

POLYANA ALBINO SILVA

**Valor Energético do Capim-Elefante em Diferentes Idades de
Rebrota e Estimativa da Digestibilidade *in vivo* da Fibra em Detergente
Neutro**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586v
2004

Silva, Polyana Albino, 1978-
Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro. Polyana Albino Silva. – Viçosa : UFV, 2004.
xi, 57f. : il. ; 29cm.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui referências bibliográficas.

1. Ruminante - Nutrição. 2. Ruminante - Alimentação e rações - Digestibilidade *in vivo*. 3. Ruminante - Alimentação e rações - Valor energético - Modelos matemáticos. 4. Capim-elefante - Degradabilidade. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 636.20852

POLYANA ALBINO SILVA

**Valor Energético do Capim-Elefante em Diferentes Idades de
Rebrota e Estimativa da Digestibilidade *in vivo* da Fibra em Detergente
Neutro**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 02 de agosto de 2004

Profa. Maria Ignez Leão
(Conselheira)

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

À minha querida mãe, Lila, por existir e fazer parte da minha vida.

Ao meu pai, Zito, pelo exemplo de amor ao trabalho.

Ao meu noivo José Roberto, pelo amor, paciência, companheirismo, amizade e por tudo que uma pessoa pode ser pela outra.

À minha irmã Jane, pela amizade e pelos grandes momentos juntas.

Ao meu irmão Eduardo, pelo exemplo de caráter impecável e responsabilidade

E aos meus sobrinhos, jóias que alegam a minha vida e a tornam melhor:

Júnior, Luís Filipe, Jordany e Ana Carolina.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida e por ser sempre o meu guia nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelos recursos disponibilizados para a execução desta pesquisa.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela excelente orientação, sugestões, paciência e pelo apoio em todos os momentos durante o curso e na conclusão deste trabalho.

À Professora Maria Ignez Leão, pelo exemplo de força, bom humor e pelas sugestões para conclusão deste trabalho.

À Professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo profissionalismo, por transmitir tranquilidade e paz e, ainda, pelas sugestões para conclusão desta pesquisa.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon pela ajuda imprescindível nas análises estatísticas.

Ao Professor Mário Fonseca Paulino, pelos ensinamentos em sala de aula, pela agradável convivência e, principalmente, pelas importantes contribuições ao longo deste trabalho.

Ao Professor Odilon Gomes Pereira, por fazer parte da banca examinadora e pelas sugestões oportunas.

Aos demais professores que contribuíram indiretamente para que este trabalho fosse concluído.

Aos amigos Natanael (Pum) e Joécio, pela ajuda fundamental durante o período experimental pela amizade e pelos agradáveis momentos de lazer.

Ao amigo Monteiro pela ajuda indispensável durante as análises laboratoriais e pela amizade.

Aos amigos Zé Geraldo e Marcelo Cardoso por tantos momentos agradáveis e com certeza inesquecíveis.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição, Fernando, Vera e Valdir, pela ajuda indispensável durante as análises laboratoriais.

À secretária da pós-graduação Celeste, pelo trabalho impecável e pela agradável convivência.

Aos demais funcionários do Departamento, Adilson, Venâncio, Edson, Mário e Rosana, pela colaboração durante o Curso.

À minha grande amiga Mônica, pela convivência, ajuda, sugestões e pela amizade durante todo o tempo e pela grande ajuda durante o experimento e nas análises laboratoriais.

Aos meus amigos Douglas e Marlos, pela grande ajuda durante o experimento e pela convivência agradável.

Aos amigos Cazé, Mário, Fred e Eduardo Kling, pela ajuda tão valiosa durante todo o Curso e também na conclusão deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação, Karla, Fernanda, Vinícius, Patrícia, Darcilene e outros que embora não sejam citados contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

A amiga “Fernanda da Cantina”, pela convivência tão agradável, pela amizade e pelos momentos que não serão esquecidos.

A todos os meus tios, pelos quais tenho um carinho muito especial, principalmente aos tios Constança, Benício, Nini e Terezinha que estiveram presentes em todos os momentos da minha vida.

À minha avó e madrinha Constança (vovó Cinha) pelas fervorosas orações, pelo amor, pela força, pelo carinho e pela paz que transmite ao falar.

Às minhas amigas do colégio, Solange, Silvia, Nataly e Vanessa, que sempre estarão presentes em minha lembrança.

Aos familiares, amigos e demais colegas que, apesar de não mencionados, certamente colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

POLYANA ALBINO SILVA, filha de José da Silva Arruda e Evangelina Bezerra Albino Silva, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 13 de agosto de 1978.

Em março de 2003 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Iniciou, em março de 2003, o curso de mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 2 de agosto de 2004.

ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
Avaliação Nutricional do Capim-Elefante em Diferentes Idades de Rebrotas.....	11
Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	33
Referências Bibliográficas.....	33
Valor Energético do Capim-Elefante em Diferentes Idades de Rebrotas e Estimativa da Digestibilidade <i>in vivo</i> da Fibra em Detergente Neutro.....	37
Resumo.....	37
Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas.....	55
Conclusões Gerais.....	57

Resumo

SILVA, Polyana Albino, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2004.
Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro.
Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Conselheiras: Maria Ignez Leão e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar o efeito de diferentes idades de rebrota do capim-elefante sobre o consumo, digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes, o balanço de compostos nitrogenados, a produção microbiana o pH e as concentrações de amônia da digesta ruminal e as excreções de uréia, determinar a valor energético do capim-elefante nas idades avaliadas e validar as equações propostas pelo NRC (2001), para determinação do valor energético dos alimentos, propor novas formas para prever a fração digestível da fibra em detergente neutro (FDN) e validar um novo modelo matemático proposto por Van Amburgh et al. (2003) para determinação da taxa de degradação de alimentos utilizando apenas dois tempos de incubação. Utilizaram-se quatro bovinos de raça predominantemente holandesa, fistulados no rúmen e abomaso, alimentados à vontade com dieta constituída apenas de capim-elefante cv. Cameroon, nas idades médias de 33, 48, 63, 78 e 93 dias e sal mineral. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. O óxido crômico foi utilizado para

determinação dos fluxos de MS fecal e de MS abomasal. Com exceção do consumo de FDNcp e de EE (kg/dia) e da digestibilidade do EE, os consumos e as digestibilidades totais dos demais nutrientes reduziram linearmente com o aumento da idade de rebrota. As digestibilidades ruminais da MS e MO aumentaram linearmente com o avanço da idade, contudo, não se observou diferença significativa nas digestibilidades aparentes ruminais da FDNcp e do CNFcp. Houve redução na digestibilidade aparente intestinal da MS, MO e PB; porém, para as digestibilidades aparentes intestinais do EE, FDNcp e CNFcp não foi verificada diferença significativa. Observou-se, comparando-se que os coeficientes médios de digestibilidade não diferiram. A ingestão de nitrogênio (N) apresentou redução linear com o aumento das idades de rebrota. Os fluxos de N total e compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) no abomaso também apresentaram redução linear. A excreção urinária de N não foi influenciada pelas idades de rebrota, já a excreção fecal de N apresentou redução linear. Os valores de pH mostraram-se bastante uniformes, variando de 6,32 a 6,95. Dentre as idades de corte estudadas, verificou-se maior concentração de amônia ruminal para a idade de 33 dias de rebrota (13,39 mg/100 mL). A planta mais jovem apresentou valores superiores de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e excreção de uréia (EU) quando expressa em mg/kgPV. Os derivados de purinas estimados mostraram composição média de 90,32% de alantoína e 9,67% de ácido úrico. A excreção dos derivados de purina, as purinas microbianas absorvidas e os compostos nitrogenados microbianos sofreram redução linear com o aumento da maturidade do capim-elefante. As frações digestíveis da FDN, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) e valores de NDT foram subestimados pelas equações do NRC (2001), enquanto as dos carboidratos não fibrosos (CNF) foram semelhantes aos valores observados. O tempo de incubação *in situ* que melhor se correlacionou com a digestibilidade *in vivo* da FDN foi o de 72 horas. A taxa de degradação da FDN estimada pelo modelo proposto por Van Amburgh et al. (2003), utilizando-se os tempos de 6 e 24h foi semelhante à calculada utilizando dez tempos de incubação. Recomenda-se usar o capim-elefante com 33 dias de rebrota. As equações do NRC (2001) não foram eficientes em estimar o valor energético do capim-elefante. Sugere-se a incubação *in situ* durante 72 horas para determinação da fração digestível da FDN, para o capim-elefante. A taxa

de degradação da FDN pode ser determinada utilizando-se os tempos de 6 e 24 horas, pelo modelo matemático proposto por Van Amburgh et al. (2003).

Abstract

SILVA, Polyana Albino, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2004.
Energy value of elephantgrass at different regrowth ages and estimate of in vivo neutral detergent fiber digestibility. Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Committee members: Maria Ignez Leão and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

This work was carried out with the objectives of evaluating the effect of different elephantgrass regrowth ages on intake, total, ruminal and intestinal apparent digestibilities of nutrients, nitrogen compounds balance, microbial protein production, pH and ammonia concentrations of ruminal digesta and urea excretion; to determine energy values of elephantgrass at different regrowth ages; and to validate the equations proposed by NRC (2001) in order to determine the feedstuffs energy values, to propose new methods to predict neutral detergent fiber (NDF) digestible fraction and to validate a new mathematical model proposed by Van Amburgh et al. (2003) to determine feedstuffs degradation rate by using two incubation times. Four Holstein steers were fistulated in the rumen and abomasum and full fed diet only with elephantgrass at 33, 48, 63, 78 and 93 days of regrowth and mineral salt. A completely randomized design, with four animals and five regrowth ages, was used. Chromic oxide was used to determine fecal and abomasum DM flows. Except for NDFap and EE intake (kg/day) and for EE digestibility, intakes and total digestibility of other nutrients linearly reduced, as regrowth age increased.

DM and OM ruminal digestibility linearly increased, as regrowth age increased, however no significant effect on NDFap and NFCap ruminal apparent digestibility was observed. Reduction on intestinal apparent digestibility of DM, OM and CP was observed, but there was no significant difference for intestinal apparent digestibility of EE, NDFap and NFCap. Average coefficients of digestibility showed no difference when both markers were compared. Nitrogen (N) ingestion showed linear reduction, as regrowth age increased. Total N and nonammonia nitrogen compounds flows in the abomasum also showed linear reduction. N urea excretion was not affected by the regrowth ages, but N fecal excretion showed linear decrease. Among the studied cutting ages, higher ruminal ammonia concentration was observed for average age of 33 days regrowth (13.39 mg/100 mL). pH values were quite uniform and ranged from 6.32 to 6.95. Higher values of plasma urea-N (NUP) and urea excretion (EU) were observed for 33-d regrowth elephantgrass, when it was expressed as mg/kgLW. The estimated purine derivatives showed average composition of 90.32% allantoin and 9.67% uric acid. Purine derivatives excretion, absorbed microbial purine and microbial nitrogen compounds linearly decreased, as elephantgrass regrowth age increased. NDF, crude protein (CP) and ether extract (EE) digestible fractions and NDT values were underestimated by NRC (2001) equations, however nonfiber carbohydrates (NFC) fractions were similar to the observed ones. The best correlation between *in situ* incubation time and *in vivo* NDF digestibility was at 72 hours. NDF degradation rate estimated by the model proposed by Van Amburgh et al. (2003), by using incubation times of 6 and 24h, was similar to the one calculated with 10 incubation times. It is recommended to use elephantgrass from 30 to 35 days regrowth. NRC (2001) equations were not efficient to estimate elephantgrass energy value. It is suggested the *in situ* incubation for 72 hours to determine NDF digestible fraction of elephantgrass. NDF degradation rate can be determined by using incubation times of 6 and 24h, by the mathematical model proposed by Van Amburgh et al. (2003).

Introdução

A pecuária brasileira sempre teve importante papel na economia do país, por gerar um grande número de empregos e contribuir consideravelmente com o produto interno bruto - PIB. Atualmente, essa economia vem se tornando mais importante, indicando que o Brasil, embora tenha bons números no que se refere à exportação, poderá ainda crescer neste setor, nos próximos anos.

O custo com alimentação é o maior na produção animal, por isso, o objetivo dos pesquisadores dessa área é minimizá-lo de forma que a qualidade da alimentação não fique prejudicada.

Os alimentos volumosos são, seguramente, as fontes de mais baixo custo em termos de energia, proteína e minerais para a produção de bovinos, tanto no pasto como em confinamento; no entanto, esses alimentos e, principalmente, as gramíneas tropicais, devem ser bem manejados para que o seu uso e a produção animal sejam otimizados.

O consumo de matéria seca (MS) e a concentração energética da dieta são altamente correlacionados, onde dietas com baixa digestibilidade e menos energia (ricas em fibra) limitam o consumo por enchimento do rúmen e, ou, diminuição na taxa de passagem, enquanto o consumo de dietas ricas em energia e de alta digestibilidade (pouca fibra) regulam a ingestão por atendimento das exigências energéticas do animal e por fatores metabólicos (NRC, 1996).

Alimentos ricos em fibra e pouco digestíveis geralmente deprimem o consumo de MS em consequência da quantidade de material indigestível, que ocupa espaço dentro do rúmen, causando distensão física (Church, 1993).

No Brasil, o capim-elefante é uma gramínea muito utilizada na alimentação dos ruminantes, entretanto, deve ser adequadamente manejada, já que com um período de tempo relativamente curto pode perder seu valor nutritivo, tornando-se muito fibrosa e pouco digestível, conseqüentemente com baixo valor energético.

A estimativa dos valores de digestibilidade é reconhecidamente um dos primeiros parâmetros do valor nutritivo do alimento. Todavia, experimentos para determinação de digestibilidade, através de coleta total de fezes, são

dispendiosos. O uso de indicadores internos (aqueles constituintes indigestíveis da dieta) vem sendo uma alternativa ao método de coleta total e aos indicadores externos, como óxido crômico (Cr_2O_3), que é o composto inorgânico mais utilizado em experimentos de digestibilidade (Valadares Filho, 2000).

