas | Total | Cavalos | Mulas | Total | Cavalos | Mulas | Total |
| 1. São Domingo do Capim | 3/2004 | Mombaça | 5 | 7 | 12 | NI* | NI | 6 | 1 | 2 | 3 |
| 2. Xinguara | 3/2004 | Mombaça | 1 | 24 | 25 | 1 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 |
| 3. Xinguara | 2/2005 | Mombaça | 0 | 25 | 25 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4. Cumaru do Norte | 11 e 12 /2005 | Massai | 35 | 4 | 39 | 1 | 21 | 22 | 1 | 5 | 6 |
| 5. Castanhal | 12/2006 | Mombaça | 10 | 0 | 10 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 6. Castanhal | 5 e 6 /2007 | Mombaça | 15 | 3 | 18 | 4 | 0 | 4 | 3 | 0 | 3 |
| 7. Castanhal | 5/2007 | Massai | 7 | 1 | 8 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 8. Castanhal | 7/2007 | Tanzânia | 16 | 0 | 16 | 8 | 0 | 8 | 2 | 0 | 2 |
| Total | | | 89 | 64 | 153 | - | - | 52 (34%) | 9 (10.1%) | 10 (16.6%) | 19 (12.4%) |

*Não informado

Tabela 3 - Surtos relatados por proprietários de municípios do Sul do Pará, região Amazônica com a localização, mês e ano de ocorrência, tipo de cultivar do *P. maximum* no pasto e número de animais afetados .

| Município | Mês/Ano | Tipo de cultivar do <i>P. maximum</i> | Taxas de morbidade e mortalidade |
|------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Xinguara | 2002-2005 Dezembro - fevereiro | <i>P. maximum</i> cv. Tanzânia | Em 2002 e 2003 casos esporádicos de cólica ocorreram em cavalos. Em 2004 nove de 24 fêmeas tiveram cólica e morreram. Em 2005 mais de 20 cavalos foram afetados. |
| Rondon do Pará | Janeiro 2003 | <i>P. maximum</i> cv. Mombaça | A enfermidade iniciou-se após o primeiro ano após o plantio da pastagem. Foram afetados 22 cavalos e 2 mulas de um rebanho de 9 mulas e 29 cavalos e 4 morreram. Após as primeiras mortes o rebanho foi retirado da pastagem; 45 dias após o rebanho foi reintroduzido novamente ao pasto, 20 animais adoeceram e 6 morreram. |
| Abel Figueiredo | Dezembro- janeiro 2003 | <i>P. maximum</i> cv. Mombaça | Em um rebanho de 5 cavalos e 15 mulas, 6 adoeceram e 2 morreram. Em outro pasto recentemente plantado pastejado por 10 cavalos e uma mula, 5 cavalos e 1 mula adoeceram e a mula morreu. |
| Bom Jesus do Tocantins | Fevereiro 2004 | <i>P. maximum</i> cv. Mombaça | Em um rebanho de 8 cavalos e 15 mulas, 5 cavalos e 2 mulas adoeceram e 5 cavalos e 1 mula morreram. |

4.1.2 Sinais clínicos

A evolução dos sinais clínicos variou de doze horas a quatro dias. Os sinais de cólica variaram de moderados a severos e incluíam olhar para o flanco (Figura 4), deitar, levantar e rolar (Figuras 5, 6 e 9). O abdômen geralmente estava distendido bilateralmente (Figuras 7 e 8), exceto em dois animais, onde a dilatação era do lado direito (Figura 6). Animais afetados ficavam apáticos, muitas vezes em decúbito (Figura 10), com membranas mucosas congestionadas (Figuras 14 e 15) ou cianóticas (Figura 13). Com o aumento da desidratação, a mucosa oral apresentava-se ressecada e com halo arroxeadado ao redor dos dentes (Figura 14). O tempo de preenchimento capilar (TPC) variava de dois a cinco segundos, a frequência cardíaca (FC) variava de 46 a 120 batimentos por minuto e a frequência respiratória (FR) variava de 16 a 48 movimentos por minuto. Refluxo nasal espontâneo ocorreu em 4 animais com eliminação de conteúdo esverdeado (Figura 16) e de odor pútrido, sendo que em um animal este conteúdo era tingido de sangue (Figura 17). Em dois animais houve refluxo após passagem de sonda, esverdeado em um animal (Figura 11) e tingido de sangue no outro (Figura 12). Não foi possível realizar exame de palpação retal devido à acentuada distensão das alças intestinais.

Na auscultação abdominal, os ruídos de peristaltismo intestinal variavam de acordo com a intensidade da doença. Quando os animais tinham cólica severa os borborigmos eram ausentes, nos casos moderados mostravam-se diminuídos. Ruídos intestinais normais a discretamente diminuídos estavam presentes em animais com cólica leve.

Um animal afetado tinha sinais neurológicos, incluindo apatia, ataxia severa, diminuição dos reflexos do lado superior e palato, diminuição da sensibilidade da mucosa nasal e da pele e diminuição do tônus da calda e do reflexo anal. Este animal também tinha edema do prepúcio, expunha o pênis, que gotejava urina e apresentava distensão da bexiga. O hálito do animal tinha odor amoniacal e uma úlcera foi observada no lábio superior.

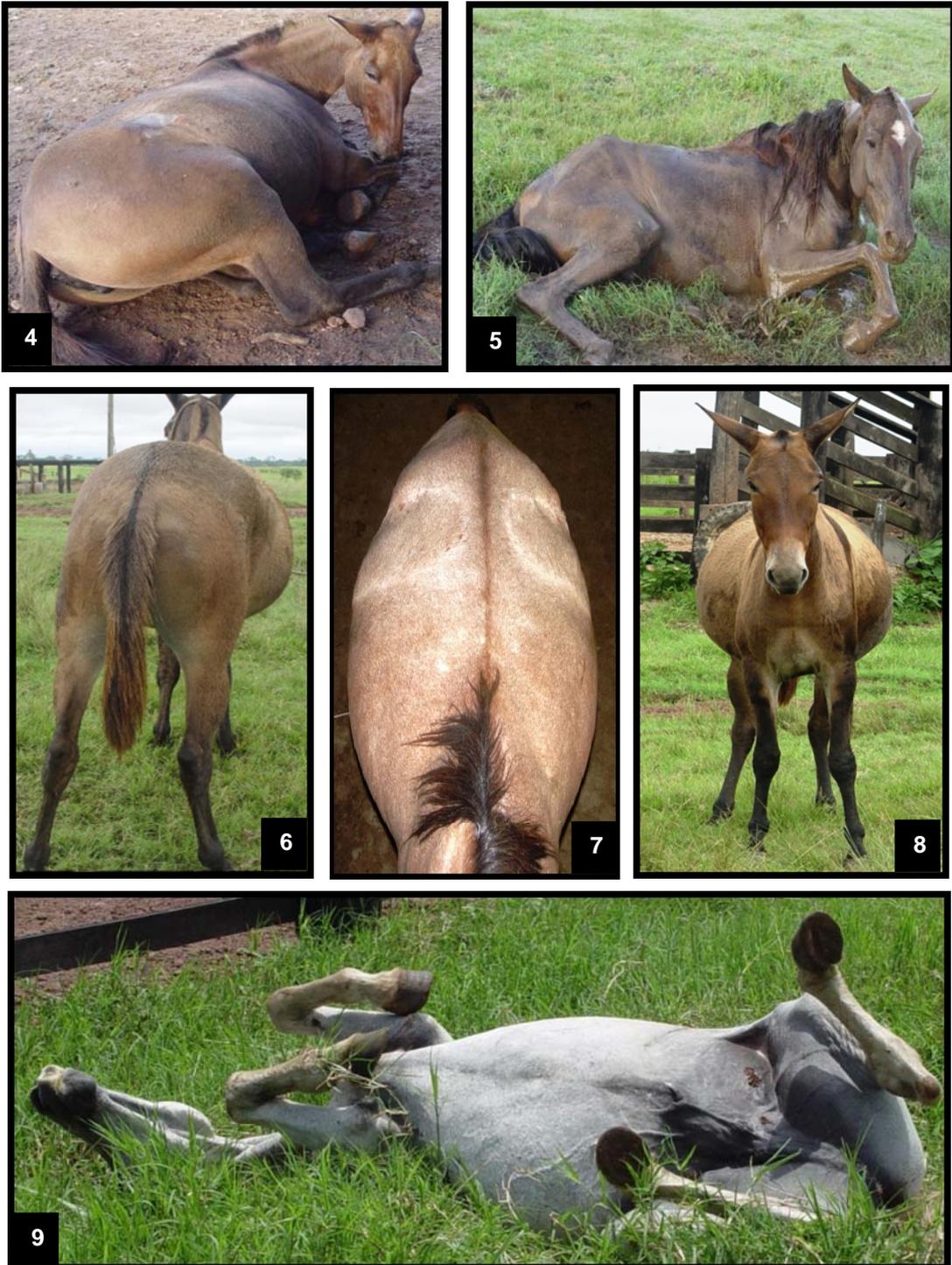


Figura 4 – Animal em decúbito esternal, olhando para o flanco. Surto 2.

Figura 5 – Animal em decúbito esternal após rolar. Surto 4.

Figura 6 – Animal com distensão abdominal do lado direito. Surto 3.

Figuras 7 e 8 – Animais com distensão abdominal bilateral acentuada. Surto 3.

Figura 9 – Animal rolando. Surto 1.

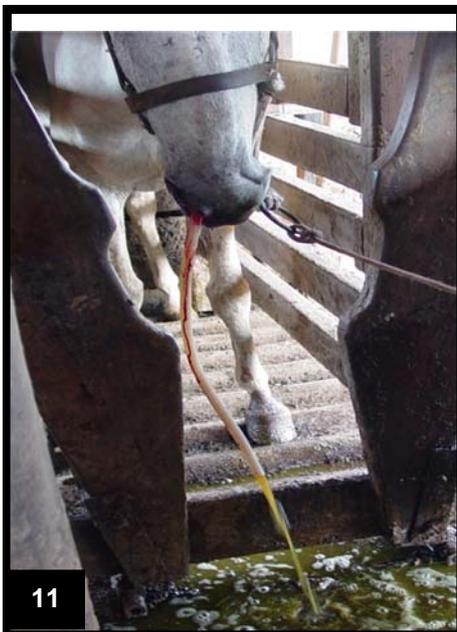


Figura 10 – Animais do surto 2 em decúbito esternal e apáticos.

