

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

DANIELA BATISTA OSS

PRODUÇÃO DE FORRAGEM, AVALIAÇÃO DA BIOMASSA E CARACTERÍSTICAS
ESTRUTURAS DO DOSSEL FORRAGEIRO, NA CONDIÇÃO DE 95% DE
INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA, DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum
purpurem* Schum.)

CAMPOS DOS GOYTACAZES
2012

DANIELA BATISTA OSS

PRODUÇÃO DE FORRAGEM, AVALIAÇÃO DA BIOMASSA E CARACTERÍSTICAS
ESTRUTURAIS DO DOSSEL FORRAGEIRO, NA CONDIÇÃO DE 95% DE
INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA, DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum
purpurem* Schum.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: D. Sc. Hernán Maldonado Vásquez
Coorientador: José Fernando Coelho da Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES
2012

DANIELA BATISTA OSS

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM, AVALIAÇÃO DA BIOMASSA E
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO DOSSEL FORRAGEIRO, NA
CONDIÇÃO DE 95% DE INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA, DE GENÓTIPOS DE
CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpurem* Schum.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 15 de fevereiro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Maristela de Oliveira Bauer
(D. Sc. Zootecnia – UFES)

Prof. Geraldo de Amaral Gravina
(D. Sc. Fitotecnia – UENF)

Prof. José Fernando Coelho da Silva
(D. Sc. Bioq. e Nutrição Animal – UENF)

Prof. Ricardo Augusto M. Vieira
(D. Sc. Zootecnia – UENF)

Prof. Hernán Maldonado Vásquez (D. Sc. Zootecnia – UENF)
(Orientador)

Aos meus maiores exemplos:

Meu pai, de caráter e honestidade;
Minha mãe, de bravura e sabedoria;
Minha irmã, de transparência e verdade.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelas raízes e também pelas asas. Pelo amor, pela confiança, por todas as palavras, pela sensibilidade, por TUDO.

À minha irmã Bruna, pelo seu “fanatismo” e amor, fontes de estímulo.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e ao CNPq.

Ao professor Maldonado, pela orientação, pelos ensinamentos e pela paciência nos meus momentos de ansiedade;

Aos professores da pós-graduação, principalmente Carlos Augusto de Alencar Fontes, Rita Trindade Soares e Manuel Vásquez.

Ao professor Geraldo Gravina, pela boa vontade nas análises estatísticas e pela disponibilidade de participação na banca examinadora.

À professora Maristela Bauer, por, muito além da sua disponibilidade em participar da banca, sua grande amizade.

Em especial:

Ao professor José Fernando Coelho, que mesmo às despedidas da UENF, não me negou atenção e suporte, respondendo sempre com prontidão e benevolência aos meus chamados.

Ao professor Ricardo Vieira, que com toda sua singularidade sempre esteve a postos a me ajudar, deixando-me à vontade em discutir, sem embaraço, todas as minhas dúvidas.

Aos técnicos Rogério Aguiar e Cláudio Lombardi, pela atenção e ajuda em meus trabalhos de campo e laboratório.

Aos funcionários do Setor de Forragicultura, Amilson, Mussurepe e Ricardo.

À Jovana e Conceição (secretaria da coordenação da pós-graduação), e Etiene, Marcelo e Alberto (diretoria), tão corteses e zelosos, sempre.

Aos bolsistas de apoio e iniciação científica, Stefany e Caio, pela ajuda na condução dos trabalhos.

Aos meus grandiosos amigos:

Mariane Costalonga de Aguiar, que inicialmente era “apenas” minha companheira de república, mas a melhor que eu poderia ter encontrado, por toda lealdade, afeto e cumplicidade.

Júlia Gazzoni Jardim, que fez dos meus dias pesados, dias alegres, descontraídos, de paz, cheios de conversas verdadeiras e confiáveis, que me foi “toda ouvidos”, e se tornou, sem dúvida, uma irmã.

Alisson Rodrigues Jordão, com quem pude contar sempre, exemplo de autenticidade, por todas as alegrias e ideias compartilhadas.

Lucival de Souza Júnior, que também posso chamar de amigo, não só pela ajuda com os afazeres, mas pela força das palavras de incentivo nos meus momentos cabisbaixos.

Lizbeth Collazos Paucar, pelos conselhos sábios e preocupações constantes.

Matheus Abreu, por todas as ideias e experiências compartilhadas, principalmente nos trabalhos de laboratório.

Também aos meus amigos: Juliano Molino, Djalma Sthel, Paulo Fosse, Bernardo Lima e Tales Borsoi.

Àqueles que não foram citados, mas que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal e para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Quem dera eu achasse um jeito de fazer tudo perfeito, feito a coisa fosse o projeto, e tudo já nascesse satisfeito...”.

Paulo Leminski

RESUMO

OSS, Daniela Batista, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro de 2012. **Produção de forragem, avaliação da biomassa e características estruturais do dossel forrageiro, na condição de 95% de interceptação luminosa, de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.).** Orientador: Hernán Maldonado Vásquez. Coorientador: José Fernando Coelho da Silva.

Avaliaram-se cinco genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum., CNPGL 00-123-1, CNPGL 00-129-1, CNPGL 93-41-1, CNPGL 91-28-1 e a cultivar Cameroon) na condição de 95% de interceptação luminosa pelo dossel. Os genótipos foram distribuídos em delineamento de blocos completos casualizados, em 4 repetições. Foi realizada análise de covariância, considerando a idade de corte, em dias, a covariável medida, e adotou-se $\alpha = 0,05$. O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes/RJ, no período de agosto de 2010 a março de 2011. O experimento foi constituído de dois trabalhos. Um com o objetivo de avaliar a produção de forragem por hectare e as características estruturais de genótipos de capim-elefante, incluindo as seguintes variáveis: composição morfológica, altura do dossel, índice de área foliar, relação folha/colmo, número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos basais, comprimento e largura da folha e diâmetro do colmo. E outro com o objetivo de avaliar a composição química, incluindo o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados, além da degradabilidade *in vitro* pela a técnica de produção cumulativa de gás. Os genótipos apresentaram, em média, 5,80 toneladas de MS (matéria seca) por hectare, com diferença estatística somente entre os genótipos CNPGL 00-123-1 e a cultivar Cameroon. Os genótipos CNPGL 00-123-1 e 00-129-1 apresentaram as maiores porcentagens de lâmina foliar (73,24 e 65,66%) e as menores porcentagens de colmo + bainha (24,26 e 31,61%). Para altura o genótipo CNPGL 00-123-1 apresentou o menor valor: 1,1 m. Os genótipos CNPGL 00-123-1 e 00-129-1 apresentaram os maiores resultados para relação folha/colmo. Também foi observada diferença significativa entre os genótipos para número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos basais e comprimento e largura de folha. Para diâmetro de colmo, o genótipo CNPGL 00-129-1 apresentou o menor valor: 10,35 mm. No tocante aos resultados observados no segundo trabalho, os genótipos não apresentaram diferenças significativas para teores de matéria seca, extrato etéreo e cinzas. Os genótipos CNPGL 00-

123-1 e 93-41-1 apresentaram os maiores teores de proteína bruta, respectivamente, 11,33 e 9,69%. Também foi observada diferença estatística para aFDN_{mo} e lignina. Para as frações de carboidratos não foi verificada diferença para frações A+B₁, B₂ e CNF (carboidratos não fibrosos). Para a fração C, os genótipos CNPGL 00-129-1 e 93-41-1 diferiram entre si, enquanto que os genótipos CNPGL 00-123-1 e 91-28-1 apresentaram-se diferentes para o teor de carboidratos totais (CHT). Para as frações nitrogenadas foram verificadas diferenças para as frações B₃ e C. Os parâmetros cinéticos não se apresentaram diferentes entre os genótipos, com exceção para latência, uma vez que os genótipos CNPGL 00-123-1 e a cultivar Cameroon diferiram entre si, com os seguintes valores, 2,6 e 4,6 horas, respectivamente. Apesar da não superioridade dos genótipos sobre a cultivar comercial Camerron, o genótipo CNPGL 00-123-1 destacou-se para a maioria das características avaliadas.

Palavras-chave: genótipos de capim-elefante, produção de matéria seca, características estruturais, composição química, degradabilidade *in vitro*.

ABSTRACT

OSS, Daniela Batista, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, February 2012. **Forage production, evaluation of the biomass and structural characteristics of the forage sward, at 95% light interception condition, of genotypes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* schum.).** Advisor: Hernán Maldonado Vásquez. Co-advisor: José Fernando Coelho da Silva.

Five genotypes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.; CNPGL 00-123-1, CNPGL 00-129-1, CNPGL 93-41-1, CNPGL 91-28-1 and cultivar Cameroon) were evaluated in the condition of 95% light interception by the canopy. Genotypes were distributed in a completely randomized blocks design, in 4 replicates. Covariance analysis was conducted, considering the age of cutting, in days, as the covariable measured, and $\alpha = 0.05$. The experiment was conducted in the sector of Forages and Nutrition of Ruminants at Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, in Campos dos Goytacazes/RJ, Brazil, in the period from August 2010 to March 2011. The study was composed of two assays: one was conducted in order to evaluate the forage production per hectare and the structural characteristics of elephant grass genotypes, including the following variables: morphologic composition, sward height, leaf area index, leaf/stem ratio, number of live leaves per tiller, basal tiller population density, length and width of the leaf and stem diameter. The objective of the other assay was to evaluate the chemical composition, including the fractioning of carbohydrates and nitrogenous compounds, in addition to the *in vitro* degradability through the technique of cumulative gas production. The genotypes presented, on average, 5.80 tons of DM (dry matter) per hectare, with statistical difference only between genotype CNPGL 00-123-1 and cultivar Cameroon. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 00-129-1 presented the highest percentages of leaf blade (73.24 and 65.66%) and the lowest percentages of stem + sheath (24.26 and 31.61%). For height, genotype CNPGL 00-123-1 presented the lowest value: 1.1 m. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 00-129-1 presented the highest results for leaf/stem ratio. Significant difference was also observed between genotypes for the number of live leaves per tiller, basal tiller population density and length and width of the leaf. For stem diameter, genotype CNPGL 00-129-1 presented the lowest value: 10.35 mm. As for the results observed in the second assay, genotypes did not present significant differences for the contents of dry matter, ether extract and ash. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 93-41-1 presented the highest contents of crude protein: 11.33 and 9.69%, respectively.

Statistical difference was also observed for aNDFom and lignin. For the carbohydrate fractions, no difference was observed for fractions A+B₁, B₂ and NFC (non-fibrous carbohydrates). For fraction C, genotypes CNPGL 00-129-1 and 93-41-1 differed from each other, whereas genotypes CNPGL 00-123-1 and 91-28-1 showed to be different for the total carbohydrate (TCH) content. For the nitrogenous fractions, differences were verified for fractions B₃ and C. The kinetic parameters were not different between genotypes, except for lag time, once genotype CNPGL 00-123-1 and cultivar Cameroon differed from each other, with the following values: 2.6 and 4.6 hours, respectively. In spite of the non-superiority of genotypes over commercial cultivar Cameroon, genotype CNPGL 00-123-1 stood out for most of the characteristics evaluated.