Rennó et al. (2002), ao comparar a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e o óxido crômico (Cr_2O_3), na determinação da digestibilidade total e parcial, concluíram que estas não diferiram entre os indicadores.

Comparando os dados de digestibilidade encontrados com os indicadores internos, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), lignina e cinza insolúvel em ácido (CIA), com aqueles determinados pela da coleta total de fezes, Berchielli et al. (2000) encontraram que a digestibilidade dos nutrientes, quando estimada por intermédio dos teores de FDNi, FDAi e lignina incubados durante seis dias, não diferiu significativamente daquela determinada pela coleta total.

Saliba et al. (1999) Comparando diversos indicadores internos e externos com o método de coleta total de fezes, verificaram que a média obtida com a FDAi foi mais próxima daquela obtida pela coleta total, mostrando ter um grande potencial como indicador para forragens, devido principalmente ao custo e à facilidade metodológica.

Para Lippke et al. (1986), boa parte da variabilidade dos resultados obtidos com indicadores internos pode ser atribuída à falta de padronização no método de determinação. Entretanto, indicaram que a FDNi pode ser determinada com boa precisão e que tem potencial como um indicador. A acurácia da técnica do indicador interno requer que: as amostras de alimento sejam representativas, as amostras de fezes sejam representativas da excreção total diária, o indicador interno ingerido seja recuperado totalmente nas fezes e as análises do alimento e das fezes não sejam influenciadas pelo processamento laboratorial (Moore & Sollenberger, 1997).

Além da digestibilidade, o conhecimento mais aprofundado sobre a degradação ruminal de nutrientes possibilita a adoção de sistemas mais adequados de alimentação. Segundo Mertens (1987), há uma relação direta entre a degradação ruminal e a ingestão de alimentos, e que, dessa forma o

conhecimento da taxa de digestão consiste em importante contribuição na avaliação e formulação de dietas.

Segundo Dias et al. (2000), o pH e a taxa de renovação são fatores químicos e fisiológicos que influenciam o crescimento microbiano, e ambos são influenciados pela dieta e por outros fatores correlacionados, como o nível de consumo, o manejo alimentar, a quantidade e qualidade da forragem, além da proporção volumoso:concentrado da dieta. A diminuição do pH reduz a degradabilidade de proteína, celulose, hemicelulose e pectina, embora seus efeitos sejam menores sobre a digestão do amido. Redução do pH de 6,5 para 5,5 diminui a eficiência de síntese microbiana (Hoover & Stokes, 1991).

Owens & Goetsch (1988), ao determinar o pH do fluido ruminal de animais alimentados com dietas com volumoso e concentrado, encontraram valores entre 5,5 e 6,0; quando os animais alimentaram-se exclusivamente com volumoso os valores ficaram entre 6,2 e 7,0. Esses autores também encontraram que o pH é mais baixo entre 30 minutos e 4 horas após a alimentação.

Mould et al. (1983) verificaram diminuição no pH ruminal e na digestibilidade da fibra, quando houve acréscimo do nível de concentrado na ração. Contudo, quando o pH atingiu aproximadamente 6,7, devido à infusão de bicarbonato de sódio, a digestibilidade da fibra manteve-se praticamente inalterada. Os autores relataram, então, que o primeiro mecanismo causador da queda da digestibilidade da fibra é a redução das bactérias celulolíticas, que necessitam de pH em torno de 6,0 para sobreviver.

A concentração de amônia no rúmen é uma função da sua produção e absorção (Nolan, 1993). Mehrez et al. (1977) afirmaram que o máximo da atividade fermentativa ruminal é obtida quando o N amoniacal alcança valores entre 19 e 23 mg N/100 dL de líquido ruminal, enquanto Satter & Slyter (1974) estabeleceram que 5 mg N/100 dL de fluido ruminal, seria suficiente para promover taxas máximas de crescimento microbiano *in vitro*. Contudo, o National Research Council - NRC (1985) sugeriu que as exigências de amônia estariam relacionadas à disponibilidade de substratos, à taxa de fermentação e à produção microbiana.

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen é, portanto, indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de

energia, e está diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de N pelo animal (Coelho da Silva & Leão, 1979). Segundo Stern & Hoover (1979), para variadas situações, 40 a 100% de nitrogênio microbiano podem ser derivados do N amoniacal.

A absorção de amônia através da parede do rúmen é a principal rota para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos (Nolan, 1993) ser removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia (Lobley et al., 1995). A uréia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais às da concentração de amônia produzida no rúmen, e sua concentração sangüínea está diretamente relacionada com o aporte protéico e a relação energia:proteína dietéticos (Harmeyer & Martens, 1980).

Para calcular a contribuição da proteína verdadeira microbiana digestível (PVM_D) no intestino delgado (ID), é necessário conhecer a produção de proteína microbiana. Os métodos utilizados para medir a quantidade de compostos nitrogenados microbianos baseiam-se em indicadores microbianos, como bases purinas, ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA), S³⁵ e N¹⁵ (Valadares Filho, 2000).

Perez et al. (1996) verificaram que a excreção de derivados de purinas pode constituir um método simples e não invasivo para estimar a produção de proteína microbiana no rúmen. A excreção de derivados de purinas está diretamente relacionada com a absorção de purinas e com o conhecimento da relação N-purinas:N-total na massa microbiana. A absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purinas absorvida, que é estimada a partir da excreção urinária dos derivados de purinas (Chen & Gomes, 1992).

A relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas foi primeiramente demonstrada por Blaxter & Martin (1962) e Topps & Elliot (1965), citados por Fujihara et al. (1987). Nesta técnica todos os ácidos nucléicos no duodeno são considerados originários dos microrganismos e, após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são proporcionalmente recuperados na urina, predominantemente na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina e ácido úrico (Perez et al., 1996).

Na maioria dos estudos com bovinos, apenas a alantoína e ácido úrico são determinados, já que nesta espécie a enzima xantina oxidase converte a xantina e a hipoxantina em ácido úrico (Chen & Gomes, 1992).

De acordo com Valadares et al. (1999), além do uso do método não invasivo para medir a produção de proteína microbiana, utilizando coletas de urina com duração de 24 horas, outra grande inovação é a possibilidade de estimar o volume urinário com uma única amostra de urina.

Valadares et al. (1997, 1999) verificaram ainda que a excreção de creatinina não é afetada por tratamentos, sendo obtido valor de 29 mg de creatinina/kg de peso vivo em trabalho realizado com vacas Holandesas puras, (Valadares et al., 1999) e um valor inferior e próximo de 24 mg/kg PV, encontrado por Valadares et al. (1997), com vacas mestiças Holandês x Zebu.

Valadares et al. (1999) concluíram que o volume urinário estimado a partir de uma amostra *spot* resultou em estimativas de derivados de purinas urinários e de produção de proteína microbiana próximas daquelas obtidas com coleta total de urina durante 24 horas.

Trabalhando com novilhos castrados, de quatro grupos genéticos e diferentes níveis de proteína bruta na dieta, Rennó (2003) verificou que a excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos e nem pelos níveis de proteína bruta, apresentando valor médio de 27,78 mg/kg.

Segundo Valadares Filho (2000), uma única amostragem de urina poderá resultar numa metodologia rápida e eficiente para avaliar a produção diária de urina e também de proteína microbiana.

Sabendo-se que a energia é o nutriente que mais limita o desempenho dos ruminantes e da dificuldade de se avaliar a disponibilidade energética e o conhecimento do conteúdo de energia dos alimentos, vários métodos têm sido desenvolvidos para estimar o conteúdo de energia disponível.

O NRC (2001) utilizou uma equação somativa que considera cada fração do alimento para estimar o NDT a nível de manutenção. No Brasil essas equações deverão ser validadas antes de ser recomendadas para estimar o valor energético dos alimentos produzidos em condições tropicais, principalmente dos volumosos e, especialmente, no que diz respeito à digestibilidade da FDN (Rocha Júnior et al., 2003).

Trabalhando com ovinos alimentados à vontade, Rocha Júnior et al. (2003) não verificaram diferença entre os valores de NDT observados e preditos, tanto para os alimentos volumosos como para os concentrados. Deve-se ressaltar que os valores de NDT observados foram obtidos com ovinos alimentados à vontade, enquanto as equações utilizadas foram desenvolvidas para estimar a energia disponível dos alimentos para animais em manutenção (Valadares Filho et al., 2003).

Costa (2002), trabalhando com bovinos alimentados ao nível de consumo voluntário e de manutenção, observou que o NDT da dieta foi afetado pelo nível de consumo, e que o NDT das dietas com os animais alimentados sem restrição no consumo foi em média de 95% do valor obtido com aqueles que consumiam próximo à manutenção, concordando com o NRC (2001).

De acordo com Van Soest (1994), a queda da digestibilidade em razão do incremento do consumo, pode estar sendo influenciada pela competição entre digestibilidade e taxa de passagem, que afetaria grandemente frações lentamente digestíveis da parede celular. Segundo Valadares Filho et al. (2003), a redução na digestibilidade dos carboidratos, principalmente dos não fibrosos, poderia ser apontada como uma das causas da queda nos valores de NDT em função do aumento do consumo.

Comparando o NDT observado com o estimado pelas equações do NRC (2001) corrigidas para o nível de consumo, obtidos a partir da multiplicação dos valores preditos pelo fator 0,95, Costa (2002) concluiu que os valores de NDT observados foram similares aos estimados pelas equações do NRC (2001). Em média, os valores de NDT observados foram de 53,81 e 83,04% para alimentos volumosos e concentrados, enquanto os respectivos valores preditos foram de 52,96 e 82,06%.

Rocha Júnior (2002), utilizando o banco de dados do programa de composição química e bromatológica de alimentos (CQBAL 2.0), estimou os nutrientes digestíveis de vários alimentos e validou os parâmetros avaliados (NDT_M , FDN_{PD} , PBD, EED e CNFD) a partir de 45 observações de NDT (23 volumosos e 22 concentrados), 63 observações de FDN_{PD} de alimentos volumosos, 71 observações de EED (54 volumosos e 17 concentrados) e 20 observações de CNFD que foram obtidas da literatura brasileira. Este autor

encontrou resultados semelhantes de NDT estimado e observado, tanto para volumosos quanto para concentrados.

A FDN é o maior constituinte das gramíneas tropicais, e, por isso, a sua fração digestível deve ser predita corretamente. Alguns autores que vêm trabalhando no processo de validação das equações do NRC (2001) têm encontrado problema para esta fração digestível, principalmente para alimentos volumosos. Na tentativa de se buscar uma solução, outras formas de se prever essa fração têm sido testadas.

Van Amburgh et al. (2003) propõem uma aproximação matemática mais refinada para determinar a taxa de degradação, aplicando essas aproximações em dados de digestão da FDN da silagem de milho *in vitro*. Estes autores propõem ainda um sistema em que se pode conseguir esta determinação utilizando dois tempos de incubação.

Objetivou-se neste trabalho:

- Avaliar o efeito de diferentes idades de rebrota do capim-elefante sobre o consumo, digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes, o balanço de compostos nitrogenados e a produção microbiana, o pH e as concentrações de amônia.
- Determinar o valor energético do capim-elefante nas diferentes idades avaliadas e validar as equações propostas pelo NRC (2001) para determinação do valor energético dos alimentos.
- Propor novas formas de prever a fração digestível da fibra em detergente neutro (FDN).
- Validar um novo modelo matemático proposto por Van Amburgh et al. (2003) para determinar a taxa de degradação de alimentos, utilizando-se apenas dois tempos de incubação.

Referências Bibliográficas

- BERCHIELLI, T.T., ANDRADE, P., FURLAN, C.L. Avaliação de Indicadores Internos em Ensaio de Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal – Digestive physiology and nutrition**. Illinois: Waveland press, Inc, 1993. 564 p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- COSTA, M.A.L. **Desempenho de novilhos zebuínos e validação das equações do NRC (2001) para predizer o valor energético dos alimentos nas condições brasileiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.555-563, 2000.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3644, 1991.
- LIPPKE, H., ELLIS, W.C., JACOBS, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n.2,p.403-412,1986.
- LOBLEY, G.E.; CONNELL, A.; LOMAX, M.A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.46, p.1121, 1995.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.
- MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...Viçosa:UFV**, 1997.p.81.
- MOULD, F.L.; ORSDOV, E.R.; MANNS,O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10:15, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, DC.: National Academy, 1985. 138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC.:National Academy, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- NOLAN, J.V. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms:current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47,p.227-246, 1993.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. 1988. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood cliffs. O & Books Inc., p. 146-171.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v.75, n.5, p.699-709, 1996.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 252p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- ROCHA JÚNIOR, V.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimação do valor energético dos alimentos para ruminantes**. Viçosa, MG. UFV, 2002. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.2, p.480 – 490, 2003.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho com outros indicadores em ensaio de digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- STERN, M.D.; HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v.49, p.1590 -1603, 1979.
- TOPPS, J.H.; ELLIOTT, R.C. Relationships between concentrations of ruminal nucleic acid and excretion of purine derivatives by sheep. *Nature (Lond.)* 205:498, 1965.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV. 2000. p. 267-338.
- VALADARES FILHO, S.C., SILVA, P.A., ROCHA JÚNIOR, V.R., COSTA, M.A.L., PAIXÃO, M.L. 2003. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais. **Volumosos na Produção de Ruminantes**. 1ed. Jaboticabal – SP. Editora Funep, 2003. 264p.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES, R.F.D., BRODERICK, S.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN AMBURGH, M.E., VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., KNAUS[†], W.F. 2003. Corn silage neutral detergent fiber: refining a mathematical approach for in vitro rates of digestion. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 2003, P.99-107.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.