Figura 11 – Refluxo espontâneo pela sonda de conteúdo esverdeado em um animal. Surto 3.

Figura 12 – Animal com sonda contendo conteúdo vermelho escuro no surto 8, o conteúdo recolhido no detalhe da Figura 12.



13



14



15



16



17

- Figura 13 – Halo dentário arroxeadado e mucosa oral cianótica. Surto 3.
 Figura 14 – Halo dentário arroxeadado na mucosa oral desidratada e congesta. Surto 2.
 Figura 15 – Mucosa ocular congesta. Surto 6.
 Figura 16 – Refluxo esverdeado espontâneo em um animal. Surto 4.
 Figura 17 – Refluxo vermelho escuro espontâneo em um animal. Surto 4.

4.1.3 Análises de Patologia Clínica

Níveis séricos de uréia e creatinina estavam dentro da normalidade ou levemente aumentados. No surto 4, 16 animais com sinais clínicos de cólica tinham níveis de uréia sérica de $90,69 \pm 51,21$ mg/dL e níveis de creatinina de $3,08 \pm 2,81$ mg/dL. Dezenove animais sem sinais clínicos tinham níveis de uréia de $51,49 \pm 12,77$ mg/dL e níveis de creatinina de $2,76 \pm 0,69$ mg/dl. Atividade sérica de aspartato amino transferase (AST) e gama glutamil transferase (GGT) estavam em níveis normais. Os valores hematológicos estavam dentro da normalidade.

4.1.4 Tratamento

Nos surtos que ocorreram no município de Castanhal, os animais afetados foram tratados com 1,1 mg/kg de flunixin-meglumine, sondados com sonda nasogástrica para promover o esvaziamento do estômago e era administrado aproximadamente doze litros de solução de Ringer lactato adicionada de 200ml de gluconato de cálcio a 16,6% e 200ml de sorbitol a 5%, via intravenosa. Os animais sondados que não tinham refluxo eram reidratados pela sonda. Dos 19 cavalos que foram tratados, 14 se recuperaram e 5, que apresentavam sinais clínicos acentuados, morreram.

4.1.5 Achados de necropsia e histopatológicos

Doze animais que morreram espontaneamente foram necropsiados; um animal de cada um dos surtos 1, 3 e 5; dois animais dos surtos 2, 6 e 8 e três animais do surto 4.

Todos os animais tinham dilatação gástrica (Figura 22) e o conteúdo estomacal era de coloração verde, líquido e fétido (Figura 23), com exceção de dois animais que tinham o conteúdo semi-sólido e um animal que tinha o conteúdo

vermelho escuro. Em 11 animais, a mucosa glandular do estômago apresentava edemaciada e de coloração vermelho escura (Figura 24 e 25). Em 6 animais, áreas deprimidas circulares ou ovais, variando aproximadamente 1 mm a 1 cm de diâmetro, estavam distribuídas pela mucosa gástrica. Dois animais tinham úlceras medindo aproximadamente 1 cm de diâmetro perto do *margo plicatus*. O estômago não-glandular estava levemente avermelhado enquanto seis animais tinham erosões multifocais, às vezes coalescentes na mucosa. Em três animais, erosões difusas foram observadas próximas do *margo plicatus*. Em dois animais a dilatação do estômago era tão grave que haviam hemorragias e sufusões na serosa junto a curvatura maior (Figura 26) e em outro (Figura 27) a serosa estava lacerada mostrando a mucosa logo abaixo.

O intestino delgado estava sempre distendido por um conteúdo líquido esverdeado (Figuras 18 e 19) e a mucosa estava avermelhada. Um animal tinha hemorragias redondas proeminentes de 1 cm de diâmetro. Congestão ou hemorragia foi observada na superfície serosa do ceco (Figura 30) e do cólon. O ceco de três animais tinha a mucosa vermelha, com hemorragias (Figura 31), contendo material semi-sólido com quantidade leve a intensa de gás (Figura 20) enquanto erosões no ceco estavam presentes em outro animal. O conteúdo do cólon era semi-sólido (Figura 21) a ressecado em três animais e áreas lineares, rosadas e às vezes hemorrágicas eram observadas na mucosa (Figuras 28 e 29). Nestas áreas, o conteúdo intestinal estava hemorrágico. O cólon menor tinha conteúdo ressecado com presença de estrias de sangue. O esôfago de um animal tinha erosões longitudinais da mucosa, principalmente na porção torácica e abdominal. O fígado apresentava acentuação do padrão lobular, caracterizado por áreas claras entremeadas com áreas de coloração normal. Algumas vezes estava acentuadamente aumentado de volume, amarelado e friável. Em dois animais, a mucosa da bexiga estava difusamente vermelha e em outro havia pequenas áreas hemorrágicas.

Amostras de todos os órgãos dos nove cavalos foram processadas para exame histopatológico. Nesses cavalos a lesão histológica primária estava nos intestinos. Ambos, o intestino delgado e grosso, tinham uma enterite severa, difusa, com infiltrado da lâmina própria com células mononucleares e plasmócitos (Figura 33) Em muitos cortes histológicos, infiltrados similares também foram observados na submucosa (Figura 34). Em quatro animais, eosinófilos estavam presentes

geralmente associados com helmintos. Congestão severa, com necrose e descamação das células epiteliais da mucosa foi observado ao longo das vilosidades (Figura 33). Ocasionalmente as vilosidades estavam diminuídas e fundidas. No intestino grosso, necrose e desprendimento das células epiteliais foram observadas ao longo da superfície das glândulas intestinais.

O epitélio glandular do estômago tinha necrose difusa das células epiteliais, congestão e hemorragia. Infiltrado mononuclear leve a moderado foi observado na lamina própria. Em dois animais, infiltrado severo por neutrófilos foi observado nas áreas de necrose epitelial. Necrose do tecido linfóide associado ao intestino foi observada em dois animais. Um animal não tinha lesões do estômago glandular. O estômago aglandular de 4 animais tinha severa degeneração balonosa das células epiteliais com formação de vesículas ou pústulas e erosões multifocais ou úlceras (Figura 32). A submucosa estava infiltrada por células mononucleares e, nas áreas ulceradas, por neutrófilos. Congestão e hemorragia da submucosa foram observadas em alguns animais. No estômago aglandular de um animal, somente foi observada degeneração balonosa do epitélio escamoso. Um animal tinha necrose multifocal e ulceração do epitélio do esôfago.

A nefrose caracterizada por vacuolização e necrose do epitélio tubular renal com numerosos cilindros hialinos foi observada nos rins de cinco animais (Figura 35). Outros túbulos renais estavam dilatados. Raros cristais de oxalato foram observados no lúmen tubular de um animal. Congestão leve a moderada foi observada no córtex e na medular.

No fígado, alguns dutos biliares tinham vacuolização leve e necrose ocasional das células epiteliais. Outras alterações microscópicas incluíam leve a moderada proliferação das células epiteliais dos dutos biliares, infiltrado mononuclear na área portal, retenção biliar leve e fina vacuolização dos hepatócitos. Em um animal o fígado tinha hepatócitos necróticos e abscessos multifocais. Em outro animal o espaço porta e ocasionalmente o parênquima hepático estava infiltrado por neutrófilos.

Em um animal havia necrose das células epiteliais da bexiga com ulceração da mucosa e severa congestão e hemorragia da submucosa. Os linfonodos mesentéricos tinham congestão, hemorragia e edema. Não foram observadas outras alterações.

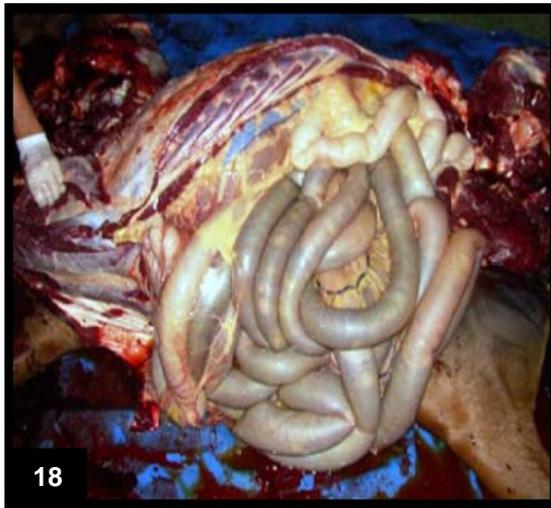


Figura 18 e 19 – Animais demonstrando dilatação severa do intestino delgado e cólons pelo conteúdo líquido contendo gás.

Figura 20 – Ceco dilatado pelo conteúdo gasoso.

Figura 21 – Cólons dilatados pela presença de conteúdo semi-sólido e gás.

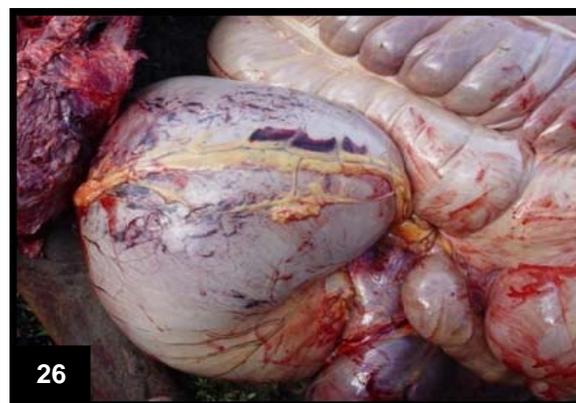
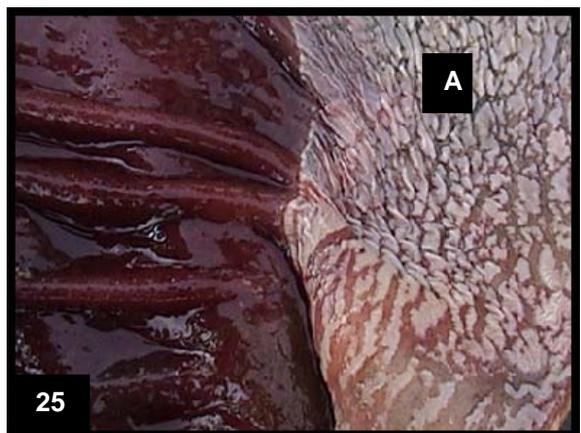
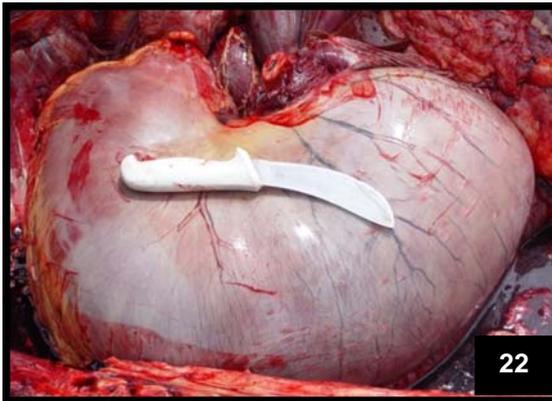


Figura 22 – Estômago dilatado pelo conteúdo.