Key words: chemical composition, dry matter production, elephant grass genotypes, *in vitro* degradability, structural characteristics

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 O CAPIM-ELEFANTE.....	14
2.2 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DO CAPIM-ELEFANTE.....	14
2.3 A CONDIÇÃO DE 95% DE INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA	15
2.4 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS	16
2.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA	18
2.6 FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E DE COMPOSTOS NITROGENADOS	20
2.7 DEGRADABILIDADE RUMINAL IN VITRO – PRODUÇÃO CUMULATIVA DE GASES	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4 TRABALHOS.....	29
4.1 Produção e características estruturais de genótipos de capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> , Schum.) a 95% de interceptação luminosa.....	29
Introdução	31
Material e métodos	32
Resultados e discussão	35
Conclusões	40
Referências bibliográficas	40
4.2 Composição química e degradabilidade <i>in vitro</i> de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa.....	42
Introdução	44
Material e métodos	45
Resultados e discussão	50
Conclusões	57
Referências bibliográficas	57
5 CONCLUSÕES GERAIS	61
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
ANEXOS.....	62

1 INTRODUÇÃO GERAL

Planta perene e de alto potencial de produção, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma das gramíneas mais difundidas no Brasil – onde foi introduzido há quase um século. No entanto, apesar de ser amplamente difundido, parece não apresentar um grande número de cultivares melhoradas (FREITAS, 2008). Novos genótipos de capim-elefante têm originado do programa de melhoramento da espécie da EMBRAPA – Gado de Leite, tornando necessárias avaliações que demonstrem o potencial de produção e outras características qualitativas de cada material.

Nos países em vias de desenvolvimento, os trabalhos direcionam-se para o aumento da utilização de forragens e fibra, já que os ruminantes podem explorar seu verdadeiro nicho econômico e ecológico (VAN SOEST, 1994). O desempenho desses animais, que utilizam forragens e fibra, depende da qualidade do material consumido, ou seja, do seu valor nutritivo, que envolve características como composição química e digestibilidade. A forragem supre energia e nutrientes essenciais na forma de proteínas e minerais, sendo que energia e proteína são os principais limitantes, e o aproveitamento do alimento em questão é mensurado por meio do balanço de matéria perdido na passagem através do trato digestivo dos animais (VAN SOEST, 1994).

Sabe-se que os constituintes mais desejáveis em uma forragem reduzem com a idade da planta e pensa-se que o manejo para sua utilização deve estar voltado às características nutritivas mais convenientes. No entanto, os processos de produção, utilização e conversão da forragem são distintos e de objetivos, às vezes, antagônicos, tornando a observação do desempenho isolado de animais, muitas vezes, inoportuna. O desempenho da comunidade forrageira, produtora de forragem, que servirá de alimento para os animais, também deve ser observado, de modo que se possa explorar ao máximo sua produtividade e persistência de maneira racional e sustentável. Neste caso, o conhecimento das variáveis estruturais e morfológicas das plantas forrageiras torna-se uma importante ferramenta para a determinação das condições de uma comunidade forrageira (altura, índice de área foliar, composição morfológica, entre outros) (SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

O manejo da utilização da forragem, que visa à convergência dos desempenhos animal e vegetal, tem sido baseado no conceito de índice de área foliar crítico, condição na qual 95% da luz incidente são interceptadas pelo dossel forrageiro. Este conceito apresenta relação análoga com variáveis como acúmulo de forragem, especialmente de folhas, composição morfológica do acúmulo (entre pastejos ou corte) e valor nutritivo da forragem produzida

(SILVA, 2004). Estudos que avaliaram respostas da comunidade forrageira na condição de 95% de interceptação luminosa comprovaram não só aumento na produção de forragem, mas também na eficiência de utilização (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA *et al.*, 2007).

Nesse sentido, é notável a necessidade de maiores informações a respeito de genótipos da espécie *Pennisetum purpureum* Schum. (capim-elefante) na condição de 95% de interceptação luminosa pelo dossel, considerada ponto ótimo de utilização da forragem, averiguando, assim, suas perspectivas para melhorar a dieta animal e, conseqüentemente, incrementar a produtividade. Desse modo, os objetivos deste trabalho foi avaliar a produção de matéria seca, características estruturais, composição química, bem como o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados e a degradabilidade *in vitro* de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CAPIM-ELEFANTE

O capim-elefante pertence à família *Gramineae* ou *Poaceae*, à subfamília *Panicoideae*, à tribo *Paniceae*, ao gênero *Pennisetum* e à espécie *Pennisetum purpureum*, Schumach (PEREIRA *et al.*, 2001).

Essa espécie foi descoberta na África Tropical, hoje Zimbábue, no ano de 1905 (GRANATO, 1924 citado por FARIA, 1994). Foi introduzida no Brasil em 1920, no Rio Grande do Sul, por meio de mudas oriundas dos Estados Unidos. Outra introdução foi relatada em 1921, com mudas trazidas de Cuba e plantadas no Estado de São Paulo (FARIA, 1994).

Desde sua chegada ao Brasil, chamou a atenção de técnicos e pecuaristas por seu grande porte e pela elevada capacidade de produção, sendo prontamente recomendado para formação de capineiras (FARIA, 1996). O capim-elefante cresce bem desde o nível do mar até as altitudes de 2200 m, com temperaturas de 18° a 30° e precipitação de 800 a 4000 mm (LIMA, 2006).

Além da utilização em forma de capineira, o capim-elefante pode ser ensilado e utilizado para pastejo direto.

2.2 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DO CAPIM-ELEFANTE

Em termos de matéria seca, o capim-elefante, quando bem manejado, tem potencial para produzir de 80 a 90 toneladas por hectare anualmente (FARIA *et al.*, 1993).

Muitas pesquisas, em diversas condições experimentais, revelam esse potencial de produção. Lima *et al.* (2007), avaliando a produção de matéria seca de doze genótipos de capim-elefante a 56 dias de rebrota em Campos dos Goytacazes/RJ, verificaram produções variando de 7,30 t MS/ha (CNPGL 91-25-01) a 14,50 t MS/ha (Cameroon). Nesse estudo, a produção da cultivar Cameroon foi maior 63,22% que a cultivar Napier (9,18 t MS/ha).

Botrel *et al.* (2000) estudaram, em Coronel Pacheco/MG, por um período de dois anos, 20 clones de capim-elefante e mais duas cultivares tradicionais (Cameroon e Taiwan A-146). Os autores encontraram diferenças significativas quanto à produção de matéria seca na época da seca, das chuvas e anual. Nesse estudo, no período seco, a produção média de matéria seca foi de 5782 kg/ha, variando de 3716 (clone F 35-04) a 7932 kg/ha (clone F 02-

05). No período das águas, a média da produção de matéria seca foi de 24989 kg/ha, variando de 16403 (genótipo CNPGL 91 F 10-05) a 35863 kg/ha (genótipo CNPGL 91 F 27-01). A média anual foi de 30771 kg de matéria seca/ha. Essas produções foram estimadas por cortes a 50 cm do solo e sempre que a maioria dos tratamentos (clones) atingia cerca de 1,80 m de altura no período das chuvas, e 1,50 m no período da seca.

A avaliação do potencial de produção de matéria seca de genótipos é pertinente, no entanto, é importante ressaltar que a escolha por variedades teoricamente mais produtivas não assegura maiores níveis de produção. Alto rendimento de matéria seca trata-se de um caráter geneticamente controlado por vários genes, além da interação genótipo x ambiente e dos fatores de manejo envolvidos no sistema de produção adotado (FREITAS, 2008).

2.3 A CONDIÇÃO DE 95% DE INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA

Aumentos subsequentes da condição de 95% de interceptação luminosa, ou do índice de área foliar, reduzem a taxa de acúmulo de forragem e, quando isso ocorre, há um declínio na proporção de folhas e o maior aumento passa a ser proveniente de colmo (VOLTOLINI, 2006). A planta, então, passa do estágio vegetativo para a maturidade e, conseqüentemente, os tores dos componentes da parede celular aumentam (BLASER, 1988 citado por VOLTOLINI, 2006). Já valores inferiores à condição ótima de índice de área foliar ou de interceptação luminosa não permite a produção ótima da planta.

Os estudos de Brougham (1956; 1957 citado por SILVA; NASCIMENTO JR., 2006) analisaram a rebrotação em pastos de azevém perene submetidos à desfolhação, dando origem aos primeiros modelos de manejo de desfolhação (corte ou pastejo) de pastagens com base no conceito de índice de área foliar, os quais tinham como objetivo a otimização do balanço entre a interceptação e a conversão da radiação fotossinteticamente ativa em forragem (SILVA; NASCIMENTO JR., 2006). Após esses estudos, os conceitos de índice de área foliar foram firmados, e concluiu-se que o índice de área foliar crítico (ou ótimo) é correspondente ao máximo valor da taxa de crescimento da cultura (peso de matéria seca acumulada por unidade de área por unidade de tempo) (BROWN; BLASER, 1968) e à condição de 95% de interceptação luminosa pelo dossel (SILVA, 2004; VOLTOLINI, 2006).

A prática da colheita da forragem, isto é, sua utilização, necessita de um monitoramento adequado com base em informações que assegurem um equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e desfolha (consumo ou corte, no caso de

capineiras) de forma a possibilitar elevada produtividade de forragem de boa qualidade (SILVA, 2004).

A produção animal à base de forragem, seja em forma de pastagem ou em forma de fornecimento de forragem verde picada, resulta da interação de três etapas do processo: (1) crescimento da planta forrageira, que vai determinar a forragem produzida; (2) utilização da forragem produzida, que determinará a forragem consumida; e (3) conversão da forragem consumida a produto animal (HODGSON, 1990). O processo de utilização pode ser ajustado por meio das frequências e intensidades de desfolhas durante o pastejo (VOLTOLINI, 2006). No caso do capim-elefante, em forma de capineira, a frequência, em geral, é determinada em dias de rebrota ou em altura das plantas, e a intensidade em altura do corte do solo.

Silva e Nascimento Jr. (2007) citam os trabalhos de Andrade (2003), Bueno (2003) e Difante (2005) e afirmam que, de uma maneira geral, o valor nutritivo da forragem consumida quando os pastejos são realizados com 95% de interceptação luminosa é bastante estável e caracterizado por concentrações de proteína bruta da ordem de 14 a 18% e digestibilidade da matéria seca de 60 a 70%.

Estudos como os de Carnevalli (2003) e Barbosa *et al.* (2007) também ratificam o conceito de 95% de interceptação luminosa.

2.4 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

A estrutura do dossel forrageiro é definida como a “distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade” (LACA; LEMAIRE, 2000). E a produção animal à base de forragens resulta da interação de processos próprios da produção de forragem, como utilização (consumo ou corte, no caso de capineiras) e conversão do material ingerido em produto animal. Se levados em consideração de forma isolada, os desempenhos de plantas e animais apresentam objetivos distintos (HODGSON, 1990); mas as respostas de plantas e animais podem ser compreendidas em um ponto de equilíbrio ótimo se as práticas e estratégias de manejo da utilização forem planejadas e idealizadas observando-se como as plantas (e os animais) respondem às variações na estrutura da comunidade de plantas (SILVA, 2004; SILVA; NASCIMENTO JR., 2006).

Chapman e Lemaire (1993), utilizando os recursos da ecofisiologia, demonstraram que o crescimento dos pastos após a desfolhação (consumo ou corte) é um processo dinâmico que envolve vários mecanismos ecofisiológicos de adaptação das plantas forrageiras ao meio, e é afetado diretamente pela época, duração, intensidade e frequência de corte ou pastejo.

Assim, o conhecimento das variáveis estruturais e da morfogênese das plantas forrageiras tornou-se importante ferramenta para a determinação das condições de uma comunidade de plantas forrageiras (altura, índice de área foliar, composição morfológica, etc.) adequadas para assegurar produção animal e vegetal eficiente e sustentável (SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

2.4.1 Índice de área foliar

Watson (1947) definiu o índice de área foliar do dossel (IAF) como sendo a relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pela mesma. De uma forma geral, à medida que o IAF aumenta a taxa de crescimento da cultura também aumenta até um valor de IAF considerado “ótimo”, ponto a partir do qual ocorre redução na taxa de crescimento (MOLAN, 2004). Esse IAF “ótimo” ocorre na condição em que 95% da luz fotossinteticamente ativa é interceptada pelo dossel (BROWN; BLASER, 1968).