Avaliação Nutricional do Capim-Elefante em Diferentes Idades de Rebrotas

Resumo – Objetivou-se determinar os consumos e as digestibilidades aparentes totais, ruminais e intestinais de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), o balanço de compostos nitrogenados, o consumo de NDT, a produção de proteína microbiana, o pH e as concentrações de amônia da digesta ruminal e as excreções de uréia para o capim-elefante em diferentes idades de rebrotas. Utilizaram-se quatro bovinos de raça predominantemente Holandesa, fistulados no rúmen e abomaso, alimentados à vontade com capim-elefante, e sal mineral, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (capim-elefante com 33, 48, 63, 78 e 93 dias de rebrotas) e quatro animais. O óxido crômico foi utilizado para determinação dos fluxos de MS fecal e abomasal. Com exceção do consumo de FDN_{cp} e de EE (kg/dia) e da digestibilidade do EE, os consumos e as digestibilidades totais dos demais nutrientes diminuíram linearmente com o aumento da idade de rebrotas. As digestibilidades ruminais da MS e MO aumentaram linearmente com o avanço da idade. Não se observou, contudo, diferença significativa nas digestibilidades aparentes ruminais da FDN_{cp} e dos CNF_{cp}. A ingestão de nitrogênio (N) e os fluxos de N total e compostos nitrogenados não amoniacais no abomaso apresentaram redução linear com o aumento das idades de rebrotas. Dentre as idades de corte estudadas, verificou-se maior concentração de amônia ruminal para a idade média de 33 dias de rebrotas (13,39 mg/100 mL). Os valores de pH ruminal variaram de 6,32 a 6,95. O capim-elefante mais jovem apresentou valores superiores de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e excreção de uréia (EU) quando expressa em mg/kgPV. Os compostos nitrogenados microbianos sofreram redução linear com o aumento da idade do capim-elefante. Recomenda-se usar o capim-elefante com idade entre 30 e 35 dias de rebrotas, quando se observou maior valor nutritivo da planta.

Nutritional Evaluation of Elephantgrass at Different Regrowth Ages

Abstract - Intakes and total, ruminal and intestinal apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (FDN) and nonfiber carbohydrates (CNF), nitrogen compounds balance, TDN intake, microbial protein production, pH and ammonia concentrations of ruminal digesta and urea excretion of elephantgrass at different regrowth ages were determined. Four Holstein steers were fistulated in the rumen and abomasum and full fed elephantgrass and mineral salt. A completely randomized design, with five treatments (elephantgrass at 33, 48, 63, 78 and 93 days regrowth) and four animals, was used. Chromic oxide was used to determine fecal and abomasum DM flows. Except for NDFap and EE intake (kg/day) and for EE digestibility, intakes and total digestibilities of other nutrients linearly reduced, as regrowth age increased. DM and OM ruminal digestibilities linearly increased as regrowth age increased, however no significant effect on NDFap and NFCap ruminal apparent digestibilities was observed. N ingestion and total N and nonammonia nitrogen compounds flows in the abomasum showed linear reduction as regrowth ages increased. Among the studied cutting ages, higher ruminal ammonia concentration was observed for average age of 33 days regrowth (13.39 mg/100 mL). Ruminal pH values ranged from 6.32 to 6.95. Higher values of plasma urea-N (NUP) and urea excretion (EU) were observed for 33-d regrowth elephantgrass, when it was expressed as mg/kgBW. Microbial nitrogen compounds showed linear reduction, as regrowth age increased. It is recommended to use elephantgrass from 30 to 35 days regrowth, when higher nutritive value is observed.

Introdução

O capim-elefante é uma gramínea muito utilizada no Brasil para alimentação dos ruminantes, mas, dentro de um período de tempo relativamente curto ele pode perder seu valor nutritivo, tornando-se muito fibroso e pouco digestível, com reduzido valor energético.

A ingestão de matéria seca (MS) é o fator mais importante dentro da nutrição, pois estabelece as quantidades de nutrientes disponíveis para a saúde e a nutrição animal (NRC, 2001).

Conrad et al. (1964) relataram que o controle do consumo de alimentos é explicado com base em dois mecanismos: o físico e o fisiológico. Já Mertens, (1994) acrescentou que a ingestão de MS também é controlada por fatores psicogênicos. O mecanismo físico refere-se à distensão física do rúmen-retículo, o fisiológico é regulado pelo balanço energético e a regulação psicogênica envolve o comportamento do animal diante de fatores inibidores ou estimuladores no próprio alimento.

Além de se conhecer a composição bromatológica e a ingestão de alimentos, é importante também saber a cercada da utilização dos nutrientes pelo animal, o qual é obtido por meio de estudos de digestão. Saber os locais de digestão dos nutrientes é essencial, pois permite calcular as quantidades absorvidas nos diferentes segmentos do trato digestivo.

O óxido crômico tem sido utilizado, principalmente por apresentar as vantagens de ser barato, facilmente incorporado à dieta e ser analisado com relativa facilidade (Merchen, 1988). A utilização de indicadores internos, aqueles constituintes indigestíveis da dieta, vem sendo uma alternativa ao método de coleta total de fezes e aos indicadores externos como o óxido crômico.

Alterações no pH podem interferir na digestibilidade ruminal do alimento e na síntese de proteína microbiana. O pH ruminal varia de 5,5 a 7,2 e em pH inferior a 6,0 as bactérias celulolíticas são inibidas e, conseqüentemente, a digestibilidade da fibra diminui (Church, 1993).

A concentração de compostos nitrogenados amoniacais (N-NH₃) no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada com a solubilidade da

proteína dietética e com a retenção de compostos nitrogenados pelo animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

A uréia plasmática resultante da amônia absorvida, ou da deaminação de aminoácidos, pode voltar ao rúmen, via saliva ou através da parede do órgão, ou ser excretada na urina e no leite (NRC, 1985). Altos níveis sanguíneos de uréia são positivamente correlacionados com uma ineficiente utilização da PB da dieta (Broderick, 1995).

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos que chegam ao intestino delgado, os quais são provenientes, principalmente da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não degradada no rúmen (NRC, 2001). Uma vez que a maior parte do nitrogênio que chega ao intestino delgado é de origem microbiana, há uma evidência de que a eficiência de crescimento microbiano tem grande impacto na nutrição de ruminantes (Russell et al., 1992).

A eficiência de síntese microbiana tem sido expressa de diferentes formas: em função dos nutrientes digestíveis totais (NDT), (NRC, 1989 e 2001), de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), (ARC, 1984), da energia metabolizável fermentável da dieta (AFRC, 1993), ou dos carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), segundo *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* – (CNCPS), descrito por Russell et al. (1992).

As pesquisas ao longo dos últimos anos confirmam a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas. Esta técnica admite que os ácidos nucleicos no duodeno sejam de origem predominantemente microbiana e, após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como ácido úrico, hipoxantina e xantina (Perez et al., 1996).

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito das diferentes idades de rebrota do capim-elefante sobre o consumo, digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes, o balanço de compostos nitrogenados e a produção microbiana, o pH e as concentrações de amônia da digesta ruminal e as excreções de uréia.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Animais e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa entre novembro de 2002 e fevereiro de 2003.

A cidade de Viçosa localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, tem como coordenadas geográficas de posição 20° 45'20" de latitude sul e 45° 52'40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 657m. A temperatura média e a precipitação pluviométrica observadas nos anos de 2000 e 2001 foram de, respectivamente, 20 °C e 1.217,9 mm e 20,7 °C e 1.148 mm (Universidade Federal de Viçosa, 2002).

Foram utilizados quatro novilhos de grau de sangue predominantemente Holandês, castrados, com peso médio de 320 kg, fistulados no rúmen e abomaso, segundo as técnicas descritas por Leão & Coelho da Silva (1980). Os animais foram mantidos em regime de confinamento, alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, de 3 x 3 m de área e dotadas de comedouros de alvenaria , bebedouros individuais e cochos adaptados para o fornecimento de sal mineral.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo quatro animais e cinco idades de rebrota, cada idade de rebrota (tratamento) correspondeu a um período de 15 dias.

Uma capineira cultivada com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) cv. Cameroon, frequentemente exposta à adubação orgânica, foi submetida a um corte de uniformização em 31/10/2002, e imediatamente adubada com 500 kg de adubo granulado 20-05-20 NPK por ha.

Os tratamentos foram constituídos do capim-elefante em diferentes idades de rebrota, apresentando em média 33; 48; 63; 78 e 93 dias. A média de cada idade de rebrota foi calculada considerando-se um período de coletas de fezes e líquido abomasal, com duração de seis dias. Dessa forma a idade média de 33 dias foi obtida no período de digestibilidade conduzido quando a planta tinha entre 30 e 35 dias de rebrota.

A dieta foi fornecida à vontade, em duas refeições diárias, às 7 e 15h, permitindo-se 5% de sobras. A água e o sal mineral também foram fornecidos à vontade. Na Tabela 1 está apresentada a composição químico-bromatológica do capim-elefante cv. Cameroon nas diferentes idades de rebrota.

Tabela 1 – Composição químico-bromatológica do capim-elefante em diferentes idades de rebrota

Ítems	Dias de rebrota				
	33	48	63	78	93
MS(%)	9,20	9,71	13,46	15,51	17,51
MO ¹	86,52	86,54	88,48	89,70	89,64
PB ¹	14,10	9,20	7,80	5,32	5,18
NNP ²	37,25	38,86	30,28	26,12	20,07
PIDN ²	34,50	35,81	47,54	47,01	39,17
PIDA ²	11,03	15,23	14,82	18,64	16,68
EE ¹	2,78	2,09	2,11	2,28	2,42
CINZAS ¹	13,48	13,46	11,52	10,30	10,36
FDN ¹	60,62	63,47	67,68	69,58	69,23
FDNcp ¹	53,77	58,80	61,87	65,44	64,97
CNF ¹	10,51	12,17	10,93	13,26	12,81
CNF ¹ cp	17,36	16,84	16,74	17,40	17,07
NDT ¹	68,89	64,04	58,50	58,68	55,22
FDA ¹	39,23	40,69	43,93	45,53	47,11
FDAi ¹	15,45	16,81	18,22	19,68	32,74
LIGNINA ¹	5,67	6,08	6,42	6,48	6,66

¹ Porcentagem da matéria seca; ² porcentagem da proteína bruta; MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, NNP – nitrogênio não protéico, PIDN – proteína insolúvel em detergente neutro, PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido, EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro, FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF – carboidratos não fibrosos, CNFcp – carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp, NDT – nutrientes digestíveis totais, FDA – fibra em detergente ácido, FDAi – fibra em detergente ácido indigestível.

Diariamente, foram registradas as quantidades de alimento fornecido e das sobras de cada animal para estimativa do consumo. Realizaram-se amostras compostas do alimento por tratamento e das sobras por animal, em cada período. Estas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos armazenadas a -15°C, para análises posteriores. Os períodos experimentais tiveram duração de 15 dias, sendo nove de adaptação e seis para as coletas.

O óxido crômico foi utilizado na determinação da digestibilidade, sendo introduzido através da fístula ruminal, em uma única dose diária de 15 g, durante cinco dias antes do início de cada período de coletas e nos seis dias de coletas, sempre às 12 h.

As coletas de fezes e digesta de abomaso foram feitas uma vez ao dia, com intervalo de 22 h entre uma coleta e outra (no primeiro dia coleta às 18 h e no sexto dia às 8 h). As amostras, imediatamente após coletadas, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60 °C por 72 a 96 h e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm, sendo então elaborada uma amostra composta por animal e por período com base no peso seco de cada amostra diária. As amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro e posteriormente submetidas às análises laboratoriais. Foi coletada (durante os seis dias) uma alíquota de 10 mL diários de fluido abomasal e armazenado, *in natura*, em vidros e, depois acondicionadas a -15 °C para, finalmente, proceder-se à quantificação do N amoniacal (N-NH₃).

A matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total e extrato etéreo (EE) foram determinados conforme técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e o da FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) foram determinados em todas as amostras de acordo com Pell & Schofield (1993), utilizando-se o método da autoclave, segundo descrição de Rennó et al. (2002). As análises de cromo nas fezes e nas digestas de abomaso foram realizadas de acordo com a técnica proposta por Williams et al. (1962), citados por Silva & Queiroz (2002). Nos alimentos, foram ainda analisadas as concentrações de fibra em detergente ácido (FDA), lignina, compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), seguindo as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002).

A fibra em detergente ácido indigestível (FDA_i) foi utilizada como indicador interno, sendo determinada nas amostras de alimentos, sobras, fezes e digesta abomasal através da incubação ruminal por 144 horas de aproximadamente 0,5 g de amostra em sacos de Ankom (*filter bags* F57) que, posteriormente, foram lavados em água corrente, fervidos em detergente ácido

por uma hora, lavados com água destilada e acetona e finalmente secos em estufa a 60 °C por 72 horas, conforme proposto por Craig et al. (1984).

Os compostos nitrogenados não protéicos (NNP) foram determinados utilizando-se a metodologia descrita por Broderick em 1997 (comunicação pessoal), nas amostras do capim-elefante *in natura*, em que aproximadamente 10 g de amostra foram diluídos em 100 g de água destilada, batidos no liquidificador por 30 segundos e filtrados em duas camadas de gaze. Posteriormente, uma alíquota de 20 mL do filtrado foi tratada com 5 mL de ácido tricloroacético a 25% (TCA – 25%P/V), deixada em repouso por 30 minutos e, então, centrifugada a 30.000 x g por 15 minutos. A partir de 2 mL do sobrenadante determinou-se o nitrogênio total (Silva & Queiroz, 2002).

Os CNF foram calculados através da equação proposta por Weiss em 1999: $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDNcp)$.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado por: $NDT = PBD + 2,25 EED + FDNcpD + CNFD$, onde PBD, EED, FDNcpD e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de cinzas e proteína) digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis.