Figura 23 – Conteúdo estomacal líquido e esverdeado.

Figura 24 – Mucosa glandular vermelho escuro e edemaciada.

Figura 25 - Mucosa aglandular avermelhada com áreas de erosão lineares (A) e região glandular vermelho escuro e edemaciada.

Figura 26 – Superfície serosa do estômago mostrando áreas de hemorragias e sufusões na curvatura maior.

Figura 27 - Superfície serosa do estômago mostrando-se lacerada na curvatura maior.

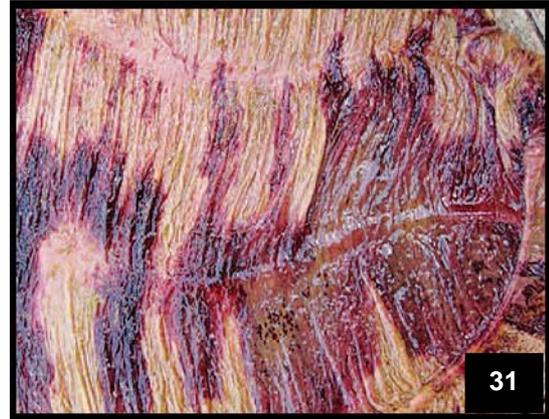
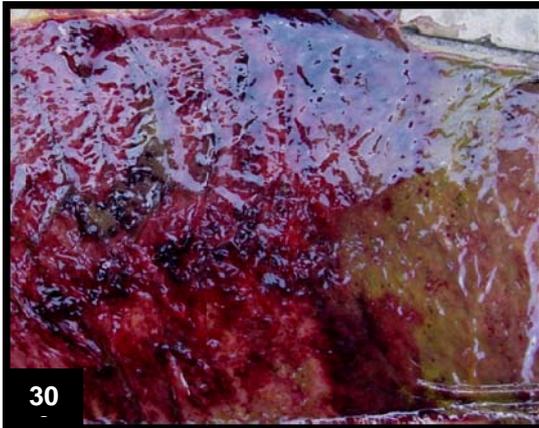


Figura 28 - Ceco e cólon maior com áreas de hemorragia na serosa
Figura 29 – Superfície mucosa do cólon maior apresentando hemorragias lineares
Figura 30 – Superfície mucosa do cólon maior apresentando hemorragia severa.
Figura 31 – Mucosa do ceco com áreas de hemorragia.

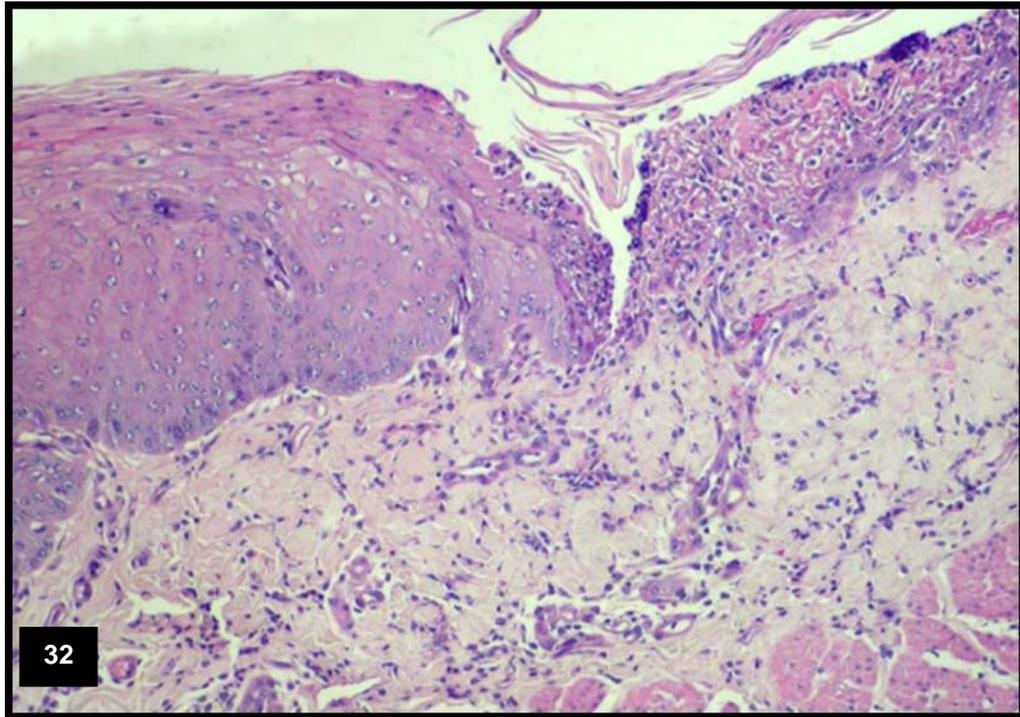


Figura 32 - Estômago aglandular com degeneração balonosa das células epiteliais e ulceração da mucosa. Hematoxilina e eosina (HE).

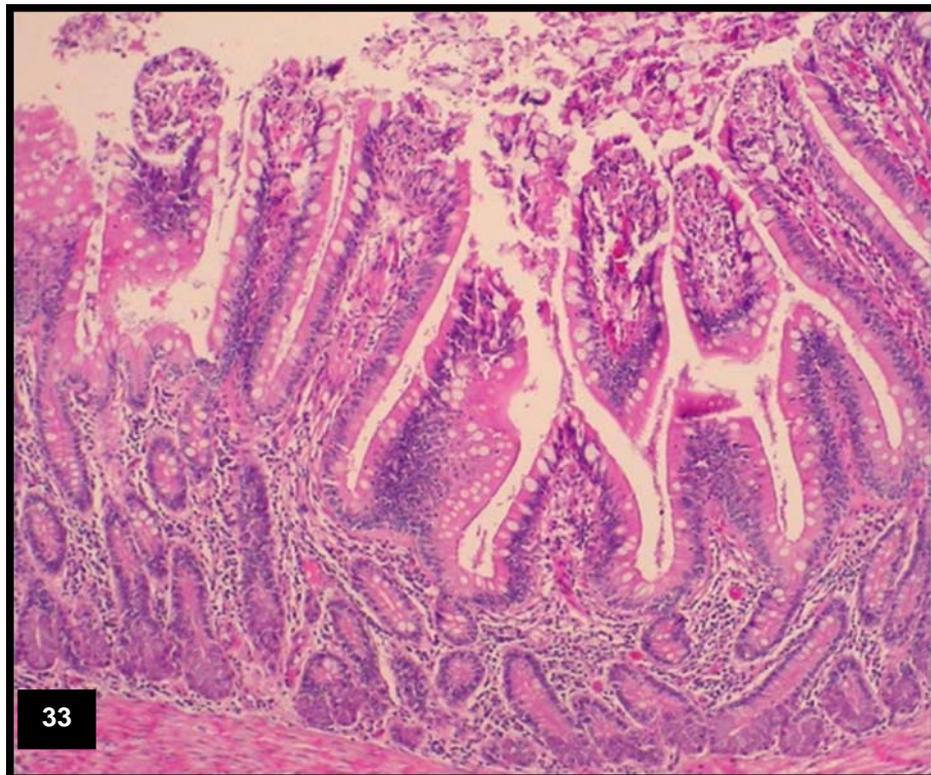


Figura 33 - Intestino delgado com severa infiltração da lâmina própria por células mononucleares, necrose epitelial e perda das pontas vilosidades HE.

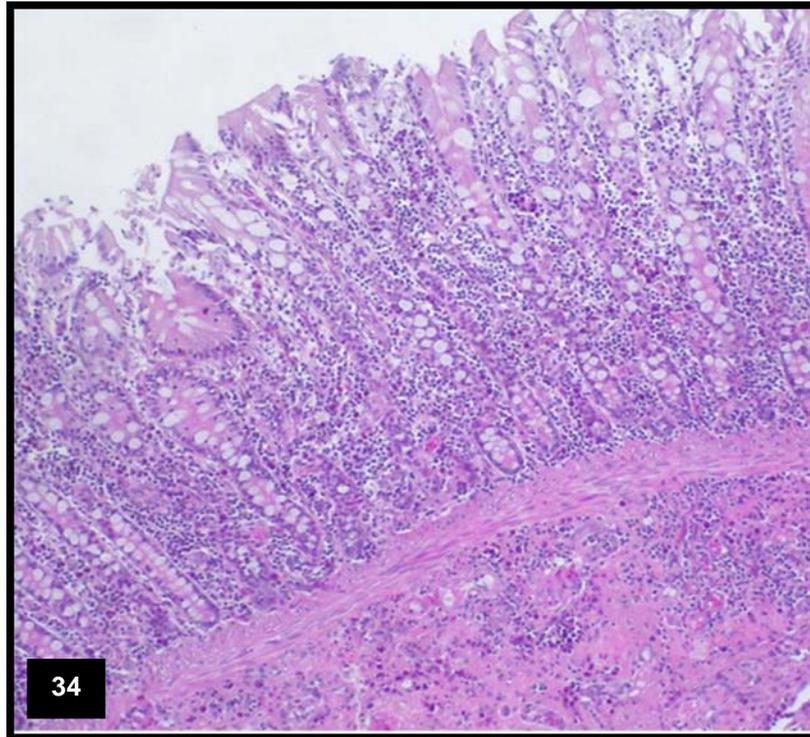


Figura 34 - Colón maior com severa infiltração por células mononucleares na lâmina própria e submucosa. HE.