2.4.2 Altura

Dentre as características estruturais do dossel, a altura é a que apresenta relação mais consistente com as respostas de plantas e animais quando comparada a características como massa de forragem, massa de folhas e índice de área foliar (HODGSON, 1990). De acordo com Molan (2004), a altura do dossel pode ser usada como um parâmetro-guia para a definição de relações entre estrutura do dossel e os processos de interceptação luminosa e seu efeito sobre as taxas de acúmulo de forragem, permitindo determinar faixas de manejo de utilização adequadas para as diferentes espécies forrageiras.

2.4.3 Composição morfológica e relação folha/colmo

Para caracterizar a forragem disponível, o fracionamento da forragem acumulada em estratos e sua separação em componentes como folha, colmo e material morto, descreve melhor as alterações morfológicas e fisiológicas decorrentes do crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras (RAMOS, 1997). Em adição, a eficiência no aproveitamento da planta forrageira, a conversão em produto animal, e decisões de manejo apresentam estreita relação com esses parâmetros (BUENO, 2003).

No tocante à relação folha/colmo – fator importante para a tomada de decisão em relação ao manejo do pastejo –, Corsi (1988) afirmou que a presença de haste determina o declínio acentuado da digestibilidade de gramíneas tropicais, mas, por outro lado, parece ser imprescindível para manter a produtividade.

2.4.4 Número de folhas vivas por perfilho e densidade populacionais de perfilhos basais

Em gramíneas, a unidade básica é o perfilho e a produção de tecidos em um perfilho é caracterizada pelo crescimento de novos órgãos, como folhas e hastes (SBRISSIA, 2004). O conjunto de perfilhos (densidade populacional), associado aos padrões de perfilhamento (aparecimento, mortalidade e sobrevivência), determina produção da comunidade vegetal (SILVA; PEDREIRA, 1997).

A dinâmica da geração e expansão da forma da planta no espaço define sua morfogênese (CHAMPMAN; LEMAIRE, 1993), a qual pode ser descrita por características como taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e duração da vida da folha (DVF). A combinação dessas características morfogênicas determina as três principais características estruturais do dossel forrageiro: tamanho da folha – produto da taxa de expansão foliar e a duração do período de alongamento para uma dada folha; densidade populacional de perfilhos – diretamente influenciada pela TAF, por meio da determinação do número potencial de gemas e do *site filling* que, juntos, determinam a taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) (DAVIES, 1974 citado por SBRISSIA, 2004) e número de folhas vivas por perfilho – diretamente influenciada pela TAF e pela DVF (SBRISSIA, 2004).

O produto dessas três características estruturais determina diretamente o índice de área foliar do dossel.

2.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química da gramínea forrageira depende de aspectos genéticos e ambientais e essa característica deve ser elucidada para servir como ferramenta básica para ajustar o manejo nutricional dos animais e, assim, quantificar os possíveis desempenhos.

Nos diferentes órgãos e tecidos vegetais ocorre variação quanto à distribuição dos componentes químicos da planta. Mas, de maneira geral, os principais constituintes químicos das plantas forrageiras podem ser divididos em duas grandes classes: aqueles que compõem a estrutura da parede celular e aqueles contidos no conteúdo celular.

Em estudos de plantas forrageiras, as frações fibrosas e proteicas são as mais comumente analisadas. No caso dos carboidratos, a sua classificação em estruturais e não estruturais refere-se unicamente à função desempenhada nas plantas e não deve ser confundida com o papel dos carboidratos na nutrição animal (MERTENS, 1996). Os carboidratos estruturais são encontrados na parede celular dos vegetais e fornecem o suporte físico necessário para o crescimento das plantas e a parede celular é composta de pectina, celulose, hemicelulose, lignina, complexos fenólicos e proteínas (MERTENS, 1996). Embora parede celular e fibra sejam muitas vezes usadas como sinônimos, esses termos não representam frações idênticas quanto aos carboidratos, tanto em definição quanto em composição.

Em relação à composição química dos alimentos, fibra é um termo usado para estabelecer um conceito puramente nutricional e corresponde à fração insolúvel do alimento, que ocupa espaço no trato gastrointestinal e restringe o consumo alimentar por seu efeito de repleção ruminal. Além disso, estimula a mastigação e a ruminação, e é essencial à estratificação da fase sólida do rúmen (VIEIRA; FERNANDES, 2006). Isso demonstra a importância de se estabelecerem as necessidades nutricionais por fibra para os ruminantes em geral e também das avaliações referentes aos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e lignina. A fração insolúvel em detergente neutro engloba a celulose, a hemicelulose, lignina, a parte dos compostos nitrogenados e os minerais associados a esses polímeros (VAN SOEST, 1994). Mesmo que a lignina seja considerada um dos principais componentes responsáveis pela queda da digestibilidade das plantas (VAN SOEST, 1994), ela é essencial para o mecanismo de suporte das estruturas vegetais, fornecendo rigidez e até proteção à planta. O processo de lignificação ocorre com o aumento da maturidade da planta e, com isso, o teor de carboidratos e proteínas solúveis é diminuído em função do espessamento da parede celular.

Em termos nutricionais, portanto, a classificação dos carboidratos em fibrosos e não fibrosos parece mais apropriada porque é baseada em características nutritivas, ao invés de composição química ou função exercida na planta (MERTENS, 1992). Nessa classificação, os carboidratos não fibrosos representam as frações degradadas mais rapidamente, e nessas frações estão incluídas a pectina, o amido e os açúcares. Os carboidratos fibrosos incluem a celulose e a hemicelulose.

Além das avaliações dos teores de proteína e fibra em forragens, determinações dos teores de lipídeos e matéria mineral (cinzas) também são realizadas. Os níveis de lipídeos nas forrageiras tropicais são muito reduzidos, raramente excedendo 60 g kg^{-1} de matéria seca

(DIAS, 1997). E a composição mineral das forrageiras varia em função de uma série de fatores interdependentes, dentre os quais se destacam: a idade da planta, o solo e as adubações feitas, diferenças entre espécies e variedades, estações do ano e sucessão de cortes (GOMIDE, 1976), além da contaminação do próprio solo.

2.6 FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E DE COMPOSTOS NITROGENADOS

Para seu uso adequado, os alimentos utilizados para ruminantes devem ser avaliados também segundo suas frações de constituintes (SNIFFEN *et al.*, 1992), já que essas auxiliam na explicação de fenômenos de natureza nutricional (RODRIGUES; VIEIRA, 2006). Com o objetivo de melhorar os modelos de predição de resposta animal, entre outros, foi desenvolvido um modelo denominado *The Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Herd Nutrition and Nutrient Excretion*. O software conhecido como CNCPS (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*) apresenta os valores de composição dos alimentos descritos com base nas suas características químicas, físicas e biológicas (RODRIGUES; VIEIRA, 2006). As frações de carboidratos e de proteínas são usadas para computar a quantidade de nutrientes disponíveis para dar suporte à fermentação ruminal para cada um dos grupos de micro-organismos, conforme descrito por Russel *et al.* (1992) e Sniffen *et al.* (1992).

2.6.1 Fracionamento de carboidratos

Os carboidratos foram classificados em quatro frações, de acordo com a taxa de degradação (h^{-1}) no rúmen. O valor total de carboidratos é informado como sendo:

$$CT = 100 - (PB + EE + MM) \quad (1)$$

em que: CT = carboidratos totais; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; e MM = matéria mineral, expressos na base da matéria seca.

Os carboidratos totais nos alimentos podem ser divididos nas seguintes frações: A, fração solúvel do nutriente, formada de açúcares simples e ácidos orgânicos de rápida degradação ruminal; B₁, constituída basicamente de amido e pectina e de degradação intermediária; B₂, caracterizada por taxa de degradação ruminal mais lenta e que corresponde

à porção digestível da parede celular vegetal; e C, porção da parede celular vegetal que não é digerida no trato gastrointestinal.

As frações de carboidratos segundo o modelo CNCPS estão representadas de forma esquemática na Figura 1.

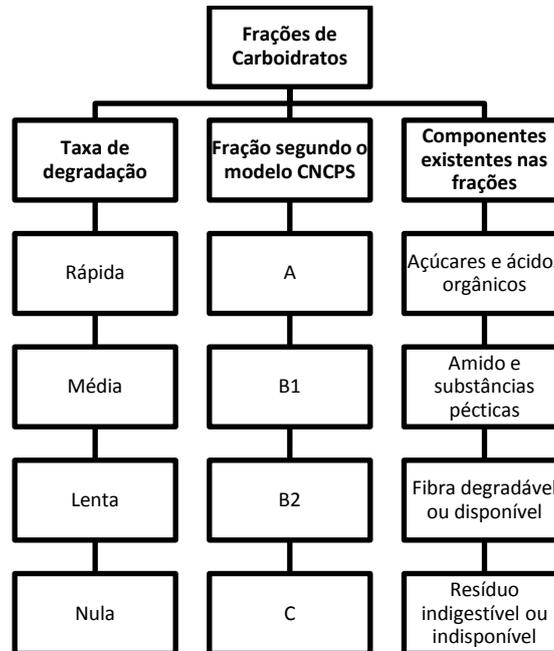


Figura 1 – Frações de carboidratos e suas respectivas taxas de degradação de acordo com o modelo CNCPS.

Fonte: Adaptado de PELL *et al.* (1995) por Rodrigues e Vieira (2006).

2.6.2 Fracionamento de compostos nitrogenados

A proteína bruta contida nos alimentos dos ruminantes apresenta-se em dois componentes: degradável no rúmen (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR). Os microorganismos ruminais degradam a fração PDR e fazem uso dos peptídeos, aminoácidos e amônia para a síntese de proteína microbiana e multiplicação celular (SANTOS, 2006). A proteína microbiana, originada da fração degradável no rúmen, é a fonte fundamental de proteína metabolizável para ruminantes seguida da PNDR.

Cada um desses componentes é constituído de múltiplas frações com degradabilidade distintas, que, segundo o sistema CNCPS, são cinco (frações A, B1, B2, B3 e C). Observe a Figura 2:

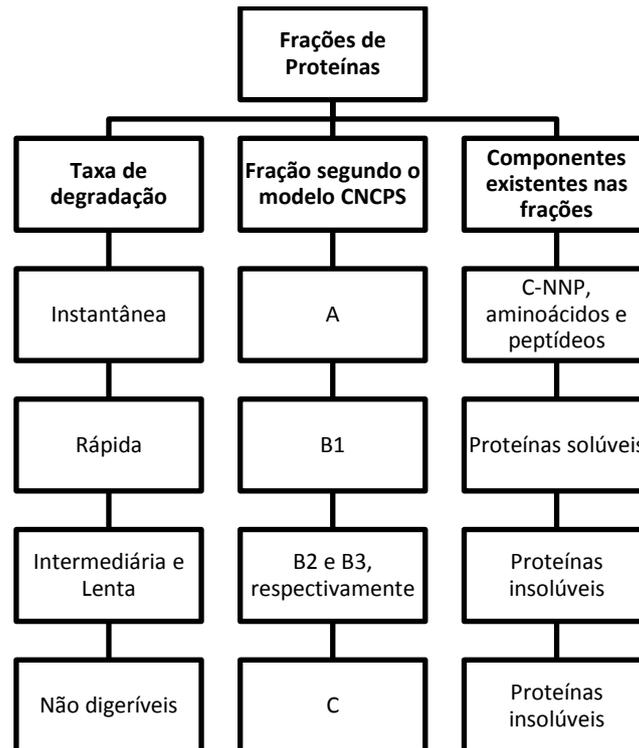


Figura 2 – Frações dos compostos nitrogenados e suas respectivas taxas de degradação de acordo com o modelo CNCPS.

Fonte: Adaptado de Sniffen *et al.* (1992).

2.7 DEGRADABILIDADE RUMINAL IN VITRO – PRODUÇÃO CUMULATIVA DE GASES

Os parâmetros cinéticos digestivos podem ser estimados a partir de perfis de degradação da fibra, e outros nutrientes, por meio de ensaios de digestão *in situ* ou *in vitro*. As técnicas de avaliação desses parâmetros compreendem estudos sobre o desaparecimento da massa da amostra incubada ou a quantidade dos produtos finais da atividade microbiana durante o período de incubação com os micro-organismos ruminais (PELL *et al.*, 1994).