No sexto dia do período de coletas, foi realizada a coleta de digesta ruminal, imediatamente antes e quatro horas após a alimentação, procedendo-se à filtragem em gaze para determinação do pH. Posteriormente, amostras de 50 mL foram acondicionadas em recipientes plásticos, contendo 1mL de solução de ácido sulfúrico 50%, e armazenadas em congelador para posterior determinação do N-NH₃.

Também quatro horas após a alimentação realizou-se a coleta de sangue, via punção da veia jugular, utilizando-se tubos com gel acelerador de coagulação.

As concentrações de N-NH₃, tanto nas amostras de fluido abomasal quanto nas de líquido ruminal, foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980). A quantificação dos compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) na digesta de abomaso foi obtida por diferença entre o N total e o N-NH₃.

Quatro horas após o fornecimento do alimento, também no sexto dia do período de coletas, realizou-se coleta *spot* de urina, quando os animais urinaram espontaneamente. Uma amostra de 10 mL de urina foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purina urinários e precipitação do ácido úrico. Devidamente identificadas as amostras foram armazenadas a -15 °C para posteriores análises laboratoriais.

A creatinina foi determinada nas amostras de urina com o uso de picrato e acidificante (kits comerciais) e o volume urinário, estimado em 24h, foi calculado pela divisão da excreção diária de creatinina (mg/dia) pela concentração de creatinina (mg/L). Considerou-se que a concentração diária de creatinina é constante e utilizou-se o valor encontrado por Valadares et al. 1997, de 24,04 mg/kgPV, trabalhando com novilhos zebuínos.

Nas amostras de urina também foram realizadas as análises dos derivados de purinas (alantoína e ácido úrico). A alantoína foi determinada pelo método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). O ácido úrico foi determinado através do Kit comercial Labtest. A excreção de derivados de purinas (DP) na urina em 24 horas foi calculada multiplicando-se o volume urinário estimado em 24 horas pela concentração dos DP na amostra *spot* de urina.

As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (DP, mmol/dia), através da equação:

$$DP = 0,85 \cdot Pabs + 0,385 \cdot PV^{0,75}$$

em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385 \cdot PV^{0,75}$, a contribuição endógena na excreção urinária de purinas (Verbic et al., 1990).

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados microbianos (Nmic, gN/dia) foi calculado em função das purinas microbianas (Pabs, mmol/dia), utilizando-se a equação:

$$Nmic = (70 \cdot Pabs) / (0,83 \cdot 0,116 \cdot 1000),$$

em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol), 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 a relação N purina : N total dos microrganismos ruminais (Chen & Gomes, 1992).

A uréia na urina e no plasma foi determinada segundo o método diacetil modificado (kits comerciais).

Os resultados foram interpretados estatisticamente, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As médias de consumo e digestibilidades dos nutrientes, produção microbiana e compostos nitrogenados presentes no abomaso foram avaliadas por meio de análise de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo. Os coeficientes de determinação foram calculados dividindo-se a soma de quadrados da regressão pela soma de quadrados total. Para a comparação dos indicadores utilizou-se o teste t a 5% de probabilidade e, na análise de pH e amônia, empregou-se a estatística descritiva.

Resultados e discussão

Estão apresentados, na Tabela 2, os consumos médios dos nutrientes, em kg/dia e em porcentagem do peso vivo, e as respectivas equações de regressão, coeficientes de variação e de determinação, para o capim-elefante nas diferentes idades de rebrota. Verificou-se redução linear no consumo de MS com o aumento da idade de rebrota do capim-elefante. Comportamento semelhante foi observado para os consumos de MO, PB, CNFcp e NDT. O consumo de FDN expresso em kg/dia não apresentou diferença entre as idades. Este comportamento era esperado, já que com o aumento da idade, as gramíneas tropicais apresentam um processo acelerado de diferenciação morfológica, caracterizado por um aumento dos tecidos de sustentação presentes na região do caule e redução nos tecidos relacionados com o conteúdo celular, como as folhas (Nelson & Moser, 1994). Essa redução na relação folha-caule é responsável pelo aumento nos teores de FDN e redução de nutrientes como a PB e CNF, causando baixa degradação e lento desaparecimento da digesta no rúmen.

Os baixos níveis de PB ingeridos, com o aumento da idade, foram insuficientes para suprir as exigências dos microrganismos ruminais,

comprometendo assim a digestão da fibra e reduzindo o consumo de MS. Nos dois últimos períodos, os níveis de proteína atingiram valores muito baixos (5,32 e 5,18% na MS), sugerindo assim que estes foram a causa da depressão do consumo, já que são inferiores a 1% (6,25% PB) de compostos nitrogenados exigido na dieta, para uma adequada digestão pelos microrganismos ruminais (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Valadares et al. (1997), em estudo com animais zebuínos submetidos a dietas com 55% de feno de capim-elefante, contendo 7,0; 9,5; 12,0 ou 14,5% de PB verificaram que o consumo de MS e MO foi menor para os animais consumindo a ração com 7,0% de PB, em relação aos demais teores de PB, que não diferiram entre si.

Em experimentos com bovinos alimentados com diferentes volumosos, com ou sem concentrado, Gomes (2004) verificou que nas dietas consistindo apenas de volumoso, o pré-secado de capim-tifton 85 apresentou consumo de MS superior, quando comparado ao capim-elefante e ao feno de capim-braquiária. O autor atribuiu este comportamento, em parte, ao maior teor de PB do pré-secado de capim-tifton 85 (16,97%), valor superior aos do capim-elefante (8,53%) e do feno de braquiária (5,65%).

Com o aumento da idade, houve também elevação nos teores de FDN indigestível (23,95; 25,69; 32,17; 33,02 e 38,31%, respectivamente, para as idades de 33, 48, 63, 78 e 93 dias) o que também pode ter contribuído para redução do consumo de MS.

A redução no consumo de NDT deve ter sido causada pelos menores consumos de MS e PB. O consumo de FDN_{cp}, em %PV, foi próximo de 1,2, valor sugerido por Mertens (1992) como aquele que resultaria em ótimo consumo de MS para vacas de leite.

Tabela 2 – Médias, equações de regressão (REG), coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2), obtidas para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp (CNFcp) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos dias de rebrota do capim-elefante

Itens	Dias de rebrota					REG	CV(%)	r^2
	33	48	63	78	93			
	Consumos (kg/dia)							
MS	7,04	7,07	6,60	6,35	5,72	$\hat{Y}=7,98-0,0225*X$	7,34	0,53
MO	6,21	6,22	6,04	5,81	5,11	$\hat{Y}=6,98-0,0174*X$	7,40	0,44
PB	0,99	0,65	0,52	0,34	0,30	$\hat{Y}=1,27-0,0112*X$	6,77	0,90
EE	0,09	0,12	0,14	0,10	0,15	$\hat{Y}=0,07+0,0007*X$	8,90	0,35
FDNcp	3,78	4,15	4,02	4,10	3,63	$\hat{Y}=3,93$	7,77	
CNFcp	1,23	1,20	1,14	1,15	1,02	$\hat{Y}=1,34-0,0031*X$	7,04	0,44
NDT	4,85	4,53	3,86	3,72	2,93	$\hat{Y}=5,93-0,0309*X$	8,21	0,82
	Consumos (%PV)							
MS	2,16	2,12	1,95	1,84	1,65	$\hat{Y}=2,49-0,0087*X$	6,79	0,70
FDNcp	1,16	1,25	1,19	1,19	1,02	$\hat{Y}=1,29-0,0019*X$	7,18	0,17

Na Tabela 3 são apresentadas as médias, equações de regressão, coeficientes de variação e determinação obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes, para as diferentes idades de rebrota do capim-elefante. Observa-se que houve redução linear das digestibilidades totais de MS, MO, PB, FDNcp e CNFcp em função das idades de rebrota. Com relação à digestibilidade aparente total do EE, não se observou diferença entre as idades avaliadas. A redução da digestibilidade dos nutrientes deve-se principalmente à redução do teor protéico da dieta e aumento dos teores de FDN e FDA indigestíveis e de lignina. As maiores digestibilidades de PB e CNF observadas na idade média de 33 dias de rebrota, devem-se principalmente à maior ingestão destes nutrientes nesta idade.

Tabela 3 – Médias, equações de regressão (REG), coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2), obtidas para os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp (CNFcp), em função dos dias de rebrota do capim-elefante

Itens	Dias de rebrota					REG	CV(%)	r^2
	33	48	63	78	93			
Digestibilidade aparente total								
MS	71,95	69,78	63,69	60,67	56,39	$\hat{Y}=81,39-0,2682*X$	4,15	0,84
MO	74,76	71,47	65,13	62,91	57,54	$\hat{Y}=84,49-0,2886*X$	3,75	0,88
PB	75,48	66,24	65,23	51,55	47,63	$\hat{Y}=90,96-0,4728*X$	4,48	0,90
EE	87,38	78,58	72,39	77,00	83,66	$\hat{Y}=79,83$	6,74	
FDNcp	72,48	69,63	60,62	59,48	53,25	$\hat{Y}=83,51-0,3240*X$	5,21	0,82
CNFcp	78,97	78,06	73,65	72,91	74,45	$\hat{Y}=81,57-0,0946*X$	4,10	0,30

Rennó (2003), trabalhando com dois níveis de proteína na dieta, verificou digestibilidade da PB superior para o maior nível de proteína na dieta, e apresentou média de 71,78 e 74,57%, respectivamente, para os teores de 12 e 15% de PB.

Na Tabela 4 encontram-se as médias, equações de regressão, coeficientes de variação e determinação obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal e intestinal dos nutrientes, para as diferentes idades de rebrota do capim-elefante. Observa-se que a digestão de MS, MO, FDNcp, e CNFcp ocorreu em maior extensão no rúmen.

Tabela 4 – Médias, equações de regressão (REG), coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2), obtidas para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp (CNFcp), em função dos dias de rebrota do capim-elefante

Ítems	Dias de rebrota					Regressão	CV (%)	r^2
	33	48	63	78	93			
Digestibilidade aparente ruminal								
MS ¹	55,49	61,30	60,10	61,80	64,40	$\hat{Y}=52,93+0,1223*X$	6,92	0,30
MO ¹	69,59	69,63	71,23	73,85	76,67	$\hat{Y}=64,48+0,1225*X$	5,18	0,38
PB ²	10,89	-9,08	-13,80	-57,64	-50,39	$\hat{Y}=47,87-1,1409*X$	45,81	0,76
EE ²	-127,07	-37,92	-13,43	-47,22	-9,10	$\hat{Y}=-142,14+1,5109*X$	43,36	0,48
FDNcp ¹	91,61	93,28	86,45	92,06	95,39	$\hat{Y}=91,76$	8,72	-
CNFcp ¹	62,76	68,33	63,95	67,66	67,51	$\hat{Y}=66,04$	11,64	-
Digestibilidade aparente intestinal								
MS ¹	44,51	38,69	39,81	38,20	35,58	$\hat{Y}=47,06-0,1223*X$	10,67	0,31
MO ¹	30,40	30,36	28,77	26,14	23,33	$\hat{Y}=35,51-0,1224*X$	13,47	0,38
PB ²	72,42	68,98	69,34	69,15	64,76	$\hat{Y}=75,29-0,1010*X$	4,17	0,38
EE ²	88,04	79,72	68,68	76,29	85,10	$\hat{Y}=83,48-0,0620*X$	5,42	0,28
FDNcp ¹	8,38	6,71	13,54	7,93	4,60	$\hat{Y}=8,23$	97,21	
CNFcp ¹	37,24	31,66	36,04	32,34	32,48	$\hat{Y}=33,95$	22,65	

¹ - expresso em % do total digerido

² - expresso em % da quantidade que chega a cada local

As digestibilidades aparentes ruminais da MS e MO apresentaram aumentos lineares em função das idades de rebrota, provavelmente em virtude de um maior tempo de retenção da digesta neste compartimento do trato gastrintestinal, deve-se ressaltar que com o aumento da maturidade houve redução no consumo de MS e, possivelmente, também na taxa de passagem. Os valores negativos de digestibilidade ruminal da PB a partir dos 48 dias de rebrota indicam deficiência de proteína degradada no rúmen. Valores negativos para os coeficientes de digestibilidade aparente do EE no rúmen foram observados para todas as idades, indicando síntese de lipídeos microbianos.

Não foi verificada nenhuma influência das idades de rebrota sobre as digestibilidades aparentes ruminais da FDNcp e dos CNFcp, cujo comportamento pode ser explicado, para a digestibilidade ruminal da FDNcp, em razão do consumo constante desse nutriente em todas as idades de rebrota avaliadas.

Para os coeficientes de digestibilidade no intestino delgado, com exceção da FDN_{cp} e dos CNF_{cp}, as demais variáveis estudadas foram influenciadas pelos tratamentos, apresentando uma redução linear com o aumento da idade do capim-elefante.

A digestibilidade da FDN_{cp} nos intestinos apresentou valor médio de 8,23%, já Rennó (2003) encontrou valor de 4,13% para a digestibilidade no intestino delgado. Os valores de digestibilidade intestinal da FDN geralmente são baixos, já que o local de maior digestão deste nutriente é o rúmen.

Na Tabela 5 podem ser visualizadas as médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal, de MS, MO, PB, EE, FDN_{cp} e CNF_{cp} obtidos com os indicadores FDAi e Cr₂O₃, nas idades de rebrota avaliadas. Observa-se que os coeficientes médios de digestibilidade, para todas as idades avaliadas em conjunto, não diferiram ($P>0,05$), comparando-se os dois indicadores utilizados no experimento.

Comparando os mesmos indicadores em dois experimentos distintos (experimento 1-níveis de uréia e experimento 2-níveis de proteína bruta), Rennó (2003) não observou diferença significativa para os valores de digestibilidade aparente total dos nutrientes.