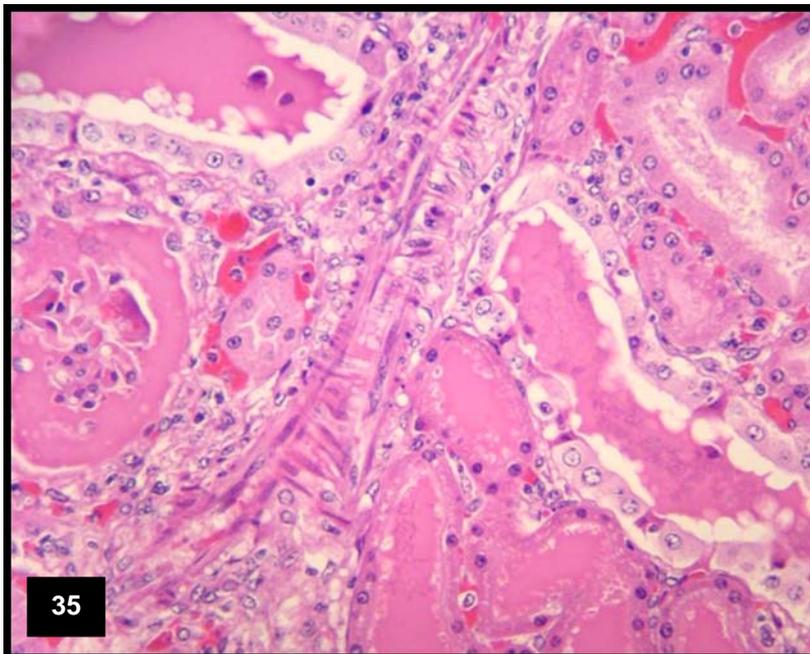


Figura 35 - Rins. Túbulos com cilindros hialinos e glomerulos com material protéico. HE.

4.2 Análises dos capins nos surtos

Nos Surtos de 4 a 8, amostras do pasto foram coletadas para contagem de esporos de *Pithomyces chartarum* e a contagem de esporos foram negativas ou revelaram menos de 5.000 esporos por grama de amostra.

Nos Surtos de 4 a 8, amostras do pasto foram coletadas para determinar a presença de saponinas diosgenina e yamogenina e foram negativas.

Nos Surtos de 4 a 6 amostras de pastos também foram coletadas para análise de oxalatos. Amostras de *P. maximum* cv. Massai coletadas no Surto 4 tinham 1,73 % de oxalatos totais, amostras *P. maximum* cv Mombaça, coletadas no surto 5 continham 1,36 % de oxalatos totais e amostras de *P. maximum* cv. Mombaça do Surto 6 continham 2,03% de oxalatos totais. As outras 13 amostras coletadas nos pastos dos surtos continham entre 0,28 a 1,39 % de oxalatos totais.

4.3 Resultados dos experimentos

4.3.1 EXPERIMENTO 1 : Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de seca (julho) em baias

Nenhum dos dez animais demonstrou sinais clínicos de dilatação abdominal, fezes diarréicas ou qualquer sinal de cólica. Não ocorreu qualquer alteração nas análises de patologia clínica.

4.3.2 EXPERIMENTO 2 : Teste da toxicidade do capim fresco, em brotação, no período de chuvas (fevereiro) em baias

O experimento se iniciou após uma semana de bastante chuvas e se estendeu por 14 dias. Dois animais apresentaram fezes diarréicas e flatulência à

partir do 3º dia (Eqüino 7) e 4º dia (Eqüino 9). Após 5 dias de experimento, o eqüino 1 apresentou sinais clínicos de cólica pela manhã (Figuras 36 a 39) e à tarde todos os animais estavam com o abdome bastante distendido, mas sem sinais de cólica e sem alterações nos parâmetros de patologia clínica. O segundo animal adoeceu no 11º dia (Eqüino 4, Figura 40). Os dois animais apresentaram abdome distendido bilateralmente, deitando e rolando no chão da baia, tempo de perfusão capilar (TPC) variando entre 2 e 3 segundos. Apresentavam halo hiperêmico ao redor dos dentes e mucosa oral ressecada. O eqüino 4 abria os membros posteriores e estendia o corpo para frente em postura de micção. A frequência cardíaca de ambos era baixa no momento do episódio da cólica, variando de 38 a 40 batimentos por minuto (BPM) e a respiratória em torno de 28 movimentos por minuto (MPM). Após o aparecimento dos primeiros sinais de cólica, os dois animais que adoeceram foram retirados do experimento, ficando inicialmente em jejum com água à vontade, e, após a melhora do quadro clínico, receberam capim *Pennisetum purpureum* cv. Napier cortado inteiro, à vontade. Os dois animais que demonstraram sinais clínicos de cólica não necessitaram de tratamento e ambos se recuperaram em aproximadamente 6 horas após o final da ingestão de *P. maximum*.



Figuras 36, 37, 38 e 39 – Eqüino 1 em seqüência de movimentos para deitar e rolar no experimento 2.



Figura 40 – Equino 4 com dilatação abdominal no experimento 2.

4.3.3 EXPERIMENTO 3: Teste da toxicidade do capim em brotação, administrado 24 horas após a coleta para um grupo e recém coletado para outro grupo, durante o período de chuvas (março), em baias

Os 5 animais que receberam o capim recém-coletado no cocho não apresentaram quadro clínico de cólica ou qualquer alteração nas análises de patologia clínica. Dos 5 animais que receberam capim coletado com 24 horas de antecedência, o Equino 4 adoeceu com sinais leves de cólica no 13º dia do experimento (Figuras 41 e 42). Este animal foi retirado do experimento ficando inicialmente em jejum e, em menos de 5 horas após ter sido mantido em jejum com água à vontade, apresentou melhora do quadro clínico, recebendo capim Napier cortado inteiro à vontade. Todos os 10 animais durante o experimento apresentavam distensão moderada do abdome, mas sem sinais de cólica. O experimento durou 22 dias.

Durante o trabalho com as cultivares de *P. maximum*, tanto nos experimentos quanto na investigação dos surtos, observou-se que os cavalos mantidos nessas pastagens apresentavam excelente condição corporal, demonstrando a qualidade do capim como forrageira.



Figuras 41 e 42 – Eqüino 4 do experimento 3 apresentando o dorso e as laterais sujas após rolar com sinais de cólica.

4.4 Análise bromatológica de amostras de *P. maximum* cv. Mombaça e *P. maximum* cv. Tanzânia

A análise das pastagens apresentou média da matéria seca (MS) de 21,72% aos 15 dias, 29,66% aos 30 dias, 33,10 % aos 45 dias e 37,67% aos 60 dias.

A matéria mineral (MM) em % de MS apresentou média de 11,17% aos 15 dias, 9,53% aos 30 dias, 9,29 % aos 45 dias e 8,86% aos 60 dias.

A matéria orgânica (MO) em % de MS apresentou média de 88,83% aos 15 dias, 90,47% aos 30 dias, 90,71 % aos 45 dias e 91,14% aos 60 dias.

A proteína bruta (PB) em % de MS apresentou média de 9,66% aos 15 dias, 9,76% aos 30 dias, 9,99 % aos 45 dias e 9,27% aos 60 dias.

O extrato etéreo (EE) em % de MS apresentou média de 1,41% aos 15 dias, 1,16% aos 30 dias, 1,06 % aos 45 dias e 1,57% aos 60 dias.

A fibra em detergente neutro (FDN) em % de MS apresentou média de 72,38% aos 15 dias, 72,13% aos 30 dias, 76,02 % aos 45 dias e 77,93% aos 60 dias.

A FDN corrigida para cinzas (FDNcp) em % de MS apresentou média de 58,81% aos 15 dias, 61,72% aos 30 dias, 67,09 % aos 45 dias e 69,58% aos 60 dias.

A fibra em detergente ácido (FDA) em % de MS apresentou média de 39,22% aos 15 dias, 36,66% aos 30 dias, 41,01 % aos 45 dias e 43,93% aos 60 dias.

A celulose (Cel) em % de MS apresentou média de 31,05% aos 15 dias, 27,60% aos 30 dias, 30,38 % aos 45 dias e 34,76% aos 60 dias.

A hemicelulose (Hem) em % de MS apresentou média de 33,16% aos 15 dias, 35,47% aos 30 dias, 35,02 % aos 45 dias e 34,00% aos 60 dias.

Os carboidratos totais (CHOT) em % de MS apresentaram média de 77,77% aos 15 dias, 79,55% aos 30 dias, 79,67 % aos 45 dias e 80,30% aos 60 dias.

Os carboidratos não fibrosos (CNF), ou também chamados de carboidratos solúveis (CHOsol), em % de MS apresentaram média de 18,96% aos 15 dias, 17,83% aos 30 dias, 12,58 % aos 45 dias e 10,72% aos 60 dias.

As amostras do capim do local 2 era o mesmo local onde estavam sendo retiradas as amostras para administração no cocho para os animais dos experimentos 2 e 3. A tabela 5 demonstra as variações nas análises do local de onde estavam sendo feitos os experimentos.

Abaixo estão as tabelas com as análises das amostras. Na Tabela 4 consta a média aos 15, 30, 45 e 60 dias de coleta para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) dos três locais de coleta (1, 2 e 3). Na tabela 5 constam os valores de MS, MM, MO, PB, EE, FDN, FDA, Cel, Hem, CHOT e CNF aos 15, 30, 45 e 60 dias de coleta encontrados nos três canteiros da pastagem de *P. maximum* cv. Mombaça do Local 2, de onde o material era retirado para ser administrado aos animais nos Experimentos 2 e 3. Na tabela 6 consta a média de MS, MM, MO, PB, EE, FDN, FDA, Cel, Hem, CHOT e CNF aos 15, 30, 45 e 60 dias de coleta dos três canteiros da pastagem de *P. maximum* do Local 2, de onde o material era retirado para ser administrado aos animais nos Experimentos 2 e 3. Na tabela 7 constam os valores de MS, MM, MO, PB, EE, FDN, FDA, Cel, Hem, CHOT e CNF de todas as 36 amostras de *P. maximum*, coletadas aos 15, 30, 45 e 60 dias de crescimento nos nove canteiros dos três locais de coleta.