A fim de reduzir as limitações das técnicas gravimétricas, técnicas de enfoque metabólico, que se baseiam nos produtos finais da degradação, foram desenvolvidas, dentre elas, a de produção cumulativa de gases. O uso desta técnica permite estimar a degradabilidade do alimento por correlação entre a produção microbiana de gás e a matéria orgânica fermentada. Os gases metano (CH₄) e o gás carbônico (CO₂) são os produtos finais da fermentação do substrato incubado.

Os sistemas aplicados à determinação da produção de gás realizam incubação *in vitro* das amostras, medindo-se o gás produzido utilizando-se seringas por meio do deslocamento

do êmbolo, ou sensores com leitura computadorizada. O método *in vitro* está sujeito a diversas fontes de variação em virtude da composição do tampão e manipulação do meio fermentador, das condições de incubação (agitação, temperatura, pH) e do preparo da amostra (SCHOFIELD, 2000).

No entanto, a técnica de produção cumulativa de gases é vantajosa, pois permite caracterizar as particularidades do alimento de forma mais apropriada, como a contribuição dos carboidratos solúveis, além da conveniência de não manter um grande número de animais fistulados, como no caso da técnica *in situ* (MALAFAIA *et al.*, 1998).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F. M. E. **Valor nutritivo da forragem e desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2003.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B., SILVA, S. C. da; ZIMMER, A. H.; TORRES JR, R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.329-340, mar. 2007.

BOTREL, M. A.; PEREIRA, A. V.; FREITAS, V. P. et al. Potencial forrageiro de novos clones de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.334-340, 2000.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf área index in pasture growth. *Herbage Abstracts*, **Farnham Royal**, v.38, p.1-9, 1968.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2003.

CHAMPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). *Grasslands for Our World*. **SIR Publishing**, Wellington, p.55-64, 1993.

CORSI, M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 57-75.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: VI Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2007, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2007. p.1-48.

SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. p.346-381.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Sistema intensivo de produção de pastagens. In: II Congresso Latino-americano de Nutrição Animal (II CLANA). **Anais...** São Paulo, SP. 2006.

SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997, p. 1-62.

DIAS, H. L. C. **Valor nutritivo das pastagens tropicais. Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina ZOO 650 – Forragicultura.** Universidade Federal de Viçosa, UFV – Viçosa, MG. 1997. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/arquivos/VALORNUTRITIVOPASTAGENSTROPICAIS.PDF>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia.** 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

FAGUNDES, R. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon* spp. Sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1141-1150, out./dez. 1999. Suplemento.

FARIA, V. P. Formas do uso de capim-elefante. In: SIMPÓSIO DE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA, CNPGL, 1994. p.139-144.

FARIA, V. P.; SILVA, S. C.; CORSI, M. Evolução no uso do capim-elefante: uma visão histórica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10. 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.19-45.

FARIA, V. P.; SILVA, S. C.; CORSI, M. Potencial e perspectivas do pastejo em capim-elefante. In: FARIA, V. P.; SILVA, S. C.; CORSI, M. (Ed.) **Pastagem de capim-elefante: utilização intensiva.** Piracicaba: FEALQ, 1996, v.3, p.7-26.

FREITAS, E. V. **Caracterização de pastos, consumo e desempenho de vacas em pastagens de *Pennisetum* SP.** 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal

de Pernambuco. Disponível em:

<<http://www.pgz.ufrpe.br/files/teses08/erivaldovianadefreitas.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2010.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS. **Anais...** Belo Horizonte, 1976, p.20-33.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Massey University: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Eds.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CABI, 2000. p.103-122.

LIMA, E. S. **Produção e avaliação nutricional de genótipos de capim-elefante cultivados na região Norte-Fluminense**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.

LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C. da; VÁSQUEZ, H. M.; ARAÚJO, S. A. C.; LISTA, F. N.; COSTA, D. P. B. Produção de matéria seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1512-1523, 2007.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M. et al. Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas e metabólicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.370-380, 1998.

MENKE, K. H. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v.93, p.217-222, 1979.

MERTENS, D. Formulating Dairy Rations: Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATION CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: U.S. Dairy Forage and Research Center, 1996, p.81-92.

MERTENS, D. Nonstructural and structural carbohydrates. In: VAN HORN, H. H.; WILCOX, C.J. (Eds.). **Large Dairy Herd Management**. Am. Dairy Sci. Assoc., Champaign, IL. 1992. p.219-235.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P.; STONE, W. C. Rates of digestion of feeds measured in vitro with computers. CORNELL NUTRITION CONFERENCE. **Proceedings...** Cornell University. p.74-81. 1994.

PEREIRA, A. V.; MARTINS, C. E.; CRUZ FILHO, A. B. et al. Melhoramento de plantas forrageiras tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas.** Juiz de Fora: Fundação MT, 2001. p.549-602.

RAMOS, A. K. B. **Avaliação do crescimento, componentes produtivos e composição mineral de três gramíneas forrageiras tropicais.** 1997. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

SCHOFIELD, P. Gas production methods. In: D'MELLO, J. P. F. (Eds.). **Farm Animal Metabolism and Nutrition** – CAB International, Wallingford, UK, 2000. p.209-232.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica de perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim marandu sob lotação contínua.** 2004. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 2004.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, R. A.; FERNANDES, A. M. A importância de estudos quantitativos associados à fibra para a nutrição e a alimentação de ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. p.258-290.

VOLTOLINI, T. V. **Adequação proteica em rações com pastagens ou com cana de açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim-elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** 2006. (Tese) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2006.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, Oxford, v.11, p.41-76, 1947.

4 TRABALHOS

4.1 Produção e características estruturais de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) a 95% de interceptação luminosa

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a produção de matéria seca e as características estruturais do dossel de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa pelo dossel forrageiro. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos ao acaso, com 4 repetições. As seguintes características estruturais do dossel foram avaliadas: composição morfológica, altura do dossel, índice de área foliar, relação folha/colmo, número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos basais, comprimento e largura da folha e diâmetro do colmo. Os genótipos apresentaram, em média, 5,80 toneladas de MS (matéria seca) por hectare, com diferença estatística somente entre os genótipos CNPGL 00-123-1 e a cultivar Cameroon. Os genótipos CNPGL 00-123-1 e 00-129-1 apresentaram as maiores porcentagens de lâmina foliar (73,24 e 65,66%) e as menores porcentagens de colmo + bainha (24,26 e 31,61%). Para altura, o genótipo CNPGL 00-123-1 apresentou o menor valor: 1,1 m. Os genótipos CNPGL 00-123-1 e 00-129-1 apresentaram os maiores resultados para relação folha/colmo. Também foi observada diferença significativa entre os genótipos para número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos basais e comprimento e largura de folha. Para diâmetro de colmo, o genótipo CNPGL 00-129-1 apresentou o menor valor: 10,35 mm. Os genótipos CNPGL 00-123-1 e 00-129-1 destacaram-se para algumas características estruturais permitindo recomendar suas avaliações em condições de pastejo. Tendo isso em vista, pode-se afirmar que estudos complementares abordando características de outra natureza devem ser realizados.

Palavras-chave: genótipos de capim-elefante, produção de matéria seca, características estruturais, relação folha/colmo, altura da planta, interceptação luminosa.

Production and structural characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.) genotypes with 95% of active photosynthetic radiation interception

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the dry matter production and structural characteristics of the sward of elephant grass genotypes at 95% light interception by the forage sward. The experimental design adopted was of completely randomized blocks, with 4 replicates. The following sward structural characteristics were evaluated: morphological composition, sward height, leaf area index, leaf/stem ratio, number of live leaves per tiller, basal tiller population density, length and width of the leaf and stem diameter. The genotypes presented, on average, 5.80 tons of DM (dry matter) per hectare, with statistical difference only between genotype CNPGL 00-123-1 and cultivar Cameroon. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 00-129-1 presented the greatest percentages of leaf blade (73.24 and 65.66%) and the lowest stem + sheath percentages (24.26 and 31.61%). For height, genotype CNPGL 00-123-1 presented the lowest value: 1.1 m. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 00-129-1 presented the highest results for leaf/stem ratio. Significant difference between genotypes was also observed for number of live leaves per tiller, basal tiller population density and length and width of the leaf. For stem diameter, genotype CNPGL 00-129-1 presented the lowest value: 10.35 mm. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 00-129-1 stood out for some structural characteristics, so it is possible to recommend their evaluation in grazing conditions. In light of this, one can affirm that additional studies concerning characteristics of another nature must be conducted.

Key words: dry matter production, elephant grass genotypes, leaf/stem ratio, light interception, plant height, structural characteristics

Introdução

Científica e economicamente a família *Poaceae*, das gramíneas, é uma das mais importantes por constituírem principal fonte de alimentação para os herbívoros domésticos – que possuem a capacidade de aproveitar alimentos fibrosos e transformá-los em produtos que interessam ao homem para diversos fins.

Perene e de alto potencial de produção de matéria seca, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é uma das gramíneas mais conhecidas e utilizadas na alimentação de ruminantes no Brasil. Apesar de ser amplamente difundido, o capim-elefante não apresenta um grande número de cultivares melhoradas (FREITAS, 2008). O cruzamento genético entre aqueles materiais já conhecidos e tradicionalmente cultivados tem sido realizado por meio de Bancos de Germoplasma (formados a partir dos centros de diversidade das espécies forrageiras) com objetivo de selecionar características com vantagens adaptativas e reprodutivas (FREITAS, 2008).

Segundo Barbosa *et al.* (2007), em forragicultura, a preocupação sempre esteve centrada em questões como estacionalidade da produção e valor nutritivo da planta forrageira. No entanto, é a estrutura do dossel forrageiro a característica central que possui papel determinante sobre o tipo e a ordem de grandeza das respostas produtivas de plantas e animais.

A falta de conhecimento dos limites de utilização das plantas forrageiras nos mais variados ambientes tem sido a causa da baixa produtividade forrageira, o que torna um sistema de produção animal de baixa rentabilidade e competitividade (BARBOSA *et al.*, 2007). Informações que asseguram um equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e utilização podem ser obtidas a partir de variáveis morfológicas e estruturais, determinantes das condições da comunidade forrageira.

Para monitorar essas condições tem-se utilizado com eficácia o conceito de interceptação da luz fotossinteticamente ativa pelo dossel forrageiro, que indica o melhor momento para a utilização da forragem. De acordo com esse conceito, quando o dossel atinge 95% de interceptação luminosa, ele apresenta um índice de área foliar ótimo, que corresponde ao seu máximo valor da taxa de crescimento (BROWN; BLASER, 1968). A partir deste momento ocorre declínio na proporção de folhas e aumento na proporção de colmos e material morto (VOLTOLINI, 2006).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produção de matéria seca e as características estruturais do dossel de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa.

Material e métodos

Localização e instalação do experimento

O experimento foi conduzido durante o período de agosto de 2010 a março de 2011, no campo experimental do Setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes, do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no município de Campos dos Goytacazes/RJ. Este se localiza a 21°44'47'' de latitude Sul, 41°18'24'' de longitude Oeste e altitude 11 m do nível do mar, região fisiográfica do norte do Estado do Rio de Janeiro. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo, distrófico e de textura arenosa. A análise do solo na área experimental indicou: pH 5,6; fósforo (mg/dm³) 28,75; potássio (mg/dm³) 68; Ca+Mg (cmol_c/dm³) 3,72; V (saturação por bases; %) 59,25 e matéria orgânica (g/dm³) 23,9, não sendo necessária a correção da acidez do solo.

Conforme o sistema de classificação Köppen (1948) citado por Ometto (1981), o clima da região norte-fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão, com precipitação anual em torno de 1020 mm.