Segundo Berchielli et al. (2000), a digestibilidade de MS, PB, EE e FDN, determinada por indicadores internos (FDNi, FDAi e Lignina) incubados *in vitro* por 144 horas, não diferiu da determinada pela coleta total, reproduzindo realmente a fração do indicador. Freitas et al. (2001), avaliando a utilização de indicadores na estimativa da produção de MS fecal, relataram que a FDAi e o Cr₂O₃ apresentaram resultados semelhantes; entretanto, Saliba et al. (1999) descreveram que o Cr₂O₃ subestimou a produção fecal quando comparada à coleta total.

Tabela 5 – Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp (CNFcp), obtidos com óxido crômico (Cr_2O_3) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) para o capim-elefante em várias idades de rebrota.

Variáveis	Indicadores		P
	Cr_2O_3	FDAi	
	Digestibilidade aparente total		ns
MS	64,49	64,47	ns
MO	66,30	66,29	ns
PB	61,17	61,13	ns
EE	79,84	79,82	ns
FDNcp	63,09	63,12	ns
CNFcp	75,61	75,91	ns
	Digestibilidade ruminal		
MS	60,64	59,81	*
MO	72,19	72,61	ns
PB	-24,00	-25,09	ns
EE	-46,95	-48,81	ns
FDNcp	91,76	90,73	ns
CNFcp	66,04	64,53	ns
	Digestibilidade intestinal		
MS	39,35	40,18	*
MO	27,80	27,38	ns
PB	68,93	69,13	ns
EE	8,24	9,26	ns
FDNcp	33,95	35,47	ns
CNFcp	79,57	79,76	ns

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.
P Probabilidade

Embora a digestibilidade ruminal da MS tenha diferido ($P < 0,05$) entre os indicadores, numericamente essa diferença foi pequena. Como não houve diferença para a digestão ruminal da MO, possivelmente o teor de cinzas tenha sido responsável pela diferença na digestão da MS. Ítavo et al. (2001) relataram não haver diferença entre a FDAi e Cr_2O_3 na estimativa da digestibilidade ruminal da MS e sugeriram que a FDAi pode ser utilizada para se estimar as digestibilidades aparentes parciais. No entanto, Freitas et al. (2001) verificaram que o Cr_2O_3 superestimou o fluxo de MS duodenal em relação aos indicadores internos utilizados, FDNi e FDAi, que não diferiram entre si.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os indicadores para o coeficiente de digestibilidade intestinal da MS. Embora os valores estejam bem próximos, observou-se menor valor quando o $Cr_2 O_3$ foi utilizado. Para as digestibilidades intestinais dos demais nutrientes, essa diferença não foi observada.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias, equações de regressão coeficientes de variação e determinação para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso, excretados nas fezes e urina e o balanço de N para os animais alimentados com o capim-elefante nas diferentes idades de rebrota. A ingestão de N apresentou redução linear com o aumento das idades de rebrota, isso pode ser explicado pela queda no consumo de matéria seca e conseqüentemente, deste nutriente. Os fluxos de N total e NNA no abomaso também sofreram influência dos dias de rebrota, apresentando redução linear. A excreção urinária de N não foi influenciada pela idade de rebrota apresentando média de 22,10 g/dia, já a excreção fecal de N e o balanço de N decresceram linearmente com o aumento da idade de rebrota.

Tabela 6 – Médias, equações de regressão (REG), coeficientes de variação e determinação, para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso (Nab), excretados nas fezes e urina e balanço de compostos nitrogenados (BN) em função das idades de rebrota do capim-elefante, expressas em g/dia

Variáveis	Dias de rebrota					REG	CV(%)	r^2
	33	48	63	78	93			
N ingerido	158,96	104,04	83,35	54,75	48,94	$\hat{Y}=203,12-1,7954*X$	22,15	0,89
Nab(total)	135,55	109,69	90,06	80,11	68,00	$\hat{Y}=165,85-1,0978*X$	10,72	0,84
Nab(NNA)	118,16	96,83	81,83	73,95	63,86	$\hat{Y}=142,14-0,8764*X$	11,34	0,79
N fezes	35,48	32,36	26,97	24,70	23,70	$\hat{Y}=41,74-0,2080*X$	9,14	0,75
N urina	18,36	22,02	25,90	18,65	25,58	$Y=22,10$	25,40	-
BN	105,12	49,66	30,48	11,4	-0,34	$\hat{Y}=143,91-1,6612*X$	14,95	0,88

NNA – Compostos nitrogenados não amoniacais

As concentrações de amônia ruminal e o pH são mostradas nas Figuras 1 e 2, para os tempos de 0 e 4 horas após a alimentação, respectivamente, e, na Tabela 7, estão apresentados os valores médios e desvios padrão da concentração de amônia ruminal e do pH.

Dentre as idades de corte estudadas, verificou-se maior concentração de amônia ruminal para a idade de 33 dias de rebrota (13,39 mg/100mL). Isso ocorreu provavelmente em razão dos maiores teores de proteína bruta e de compostos nitrogenados não protéicos nesta idade. A menor concentração de amônia (3,52 mg/100mL) foi observada quando o capim-elefante estava com idade média de 93 dias com o teor de PB bastante reduzido. A concentração de amônia ruminal observada para a idade de 93 dias pode ser considerada extremamente baixa, para uma adequada atividade microbiana, porém deve-se salientar que a quantidade requerida para o máximo crescimento microbiano é variável. Van Soest (1994) estabelece como nível ótimo, 10mg N/100mL de líquido ruminal, porém afirma que este valor não deve ser considerado fixo, pois a capacidade de síntese microbiana e a captação de amônia pelas bactérias dependem da taxa de fermentação dos carboidratos.

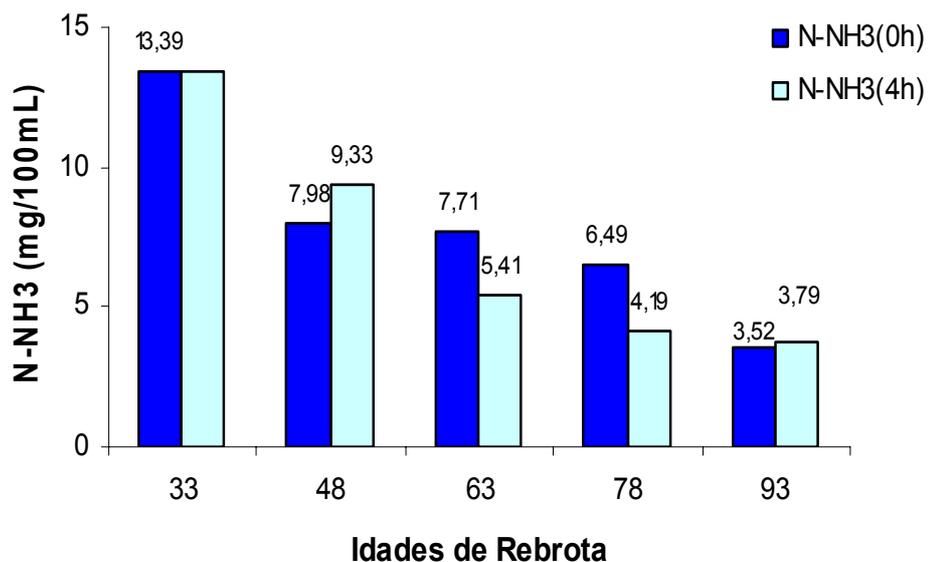


Figura 1 - Concentrações médias de amônia (N-NH₃) obtidas antes e quatro horas após a alimentação, para as cinco idades de rebrota do capim-elefante.

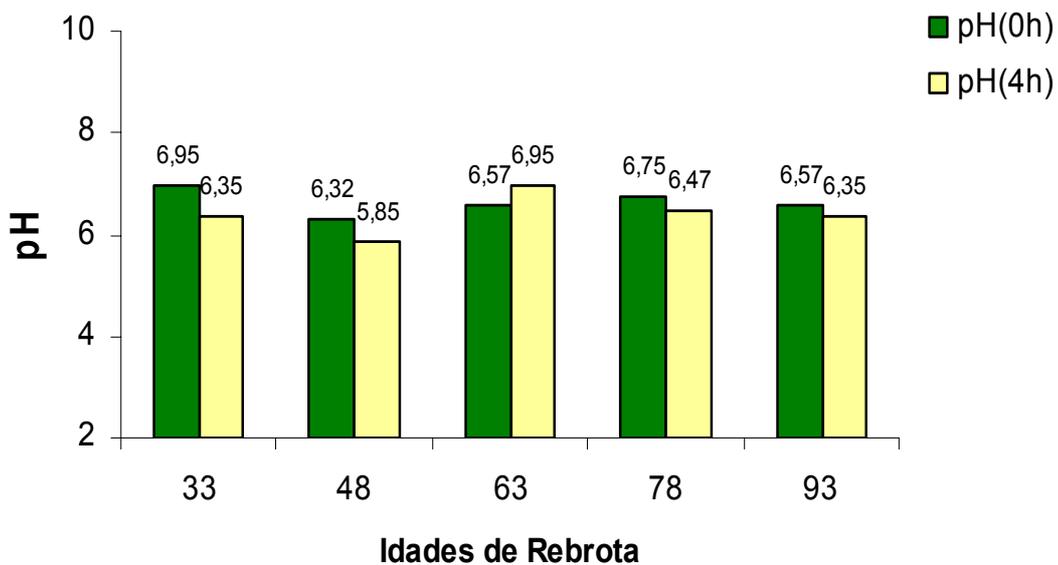


Figura 2 - Valores médios de pH obtidos antes e quatro horas após a alimentação, para as cinco idades de rebrota do capim-elefante.

Tabela 7 – Valores médios e desvios padrão das concentrações de amônia ruminal e de pH para antes (N-NH₃ 0 h e pH 0 h) e quatro horas após (N-NH₃ 4 h e pH 4 h) para o capim-elefante nas diferentes idades de rebrota

Idade	N-NH ₃ (0h)	N-NH ₃ (4h)	pH(0h)	pH(4h)
33	13,39±1,6172	13,39±1,9437	6,95±0,5773	6,35±0,5773
48	7,98±3,1987	9,33±3,3180	6,32±0,9574	5,85±0,3316
63	7,71±1,1132	5,41±0,6235	6,57±0,1258	6,95±0,3109
78	3,52±1,0340	4,19±0,5170	6,75±0,5773	6,47±0,9574
93	6,49±1,3994	3,79±0,8818	6,57±0,1707	6,35±0,1732

Gomes (2004), quando utilizou somente volumosos na dieta, verificou maior concentração de amônia (18,15 mg/100mL) para o pré-secado de capim-tifton 85 e menor concentração para o feno de capim-braquiária (2,01 mg/100mL), sendo estes dois volumosos, os que apresentaram respectivamente, os maiores e menores níveis protéicos, consumos e taxas de degradação.

Os valores de pH foram bastante uniformes, variando de 6,32 a 6,95 para antes da alimentação e de 6,35 a 6,95 para o tempo de 4 horas após a alimentação. Isso se deve ao fato de a dieta consistir exclusivamente de volumoso, o que manteve o pH numa faixa ótima para a atividade ruminal. Dietas à base de volumoso estimulam a salivacão e o pH ruminal tende a ser mais elevado (NRC, 2001).

As médias, equações de regressão, os coeficientes de variação e determinação para as concentrações de N uréia plasmática (NUP) e excreções diárias de uréia em g/dia (EU) e em função do peso vivo (EUPV) podem ser visualizados na Tabela 8. Pode-se observar que houve redução linear para os valores de NUP, EUPV e EU.

A planta mais jovem, com 33 dias de rebrota, apresentou valores superiores de NUP e EU quando expressa em mg/kgPV. A causa provável desse comportamento foi o nível protéico mais elevado para esta idade, sem um balanceamento adequado de energia, já que para essa idade o teor de umidade da planta foi de 90,8%.

Tabela 8 – Médias, equações de regressão (REG), coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2), para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL) e excreções diárias de uréia em g/dia (EU) e em mg/kg de peso vivo (EUPV), em função das idades de rebrota do capim-elefante

Itens	Dias de rebrota					REG	CV(%)	r^2
	33	48	63	78	93			
NUP	13,31	6,78	6,54	3,70	3,86	Y=16,07-0,1465*X	11,37	0,76
EU	11,66	10,03	6,12	1,80	1,00	Y=17,51-0,1807*X	56,93	0,54
EUPV	76,55	65,82	38,83	11,36	6,43	Y=115,00-0,0119X	55,84	0,54

Avaliando os níveis de NUP, utilizando volumosos, Gomes (2004) observou níveis bastante elevados de NUP para o pré-secado de tifton (15,84 mg/dL) e excreções de uréia de (597,52 mg/kgPV), valor este bem superior ao observado para a planta mais jovem, neste experimento (76,55 mg/kgPV). Esse baixo nível de excreção de uréia se deve a uma boa eficiência de utilização da amônia pelos microrganismos ruminais para idade média de 33 dias de rebrota.

Estão apresentadas na Tabela 9 as médias, equações de regressão, coeficientes de variação e de determinação obtidas para as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, purinas microbianas absorvidas, compostos nitrogenados microbianos e eficiência microbiana, em função das idades de rebrota do capim-elefante, estimadas a partir de coleta *spot* de urina. Os derivados de purinas estimados apresentaram composição média de 90,32% de alantoína e 9,67% de ácido úrico. Esta relação foi inferior à citada por Verbic et al. (1990) de 85% da alantoína e 15% de ácido úrico. Leão (2002) relatou valor médio de 87,90% para proporção de alantoína e Gomes (2004), de 85,21% . Os valores encontrados neste trabalho foram próximos aos relatados por Rennó (2003) de 91,93% de alantoína.