Tabela 4 - Resultado da análise químico-bromatológica da pastagem de *P. maximum* (locais 1, 2 e 3) com a média dos três Locais de coleta nos intervalos de 15, 30, 45 e 60 dias de crescimento

| Média do período nos locais 1, 2 e 3 | MS (%) | MM* | MO* | PB* | EE* | FDN* | FDNcp* | FDA* | Cel* | Hem* | CHOT* | CNF* |
|---|--------|-------|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 15 dias | 21,72 | 11,17 | 88,83 | 9,66 | 1,41 | 72,38 | 58,81 | 39,22 | 31,05 | 33,16 | 77,77 | 18,96 |
| 30 dias | 29,66 | 9,53 | 90,47 | 9,76 | 1,16 | 72,13 | 61,72 | 36,66 | 27,60 | 35,47 | 79,55 | 17,83 |
| 45 dias | 33,10 | 9,29 | 90,71 | 9,99 | 1,06 | 76,02 | 67,09 | 41,01 | 30,38 | 35,02 | 79,67 | 12,58 |
| 60 dias | 37,67 | 8,86 | 91,14 | 9,27 | 1,57 | 77,93 | 69,58 | 43,93 | 34,76 | 34,00 | 80,30 | 10,72 |

*(%MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF).

Tabela 5 - Resultado da análise químico-bromatológica nos três canteiros da pastagem de *P. maximum* do Local 2, de onde a forragem era retirada para ser administrada aos animais nos Experimentos 2 e 3.

| Local | Canteiro | Período da coleta | MS* | MM* | MO* | PB* | EE* | FDN* | FDNcp* | FDA* | Cel* | Hem* | CHOT* | CNF* |
|-------|----------|-------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | 1 | 15d | 19,22 | 8,49 | 91,51 | 7,73 | 5,11 | 70,33 | 56,50 | 36,38 | 21,68 | 33,95 | 78,67 | 22,16 |
| 2 | 2 | 15d | 29,25 | 9,21 | 90,79 | 12,50 | 0,18 | 70,41 | 59,10 | 37,57 | 32,56 | 32,84 | 78,12 | 19,02 |
| 2 | 3 | 15d | 14,01 | 9,49 | 90,51 | 14,79 | 0,18 | 73,82 | 59,26 | 37,23 | 32,41 | 36,59 | 75,54 | 16,28 |
| 2 | 1 | 30d | 25,62 | 6,85 | 93,15 | 14,10 | 0,20 | 71,09 | 61,14 | 34,74 | 27,59 | 36,35 | 78,85 | 17,71 |
| 2 | 2 | 30d | 30,01 | 7,18 | 92,82 | 9,04 | 0,59 | 74,21 | 64,08 | 38,57 | 27,97 | 35,64 | 83,19 | 19,11 |
| 2 | 3 | 30d | 25,64 | 7,67 | 92,33 | 9,64 | 0,77 | 71,97 | 60,67 | 32,19 | 29,91 | 39,78 | 81,92 | 21,25 |
| 2 | 1 | 45d | 26,93 | 5,77 | 94,23 | 12,41 | 0,46 | 78,08 | 70,63 | 41,56 | 33,04 | 36,52 | 81,36 | 10,73 |
| 2 | 2 | 45d | 25,86 | 6,52 | 93,48 | 6,59 | 0,78 | 79,24 | 71,14 | 43,44 | 28,96 | 35,81 | 86,11 | 14,97 |
| 2 | 3 | 45d | 33,65 | 7,05 | 92,95 | 14,31 | 0,82 | 78,07 | 71,67 | 35,29 | 20,46 | 42,77 | 77,81 | 6,14 |
| 2 | 1 | 60d | 30,20 | 5,63 | 94,37 | 9,01 | 0,67 | 78,17 | 72,67 | 41,64 | 32,72 | 36,53 | 84,69 | 12,02 |
| 2 | 2 | 60d | 42,43 | 6,53 | 93,47 | 9,50 | 2,27 | 80,51 | 72,27 | 43,14 | 36,07 | 37,37 | 81,70 | 9,43 |
| 2 | 3 | 60d | 35,38 | 6,40 | 93,60 | 6,56 | 2,74 | 80,47 | 67,04 | 45,86 | 37,03 | 34,62 | 84,30 | 17,26 |

*(%MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF).

Tabela 6 - Tabela com a média da análise químico-bromatológica nos três canteiros da pastagem de *P. maximum* do local 2, de onde o material era retirado para ser administrado aos animais nos experimentos 2 e 3.

| data coleta/ local | MS* | MM* | MO* | PB* | EE* | FDN* | FDNcp* | FDA* | Cel* | Hem* | CHOT* | CNF* |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 15d/L2 | 20,83 | 9,06 | 90,94 | 11,67 | 1,82 | 71,52 | 58,29 | 37,06 | 28,88 | 34,46 | 77,44 | 19,15 |
| 30d/L2 | 27,09 | 7,23 | 92,77 | 10,93 | 0,52 | 72,42 | 61,96 | 35,17 | 28,49 | 37,26 | 81,32 | 19,36 |
| 45d/L2 | 28,81 | 6,45 | 93,55 | 11,10 | 0,69 | 78,46 | 71,15 | 40,10 | 27,49 | 38,37 | 81,76 | 10,61 |
| 60d/L2 | 36,01 | 6,19 | 93,81 | 8,36 | 1,89 | 79,72 | 70,66 | 43,55 | 35,27 | 36,17 | 83,56 | 12,90 |

*(%MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF).

Tabela 7 – Análise bromatológica de amostras de *P. maximum*, em diferentes períodos de crescimento nos três locais de coleta – Castanhal, PA - 2010

| Amostra | Dia/local da coleta | MS (%) | MM (%MS) | MO (%MS) | PB (%MS) | EE (%MS) | FDN (%MS) | FDNcp (%ASE) | FDA (%ASE) | Cel (%MS) | Hem (%MS) | CHOT (%MS) | CNF (%MS) |
|----------------|----------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 15°/L1 | 19,06 | 13,29 | 86,71 | 6,89 | 0,28 | 73,10 | 59,38 | 43,29 | 34,48 | 29,81 | 79,53 | 20,15 |
| 2 | 15°/L1 | 17,31 | 12,62 | 87,38 | 6,52 | 0,20 | 72,15 | 59,02 | 45,66 | 39,33 | 26,49 | 80,67 | 21,65 |
| 3 | 15°/L1 | 21,53 | 10,31 | 89,69 | 9,08 | 0,94 | 79,07 | 64,97 | 42,41 | 31,55 | 36,66 | 79,67 | 14,70 |
| 4 | 30°/L1 | 35,08 | 9,78 | 90,22 | 6,13 | 0,64 | 70,57 | 62,52 | 39,31 | 33,61 | 31,26 | 83,45 | 20,93 |
| 5 | 30°/L1 | 26,82 | 11,80 | 88,20 | 8,43 | 0,13 | 71,01 | 60,83 | 38,83 | 34,11 | 32,18 | 79,64 | 18,81 |
| 6 | 30°/L1 | 23,86 | 8,04 | 91,96 | 5,79 | 0,76 | 67,52 | 59,83 | 35,33 | 24,64 | 32,19 | 85,41 | 25,59 |
| 7 | 45°/L1 | 37,96 | 9,29 | 90,71 | 7,96 | 0,37 | 67,70 | 60,60 | 45,71 | 40,57 | 21,99 | 82,38 | 21,78 |
| 8 | 45°/L1 | 36,55 | 12,58 | 87,42 | 10,51 | 0,11 | 77,22 | 65,83 | 45,49 | 38,57 | 31,73 | 76,80 | 10,97 |
| 9 | 45°/L1 | 23,47 | 8,83 | 91,17 | 13,70 | 0,52 | 76,52 | 69,13 | 41,00 | 29,23 | 35,52 | 76,95 | 7,82 |
| 10 | 60°/L1 | 45,56 | 10,01 | 89,99 | 9,02 | 0,06 | 78,32 | 71,99 | 47,07 | 33,15 | 31,25 | 80,90 | 8,92 |
| 11 | 60°/L1 | 55,10 | 9,99 | 90,01 | 8,20 | 0,20 | 80,19 | 73,39 | 45,43 | 38,16 | 34,76 | 81,61 | 8,23 |
| 12 | 60°/L1 | 32,84 | 8,14 | 91,86 | 11,42 | 0,61 | 73,26 | 63,96 | 41,20 | 30,21 | 32,05 | 79,83 | 15,86 |
| 13 | 15°/L2 | 19,22 | 8,49 | 91,51 | 7,73 | 5,11 | 70,33 | 56,50 | 36,38 | 21,68 | 33,95 | 78,67 | 22,16 |
| 14 | 15°/L2 | 29,25 | 9,21 | 90,79 | 12,50 | 0,18 | 70,41 | 59,10 | 37,57 | 32,56 | 32,84 | 78,12 | 19,02 |
| 15 | 15°/L2 | 14,01 | 9,49 | 90,51 | 14,79 | 0,18 | 73,82 | 59,26 | 37,23 | 32,41 | 36,59 | 75,54 | 16,28 |
| 16 | 30°/L2 | 25,62 | 6,85 | 93,15 | 14,10 | 0,20 | 71,09 | 61,14 | 34,74 | 27,59 | 36,35 | 78,85 | 17,71 |
| 17 | 30°/L2 | 30,01 | 7,18 | 92,82 | 9,04 | 0,59 | 74,21 | 64,08 | 38,57 | 27,97 | 35,64 | 83,19 | 19,11 |
| 18 | 30°/L2 | 25,64 | 7,67 | 92,33 | 9,64 | 0,77 | 71,97 | 60,67 | 32,19 | 29,91 | 39,78 | 81,92 | 21,25 |
| 19 | 45°/L2 | 26,93 | 5,77 | 94,23 | 12,41 | 0,46 | 78,08 | 70,63 | 41,56 | 33,04 | 36,52 | 81,36 | 10,73 |
| 20 | 45°/L2 | 25,86 | 6,52 | 93,48 | 6,59 | 0,78 | 79,24 | 71,14 | 43,44 | 28,96 | 35,81 | 86,11 | 14,97 |
| 21 | 45°/L2 | 33,65 | 7,05 | 92,95 | 14,31 | 0,82 | 78,07 | 71,67 | 35,29 | 20,46 | 42,77 | 77,81 | 6,14 |