Foram avaliados a cultivar Cameroon e quatro genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum): CNPGL 00-123-1; CNPGL 00-129-1; CNPGL 93-41-1 e CNPGL 91-28-1, devidamente registrados no banco ativo de germoplasma – da RENACE (Rede Nacional de Avaliação de Capim-Elefante) da EMBRAPA – Gado de Leite.

Os capins foram plantados em 18 de agosto de 2010 por meio de colmos inteiros, em sulcos espaçados com 0,5 m entre si e em canteiros medindo 3,0 x 2,0 m. As unidades experimentais foram distanciadas entre si em 1,0 m, e os blocos em 2,0 m. Na ocasião do plantio foi realizada adubação nos sulcos com 100 kg de P₂O₅/ha e 25 kg de micronutrientes FTE/ha. Antes do início do período da coleta das amostras, foi realizado um corte de uniformização, a 15 cm do solo, 90 dias após o plantio. Um segundo corte de uniformização foi realizado após 60 dias do primeiro, permitindo um tempo mínimo de adaptação das parcelas ao regime de corte. Ambos os cortes de uniformização foram seguidos de adubação de cobertura com 50 kg de N/ha e 60 kg de K₂O/ha.

O delineamento adotado foi o de blocos completos ao acaso, com 4 repetições e 5 tratamentos, como segue: CNPGL 00-123-1; CNPGL 00-129-1; CNPGL 93-41-1; CNPGL 91-28-1 e Cameroon.

No total, o experimento contou com 20 unidades experimentais cuja área foi de 6 m² por parcela. Para fins de amostragem, 1 m² da área central da parcela foi cortada. Um único corte, para fins de avaliação, foi realizado a 15 cm do solo, quando o dossel forrageiro de cada capim (genótipo) atingiu 95% de interceptação luminosa.

Monitoramento da interceptação luminosa

O monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel teve início após o segundo corte de uniformização e foi realizado na condição pré-corte em intervalos de sete dias. Quando o nível de interceptação luminosa estava próximo da meta estabelecida (95%), a frequência de monitoramento foi aumentada, com avaliações realizadas a cada três dias. Nas avaliações foi utilizado o aparelho analisador de dossel (AccuPAR LP-80; Decagon Devices), com o qual foram realizadas leituras em dez pontos de amostragem (ponto médio entre linhas) por unidade experimental. Em cada ponto foram realizadas três leituras (média de cinco leituras instantâneas) no solo (BARBOSA *et al.*, 2007).

Avaliação das características estruturais do dossel

A altura do capim, na ocasião do corte, foi realizada utilizando-se régua graduada em centímetros, sendo medidos 5 pontos aleatórios por parcela. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno da régua. Além da altura, ao atingir 95% de interceptação luminosa, as seguintes características estruturais do dossel de cada capim (genótipo) foram avaliadas: índice de área foliar, número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos basais, relação folha/colmo e, ainda, composição e características morfológicas (comprimento da folha (cm), largura da folha (cm) e diâmetro do colmo (mm)).

O índice de área foliar também foi obtido com o aparelho analisador de dossel, seguindo o mesmo método de amostragem da medição da interceptação luminosa. Para obtenção do número de folhas vivas por perfilho foi contabilizado o número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência de cada perfilho, desconsiderando-se as folhas nas quais o processo de senescência ultrapassava 50% do limbo foliar. Três perfilhos foram

previamente marcados em cada unidade experimental. Sendo classificadas folhas em expansão aquelas que suas lígulas não estavam expostas; expandidas quando a lígula estava visível e/ou com seu crescimento cessado; senescentes quando parte do limbo foliar apresentava sinais de senescência; e mortas quando mais de 50% do limbo foliar estava comprometida pela senescência.

O número de perfilhos basais (n°/m^2) foi avaliado por meio da contagem de perfilhos numa área de 1 m². A relação folha/colmo foi determinada após o corte de amostragem. O material relativo à relação folha/colmo foi separado em folha e colmo + bainha, pesado e colocado separadamente em sacos de papel, os quais foram encaminhados diretamente para estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas para a obtenção da relação folha/colmo.

A composição morfológica foi avaliada a partir de uma subfração de aproximadamente 300 g das amostras de massa de forragem. Foram separadas as folhas (apenas as lâminas foliares), os colmos (bainha + colmo) e o material morto (folhas ou colmos com mais de 50% de senescência). As amostras referentes à composição morfológica passaram pelo mesmo processo de secagem em estufa e pesagem que as amostras da relação folha/colmo.

Após os cortes dos capins, foi retirada uma amostra de três perfilhos representativos de cada parcela para as mensurações do comprimento e largura da folha, utilizando-se régua graduada em centímetros. O comprimento da lâmina foliar foi mensurado na folha completamente expandida, desde a ponta até a inserção da lígula. A largura foi avaliada na parte central da lâmina foliar. O diâmetro do colmo foi medido a 10 cm da superfície do solo, utilizando-se paquímetro.

Para determinar a produção de matéria seca por hectare, da área útil amostrada, foram retiradas subamostras de 1 kg de matéria verde aproximadamente. Depois de pesadas, as amostras foram pré-secadas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C durante 72 horas, depois disso, foram pesadas novamente para determinação da amostra seca ao ar (ASA). As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo faca com peneiras com porosidade de 1 mm de diâmetro e acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado. A secagem da amostra em estufa a 105°C (ASE) foi realizada e finalmente o teor de matéria seca total (MS) foi contabilizado (AOAC 967.03; AOAC 1990).

Análise estatística

Os resultados referentes à produção de matéria seca por hectare, altura, índice de área foliar, número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos basais, relação folha/colmo, composição morfológica, comprimento e largura da folha e diâmetro do colmo foram submetidos à análise de covariância, utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.0, (RIBEIRO JR., 2001), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = Observação referente ao genótipo i no bloco j ;

m = Média geral;

t_i = Efeito do genótipo i , $i = 1, 2, \dots, 5$;

b_i = Efeito do bloco i , $i = 1, 2, \dots, 4$;

β = Coeficiente de regressão linear;

X_{ij} = Covariável medida (idade do corte em dias) no genótipo i no bloco j , $j = 1, \dots, 4$; e

e_{ij} = Erro experimental associado à observação Y_{ij} .

Após a análise de covariância, as médias dos tratamentos foram submetidas à comparação pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Resultados e discussão

As médias das idades dos cortes, em dias (na condição de 95% de interceptação luminosa pelo dossel), para os genótipos CNPGL 00-123-1, CNPGL 00-129-1, CNPGL 93-41-1, CNPGL 91-28-1 e a cultivar Cameroon, foram, respectivamente, de: 38; 48,5; 50,8; 52; e 53,3 dias.

Devido à diferença observada nas idades dos cortes dos genótipos, antes de dar início às discussões relacionadas às variáveis propriamente avaliadas, torna-se indispensável uma ressalva a respeito da frequência de utilização da forragem, seja por pastejo ou corte.

Por exemplo, de acordo com Alves *et al.* (2002), mais de 80% do total anual das chuvas (período chuvoso) concentra-se entre os meses de outubro a março (em torno de 182 dias). Considerando essa informação e uma situação hipotética de um método de pastejo com

lotação rotacionada com um período de 2 dias de ocupação, o genótipo CNPGL 00-123-1 apresentaria 1,1 ciclos de pastejo a mais, no período das águas, em relação aos demais genótipos em pesquisa. No caso de uma capineira, 1,2 cortes a mais. Porém, ainda assim, o genótipo CNPGL 00-123-1 talvez não alcançasse as produções de matéria seca dos outros genótipos avaliados (Anexo A). Voltolini *et al.* (2010) verificaram intervalo de pastejo, para a condição de 95% de interceptação luminosa, de 19,4 dias para a cultivar Cameroon.

Para produção de matéria seca (Tabela 1), a cultivar Cameroon diferiu apenas do genótipo CNPGL 00-123-1 que, por sua vez, não diferiu dos outros três genótipos. No entanto, o genótipo CNPGL 00-123-1 apresentou maior porcentagem de lâmina foliar, não diferindo, para esta variável, apenas do genótipo CNPGL 00-129-1, porém este último não diferiu dos demais genótipos pesquisados. Para a porcentagem de colmo + bainha, os genótipos CNPGL 00-129-1 e CNPGL 00-123-1 não apresentaram diferença estatística entre si, mostrando menores porcentagens dessa fração, respectivamente, de 31,61 e 24,26% de colmo + bainha; também não houve diferença entre o CNPGL 00-129-1 e os demais. Para todos os genótipos a porcentagem de material morto não apresentou diferença estatística.

Tabela 1 – Produção de matéria seca e composição morfológica de genótipos de capim-elfante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	Produção ¹	Lâmina Foliar ²	Colmo + Bainha ²	Material Morto ²
CNPGL 00-123-1	4,1 b	73,24 a	24,26 b	2,52 a
CNPGL 00-129-1	5,5 ab	65,66 ab	31,61 ab	2,74 a
CNPGL 93-41-1	6,1 ab	59,26 b	38,14 a	2,61 a
CNPGL 91-28-1	6,5 ab	58,38 b	39,38 a	2,24 a
Cameroon	6,7 a	61,20 b	35,60 a	3,20 a
Valor P ³	0,2112	0,3309	0,2671	ns
Valor P ⁴	ns	0,0136	0,0150	ns
CV (%)	19,10	5,49	10,31	43,70

¹Expressa em t de MS/ha; ²Porcentagem da produção de MS; ³Valor P para genótipos (tratamentos); ⁴Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Mesmo que a maior presença de haste determine o declínio acentuado da digestibilidade de gramíneas tropicais, ela parece ser imprescindível para manter a produtividade (CORSI, 1988). Sendo assim, observa-se, realmente, o contraste entre os genótipos para as variáveis produção (t de MS/ha) e porcentagem de folha e de colmo + bainha (Tabela 1), ou seja, os genótipos CNPGL 00-129-1 e CNPGL 00-123-1, que apresentaram os menores valores para produção. Além disso, mostraram os menores valores para porcentagem de colmo + bainha (Tabela 1), porém apresentaram porcentagem de lâmina foliar estatisticamente superior aos outros genótipos em avaliação.

Os resultados referentes à altura (m) das plantas, ao índice de área foliar (IAF), à relação folha/colmo (Folha/Colmo na MS), ao número de folhas vivas por perfilho (nº/perfilho) e à densidade populacional de perfilhos basais (nº/m²) encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Altura das plantas, índice de área foliar (IAF), relação folha/colmo, número de folhas vivas por perfilho (NFV/perfilho) e densidade populacional de perfilhos basais (DPPB) de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	Altura ¹	IAF ²	Folha/Colmo	NFV/perfilho ³	DPPB ⁴
CNPGL 00-123-1	1,1 c	4,11 a	3,09 a	7,3 b	21 c
CNPGL 00-129-1	1,4 b	3,56 ab	2,21 ab	8,2 ab	26 bc
CNPGL 93-41-1	1,6 a	3,51 ab	1,59 b	9,6 a	32 ab
CNPGL 91-28-1	1,7 a	3,04 b	1,55 b	9,7 a	36 a
Cameroon	1,7 a	3,32 ab	1,72 b	9,1 a	29 abc
Valor P ⁵	0,0251	ns	ns	0,0541	0,1602
Valor P ⁶	0,0004	0,0173	0,0203	ns	0,0077
CV (%)	5,63	11,13	19,58	8,18	14,56

¹Expressa em metros; ²Adimensional; ³Número por perfilho; ⁴Número por m²; ⁵Valor P para genótipos (tratamentos); ⁶Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Para a variável altura das plantas, o genótipo 00-123-1 apresentou a menor altura entre os genótipos, com 1,1 m. A cultivar Cameroon e os genótipos CNPGL 91-28-1 e CNPGL 93-41-1 apresentaram, estatisticamente, as maiores alturas. Para a cultivar Cameroon, Voltolini *et*

al. (2010) verificaram altura de 1,03 m, na condição de 95% de interceptação luminosa. No entanto, na pesquisa desses autores, o trabalho foi realizado em pastagens de capim-elefante manejada em pastejo rotacionado. Embora não haja informações no que diz respeito ao tempo de implantação da pastagem utilizada, é importante lembrar que a frequência do uso da forragem, no caso do pastejo rotativo, a frequência do pastejo influencia a estruturação da comunidade vegetal, o que certamente justifica essa diferença nas alturas da cultivar Cameroon nos diferentes trabalhos.