Tabela 9 – Médias, equações de regressão (REG) e coeficientes de variação (CV) e de determinação (r^2) obtidos para as excreções urinárias de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e derivados de purinas (DP), purinas microbianas absorvidas (Pabs), compostos nitrogenados microbianos (N mic), proteína bruta microbiana (PB mic), matéria seca microbiana (MS mic) e eficiência microbiana (Efic), em função dos dias de rebrota do capim-elefante

Variáveis	Dias de rebrota					REG	CV(%)	r^2
	33	48	63	78	93			
ALA ¹	124,80	120,69	120,49	97,06	71,72	Y=161,47-0,8653*X	18,18	0,48
AcU ¹	13,38	11,33	8,99	10,59	8,95	Y=14,68-0,0640*X	21,22	0,28
DP ¹	138,19	132,03	129,48	107,66	80,67	Y=176,15-0,9293*X	17,06	0,51
Pabs ²	103,48	96,73	93,82	71,44	44,33	Y=142,27-0,9572*X	23,95	0,54
N mic ²	75,24	70,32	68,21	51,94	32,23	Y=103,43-0,6959*X	23,95	0,54
PB mic ²	470,25	439,55	426,34	324,66	201,47	Y=646,49-4,3497*X	23,95	0,54
MS mic ²	1275,30	1176,46	1156,38	977,80	610,57	Y=1672,68-10,05*X	26,35	0,40
Efic ³	23,34	21,35	24,67	19,49	13,39	Y=29,59-0,1451*X	25,82	0,25
Efic ⁴	15,67	14,65	14,21	10,82	6,71	Y=21,54-0,1449*X	23,95	0,54

¹ mmol/dia; ² g/dia; ³ gN/kg MODR; ⁴ gPB/100g NDT

A excreção dos derivados de purinas, as purinas microbianas absorvidas e os compostos nitrogenados microbianos sofreram redução linear com o aumento da idade de rebrota do capim-elefante. Em relação aos outros períodos, a idade média de 93 dias de rebrota, apresentou os menores valores de purinas absorvidas e de compostos nitrogenados microbianos. Isto ocorreu em consequência de valores extremamente baixos de PB e NDT da planta nesta idade. Pode-se inferir que as variações observadas nos valores de purinas absorvidas e compostos nitrogenados entre as idades de rebrota foram evidentes em razão das concentrações de proteína e energia serem muito diferentes nas idades avaliadas.

A eficiência microbiana (gN/kgMODR), que variou de 23,34 a 13,39, se encontra abaixo daquela citada pelo ARC (1984) de 32 g N mic/kg MODR. Quando a eficiência foi expressa em gPB/100gNDT, os valores obtidos para as idades de 33 a 63 dias situaram-se próximos ao valor médio de 13, citado pelo NRC (2001).

Gomes (2004) observou diferença significativa entre os volumosos avaliados, encontrando maiores valores de N microbiano para o pré-secado de capim-tifton 85 e o capim-elefante de 55,69 e 52,73 g, respectivamente, e menor valor para o feno de capim-braquiária, 21,81 g. Os valores de N

microbiano para este experimento variaram de 75,24 g a 32,23 g para as idades de 33 e 93 dias de rebrota, respectivamente.

Trabalhando com dois níveis de PB na ração (12 e 15%), Rennó (2003) não verificou influência desses níveis na excreção dos derivados de purinas, nas purinas microbianas absorvidas, nos compostos nitrogenados microbianos e na eficiência microbiana.

Conclusões

Recomenda-se utilizar o capim-elefante com 30 a 35 dias de rebrota, já que nesta idade a planta apresentou maior valor nutritivo.

O óxido crômico e a fibra em detergente ácido indigestível estimaram a digestibilidade dos nutrientes.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993 **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK:CAB international. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1984. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Nº 1. Published by the Agricultural Research Council. England. 45p.
- BERCHIELLI, T.T., ANDRADE, P., FURLAN, C.L. Avaliação de Indicadores Internos em Ensaio de Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- BRODERICK, G.A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. "**Anais...Viçosa: UFV/DZO**, 1995. p. 139-176.
- CECAVA, M.J., MERCHEN, N.R., GAY, L.C. et al. 1990. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, 73(9):2480-2488.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p.

- CHURCH, D.C. **The ruminant animal – Digestive physiology and nutrition.** Illinois: Waveland press, Inc, 1993. 564 p.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes.* Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, 47(1):54-62.
- CRAIG, W.M.; HONG, B.J.; BRODERICK, G.A. et al. *In vitro* inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, v.50, n.4, p.523-526, 1984.
- NELSON, C.J., MOSER, L.E. Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Library of Congress. Madison, Wisconsin USA, 998 p. Cap 3, 1994.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca estimados através de indicadores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 2001. p. 1114.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.
- GOMES, S.P. **Contaminação Salivar da Extrusa, Consumo, Digestibilidade e Produção Microbiana em Novilhos Alimentados com Diferentes dietas.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- ÍTAVO, L.C.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Digestibilidade aparente total e parcial em novilhos Nelore através de indicadores interno ou externo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.1039.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana.** Belo Horizonte, MG: UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de Fistulação de Abomaso em Bezerros. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 1.,1980, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1980. p.37.
- MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.** New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 172-201.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C., (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage.** Washington, DC.: National Academy, 1985. 138p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 158p. 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. ed. National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD,P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v.75, n.5, p.699-709, 1996.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade aparente total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...Recife, 2002. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.**
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 252p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.J., et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:I. Ruminant fermentation. **Journal Animal Science**, 70(11): 3551-3561.
- SALIBA, E.O.S., RODRIGUEZ, N.M., GONÇALVES, L.C. et al. 1999. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho com outros indicadores em ensaio de digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Porto Alegre, RS. **Anais...SBZ:Porto Alegre, RS. 1999.**
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos - Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p. (Manual do usuário).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Meteorológica**. Viçosa: 2002.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997d.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.

- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa MG: UFV,1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proc...**, Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.

Valor Energético do Capim-Elefante em Diferentes Idades de Rebrotas e Estimativa da Digestibilidade *in vivo* da Fibra em Detergente Neutro

Resumo - O trabalho foi conduzido com o objetivo de comparar o valor energético (NDT) do capim-elefante obtido em diferentes idades de rebrota com aqueles estimados pelas equações do NRC (2001), avaliar o tempo de incubação da fibra em detergente neutro (FDN) que representa a digestibilidade *in vivo* e comparar taxas de degradação da FDN obtidas por dois modelos. O capim-elefante foi avaliado nas idades de 33, 48, 63, 78 e 93 dias de rebrota, utilizando-se quatro bovinos castrados, com peso médio inicial de 320 kg. O valor energético do capim, nas diferentes idades, foi calculado usando-se o óxido crômico para obter a produção de matéria seca fecal. Para a estimativa, utilizaram-se as equações do NRC (2001). O procedimento de validação dos parâmetros foi realizado por intermédio do ajuste do modelo de regressão linear simples dos valores estimados sobre os observados. Foi conduzido um ensaio de degradação *in situ* utilizando-se os tempos de 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas para a determinação da degradabilidade da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN). As taxas de degradação (Kd) da FDN foram estimadas empregando-se o modelo proposto por Van Amburgh et al. (2003), que usa dois tempos. Os resultados estimados foram comparados àqueles obtidos pela incubação utilizando-se todos os tempos. As frações digestíveis da FDN, a proteína bruta (PB), e o extrato etéreo (EE) e os valores de NDT foram subestimados pelas equações do NRC (2001), enquanto as dos carboidratos não fibrosos (CNF) foram semelhantes aos valores observados. O tempo de incubação *in situ* que melhor representou a digestibilidade *in vivo* da FDN foi o de 72 horas. A taxa de degradação da FDN estimada pelo modelo proposto por Van Amburgh et al. (2003) utilizando-se os tempos de 6 e 24 h foi semelhante ($P > 0,05$) à obtida usando-se todos os tempos de incubação. Concluiu-se que as equações do NRC (2001) não foram eficientes na estimativa do valor energético do capim-elefante. Sugere-se a incubação *in situ* durante 72 horas para determinação da fração digestível da FDN, para o capim-elefante e que a taxa de degradação da FDN pode ser determinada utilizando-se os tempos de 6 e 24 h.

Energy value of elephantgrass at different regrowth ages and estimate of *in vivo* neutral detergent fiber digestibility

Abstract - This work was carried out to compare the energy (TDN) value of elephantgrass harvest at different regrowth ages with those estimated by NRC (2001) equations, to evaluate neutral detergent fiber (NDF) incubation time, that represents *in vivo* digestibility, and to compare NDF degradation rates obtained by both methods. Four steers with average initial weight of 320 kg were fed elephantgrass harvested at 33, 48, 63, 78 and 93 regrowth ages. Energy value of elephantgrass at different ages was calculated by using chromic oxide to obtain fecal dry matter production, and NDT values were estimated by NRC (2001) equations. Parameter validation method was obtained by fitting the simple linear regression model on the observed values. An *in situ* degradation trial, by using incubation times of 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 and 144 hours, was performed to determine dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) degradability. NDF degradation (Kd) rates were estimated by means of Van Amburgh et al. (2003) model, that uses two times, and the estimated results were compared to those obtained with all incubation times. NDF, crude protein (CP) and ether extract (EE) digestible fractions and NDT values were underestimated by NRC (2001) equations, and nonfiber carbohydrates (NFC) values were similar to the observed ones. The best correlation between *in situ* incubation time and *in vivo* NDF digestibility was at 72 hours. NDF degradation rate estimated by the model proposed by Van Amburgh et al. (2003), by using incubation times of 6 and 24h, was similar to the one calculated with 10 incubation times. NRC (2001) equations were not efficient to estimate elephantgrass energy value. It is suggested the *in situ* incubation for 72 hours to determine NDF digestible fraction of elephantgrass. NDF degradation rate can be determined by using incubation times of 6 and 24h.

Introdução

A energia é o nutriente que mais limita o desempenho dos ruminantes, merecendo, assim, especial atenção dos nutricionistas em relação às exigências do animal e a sua disponibilidade nos alimentos (Valadares Filho, et al., 2003).

A dificuldade de se avaliar a disponibilidade energética e a importância de se conhecer o conteúdo de energia dos alimentos tem levado ao desenvolvimento de métodos para estimar o conteúdo e a disponibilidade energéticos.

O efeito associativo ou interação entre diferentes componentes pode ser um problema na determinação da digestibilidade. Efeitos associativos entre alimentos, devido à incorporação de um componente alimentar em dietas contendo um ou mais ingredientes, poderão produzir mudanças na digestão e no metabolismo dos nutrientes.

Estimativas acuradas da disponibilidade da energia contida nos alimentos são necessárias para formular dietas e avaliar o valor nutricional e econômico dos alimentos.

Segundo o NRC (1989), o sistema de energia líquida (EL) fornece valores de disponibilidade de energia muito mais precisos que o NDT, mas este sistema ainda permanece porque os valores de EL são difíceis de ser obtidos e também porque há grande quantidade de informações disponíveis sobre NDT. De acordo com Valadares Filho (2000), considerando que a grande parte da avaliação energética dos alimentos baseia-se no NDT e que os cálculos de EL são estimados a partir do NDT ou da energia metabolizável (EM) oriunda também do NDT, sugere-se que o NDT seja considerado no momento como uma unidade possível de ser utilizada para formulação de rações.

O NRC (2001) propôs um método somativo para estimativa do NDT dos alimentos, com o consumo de matéria seca ao nível de manutenção, usando a energia produzida pelas frações químicas do alimento, medida ou calculada através de análise de laboratório e de suas digestibilidades verdadeiras, por meio de equações (Costa, 2002). No Brasil, essas equações deverão ser

validadas antes de ser recomendadas para estimar o valor energético dos alimentos produzidos em condições tropicais, principalmente dos volumosos e, especialmente, no que diz respeito à digestibilidade da FDN (Rocha Júnior, 2002).

O NRC (2001) acrescenta ainda que a digestibilidade dos alimentos pode ser reduzida em função do aumento no consumo. Assim, propôs um fator de desconto que deveria ser aplicado na energia digestível de manutenção ($ED_{\text{manutenção}}$), obtida pela equação: $ED_{\text{manutenção}} \text{ (Mcal/Kg)} = ((\text{PBD}/100)*5,6 + (\text{AGD}/100)*9,4 + (\text{CNF}/100)*4,2 + (\text{FDN}/100)*4,2) - 0,3$, corrigindo-a para o efeito de consumo sobre a digestibilidade.

A equação para o cálculo do fator de desconto: $FC = \text{NDT} - ((0,18\text{NDT} - 10,3)*\text{nível de ingestão})/\text{NDT}$ indica que o declínio em digestibilidade depende do consumo de matéria seca acima da manutenção e da digestibilidade da dieta na manutenção. Segundo o NRC (2001), para gado de leite, abaixo de 60% de $\text{NDT}_{\text{manutenção}}$, este desconto seria desnecessário.

Os objetivos desta pesquisa foram comparar os valores observados e estimados do NDT e das frações digestíveis do capim-elefante, estimar o tempo de incubação *in situ* da FDN que melhor representa sua digestibilidade *in vivo* e comparar a taxa de degradação da FDN estimada pelo uso de dois tempos de incubação (6 e 24h) com a obtida pelo uso de dez tempos de incubação.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, nos meses de novembro de 2002 a fevereiro de 2003.

Foram determinados os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) do capim-elefante em diferentes idades de rebrota, utilizando-se quatro bovinos mestiços, com grau de sangue predominantemente Holandês, fistulados no rúmen, castrados, com aproximadamente 320 kg.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto revestido de borracha,

dotados de comedouros de alvenaria, cochos adaptados para o fornecimento de sal mineral e bebedouros individuais.

Uma capineira cultivada com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) cv. Cameroon, frequentemente exposta à adubação orgânica, foi submetida a um corte de uniformização em 31/10/2002 e imediatamente adubada com 500 kg de adubo granulado 20-05-20 NPK por ha.

O capim foi avaliado aos 33, 48, 63, 78 e 93 dias de rebrota, idades estas correspondentes às médias dos seis dias de coleta de amostras, ou seja, a idade média de 33 dias foi obtida no período de digestibilidade conduzido com a planta entre 30 e 35 dias de rebrota.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 7 e 15 h e consistiu exclusivamente de capim-elefante picado. As sobras foram previamente recolhidas e pesadas, durante o período de coletas, para determinação do consumo diário. A quantidade de ração fornecida foi calculada de modo a permitir 5% de sobra. O acesso ao sal mineral e à água foi irrestrito.