Tabela 7 – Análise bromatológica de amostras de *P. maximum*, em diferentes períodos de crescimento nos três locais de coleta– Castanhal, PA -2009 (continuação)

| Amostra | Dia/local da coleta | Amostra | MS (%) | MM (%MS) | MO (%MS) | PB (%MS) | EE (%MS) | FDN (%MS) | FDNcp (%ASE) | FDA (%ASE) | Cel (%MS) | Hem (%MS) | CHOT (%MS) | CNF (%MS) |
|---------|---------------------|---------|--------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 22 | 60°/L2 | 22 | 30,20 | 5,63 | 94,37 | 9,01 | 0,67 | 78,17 | 72,67 | 41,64 | 32,72 | 36,53 | 84,69 | 12,02 |
| 23 | 60°/L2 | 23 | 42,43 | 6,53 | 93,47 | 9,50 | 2,27 | 80,51 | 72,27 | 43,14 | 36,07 | 37,37 | 81,70 | 9,43 |
| 24 | 60°/L2 | 24 | 35,38 | 6,40 | 93,60 | 6,56 | 2,74 | 80,47 | 67,04 | 45,86 | 37,03 | 34,62 | 84,30 | 17,26 |
| 25 | 15°/L3 | 25 | 24,03 | 12,80 | 87,20 | 9,97 | 2,12 | 69,65 | 55,75 | 37,23 | 30,94 | 32,42 | 75,11 | 19,37 |
| 26 | 15°/L3 | 26 | 21,17 | 10,89 | 89,11 | 9,50 | 1,78 | 75,88 | 62,66 | 39,86 | 30,93 | 36,02 | 77,83 | 15,17 |
| 27 | 15°/L3 | 27 | 29,92 | 13,41 | 86,59 | 9,92 | 1,89 | 67,04 | 52,69 | 33,35 | 25,61 | 33,69 | 74,78 | 22,09 |
| 28 | 30°/L3 | 28 | 29,39 | 11,25 | 88,75 | 16,21 | 2,87 | 72,62 | 60,81 | 25,28 | 19,97 | 47,33 | 69,67 | 8,86 |
| 29 | 30°/L3 | 29 | 37,61 | 11,36 | 88,64 | 7,94 | 2,06 | 74,72 | 62,38 | 40,97 | 28,34 | 33,75 | 78,64 | 16,27 |
| 30 | 30°/L3 | 30 | 32,90 | 11,85 | 88,15 | 10,53 | 2,45 | 75,45 | 63,21 | 44,71 | 22,25 | 30,74 | 75,17 | 11,96 |
| 31 | 45°/L3 | 31 | 30,04 | 11,52 | 88,48 | 7,00 | 0,77 | 73,71 | 61,86 | 39,42 | 28,30 | 34,29 | 80,71 | 18,85 |
| 32 | 45°/L3 | 32 | 48,61 | 11,03 | 88,97 | 9,20 | 3,15 | 79,27 | 69,79 | 38,11 | 23,78 | 41,16 | 76,63 | 6,83 |
| 33 | 45°/L3 | 33 | 34,82 | 10,97 | 89,03 | 8,19 | 2,56 | 74,40 | 63,18 | 39,05 | 30,50 | 35,35 | 78,28 | 15,10 |
| 34 | 60°/L3 | 34 | 30,29 | 11,84 | 88,16 | 10,13 | 3,02 | 75,36 | 67,56 | 41,91 | 35,63 | 33,45 | 75,01 | 7,46 |
| 35 | 60°/L3 | 35 | 28,07 | 11,16 | 88,84 | 9,12 | 2,27 | 78,01 | 69,13 | 43,88 | 34,18 | 34,13 | 77,45 | 8,31 |
| 36 | 60°/L3 | 36 | 39,14 | 10,04 | 89,96 | 10,47 | 2,25 | 77,11 | 68,22 | 45,26 | 35,69 | 31,85 | 77,23 | 9,01 |

Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel), hemicelulose (Hem), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF).

7 DISCUSSÃO

Os dados epidemiológicos dos surtos e a reprodução experimental demonstraram que a doença é causada pela ingestão de *P. maximum* (cv Mombaça, Massai e Tanzânia). Não foram observados, nas fazendas estudadas, casos de cólicas em pastos de outras gramíneas e a doença clínica apareceu somente após a introdução de cultivares de *P. maximum* na região. A possibilidade da doença ser causada por outra pastagem ou outra planta foi excluída no Surto 8, em que cavalos adultos afetados foram alimentados no cocho exclusivamente com *P. maximum* cv. Tanzânia, e nos Experimentos 2 e 3, quando se reproduziu a doença através do fornecimento de *P. maximum* cv. Mombaça no cocho.

Um aspecto importante relatado neste estudo é a ocorrência da doença somente durante o período chuvoso, principalmente em pastos em brotação. Este achado foi claramente demonstrado nos Surtos 5 e 6 onde sinais clínicos ocorreram em animais colocados em pastos em brotação que haviam sido pastejados anteriormente por bovinos e que permaneceram em descanso por 30 dias. Os experimentos realizados confirmam essa suspeita, pois somente adoeceram animais dos Experimentos 2 e 3, conduzidos no período chuvoso, com pastagem em brotação, enquanto que os animais do Experimento 1, realizado com pastagem em brotação durante o período seco, não adoeceram. Somente o Surto 7 ocorreu fora do período de chuvas, em julho de 2007, o que se deve, provavelmente, ao fato de que nesse ano o período de chuvas, que normalmente se encerra em junho, se estendeu até o final de julho. Outro fato importante na epidemiologia da doença é que bovinos e outros ruminantes (bubalinos, ovinos e caprinos) mantidos nessas pastagens não foram afetados. Adicionalmente a doença não tem sido relatada em outras regiões do Brasil onde *P. maximum* é um volumoso utilizado comumente para cavalos, vacas e ovelhas.

Em relação à etiologia da doença, nos estudos dos surtos foram pesquisadas três causas prováveis: intoxicação por saponinas contidas nas pastagens; intoxicação por esporidesmina produzida por *Pithomyces chartarum*; e intoxicação por cantaridina produzida por *Epicauta* spp. Algumas espécies de *Panicum*, incluindo *P. coloratum* e *P. virgatum* causam fotosensibilização em cavalos devido à presença de saponinas litogênicas esteroidais (CORNICK et al, 1988,

STEGELMEIER et al, 2007). Nos casos de cólica causada pela ingestão de *P. maximum* cv Mombaça, Massai e Tanzânia, a ausência de fotosensibilização, ausência de cristais no fígado, presença de lesões severas no trato digestivo e resultados negativos para diosgenina e yamogenina nas amostras de *Panicum* spp indicam que a doença não é causada por saponinas.

O baixo número ou mesmo a ausência de esporos de *P. chartarum* eliminam a possibilidade de que a doença possa ocorrer pela presença do fungo.

Concentrações elevadas de oxalato são freqüentemente observadas em pastagens tropicais. Valores de oxalato de 2,21 % são relatados em *P. maximum* cv. Colonião (NUNES et al, 1990). *P. maximum* cv. Tanzânia contém 1,4 % de oxalatos (variando de 0,7 a 2,2) e *P. maximum* cv. Massai 1% (variando de 0,6 a 1,4 %) (RIBEIRO et al, 2006). Concentrações de oxalato maiores que 2 % também são descritas em *Brachiaria* spp, *Setaria* spp, *Digitaria decumbens* e *Stylosanthes* spp (RIBEIRO et al, 2006). Muitas dessas concentrações de oxalato são similares ou às vezes mais elevadas do que as concentrações observadas em pastos de *Panicum* spp que causaram cólica nos equídeos (1,36 a 2,03% de oxalatos). Por outro lado, neste estudo foi observado que pastos de *Panicum* spp onde a doença não ocorre tem menores concentrações de oxalatos (0,28 a 1,39%) do que pastos associados ao desenvolvimento de cólica. Essa observação é provavelmente explicada pelo fato de que pastos maduros contêm menores concentrações de oxalatos do que os pastos em brotação (RIBEIRO et al, 2006). Isto sugere que os oxalatos não são a causa de cólica em equídeos em pastos de *P. maximum* no norte do Brasil. Concentrações de oxalatos maiores que 0,5 % podem causar hiperparatireoidismo nutricional secundário em cavalos (MCKENZIE, 1985). Esta doença é freqüentemente observada em pastos tropicais no Brasil, mas não foi observada nos pastos das propriedades visitadas durante este estudo. Concentrações de oxalato entre 4 e 8 % são consideradas tóxicas para bovinos (JONES & FORD, 1972).

A intoxicação por *P. maximum* em cavalos é similar em alguns aspectos a intoxicação por cantaridina. A cantaridina é uma toxina presente em besouros do gênero *Epicauta* spp. que podem ser encontrados no feno ou pastagem, especialmente alfafa (RAY et al, 1989). A ingestão desses besouros e a absorção da toxina causa cólica, gastroenterite, micção freqüente, cistite, salivação profusa, disfunção renal e morte (RAY et al, 1989). No entanto, *Epicauta* spp. não foi

observada na inspeção dos pastos e nem no capim coletado fornecido no cocho para os animais do experimento 1, 2 e 3.

Outra possibilidade é que as cólicas sejam causadas pela alta concentração de carboidratos não estruturais (CNE) em *P. maximum* durante a brotação. Ao contrário dos ruminantes que fermentam todos os CNE no rúmen, nos eqüinos essas frações sofrem diferentes tipos de digestão. Basicamente do ponto de vista da fisiologia digestiva de eqüinos os carboidratos poder ser divididos em carboidratos hidrolisáveis, carboidratos rapidamente fermentáveis, carboidratos lentamente fermentáveis e ligninas (Hoffman et al 2001). Os dois primeiros correspondem aos carboidratos não estruturais (CNE). Os carboidratos hidrolisáveis (dissacarídeos, alguns oligossacarídeos e amidos) são enzimaticamente hidrolisados a açúcares simples no intestino delgado; e os carboidratos fermentáveis são fermentados pelos microorganismos do intestino grosso formando ácidos graxos voláteis, principalmente acetato, propionato e butirato e, em menor quantidade, lactato e valerato (Hoffman et al. 2001). Pela sua vez os carboidratos fermentáveis podem ser divididos em rapidamente fermentáveis (fibra solúvel, alguns oligossacarídeos incluindo frutanas e galactanas e amidos resistentes à hidrólise), que são transformados primariamente em lactato e propionato, e os carboidratos lentamente fermentáveis (hemicelulose, celulose e lignocelulose), que produzem acetato e butirato (Hoffman et al. 2001). Nos grãos, os carboidratos hidrolisáveis representam 97% ou mais dos carboidratos não estruturais e podem causar alterações digestivas em eqüinos quando são ingeridos em quantidades superiores a 0,4% do peso vivo, situação em que passam sem ser digeridos pelo intestino delgado e são fermentados no intestino grosso. Já em pastagens, os carboidratos hidrolisáveis representam somente 38% dos CNE, o que sugere que as alterações digestivas e metabólicas em eqüinos estão associadas aos carboidratos hidrolisáveis em animais alimentados com grãos e a carboidratos rapidamente fermentáveis em animais alimentados com pastagens (HOFFMAN, 2001).