Os genótipos CNPGL 00-129-1 e 00-123-1 apresentaram, para a variável relação folha/colmo, comportamento similar aos das variáveis porcentagens de folha e de colmo + bainha (Tabela 1), ou seja, não diferiram entre si.

No tocante ao índice de área foliar, os genótipos CNPGL 91-28-1 e CNPGL 00-123-1, embora não tenham diferido dos demais genótipos, diferiram entre si, com os respectivos valores: 3,04 e 4,11 (Tabela 2). Voltolini *et al.* (2010) encontraram em pastagem de capim-elefante na condição de 95% de interceptação luminosa, valor intermediário de índice de área foliar igual a 3,80.

O genótipo CNPGL 00-123-1 não diferiu do genótipo CNPGL 00-129-1 quanto ao número de folhas vivas por perfilho, mas diferiu dos demais em avaliação; embora esses não tenham diferido do CNPGL 00-129-1 (Tabela 2). Ainda na Tabela 2, observam-se os resultados referentes à densidade populacional de perfilhos basais: o genótipo CNPGL 91-28-1 somente diferiu dos genótipos CNPGL 00-129-1 e CNPGL 00-123-1. Já a cultivar Cameroon não diferiu, para esta variável, de nenhum dos quatro genótipos. Segundo Andrade *et al.* (2005), a produtividade de uma gramínea forrageira decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar. Observa-se, realmente, que os genótipos CNPGL 00-123-1 e CNPGL 00-129-1, que apresentaram uns dos menores valores para produção (Tabela 1), também tiveram comportamento similar para as características número de folhas vivas por perfilho e densidade populacional de perfilhos basais (Tabela 2).

De acordo com o modelo conceitual das relações planta-animal no ecossistema pastagem, adaptado para plantas do clima tropical por Sbrissia e Silva (2001), as características estruturais de relação folha/colmo, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho são determinantes para o índice de área foliar. Este, por sua vez, determina a quantidade da luz interceptada pelo dossel, influenciando, assim, características morfogênicas como alongamento de colmo e aparecimento de folha.

Para comprimento e largura da folha e diâmetro do colmo também houve diferença entre os genótipos (Tabela 3).

Tabela 3 – Comprimento e largura da folha e diâmetro do colmo de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	Comprimento da folha	Largura da folha	Diâmetro do colmo
CNPGL 00-123-1	77,37 b	2,95 a	12,53 a
CNPGL 00-129-1	85,45 ab	2,24 b	10,35 b
CNPGL 93-41-1	86,89 ab	2,81 ab	12,70 a
CNPGL 91-28-1	87,32 ab	2,75 ab	12,48 a
Cameroon	94,76 a	3,30 a	13,13 a
Valor P ³	ns	0,0049	0,0122
Valor P ⁴	0,0890	0,0588	ns
CV (%)	6,05	9,86	7,44

¹Expresso em cm; ²Expresso em mm; ³Valor P para genótipos (tratamentos); ⁴Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

No que se refere ao comprimento da folha, a cultivar Cameroon apresentou o maior valor para comprimento (94,76 cm), porém apenas foi observada diferença significativa entre ela e o genótipo CNPGL 00-123-1, que apresentou o menor valor para a característica em questão: 77,37 cm. Entre os outros genótipos não houve diferença estatística.

Segundo Silva *et al.* (2010), o comprimento e a largura da folha estão relacionados ao índice de área foliar da comunidade forrageira, que indica a capacidade do dossel em interceptar luz solar para realizar fotossíntese para manutenção e crescimento das plantas. Embora o genótipo CNPGL 00-123-1 tenha apresentado, em valor absoluto, o menor comprimento de folha, apresentou também o segundo maior valor de largura de folha e o maior valor de relação folha/colmo (Tabela 2), o que, certamente, foi responsável pelo seu destaque para índice de área foliar, 4,11 (Tabela 2).

Para diâmetro do colmo, apenas o genótipo CNPGL 00-129-1 diferiu dos outros e apresentou o menor diâmetro: 10,35 mm. Os valores observados neste trabalho são intermediários aos valores encontrados na pesquisa de Silva *et al.* (2010), que observaram

uma variação de 7,35 a 15,75 mm, ao avaliarem caracteres morfológicos de 54 clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco a intervalos de corte de 60 dias.

Conclusões

Embora, de um modo geral, os genótipos pesquisados não tenham apresentado superioridade em relação a cultivar comercial Cameroon, os genótipos CNPGL 00-123-1 e 00-129-1, mesmo sendo os menos produtivos, destacaram-se para algumas características estruturais, como altura e relação folha/colmo, o que permite recomendar suas avaliações em condições de pastejo.

Referências bibliográficas

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CASTRO, C. A. C. Início das chuvas na região Sudeste do Brasil: análise climatológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBMET, 2002. 1 CD-ROM

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S.; NASCIMENTO JR., D.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, D. H.; REIS, S. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-elefante “napier” adubado e irrigado. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p.150-159, jan./fev. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: 1990. 1117p.

BARBOSA, R. A. NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B., SILVA, S. C. da; ZIMMER, A. H.; TORRES JR., R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.329-340, mar. 2007.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf área index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v.38, p.1-9, 1968.

CORSI, M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 57-75.

FREITAS, E. V. **Caracterização de pastos, consumo e desempenho de vacas em pastagens de *Pennisetum* SP.** 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Pernambuco, PE, 2008. Disponível em: <<http://www.pgz.ufrpe.br/files/teses08/erivaldovianadefreitas.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2010.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1981. 440p.

RIBEIRO JR., J. I. **Análises estatísticas no SAEG.** Viçosa: UFV, 2001. 300p.

SBRISSIA, A. F., SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p.731-754.

SILVA, A. L. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR., J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; FREITAS, E. V.; CUNHA, M. V.; CUNHA, M. C. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2132-2140, 2010.

VOLTOLINI, T. V. **Adequação proteica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2006.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A.; IMAIZUMI, H. Características produtivas e qualitativas de genótipos de capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010.

4.2 Composição química e degradabilidade *in vitro* de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química, bem como o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados, e a degradabilidade *in vitro*, pela técnica de produção cumulativa de gases, de cinco genótipos de capim-elefante: CNPGL 00-123-1, CNPGL 00-129-1, CNPGL 93-41-1, CNPGL 91-28-1 e a cultivar Cameroon. As avaliações dos genótipos foram realizadas na condição de 95% de interceptação luminosa pelo dossel forrageiro. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos ao acaso, com 4 repetições. Foi realizada análise de covariância, considerando a idade de corte, em dias, a covariável medida, e adotou-se $\alpha = 0,05$. O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes/RJ. Os genótipos não apresentaram diferenças significativas para teores de matéria seca, extrato etéreo e cinzas. Os genótipos CNPGL 00-123-1 e 93-41-1 apresentaram os maiores teores de proteína bruta, respectivamente, 11,33 e 9,69%. Também foi observada diferença estatística para aFDN_{mo} e lignina. Para as frações de carboidratos não foi verificada diferença para frações A+B₁, B₂ e CNF (carboidratos não fibrosos). Para a fração C, os genótipos CNPGL 00-129-1 e 93-41-1 diferiram entre si, enquanto que os genótipos CNPGL 00-123-1 e 91-28-1 apresentaram-se diferentes para o teor de carboidratos totais (CHT). Para as frações nitrogenadas diferenças foram verificadas para as frações B₃ e C. Os parâmetros cinéticos não se apresentaram diferentes entre os genótipos com exceção para latência, uma vez que os genótipos CNPGL 00-123-1 e a cultivar Cameroon diferiram entre si, com os seguintes valores, 2,6 e 4,6 horas, respectivamente.

Palavras-chave: frações de carboidratos, frações proteicas, proteína bruta, parâmetros cinéticos.

Chemical composition and *in vitro* degradability of elephant grass genotypes with 95% of active photosynthetic radiation interception

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition, as well as the fractioning of carbohydrates and nitrogenous compounds, and the *in vitro* degradability, through the technique of cumulative gas production, of five elephant grass genotypes: CNPGL 00-123-1, CNPGL 00-129-1, CNPGL 93-41-1, CNPGL 91-28-1 and cultivar Cameroon. The evaluations of genotypes were conducted at 95% light interception by the forage sward. The experimental design adopted was of completely randomized blocks, with 4 replicates. Covariance analyses was performed, considering the age of cutting, in days, as the covariable measured, and $\alpha = 0.05$. The experiment was conducted in the sector of Forages and Nutrition of Ruminants at Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, in Campos dos Goytacazes/RJ, Brazil. The genotypes did not present significant differences for the contents of dry matter, ether extract and ash. Genotypes CNPGL 00-123-1 and 93-41-1 presented the highest contents of crude protein: 11.33 and 9.69%, respectively. Statistical difference was also observed for aNDFom and lignin. For the carbohydrate fractions, no difference was observed for fractions AND+B₁, B₂ and NFC (non-fibrous carbohydrates). For fraction C, genotypes CNPGL 00-129-1 and 93-41-1 were different from each other, whereas genotypes CNPGL 00-123-1 and 91-28-1 showed to be different for the total carbohydrate (TCH) content. For nitrogenous fractions, differences were verified for fractions B₃ and C. Kinetic parameters were not different between the genotypes, except for lag time, once genotypes CNPGL 00-123-1 and cultivar Cameroon differ from each other, with the following values: 2.6 and 4.6 hours, respectively.

Key words: carbohydrate fractions, crude protein, kinetic parameters, protein fractions

Introdução

O capim-elefante destaca-se por sua alta produção de matéria seca por unidade de área e pelo equilíbrio nutritivo, sendo cultivado em todo o Brasil, resistindo às condições climáticas desfavoráveis, como seca e frio (QUEIROZ FILHO *et al.*, 2000).

No sistema de produção animal o aspecto nutricional é quem mais onera o custo de produção, além de ser o fator, talvez, mais importante a afetar o desempenho animal. Não basta, portanto, que uma gramínea forrageira seja potencialmente produtiva em termos de matéria seca; seu valor nutricional deve ser elucidado de modo que sirva como ponto de partida para um manejo nutricional adequado, e, desse modo, possibilitar a quantificação do desempenho animal.

A avaliação da composição química de genótipos de capim-elefante permite a identificação de materiais que se destaquem para tal característica e permitam, assim, melhor custo/benefício (LIMA *et al.*, 2008).

Além dos nutrientes comumente analisados, como proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, extrato etéreo e matéria mineral, o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados também tem sido realizado. Essas frações são usadas para computar a quantidade de nutrientes disponíveis para dar suporte à fermentação ruminal para cada um dos grupos de micro-organismos do rúmen (SNIFFEN *et al.*, 1992). Como parâmetro de qualidade da forragem, além da composição química, a sua digestibilidade também se apresenta como tal. O conhecimento a respeito da degradabilidade de determinado alimento possibilita a adequação de dietas que podem otimizar o desempenho produtivo, reduzir os custos de produção e as perdas energéticas e de compostos nitrogenados ligados à digestão e metabolismo dos nutrientes (RUSSEL *et al.*, 1992).