O período experimental teve duração de 15 dias, sendo nove de adaptação e seis de coleta. Durante o período de coletas, foram realizadas amostras compostas do capim fornecido, por tratamento e das sobras, por animal em cada período. Estas amostras foram devidamente armazenadas a -15 °C, e, posteriormente, pré-secas em estufa ventilada a 65 °C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm e submetidas às análises laboratoriais.

O óxido crômico (Cr_2O_3) foi utilizado como indicador para a estimativa da produção de matéria seca fecal, sendo introduzido através da fístula ruminal, em uma única dose diária de 15 g, sempre às 12 horas, durante os últimos cinco dias do período de adaptação e nos dias de coletas de fezes.

A coleta de fezes foi realizada com intervalos de 22 h, iniciando às 18 h do primeiro dia e terminando às 8 h do sexto dia. As amostras coletadas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C por 72 a 96 horas e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm. Finalmente, foi elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada amostra diária. As amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro e, posteriormente, submetidas às análises laboratoriais.

A análise de cromo nas fezes foi realizada de acordo com a técnica proposta por Willians et al. (1962), citados por Silva & Queiroz (2002).

A matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) do alimento, sobras e fezes e determinação de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos alimentos foram determinados conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) do alimento foram estimados nos resíduos obtidos após a extração das amostras nos detergentes neutro e ácido, respectivamente, por meio do procedimento de Kjeldahl, sendo a FDN dos alimentos corrigida para os níveis de cinzas e proteína, obtendo-se a fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteínas (FDNcp).

A composição química e bromatológica do capim-elefante, nas diferentes idades de rebrota, pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química e bromatológica do capim-elefante nas diferentes idades de rebrota

Itens	Dias de rebrota				
	33	48	63	78	93
MS(%)	9,20	9,71	13,46	15,51	17,51
MO ¹	86,52	86,54	88,48	89,70	89,64
PB ¹	14,10	9,20	7,80	5,32	5,18
PIDN ²	34,50	35,81	47,54	47,01	39,17
PIDA ²	11,03	15,23	14,82	18,64	16,68
EE ¹	2,78	2,09	2,11	2,28	2,42
FDN ¹	60,62	63,47	67,68	69,58	69,23
FDNcp ¹	53,77	58,80	61,87	65,44	64,97
CNF ¹	10,51	12,17	10,93	13,26	12,81
CNF ¹ cp	17,36	16,84	16,74	17,40	17,07
FDA ¹	39,23	40,69	43,93	45,53	47,11
Lignina ¹	5,67	6,08	6,42	6,48	6,66

¹ Porcentagem da matéria seca; ² porcentagem da proteína bruta; MS – matéria seca; MO - matéria orgânica; PB – proteína bruta; PIDN – proteína insolúvel em detergente neutro, PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não fibrosos; CNFcp – carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp; FDA – fibra em detergente ácido.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela equação proposta por Weiss (1999), em que $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDNcp)$. O teor de nutrientes digestíveis totais observado (NDT observado) foi calculado por $NDT = PBD + 2,25 EED + FDNcpD + CNFD$, em que PBD, EED, FDNcpD e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de cinzas e proteína) digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis.

A partir da composição do capim-elefante nas diferentes idades avaliadas, foram estimados os valores de $NDT_{\text{manutenção}}$, conforme equações recomendadas pelo NRC (2001), que estima os teores de proteína bruta digestível (PBD), ácidos graxos digestíveis (AGD), fibra em detergente neutro isenta de proteínas digestível (FDNp) e carboidratos não fibrosos digestíveis (CNFD) conforme descrito a seguir:

PBD (para alimentos volumosos) = $PB \times \text{Exp}(-1,25 \times (PIDA/PB))$; onde PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido;

$$AGD = (EE - 1) \times 100;$$

$CNFD = 0,98 \times CNF \times PAF$, onde PAF = fator de ajuste para o processamento físico, para o capim-elefante, foi usado o valor 1;

$$FDNpD = 0,75 (FDNp - L) \times [1 - (L/FDNp)^{0,667}], \text{ onde } L = \text{lignina}.$$

Assim, para estimar os nutrientes digestíveis totais ao nível de manutenção ($NDT_{\text{manutenção}}$) de acordo com o NRC (2001), a equação utilizada foi: $NDT_{\text{manutenção}} = (PBD + 2,25 AGD + FDNpD + CNFD) - 7$, onde o valor 7 se refere ao NDT fecal metabólico.

A digestibilidade verdadeira da PB, do EE e dos CNF foi corrigida para excreção fecal metabólica para cada nutriente, segundo os valores utilizados por Weiss et al. (1992) adotados pelo NRC (2001). Desta forma os valores estimados a partir das equações foram subtraídos em 2,7; 1,4 e 3,1 unidades percentuais para a PBD, o EED e os CNFD, respectivamente.

A validação das equações do NRC (2001), para a estimativa das frações digestíveis dos nutrientes e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada a partir da comparação dos valores observados *in vivo*, com os valores estimados através das equações. O procedimento de validação das equações foi feito por intermédio do ajuste de modelo de regressão linear simples dos valores preditos sobre os observados, de acordo com o seguinte modelo: $Y_i =$

$\beta_1 X_i + e_i$, em que Y_i = valor de NDT predito; β_1 = coeficiente de inclinação da reta; X_i = NDT observado e e_i = erro aleatório, associado a cada observação.

A estimativa do parâmetro β_1 da equação de regressão foi testada sobre as seguintes hipóteses:

$$H_0: \hat{\beta}_1 = 1$$

$$H_0: \hat{\beta}_1 \neq 1$$

No caso de não rejeição da hipótese de nulidade, conclui-se que os valores preditos e observados são similares. No caso da rejeição da hipótese de nulidade, verifica-se a presença do vício global de estimação (VGE). O vício global de estimação é estimado como: $VGE = (\hat{\beta}_1 - 1) * 100$, em que $\hat{\beta}_1$ = estimativa do coeficiente angular da equação de regressão e “1” é o valor paramétrico para o coeficiente angular sob a pressuposição de H_0 ser verdadeira. Para todos os procedimentos estatísticos acima descritos, adotou-se um $\alpha = 0,05$.

Dois ensaios de degradação *in situ* foram realizados, o primeiro para determinar o efeito do tamanho da partícula incubada, 1 ou 2 mm, o outro para determinação das degradabilidades da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) e para determinar qual o tempo de incubação *in situ* em que a digestibilidade *in vivo* da FDN melhor se correlaciona.

No primeiro ensaio, foi utilizado capim-elefante com aproximadamente 40 dias de rebrota, picado e seco em estufa a 60 °C e moído em moinho com peneira de 1 e 2 mm. Sua composição química e bromatológica está apresentada na Tabela 2. Os tempos de incubação foram de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. As amostras foram incubadas em dois animais, sendo fixadas a uma corrente de aço com peso na extremidade, permitindo a imersão dessas no conteúdo ruminal. Após os tempos de incubação, os sacos foram lavados em água e secos em estufa a 60 °C e, posteriormente, pesados para a quantificação do resíduo. Foi determinado neste resíduo a FDN, conforme Silva & Queiroz (2002). Posteriormente, os valores foram comparados através do ajuste de modelo de regressão linear simples dos valores de digestibilidade a 1 mm sobre os valores a 2 mm.

Tabela 2 – Composição química e bromatológica do capim-elefante com 40 dias de rebrota

Itens	Capim-elefante
MS(%)	10,92
MO ¹	85,81
PB ¹	12,18
PIDN ²	28,52
PIDA ²	9,31
EE ¹	1,65
FDN ¹	67,89
FDNcp ¹	63,00
CNF ¹	4,09
CNF ¹ cp	8,98
FDA ¹	46,16
LIGNINA ¹	6,45

¹ Porcentagem da matéria seca; ² porcentagem da proteína bruta; MS – matéria seca; MO - matéria orgânica; PB – proteína bruta; PIDN – proteína insolúvel em detergente neutro, PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não fibrosos; CNFcp – carboidratos não fibrosos calculados com FDNcp; FDA – fibra em detergente ácido.

Um segundo ensaio de degradabilidade foi conduzido após o último período experimental, com dois dos quatro animais utilizados no experimento, quando estes ainda se alimentavam de capim-elefante. Utilizaram-se sacos de náilon medindo 10 x 20 cm, com porosidade de 50 micras, onde se adicionaram aproximadamente 5 g de amostra de capim-elefante para as respectivas idades avaliadas. Estas amostras foram secas em estufa a 60 °C e moídas, utilizando-se peneiras com crivos de 2 mm. Os tempos de incubação utilizados foram de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. As amostras foram incubadas através da fistula ruminal, fixadas em uma corrente de aço com peso na extremidade, permitindo a imersão destas no conteúdo ruminal. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram lavados em água corrente e levados à estufa a 60 °C por 72 horas sendo, posteriormente, calculada a MS e determinada a FDN dos resíduos da incubação. A degradabilidade da MS foi

calculada utilizando-se o modelo de crescimento assintótico de primeira ordem, reparametrizado por Orskov & McDonald (1979), descrito pela função: $Y = a + b \cdot [(1 - \text{Exp}(-Kd \cdot t))]$, em que “Y” é o desaparecimento de cada fração; “a” é a fração solúvel; “b” é a fração insolúvel, mas potencialmente degradável; “Kd” é a taxa de degradação de “b” e “t” é a variável independente tempo. Para a degradabilidade da FDN, utilizou-se o modelo exponencial decrescente proposto por Mertens & Lofton (1980) dado por: $Y = B + i$, para $0 < t < L$ e $Y = b \cdot \text{Exp}[-c \cdot (t - L)] + i$, para $t > L$, em que “Y” é o resíduo de incubação, “i” é a fração indigestível e “L” o período de latência.

Após determinadas as degradabilidades *in situ* da FDN nas diferentes idades de rebrota, para todos os tempos avaliados, estas foram comparadas com a digestibilidade *in vivo* da FDN. Esta comparação foi feita por intermédio do modelo de regressão linear simples dos valores de digestibilidade da FDN *in vivo* sobre os valores *in situ*.

Foi feita uma estimativa das taxas de degradação do capim-elefante nas diferentes idades avaliadas, utilizando-se um modelo matemático proposto por Van Amburgh et al.(2003) para estimativa da taxa de degradação da FDN em um tempo de 24 horas.

As equações utilizadas para a estimativa da taxa de degradação (Kd) foram:

$$(I) A_n = (RFDN_t - RFDN_t \cdot \%Lignina \text{ na FDN} \cdot 2,4) / (RFDN(t_0) - RFDN(t_0) \cdot \%Lignina \text{ na FDN} \cdot 2,4)$$

onde, A é o substrato disponível de FDN nos tempos estudados; $RFDN_t$ é o resíduo de FDN em cada tempo estudado, corrigido para o peso da amostra e do resíduo de FDN no tempo 0 e t é o tempo estudado. Para esta situação os tempos utilizados foram de 6, 24 e 36 h.

$$(II) \Delta = (\ln A_n) / (\ln A_6)$$

sendo Δ a relação entre o ln do substrato no tempo estudado e o ln do substrato no tempo de 6 horas.

$$(III) T_L = (6 \cdot \Delta - t_n) / (\Delta - 1)$$

onde T_L é o tempo de latência (Lag Time) ou tempo para o início da colonização do substrato pelos microrganismos, e t_n é o tempo estudado.

$$(IV) \ln K = \ln (-\ln A) - \ln (t - T_L)$$

sendo o $\ln K$ a diferença entre $\ln (-\ln A)$ e $\ln (t - T_L)$ para qualquer tempo que se queira determinar a taxa de degradação.

Desse modo o K_d é calculado substituindo o tempo de latência encontrado pela equação (III) na equação (IV), aplicando o antiln.

Os resultados foram comparados pelo modelo de regressão linear simples dos valores de K_d estimados nos tempos de 6 e 24 h ou 6 e 36 h sobre os valores de K_d calculados pela incubação *in situ* durante 144 horas.

Resultados e discussão

São apresentados na Tabela 3, os valores de NDT observados no experimento e os valores preditos pelo NRC (2001), para o capim-elefante nas idades de rebrota avaliadas. Na Tabela 4 é mostrada a estimativa do parâmetro β_1 , bem como os coeficientes de determinação (r^2) da equação de regressão obtida a partir das comparações dos valores de NDT observados com os preditos pelo NRC (2001). Verifica-se que o coeficiente de inclinação $\hat{\beta}_1$ da reta () diferiu estatisticamente de 1 ($P < 0,05$) para a variável analisada, indicando que os valores de NDT observados foram diferentes dos estimados pelas equações do NRC (2001), e essa diferença foi mais acentuada quando a planta era mais jovem.

Tabela 3 – Valores de NDT (%) observados no experimento e preditos pelo NRC (2001), para o capim-elefante em diferentes idades de rebrota

Idades de rebrota	NDT observado	NDT estimado
33	68,89	54,40
48	64,04	50,45
63	58,50	50,84
78	58,68	51,95
93	55,22	51,32

Tabela 4 – Estimativa do coeficiente (β_1) das equações de regressão entre os valores de NDT observados e preditos pelas equações do NRC (2001)

Variável	^{1/} Coeficiente de inclinação	
	Estimativa	r^2 (%)
NDT ^{2/}	0,8558*	99,18

^{1/}Regressão: $Y = \beta_1 X$; ^{2/} Capim-elefante em diferentes idades de rebrota; *significativo pelo teste t a 5% de probabilidade

Para esse experimento, os valores de NDT não foram corrigidos para o nível de consumo, uma vez que em quase todas as idades o NDT não ultrapassou 60%. Se estes valores fossem corrigidos, as diferenças entre NDT observado e estimado seriam ainda maiores.