É possível que as cólicas em pastagens de *P. maximum* estejam sendo causadas pela presença de altas concentrações de carboidratos rapidamente fermentáveis; entretanto, com a metodologia de análise utilizada neste trabalho, não é possível diferenciar entre carboidratos hidrolisáveis e rapidamente fermentáveis, pelo que os dados somente podem ser discutidos considerando os carboidratos não fibrosos, que incluem as duas frações de CHO mais beta-glucanas, galactanas,

pectina e goma. Os valores médios de CNF encontrados no *P. maximum* cv. Mombaça e Tanzânia nas 36 amostras aos 15, 30, 45 e 60 dias foram de 19,15, 19,36, 10,61 e 12,9%. Nas amostras coletadas no local 2, de onde era coletado o capim para administrar aos eqüinos do experimento 2, os valores dos três canteiros aos 15 dias eram de 22,16, 19,02 e 16,28%. Esses valores são mais do que o dobro do observado em pastagens de *P. maximum* em outras regiões do Brasil (CLIPES et al, 2006; GONÇALVES, 2006), indicando que as cólicas causadas por *P. maximum* na região Amazônica poderiam estar ligadas à grande concentração de CNF durante a época de chuvas. Outro fator que poderia estar influenciando no aparecimento das cólicas é a variação na quantidade de CNF aos 15 e 45 dias de crescimento vegetativo da pastagem, visto que aos 15 dias, na pastagem em brotação, os valores variaram entre 16 e 22% e aos 45 dias, na pastagem madura, os valores foram de aproximadamente 10%. Cólicas em eqüinos em pastagens em brotação ocorrem pela rápida fermentação no intestino, ocasionando uma rápida produção de gás e alterações da motilidade intestinal (KING, 2000, HOFFMAN ET AL, 2001). Os níveis de carboidrato de pastagens em brotação podem também modificar a microbiota intestinal levando a produção de ácido láctico e endotoxinas (HOFFMAN ET AL, 2001), que poderiam ser responsáveis pelas lesões observadas no intestino e outros órgãos de equídeos em pastagens de *P. maximum*. A observação de dilatação abdominal pela produção de gás, na maioria dos eqüinos que receberam *P. maximum* experimentalmente, sugere que a alteração primária é a fermentação exagerada seguida por timpanismo. Isto parece ser comprovado nos casos experimentais pela rápida regressão dos sinais de cólica após a retirada da alimentação com *P. maximum*. Na maioria dos animais necropsiados encontram-se lesões graves (hemorragias, erosões e ulcerações do trato digestivo e enterite), provavelmente secundárias ao timpanismo intestinal que é seguido por diminuição da motilidade, maior produção de gás e ácido láctico, espasmos, dor e provavelmente, endotoxemia.

Apesar do Surto 8 ter ocorrido em animais alimentados com *P. maximum* no cocho, é provável que o fato de cortar o pasto diminua a toxicidade do mesmo. Isto foi sugerido em um experimento em que de 10 cavalos colocados em uma pastagem de *P. maximum*, 9 adoeceram com sinais acentuados, enquanto que, quando a pastagem era cortada durante a tarde e oferecida no outro dia pela manhã, os sinais foram mais leves em 3 de 5 cavalos que ingeriram a mesma, sendo que os outros

dois rejeitaram a alimentação (Ribeiro, 2007, comunicação eletrônica). Também em nossas observações nos casos de campo os sinais clínicos foram bem mais graves do que os observados experimentalmente. Essa diferença poderia ser devida ao fato de que eqüinos a campo ingerem grandes quantidades de pasto, além de escolher as folhas mais novas e, portanto, com maiores concentrações de carboidratos (LONGLAND & BYRD, 2006). Outro fator que poderia influir na toxicidade é o alto conteúdo de água das pastagens em brotação, pois pastagens com 80% de água não suprem as necessidades de matéria seca dos eqüinos, fazendo com que estes ingiram grandes quantidades (King, 2000). Apesar disso, no Experimento 3, no qual os eqüinos foram alimentados com pastagens cortadas 24 horas antes da administração, após ter perdido aproximadamente 20% de água, ainda ocorreu um caso de cólica. Novos experimentos são necessários para determinar se há uma diminuição ou perda da toxicidade à medida que a planta perde seu conteúdo de água e seca. Outro fator que poderia ser responsável pela maior gravidade dos casos de campo é a não observação dos primeiros sinais e manutenção dos animais na pastagem.

Pelos resultados obtidos até o presente momento não é possível indicar medidas de controle definitivas para evitar as cólicas causadas por *P. maximum* em equídeos e a única forma eficiente é evitar o pastejo de equídeos em pastagens de *P. maximum* em brotação, durante o período chuvoso. Desafortunadamente outras pastagens tropicais não são recomendáveis para eqüinos, como é o caso de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*, que não são palatáveis para estas espécies, e *B. humidicola* que pode causar fotossensibilização e que contém altos níveis de oxalato. A principal alternativa seria utilizar pastagens de *Cynodon* spp (capim tifton e capim estrela).

8 CONCLUSÕES

1. As cólicas causadas em equídeos no bioma amazônico são causadas pela ingestão de *P. maximum*.
2. A doença ocorre quando o *P. maximum* está em brotação durante o período de chuvas.
3. O principal sinal clínico causado pela ingestão de *P. maximum* em brotação é o timpanismo intestinal, que se tratado a tempo é reversível. Os demais sinais clínicos e as lesões observadas nas necropsias são provavelmente secundárias ao timpanismo intestinal: diminuição da motilidade, maior produção de gás, espasmos, dor e provavelmente, endotoxemia.
4. As cólicas não são causadas por oxalatos contidos nas pastagens, nem por esporidesmina produzida por *Phitomyces chartarum*, nem por cantaridina presente em *Epicauta* spp.
5. *P. maximum*, com 15 dias de brotação, contém o dobro dos valores de carboidratos não fibrosos (CNF) encontrados na pastagem madura com 45 dias de crescimento, o que sugere que as cólicas são causadas por uma alta concentração de CNF em *P. maximum* durante a fase de rápido crescimento.
6. Ocorreram mudanças marcadas na concentração de carboidratos não fibrosos durante a brotação de *P. maximum* no período chuvoso na região amazônica, o que provavelmente está associado à ocorrência de cólicas.
7. Estudos detalhados das diferentes frações de carboidratos nas diferentes fases de crescimento de *P. maximum* são necessários para comprovar a hipótese de que as cólicas são causadas pela fermentação exagerada de alguma(s) fração(ões) de carboidratos no intestino grosso.
8. *P. maximum* em brotação, administrado durante o período de seca (julho), não causa timpanismo e cólicas em eqüinos.
9. *P. maximum* em brotação, administrado durante o período de chuvas (fevereiro), causa timpanismo e cólicas em eqüinos.

REFERÊNCIAS

AL JASSIM R. A. M. & ANDREWS F. M. The bacterial community of the horse gastrointestinal tract and it's relation to fermentative acidosis, laminitis, colic and stomach ulcers. **Vet Clin Equine**, v. 25, p. 199–215, 2009.

ALLEN D. & TYLER D. E.. Pathophysiology of acute abdominal disease. In: **The equine acute abdomen**. Pennsylvania: Lea & Ferbiger, p. 66-67, 1990.

ARCHER D. C.; PINCHBECK G. L.; PROUDMAN C. J.; CLOUGH H. E. Is equine colic seasonal? Novel application of a model based approach. **BMC Veterinary Research** v. 2: 27, 2006. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1746-6148/2/27>> Acessado em 10 maio 2010.

ARGENZIO, R. A. Physiology of Digestive, Secretory and Absortive Processes. In: **The equine acute abdomen**. Pennsylvania: Lea & Ferbiger, p.25-48, 1990.

BAILEY S. R.; BAILLON M. L.; RYCROFT A. N.; HARRIS P. A.; ELLIOTT J. Identification of equine cecal bacteria producing amines in an in vitro model of carbohydrate overload. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.69, n.4, p.2087-2093, 2003.

BRÂNCIO P.A.; DO NASCIMENTO JUNIOR D.; EUCLIDES V.P.B., FONSECA D.M.; ALMEIDA R. G.; MACEDO M. C. M.; BARBOSA R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **R. Bras. Zootec.** 31:1605–1613, 2002.

BRANDI R. A. & FURTADO C. E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de eqüinos. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.246-258, 2009 (supl. especial)

CHASE, A. Grasses of Brazil and Venezuela. **Agriculture in the America**, v. 4, p. 123-126, 1944.

CHATTERTON N. J.; WATTS K. A.; JENSEN K. B.; HARRISON P. A.; HORTON H. Nonstructural Carbohydrates in Oat Forage. **Jn. Nutrition.** 136: 2111S–2113S, 2006.

CLIPES R. C.; SILVA J. F. C.; DETMANN E.; VÁSQUEZ H. M. Composição química-bromatológica da forragem durante o período de ocupação em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e capim-mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob pastejo rotacionado. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.5, p.868-876, 2006.

CORNICK J. L.; CARTER G. K.; BRIDGES C. H. Kleingrass-associated hepatotoxicosis in horses. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 193:932-935, 1988.

COSTA N. L. Centro Agroflorestral de Rondônia – CPAFRO – EMBRAPA RONDÔNIA BASES DE DADOS: Versão Eletrônica disponível em: <<http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/bases/mombaca.htm>> Acesso em: 08 de jul 2010.