O momento da utilização da forragem, seja por pastejo ou corte, influencia a qualidade, em termos nutricionais, do material colhido. Para monitorar o melhor momento para utilização da forragem, tem-se utilizado com eficácia o conceito de índice de área foliar ótimo, condição na qual o dossel de uma comunidade forrageira atinge 95% de interceptação luminosa. Nesse momento, a cultura apresenta-se com seu máximo valor da taxa de crescimento (BROWN; BLASER, 1968); momentos subsequentes reduzem a taxa de acúmulo da forragem, ocorrendo, assim, declínio na proporção de folhas e aumento na proporção de colmos e material morto (VOLTOLINI, 2006).

O conceito de conversão da radiação fotossinteticamente ativa em forragem foi originalmente descrito e aplicado com sucesso em plantas de clima temperado e se mostrou

efetivo e válido também para gramíneas tropicais, uma vez que mostrou relação análoga com variáveis como acúmulo de forragem, especialmente folhas, e valor nutritivo da forragem produzida (SILVA, 2004).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química, bem como as frações de carboidratos e compostos nitrogenados, e a degradabilidade *in vitro* de genótipos de capim-elefante na condição de 95% de interceptação luminosa pelo dossel.

Material e métodos

Localização e instalação do experimento

O experimento foi conduzido durante o período de agosto de 2010 a março de 2011, no campo experimental do Setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes, do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no município de Campos dos Goytacazes/RJ. Este se localiza a 21°44'47'' de latitude Sul, 41°18'24'' de longitude Oeste e altitude 11 m do nível do mar, região fisiográfica do norte do Estado do Rio de Janeiro, em um solo classificado como latossolo amarelo, distrófico e de textura arenosa. A análise do solo na área experimental indicou: pH 5,6; fósforo (mg/dm³) 28,75; potássio (mg/dm³) 68; Ca+Mg (cmol_c/dm³) 3,72; V (saturação por bases; %) 59,25; e matéria orgânica (g/dm³) 23,9, não sendo necessária a correção da acidez do solo.

Conforme o sistema de classificação Köppen (1948 citado por OMETTO, 1981), o clima da região norte-fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão, com precipitação anual em torno de 1020 mm.

Foram avaliados a cultivar Cameroon e quatro novos genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum): CNPGL 00-123-1; CNPGL 00-129-1; CNPGL 93-41-1 e CNPGL 91-28-1, devidamente registrados no banco ativo de germoplasma – da RENACE (Rede nacional de avaliação de capim-elefante) da EMBRAPA – Gado de Leite.

Os capins foram plantados por meio de colmos inteiros, em sulcos espaçados com 0,5 m entre si, em canteiros medindo 3,0 x 2,0 m. Na ocasião do plantio foi realizada adubação nos sulcos com 100 kg de P₂O₅/ha e 25 kg de micronutrientes FTE/ha. Antes do início do período da coleta das amostras, foi realizado um corte de uniformização, a 15 cm do solo, 90 dias após o plantio. Um segundo corte de uniformização foi realizado após 60 dias do primeiro, permitindo um tempo mínimo de adaptação das parcelas ao regime de corte. Ambos

os cortes de uniformização foram seguidos de adubação de cobertura com 50 kg de N/ha e 60 kg de K₂O/ha.

O delineamento adotado foi o de blocos completos ao acaso, com 4 repetições e 5 tratamentos, como segue: CNPGL 00-123-1; CNPGL 00-129-1; CNPGL 93-41-1; CNPGL 91-28-1 e Cameroon.

No total, o experimento contou com 20 unidades experimentais cuja área foi de 6 m² por parcela. Para fins de amostragem 1 m² da área central da parcela foi cortada. As unidades experimentais foram distanciadas entre si em 1,0 m, e os blocos em 2,0 m. Um único corte, para fins de avaliação, foi realizado a 15 cm do solo, quando o dossel forrageiro de cada capim (genótipo) atingiu 95% de interceptação luminosa.

Monitoramento da interceptação luminosa

O monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel teve início após o segundo corte de uniformização, e foi realizado na condição pré-corte, em intervalos de sete dias. Quando o nível de interceptação luminosa estava próximo da meta estabelecida (95%), a frequência de monitoramento foi aumentada, com avaliações realizadas a cada três dias. Nas avaliações foi utilizado aparelho analisador de dossel (AccuPAR LP-80; Decagon Devices), com o qual foram realizadas leituras em dez pontos de amostragem (ponto médio entre linhas) por unidade experimental. Em cada ponto foram realizadas três leituras (média de cinco leituras instantâneas) no solo (BARBOSA *et al.*, 2007).

Preparo das amostras para análises laboratoriais

Os materiais colhidos seguiram para o Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias da UENF para as determinações propostas.

De cada material colhido foram retiradas sub-amostras de 1 kg de matéria verde aproximadamente. Depois de pesadas, as amostras foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C durante 72 horas e pesadas novamente para determinação da amostra seca ao ar (ASA).

As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo faca com peneiras com porosidade de 1 mm de diâmetro e acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado. A secagem da amostra em estufa a 105°C (ASE) foi realizada e finalmente o teor de matéria seca total (MS) foi contabilizado (AOAC 967.03; AOAC 1990).

As amostras de forragem foram analisadas quanto ao teor de cinzas (AOAC 942.05; AOAC, 1990), extrato etéreo (AOAC, 1990) e teor de proteína bruta (AOAC 984.13 e AOAC 2001.11), incluindo a correção da perda de N com a análise de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ e Lisina-HCl (AOAC, 1990; THIEX; MANSON, 2002).

Para a determinação da aFDN_{mo} (fibra insolúvel em detergente neutro tratada com α -amilase termoestável (*Termamyl 2X*, Novozymes) e sulfito de sódio), seguiu-se a padronização de Mertens (2002); enquanto que para a determinação dos teores de lignina ácido sulfúrico a 72%, foi utilizado o método oficial (973.18) da AOAC (1990), seguindo a sequência DN \rightarrow DA.

O cálculo dos carboidratos totais (CT) foi feito subtraindo-se de 100 os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) expressos na matéria seca, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{(Eq. 1)} \rightarrow \text{CT} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM})$$

As frações de carboidratos foram obtidas pelas equações abaixo, descrita por Sniffen *et al.* (1992):

$$\text{(Eq. 2)} \rightarrow \text{Fração C} = 2,4 \times \text{Lignina (\% na MS)} \times 100/\text{CT}$$

$$\text{(Eq. 3)} \rightarrow \text{Fração B}_2 = \{[\text{FDN}_{\text{cp}} - 2,4 \times \text{Lignina}] \times 100\} / \text{CT}$$

em que: FDC_{cp} = resíduo insolúvel em detergente neutro isento de cinzas e proteínas, expresso na base da matéria seca; Lignina idem.

$$\text{(Eq. 4)} \rightarrow \text{CNF (carboidratos não fibrosos)} = \text{CT} - \text{FDN}_{\text{cp}}$$

$$\text{(Eq. 5)} \rightarrow \text{Fração A} + \text{B}_1 = \text{CNF} \times 100/\text{CT}$$

O fracionamento dos compostos nitrogenados contidos nas amostras dos capins (genótipos) foi realizado a partir dos procedimentos padronizados por Licitra *et al.* (1996) e adaptados por Malafaia e Vieira (1997).

A cinética digestiva foi estimada pela técnica *in vitro* da produção cumulativa de gases (MENKE *et al.*, 1979), com modificações descritas por Malafaia *et al.* (1999). Cerca de 0,5 g de amostra seca ao ar dos capins (genótipos) foram pesados e transferidos para frascos de vidro âmbar de 100 mL. As amostras foram incubadas com 40 mL de solução de meio

reduzida (GOERING; VAN SOEST, 1970) e 10 mL de inóculo ruminal, sob aspersão de CO₂ para que as condições anaeróbicas fossem garantidas. Os frascos foram vedados com tampa de borracha e lacre de alumínio. O inóculo ruminal foi obtido de um bovino castrado Holandês x Zebu, de 6 anos e de 550 kg aproximadamente, mantido em pastagem de *Brachiaria brizantha* durante o período seco e suplementado *ad libitum* com cana-de-açúcar picada (*Saccharum* spp.), e 1 kg/dia de concentrado contendo 290 g/kg de farelo de soja, 680 g/kg de milho moído e 30 g/kg de sal mineral comercial. O líquido e as partículas fibrosas (*fibrous mat*) do conteúdo ruminal foram coletados separadamente para preencher garrafas térmicas completamente. Aproximadamente 250 g de partículas fibrosas foram então misturadas em liquidificador por 60 s com 500 mL de líquido ruminal sob contínua aspersão de CO₂ e posteriormente filtradas por meio de 4 camadas de gaze. O inóculo filtrado foi adicionado à solução de meio reduzida na proporção 4:1 e a solução final mantida a 39°C e aspersão de CO₂ até a transferência para os frascos. Após serem hermeticamente fechados, os frascos foram acondicionados em banho-maria à temperatura de 39°C.

Os perfis de produção cumulativa de gases foram obtidos utilizando-se um dispositivo não automático, similar ao utilizado por Malafaia *et al.* (1999). O dispositivo continha um manômetro de 0-8 psi (incrementos de 0,05) que foi preso a uma válvula de plástico de três vias. Uma das vias da válvula foi conectada a um tubo de silicone (diâmetro de 5 mm, 1,5 m de comprimento) com uma agulha de calibre 20 presa à extremidade solta do tubo. A terceira via foi conectada a outro tubo de silicone (diâmetro de 5 mm, 1,3 m de comprimento), ao topo de uma pipeta graduada (25 mL; incrementos de 0,1 mL), que, por sua vez, teve sua extremidade cônica ligada à extremidade cilíndrica de um funil de separação tipo pera. O funil e a pipeta foram presos a um suporte de para ficarem em posição estática e vertical. O sistema foi preenchido por meio de um funil com 0,1 g/L de solução de resazurina para marcar o “zero” (menisco) da pipeta pela utilização do princípio de vasos comunicantes.

As leituras de pressão e volume de gás foram realizadas inserindo a agulha de calibre 20, ligada à extremidade solta de um dos tubos, por meio da tampa de borracha que vedava os frascos. O volume de gás produzido era lido depois de mudar a posição da válvula plástica de três vias, que permitia o deslocamento, de cima para baixo, da solução de resazurina pela pipeta. Mesmo assim, o deslocamento do volume na pipeta somente era permitido se houvesse leitura de pressão, caso contrário, a via da válvula para a pipeta era mantida fechada. Leituras de pressão e volume foram realizadas nos seguintes tempos: 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 horas. Com o somatório do volume de gás para cada tempo de leitura, foram estabelecidos os perfis de degradação (curvas de produção cumulativa de

gases). Leituras de volume foram expressos em mL/0,1 g de MS (matéria seca). Incubações em branco não foram realizadas.

Os perfis de degradação gerados exibiram quatro diferentes formas de acordo com as diferentes amostras. Portanto, quatro diferentes modelos propostos por Zwietering *et al.* (1990) e Schofield *et al.* (1994) foram ajustados:

$$\text{(Eq. 6)} \rightarrow V_t = V_f [1 - \exp(-kt)] + \varepsilon$$

$$\text{(Eq. 7)} \rightarrow V_t = 0, 0 \leq t \leq L; V_t = V_f [1 - e^{-k(t-L)}], t > L + \varepsilon$$

$$\text{(Eq. 8)} \rightarrow V_t = V_f \exp\{-e^{[1+k \exp(1)(L-t)]}\} + \varepsilon$$

$$\text{(Eq. 9)} \rightarrow V_t = V_{f1} \exp\{-e^{[1+k_1 e(L-t)]}\} + V_{f2} \exp\{-e^{[1+k_2 e(L-t)]}\} + \varepsilon$$

A variável V_t representa a produção cumulativa de gás ao longo do tempo (t) para as Eq. (6-9). Para as Eq. (6-7) V_f é o volume de gás assintótico alcançado para uma quantidade de substrato, k (1/h) é a taxa de produção cumulativa de gás inferida como a taxa de digestão do substrato, e L é o tempo de latência discreta (h). A Eq. 9 é um modelo de dois *pools* que foi proposto para ajustar formas sigmóides nas quais há duas produções assintóticas de volume de gás (V_{f1} e V_{f2}), de rápida e de lenta digestão, às taxas fracionárias k_1 e k_2 (1/h) depois de uma latência comum para ambos os *pools* (L , h). O termo e é a base dos logaritmos naturais (Eq. 7 e 9), e ε corresponde erro aleatório para as Eq. (6-9).