Costa (2002), utilizando diferentes alimentos volumosos e concentrados não observou diferença significativa entre valores preditos e estimados de NDT, tanto para alimentos volumosos quanto para concentrados ou o conjunto de volumosos e concentrados. Para o capim-elefante, este autor encontrou valores de NDT observado e estimado de 46,72 e 48,92, respectivamente. O valor estimado foi corrigido para o nível de consumo, utilizando-se um fator de 0,95.

Rocha Júnior et al. (2003), ao avaliar a eficácia das equações propostas pelo NRC (2001), a partir da comparação dos valores preditos e observados

em um experimento com ovinos e de uma coletânea de valores de NDT obtidos na literatura nacional a partir de experimentos *in vivo*, concluíram que as equações seriam adequadas para prever o valor energético dos alimentos em condições brasileiras. Vale ressaltar que estes autores também trabalharam, *in vivo*, no experimento com ovinos, utilizando-se volumosos e concentrados combinados.

Na Tabela 5, pode-se observar a estimativa das frações digestíveis dos nutrientes observadas através da digestibilidade *in vivo* e estimadas pelo NRC (2001) e, na Tabela 6, estão apresentadas as estimativas do parâmetro β^1 , bem como os coeficientes de determinação das equações de regressão obtidas a partir das comparações entre as frações digestíveis dos nutrientes observadas e estimadas. As frações digestíveis da FDN, do EE e da PB foram subestimadas ($P < 0,05$) pelas equações do NRC (2001). Observa-se que somente a fração digestível do CNF não apresentou diferença entre valores preditos e estimados.

A maior diferença entre valores preditos e observados da fração FDND ocorreu quando a planta era mais jovem, comportamento igual ao verificado para a diferença observada entre os valores preditos e observados do NDT, demonstrando a importância de um valor confiável da fração digestível da FDN na determinação do NDT estimado pelas equações do NRC (2001). Essa importância se justifica pelo fato de a FDN ser a maior fração constituinte das gramíneas tropicais.

Tabela 5 – Frações digestíveis da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), para o capim-elefante nas diferentes idades de rebrota, observadas através da digestibilidade *in vivo* e estimadas pelas equações do NRC (2001)

Idades de rebrota	PBD ¹	PBD ²	EED ¹	EED ²	FDNcpD ¹	FDNpD ²	CNFD ¹	CNFD ²
33	10,64	9,65	2,43	0,38	38,97	28,03	13,71	13,91
48	6,09	4,96	1,64	0,00	40,97	30,84	13,15	13,40
63	5,09	3,83	1,53	0,00	37,51	32,41	12,33	13,31
78	2,74	1,55	1,76	0,00	38,93	34,76	12,69	13,95
93	2,45	1,54	2,03	0,02	34,60	34,16	12,71	13,63

¹ valores observados; ² valores estimados

Tabela 6 - Estimativa dos coeficientes (β_1) das equações de regressão entre os valores das frações digestíveis da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EED), fibra em detergente neutro (FDND) e carboidratos não fibrosos (CNFD), observadas e preditas pelas equações do NRC (2001)

Variável	^{1/} Coeficiente de inclinação	
	Estimativa	r ²
PBD ^{2/}	0,8378*	0,9650
EED ^{2/}	0,0602*	0,3951
FDND ^{2/}	0,8347*	0,9871
CNFD ^{2/}	1,0905 ^{ns}	0,9924

^{1/}Regressão: $Y = \beta_1 X$; ^{2/} Capim-elefante em diferentes idades de rebrota; *significativo pelo teste t a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

Rocha Junior (2002), não observou diferença significativa entre valores observados e estimados de PBD e CNFD para alimentos volumosos, quando trabalhou com ovinos, utilizando a coleta total de fezes para determinação da digestibilidade *in vivo*. Para as frações digestíveis do EE e da FDN este autor verificou que as equações propostas pelo NRC (2001) subestimaram tais frações.

A comparação entre os valores de degradação da FDN utilizando-se partículas de 1 ou 2 mm está apresentada nas Tabelas 7 e 8. Não foi verificada

diferença significativa entre os valores utilizando os dois tamanhos de partículas, sendo assim o outro ensaio foi realizado com partículas a 2 mm.

Tabela 7 - Valores de degradação da fibra em detergente neutro (DGFND) observados para o capim-elefante com 40 dias de rebrota, utilizando-se partículas de 1 ou 2 mm, nos respectivos tempos de incubação

Tempos	Partículas	
	1 mm	2 mm
0	2,00	1,23
6	4,86	4,25
12	10,50	11,16
24	24,63	25,62
36	36,92	37,65
48	49,29	48,73
72	56,19	57,12
96	60,92	61,65
120	64,65	64,92
144	70,04	69,91

Tabela 8 - Estimativa do coeficiente (β_1) das equações de regressão entre os valores de degradabilidade da fibra em detergente neutro (DGFND) a 1 mm e a 2 mm

Variável	^{1/} Coeficiente de inclinação	
	Estimativa	r^2
DGFND ^{2/}	1,0064 ^{ns}	0,9998

^{1/}Regressão: $Y = \beta_1 X$; ^{2/} Capim-elefante com 40 dias de rebrota; ^{ns} não significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 9 encontram-se as estimativas da fração solúvel (a), da fração potencialmente degradável (b) e da taxa de degradação b (Kd) das

equações ajustadas para a degradabilidade da MS e a estimativa da fração potencialmente degradável (b), da fração indigestível (i), do tempo de latência (L) e a taxa de degradação da fração b das equações ajustadas para a degradabilidade da FDN. Observa-se que houve redução nas taxas de degradação tanto para a MS quanto para a FDN, à medida que as idades de rebrota foram maiores. Para a degradabilidade da FDN este comportamento pode ser explicado pelo aumento da fração indigestível, representado por i.

Tabela 9 - Estimativas dos coeficientes a (%), b (%), Kd (%/hora) das equações ajustadas para a degradabilidade da MS, estimativa dos coeficientes b (%), Kd (%/hora), i (%) e L (horas) das equações ajustadas para a degradabilidade da FDN e respectivos coeficientes de determinação (r^2) para o capim-elefante nas diferentes idades de rebrota

Idades de rebrota	Degradabilidade da MS			r^2
	a	b	Kd	
33	28,77	51,15	6,16	0,98
48	23,92	54,65	5,21	0,99
63	17,57	54,85	4,13	0,99
78	16,85	53,32	4,34	0,99
93	18,51	46,17	3,89	0,99

	Degradabilidade da FDN				r^2
	b	Kd	i	L	
33	51,03	3,083	23,95	6,52	0,98
48	50,70	3,179	25,69	8,98	0,99
63	52,45	2,972	32,17	7,83	0,99
78	57,01	3,154	33,02	4,91	0,99
93	45,97	2,501	38,31	8,56	0,99

Gomes (2004), trabalhando com o capim-elefante em idade média de maturidade, observou valores próximos aos encontrados para a idade de 48 dias, para a degradação da MS de 20,61; 46,89; e 4,92 para os respectivos coeficiente a,b e Kd e para a degradação da FDN, 56,75; 3,02; 5,04; e 29,26 para os coeficientes b, Kd, L,e i, respectivamente.

A maior degradabilidade da FDN ocorreu para as menores idades de rebrota 33 e 48 dias, onde os valores da fração insolúvel indigestível (i) foram menores, 23,95 e 25,69, respectivamente.

Os valores obtidos de degradabilidade *in situ* nos tempos de 48, 72, 96 h e de digestibilidade *in vivo* da FDN, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de degradabilidade *in situ* da FDN (DGFDN *in situ*) para os tempos de 48, 72 e 96h e de digestibilidade *in vivo* da FDN, para o capim-elefante em diferentes idades de rebrota

Idades de rebrota	<i>in situ</i> 48h	<i>in situ</i> 72h	<i>in situ</i> 96h	<i>in vivo</i>
33	66,91	72,30	75,35	72,48
48	61,90	68,96	73,35	69,63
63	50,44	59,24	63,20	60,62
78	51,91	59,48	61,92	59,48
93	46,19	54,46	58,63	53,25

As estimativas dos coeficientes β_1 das equações de regressão entre os valores *in vivo* da digestibilidade da FDN sobre os valores *in situ*, durante 48, 72 e 96 h, estão apresentadas na Tabela 11. Pode-se observar que o tempo de incubação que melhor se correlacionou com a digestibilidade *in vivo* da FDN foi o de 72h.

Tabela 11 - Estimativa do coeficiente (β_1) das equações de regressão entre os valores de digestibilidade da FDN (DFDN) *in vivo* sobre os valores *in situ* nos tempos de 48, 72 e 96 h, para o capim-elefante em diferentes idades de rebrota

	^{1/} Coefficiente de inclinação	
	Estimativa	r ²
DGFDN 48h/DFDN <i>in vivo</i> ^{2/}	1,2329*	0,9988
DGFDN 72h/DFDN <i>in vivo</i> ^{2/}	1,0037 ^{ns}	0,9998
DGFDN 96h/DFDN <i>in vivo</i> ^{2/}	0,9498*	0,9994

^{1/}Regressão: $Y = \beta_1 X$; ^{2/} Capim-elefante em diferentes idades de rebrota; *significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

Para as incubações *in vitro*, o NRC (2001) sugeriu que a fração digestível da FDN poderia ser obtida no tempo de 48 horas, no entanto, para este experimento, em condições de incubação *in situ* este tempo não foi adequado.

Já que as equações do NRC (2001) não foram eficientes em prever a fração digestível da FDN, sugere-se, para o capim-elefante, que esta fração seja estimada pela incubação *in situ* durante 72 horas.

Na Tabela 12, são mostrados os valores das taxas de degradação da FDN, estimadas pelo modelo matemático proposto por Van Amburgh et al. (2003), para 6-24 h e 6-36 h e observados pela incubação *in situ* durante 144 h. Verifica-se, pela Tabela 13, que os valores de Kd observados não diferiram ($P>0,05$) daqueles estimados no tempo (6-24h). Já para o tempo (6-36h) foi observada uma diferença ($P<0,05$) entre valores observados e estimados.

Tabela 12 – Taxas de degradação (Kd) %/h, da FDN, estimadas nos tempos de 6-24 h e 6-36 h pelo modelo matemático proposto por Van Amburgh et al., (2003) e observadas pela incubação *in situ* durante 144h, utilizando o capim-elefante em diferentes idades de rebrota.

Capim-elefante	Kd observado	Kd (6-24h)	Kd (6-36)
33	3,083	2,879	2,608
48	3,179	3,504	2,810
63	2,972	2,359	2,087
78	3,154	2,750	2,491
93	2,501	2,017	1,724

Tabela 13 - Estimativa do coeficiente (β_1) das equações de regressão dos valores de Kd estimados nos tempos de (6-24h) e (6-36h) e Kd observado para o capim-elefante em diferentes idades de rebrota.

	1/Coeficiente de inclinação	
	Estimativa	r^2
Kd ^{2/}	0,9126 ^{ns}	0,9787
Kd ^{3/}	0,7917*	0,9993

^{2/} estimado (6-24h) sobre observado

^{3/} estimado (6-36h) sobre observado

Verifica-se pela análise dos resultados, que a taxa de degradação (Kd) para o capim-elefante foi determinada adequadamente pelo modelo matemático proposto por Van Amburgh et al. (2003), utilizando-se os tempos de 6 e 24 h. A utilização de dois tempos é muito oportuna uma vez que facilita

a determinação do Kd, evitando o uso de vários tempos de incubação *in situ* como os rotineiramente utilizados.

Conclusões

Os valores de NDT obtidos a partir da equação proposta pelo NRC (2001) foram incompatíveis com os valores observados, para o capim-elefante.

A fração digestível da FDN não foi estimada de maneira adequada pelas equações do NRC (2001), e para esta fração sugere-se a incubação *in situ* durante 72 horas.

Para o capim-elefante, a taxa de degradação (Kd) da FDN pode ser estimada pelo modelo proposto por Van Amburgh et al. (2003), utilizando os tempos de 6 e 24 horas.

Referências Bibliográficas

- COSTA, M.A.L. **Desempenho de novilhos zebuínos e validação das equações do NRC (2001) para prever o valor energético dos alimentos nas condições brasileiras.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- GOMES, S.P. **Contaminação Salivar da Extrusa, Consumo, Digestibilidade e Produção Microbiana em Novilhos Alimentados com Diferentes dietas.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.9, p.1437-1446, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 6 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 158p. 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle.** 7. ed. National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.2, p.480 – 490, 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos - Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV. 2000. p. 267-338.
- VALADARES FILHO, S.C., SILVA, P.A., ROCHA JÚNIOR, V.R., COSTA, M.A.L., PAIXÃO, M.L. 2003. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais. **Volúmosos na Produção de Ruminantes**. 1ed. Jaboticabal – SP. Editora Funep, 2003. 264p.
- VAN AMBURGH, M.E., VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., KNAUS[†], W.F. 2003. Corn silage neutral detergent fiber: refining a mathematical approach for in vitro rates of digestion. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 2003, P.99-107.
- WEISS, W.P. CONRAD, H.R., PIERRE, N.R.St. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v.39, p.95-110, 1992.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proc...**, Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.

Conclusões Gerais

O capim-elefante deve ser usado preferencialmente com idade média de rebrota de 33 dias, uma vez que os maiores níveis de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais foram verificados para esta idade.

Embora alguns autores recomendem as equações do NRC (2001), para prever o valor energético dos alimentos em condições tropicais, para o capim-elefante, verificou-se que estas equações não foram eficientes, principalmente quanto à fração digestível da FDN. Para esta fração recomenda-se a incubação *in situ* durante 72 horas.

A taxa de degradação da FDN, para o capim-elefante, pode ser estimada utilizando-se o modelo proposto por Van Amburgh et al. (2003), baseado em dois tempos de incubação, 6 e 24 horas. Para ser recomendado em substituição aos vários tempos de incubação utilizados para determinação da taxa de degradação, este modelo deverá ser testado com outros alimentos.