Di MENNA M. E.; BAILEY J. R. *Pithomyces chartarum* spore counts in pasture. **N. Z. J. Agric. Res.** 16:343-351, 1973.

DYER M. I.; ACRA M. A.; WANG G.M.; COLEMAN D. C.; FRECKMAN D. W.; McNAUGHTON S. J.; STRAIN B. R. Source and sink carbon relation in two *Panicum coloratum* ecotypes in response to herbivory. **Ecology**, New York, v. 72, n. 4, p. 1472-1483, 1991.

FOREMAN, J. H. Enfermidades do Intestino Delgado. In: **Medicina Interna Equina**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2000. p 540-541.

FRAPE, D. **Nutrição e Alimentação de Equinos**. 3ª edição: Roca, 2008, 602p.

GARNER H. E.; MOORE J. N.; JOHNSON J. H.; CLARK L.; AMEND J. F.; TRITSCHLER L. G.; COFFMANN J. R.; SPROUSE R. F.; HUTCHESON D. P.; SALEM C. A. Changes in the caecal flora associated with the onset of laminitis. **Equine Vet. J.**, v.10, n.4, p.249-252, 1978.

GONÇALVES J. S. **Composição química e fracionamento dos carboidratos da biomassa de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob três períodos de descanso**. 2006. 82 F. Tese (Mestrado em Forragicultura e pastagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

GOODSON J.; TYZNIK W. J.; CLINE J. H.; DEHORITY B. A. Effects of an abrupt change from hay to concentrate on microbial numbers and physical environment in the cecum of the pony. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.54, n.8, p.1946-1950, 1988.

HOFFMAN R. M.; WILSON J. A.; KRONFELD D. S.; COOPER W. L.; LAWRENCE L. A.; SKLAN D.; HARRIS P. A.. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: direct assay and seasonal variations. **J. Anim. Sci.** 79:500-506, 2001.

HOFFMAN, R. M. Carbohydrate metabolism in horses. In: **Recent advances in equine nutrition**. Ithaca: International Veterinary Information Service, 2003.

HOFFMAN R. M. Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horses. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.270-276, 2009 (supl. especial).

HOSKIN S. O.; GEE E. K. Feeding value of pastures for horses. **N. Z. Vet. J.**, 52(6), 332-341, 2004.

JANK L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: O Capim Colonião, 12, 1995, Piracicaba. **Anais....**Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 21-58.

JONES R. J.; FORD C. W. The soluble oxalate content of some tropical pasture grasses grown in south-east Queensland. **Trop. Grasslands** 6: 201-204, 1972.

JONES S. L.; SNYDER J. R.; SPIER S. J.. Enfermidades do Intestino Delgado. In: **Medicina Interna Equina**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2000. p. 561.

JULLIAND V.; de FOMBELLE A.; DROGOUL C.; JACOTOT E. Feeding and microbial disorders in horses: 3 - Effects of three hay:grain ratios on microbial profile and activities. **J. Equine Vet. Sci.**, v.21, n.11, p.543-546, 2001.

KING C. Preventing spring colic in horses. **Flying Changes, 2000**. Disponível em:< <http://www.flyingchanges.com/htmls/2000/mar00colic.html>.> Acessado em 8 jun. 2009.

LEMPP B.; DE SOUZA F. H. D.; COSTA J. C. G.; BONO J. A. M.; VALÉRIO J. R.; JANK L.; MACEDO M. C. M.; EUCLIDES V. B. P.; SAVIDAN, Y. H. Capim-Massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. **Comunicado Técnico** No. 69, 2001.

LONGLAND A. C.; BYRD B. M. Pasture Nonstructural Carbohydrates and Equine Laminitis. Proceedings of the Waltham International Nutritional Sciences Symposia. **J. Nutr.** 2006 ;136(7S):2099S–102S.

MALAFAIA P. A. M.; VALADARES FILHO S. C.; VIEIRA R. A. M.; SILVA J. F. C.; PEREIRA J. C. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.4, p.790-796, 1998.

MARTUSCELLO J. .A. .I.; JANK R.; FONSECA C. D.; CRUZ C. M.; CUNHA D. N. F. V. Repetibilidade de caracteres agronômicos em *Panicum maximum* Jacq. . **R. Bras. Zootec.** 36:1975–1981, 2008.

McKENZIE R. A. Poisoning of horses by oxalate in grasses. In: Plant toxicology. Queensland Poisonous Plant Committee, ed. SEAWRIGTH AA, HEGARTY MP, JAMES LF, pp. 150–154, 1985. Yeerongpilly, Queensland, Australia.

McMENNIMAN N. P. Nutrition of grazing broodmares, their foals and young horses. **RIRDC publication**. 2000; no 00/28 on project no UQ-45A.

MEYER H. **Alimentação de cavalos**. 2ª. Edição: Livraria Varela, 1995, 303p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of horses**. 5.ed. Washington, D. C., 1989. 100p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of horses**. 6.ed. Washington, D. C., 2007. 341p.

NUNES S. G.; SILVA J. M.; SCHENCK J. A. P. Problemas com cavalos em pastagens de *Brachiaria humidicola*. EMBRAPA Gado de Corte. **Comunicado Técnico** No. 37, 1990.

PAGAN J. D. Carbohydrates in equine nutrition. In: _____. **Advances in equine nutrition**. Kentucky, USA: Kentucky Equine Research, 1998. p.57-70.

PIMENTEL C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998. 150 p.

POLLITT C. C.; KYAW-TANNER M. T.; FRENCH K. R.; VAN EPS A. W.; HENDRIKZ J. K.; DARADKA M. Equine laminitis. In: Proceedings of the 49th Annual American Association of Equine Practitioners Convention. **49th Annual American Association of Equine Practitioners Convention**, New Orleans, USA, (103-113), 2003, 21-25.

POTTER G. D.; POTTER G. D.; ARNOLD F. F.; HOUSEHOLDER D. D. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. **Pferdeheilkunde**, v.1, n.4, p.107-111, 1992

RAY A. C.; KYLE A. L. G.; MURPHY M. J. Etiologic agents, incidence, and improved diagnostic methods of catharidin toxicosis in horses. **Am. J. Vet. Res.** 50:187–191, 1989.

RIBEIRO C. B.; MEDEIROS S. R.; MACEDO M. C. M. Teores de oxalato nas principais forrageiras utilizadas no Brasil e sua implicação na toxidez em pastejo. **2ª. Jornada Científica da Embrapa Gado de Corte**, Outubro 18–20, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. 2006. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/eventos/2006/jornada2/TrabalhosProntos_Final_PDF/MS/046ribeirocb.pdf> Acessado em 8 jun. 2009.

RIBEIRO D. B. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <franklin.riet@pq.cnpq.br> em maio 2007.

RIBEIRO K. G.; PEREIRA O. G.; VALADARES FILHO S. C.; GARCIA R.; CABRAL L. S. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, vol.30, no. 2. Viçosa Mar./Apr. 2001.

ROCHA G. L. **Ecosystemas de pastagens – aspectos dinâmicos**. Piracicaba: SBZ; FEALQ, 1991.391 p.

SILVA D. S.; QUEIROZ A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª. Edição Viçosa, UFV, 2002, 235p.

SILVA J. B., REIS S.T.; EVANGELISTA A. R.; SALES E. C. J.; ROCHA JÚNIOR V. R.; Fracionamento de Carboidratos de Forrageiras do Gênero Cynodon. **Anais do IX Fórum de Ensino**, Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTE, 23 a 25 de setembro de 2009.

SNIFFEN C. J.; O'CONNOR J. D.; VAN SOEST P. J.; FOX D. G.; RUSSELL J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v. 70, p.3562-3577, 1992.

STEGELMEIER B. L.; ELMORE S. A.; LEE S. T.; JAMES L. F.; GARDNER D. R.; PANTER K. E.; Switchgrass (*Panicum virgatum*) toxicity in sheep, goats and horses. In: **Poisonous plants. Global research and solutions**, ed. PANTER K. E.; WIRENGA T. L.; PFISTER J. A. CABI Publishing, Cambridge, UK. EX pp. 113–117, 2007.

TRAUB-DARGATZ J. L.; KOPRAL C. A.; SEITZINGER A. H.; GARBER L. P.; FORDE K.; WHITE N. A. Estimate of the national incidence of and operation-level risk factors for colic among horses in the United States, spring 1998 to spring 1999. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** Jul 1;219(1):67-71, 2001.

VAN EPS A. W.; POLLITT C. C. Equine laminitis induced with oligofructose. **Equine Vet. J.** 38 (3) 203-20, 2006.

VAN SOEST P. J. **Nutrition Ecology of the ruminant.** 2 ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press, 1994. 476p.

VAN SOEST P. J.; DIERENFELD E. S.; CONCKLIN N. L. Digestive Strategies and Limitations of Ruminants. In: Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction; **Proceedings of the Eight International Symposium on Ruminant Physiology.** Stuttgart: Enke, 1995. p.586.

VANTINI P. P.; RODRIGUES T. J. D.; CRUZ M. C. P.; RODRIGUES L. R. A.; MALHEIROS E. B. Teores de carboidratos totais não-estruturais do capim-Tanzânia adubado com diferentes doses de nitrogênio. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 27, n. 4, p. 425-432, Oct./Dec 2005.

VARLOUD M.; FOMBELLE A.; GOACHET A. G.; DROUGOUL C.; JULLIAND V. Partial and total apparent digestibility of dietary carbohydrates in horses as affected by the diet. **Animal Science**, 79: 62-72, 2004.

VASCONCELOS W. A.; SANTOS E. M., ZANINE A. M.; PINTO T. F.; LIMA W. C.; EDVAN R. L.; PEREIRA O. G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.4, p.874-884 out/dez, 2009.

VIEIRA R. A. M.; PEREIRA J. C.; MALAFAIA P. A. M.; QUEIROZ A. C.; GONÇALVES A. L. Fracionamento dos Carboidratos e Cinética de Degradação *In Vitro* da Fibra em Detergente Neutro da Extrusa de Bovinos a Pasto. **Rev. Bras. Zootec.**, 29 (3): 889-897, 2000.

WHITE II N. A. **The equine acute abdomen.** 1ª edição: Lea & Ferbigger, 1990, 434p.