Para a realização dos ajustes dos modelos pré-estabelecidos aos perfis, foi utilizado o processo iterativo do algoritmo de Marquadt, implantado no SAS (Statistical *Analysis System*; versão 9.1). Uma vez que as somas dos quadrados dos resíduos foram obtidas para os modelos pré-estabelecidos como resultados do programa SAS, a verossimilhança dos modelos foi avaliada de acordo com o critério de informação de Akaike corrigido ($AICc_r$; AKAIKE, 1974; BURNHAM; ANDERSON, 2004) observadas as recomendações sugeridas por Vieira *et al.* (2012). O $AICc_r$ do r -ésimo modelo foi calculado a partir da soma de quadrados do respectivo resíduo (SSE_r), o número de parâmetros estimados incluindo a variância residual (θ_r) e o tamanho da amostra utilizada (n_r). Então, as diferenças entre os valores de $AICc_r$ (Δ_r), as probabilidades de verossimilhança (W_r) e as razões de evidência de superioridade dos modelos com menores $AICc_r$ foram computados da seguinte maneira:

$$AICc_r = n_r \ln(SSE_r/n_r) + 2\theta_r + 2\theta_r(\theta_r + 1)/n_r - \theta_r - 1;$$

$$\Delta_r = AICc_r - \min AICc_r;$$

$$w_r = \exp(-\Delta_r/2) / \sum_{r=1}^R \exp(-\Delta_r/2)$$

$$ER_r = (\max w_r) / w_r$$

A natureza sigmoïdal das curvas de produção de gases ajustou-se  equao 4, ou seja, ao modelo bicompartimental, onde dois *pools* distintos descrevem o volume acumulado total (Vf), conforme descrito por Schofield *et al.* (1994).

Análise estatística

Os resultados referentes aos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, lignina, FDN, aos fracionamentos de carboidratos e compostos nitrogenados, e aos parâmetros cinéticos digestivos foram submetidos à análise de covariância, utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.0 (RIBEIRO JR., 2001), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = Observao referente ao genótipo i no bloco j ;

m = Média geral;

t_i = Efeito do genótipo i , $i = 1, 2, \dots, 5$;

b_i = Efeito do bloco i , $i = 1, 2, \dots, 4$;

β = Coeficiente de regressão linear;

X_{ij} = Covariável medida (idade do corte em dias) no genótipo i no bloco j , $j = 1, \dots, 4$; e

e_{ij} = Erro experimental associado  observao Y_{ij} .

Resultados e discussão

As mdias das idades dos cortes, em dias (na condio de 95% de interceptao luminosa pelo dossel), para os genótipos CNPGL 00-123-1, CNPGL 00-129-1, CNPGL 93-41-1, CNPGL 91-28-1 e a cultivar Cameroon, foram, respectivamente, de: 38; 48,5; 50,8; 52; e 53,3 dias.

Não houve diferença entre os genótipos para os teores de matéria seca, extrato etéreo e cinzas (Tabela 1). Silva *et al.* (2007), estudando o valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota (33, 48, 63, 78 e 93 dias), obtiveram valores médios próximos aos desta pesquisa para os teores de matéria seca, extrato etéreo e cinzas, respectivamente, 13,08, 2,34 e 11,82%.

Para proteína bruta, os genótipos CNPGL 00-123-1 e CNPGL 93-41-1 não diferiram entre si, porém o genótipo CNPGL 00-123-1 diferiu dos demais genótipos em avaliação (Tabela 1). Silva e Nascimento Jr. (2007), citando alguns trabalhos (BUENO, 2003; DIFANTE, 2005) afirmaram que, de uma maneira geral, a forragem consumida quando os pastejos são realizados com 95% de interceptação luminosa é caracterizada por concentrações de proteína bruta da ordem de 14 a 18%.

Tabela 1 – Teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, aFDNm e lignina de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	MS ¹	PB ²	EE ³	Cinzas ⁴	aFDNm ⁵	Lignina ⁶
CNPGL 00-123-1	15,11 a	11,33 a	2,47 a	9,35 a	56,91 b	3,19 b
CNPGL 00-129-1	15,90 a	9,21 b	2,00 a	9,81 a	64,13 ab	4,17 a
CNPGL 93-41-1	13,97 a	9,69 ab	2,92 a	10,33 a	69,77 a	2,92 b
CNPGL 91-28-1	13,70 a	8,87 b	2,54 a	9,03 a	66,54 ab	3,49 ab
Cameroon	13,53 a	9,07 b	2,29 a	9,62 a	67,31 a	3,25 ab
Valor P ⁷	0,0799	ns	0,3013	0,0992	0,2337	0,0186
Valor P ⁸	0,0096	0,0142	ns	0,300	ns	0,3347
CV (%)	7,45	8,15	24,87	8,14	6,71	12,31

¹ Expresso em % na MN (matéria natural); ² Proteína bruta (% na MS); ³ Extrato etéreo (% na MS); ⁴ (% na MS); ⁵ Fibra insolúvel em detergente neutro tratada com amilase termoestável e sulfito de sódio, isenta de cinzas (% na MS); ⁶ Lignina Ácido Sulfúrico 72% (DN→DA; % na MS); ⁷ Valor P para genótipos (tratamentos); ⁸ Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Valores bem menores foram observados neste trabalho, mas é importante ressaltar a diferença entre as espécies estudadas. Bueno (2003) e Difante (2005) trabalharam, respectivamente, com capim-Mombaça e capim-Tanzânia.

Para o teor de aFDN_{mo} também houve diferença entre os genótipos (Tabela 1). A cultivar Cameroon e os genótipos CNPGL 91-28-1, CNPGL 00-129-1 e CNPGL 93-41-1 não diferiram entre si. Já o genótipo CNPGL 00-123-1 diferiu apenas do genótipo CNPGL 93-41-1 e da cultivar Cameroon. O valor médio de aFDN_{mo} encontrado neste trabalho (64,93%) foi bem próximo do valor médio do estudo de Silva *et al.* (2007), 66,97%, embora as metodologias utilizadas para a estimação dos teores tenham sido diferentes. A média da idade do corte, em dias, para todos os genótipos avaliados nesta experimentação, foi de 48,5 dias. Comparando o valor médio de FDN obtido neste trabalho (64,93%) com o valor obtido no capim-elefante com 48 dias (63,47%), na pesquisa de Silva *et al.* (2007), observa-se ainda maior proximidade. O valor de aFDN_{mo} aqui obtido também foi similar ao encontrado por Voltolini *et al.* (2010), que avaliaram a composição química de capim-elefante manejado em pastejo rotativo com intervalo fixo e variável, de acordo com a interceptação luminosa. Eles observaram, na condição de 95% de interceptação luminosa, 65,07% de FDN com base na matéria seca.

Para o teor de lignina, também foi observada diferença significativa entre os genótipos (Tabela 1). O genótipo CNPGL 00-129-1 somente diferiu dos genótipos CNPGL 00-123-1 e CNPGL 93-41-1, e esses não diferiram da cultivar Cameroon e do genótipo CNPGL 91-28-1. O valor médio para lignina foi de 3,40% com base na matéria seca, bem abaixo dos valores observados por Voltolini *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2007), respectivamente 6,50 (95% de interceptação luminosa) e 6,08% (48 dias de rebrota).

Fracionamento de carboidratos

Para o teor de carboidratos totais houve diferença entre os genótipos (Tabela 2). O genótipo CNPGL 91-28-1 diferiu apenas do genótipo CNPGL 00-123-1, e esse não diferiu do restante dos genótipos em avaliação. O valor médio de carboidratos totais observado neste estudo foi de 78,30%, valor intermediário aos valores observados por Cabral *et al.* (2000) e por Lacerda *et al.* (2004). Para as frações A+B₁, B₂ e CNF (carboidratos não fibrosos) não houve diferença entre os genótipos (Tabela 2). O genótipo CNPGL 00-123-1 apresentou 28,36% da fração A+B₁, o que pode ser justificado pelos seus teores de lignina (3,19%) e FDN (56,91%): menores teores, em valores absolutos, entre os genótipos.

Lima *et al.* (2008) avaliaram as frações de carboidratos de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota e encontraram, para a cultivar Cameroon, 5,50% de fração A+B₁, 82,0% de B₂, 12,5% de fração C e 4,47% de carboidratos não fibrosos (CNF). Os valores

observados por Lima *et al.* (2008) para as frações B₂ e C foram superiores aos da presente pesquisa, mas se deve lembrar que a cultivar Cameroon aqui, colhida com 95% de interceptação luminosa, apresentou idade média do corte de 53,3 dias e altura 1,7 m. No trabalho de Lima *et al.* (2008) a cultivar Cameroon apresentou 2,27 m de altura, o que certamente ocasionou o incremento das frações discutidas acima. Conseqüentemente, essa cultivar, na avaliação de Lima *et al.* (2008), apresentou menores teores das frações A+B₁ (5,50%) e CNF (4,47%) em relação a este estudo.

Tabela 2 – Frações dos carboidratos e teores de carboidratos não fibrosos e carboidratos totais de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	A + B ₁ ¹	B ₂ ¹	C ¹	CNF ²	CHT ²
CNPGL 00-123-1	28,36 a	61,68 a	9,96 ab	21,83 a	76,85 b
CNPGL 00-129-1	18,60 a	68,74 a	12,66 a	14,75 a	78,98 ab
CNPGL 93-41-1	15,61 a	75,29 a	9,10 b	12,03 a	77,07 ab
CNPGL 91-28-1	18,33 a	71,14 a	10,52 ab	14,58 a	79,56 a
Cameroon	16,59 a	73,54 a	9,87 ab	13,12 a	79,02 ab
Valor P ⁴	ns	ns	0,0318	ns	0,0723
Valor P ⁵	0,0488	0,0351	ns	0,0541	ns
CV (%)	39,12	9,49	12,62	40,86	1,46

¹Expressas em % dos CHT (carboidratos totais); ²Carboidratos não fibrosos (% na MS); ³Carboidratos totais (% na MS); ⁴Valor P para genótipos (tratamentos); ⁵Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Para a fração C, o genótipo CNPGL 00-129-1 diferiu apenas do genótipo CNPGL 93-41-1, e este, por sua vez, não diferiu dos outros três genótipos do estudo. Numericamente, o genótipo CNPGL 00-129-1 apresentou a maior porcentagem da fração C, que corresponde ao resíduo indigerível ou indisponível, certamente devido ao seu maior teor (valor absoluto) de lignina (4,17% com base na matéria seca).

Fracionamento dos compostos nitrogenados

Não foi observada diferença entre os genótipos para as frações A e B₁ dos compostos nitrogenados (Tabela 3). Lima *et al.* (2008) também não observaram diferenças entre os genótipos que foram avaliados aos 56 dias de rebrota, para essas frações. Nesse trabalho, foram observados valores variando de 32,8 a 39,2% de fração A, valores superiores aos observados na Tabela 3. Já para a fração B₁ os valores observados foram inferiores aos encontrados por Lacerda *et al.* (2004) e Lima *et al.* (2008), cujos valores variaram, respectivamente, de 2,02 a 6,30% e de 9,8 a 36,4% na proteína bruta.

Para a fração B₂ o CNPGL 00-123-1 apresentou o menor valor, diferindo dos demais genótipos. Para a fração B₃ e C houve diferença entre os genótipos. As frações B₂ e B₃, de taxa de degradação lenta, que correspondem às proteínas insolúveis, variaram, respectivamente, de 26,50 a 36,37% e de 20,16 a 38,12%. Os resultados da fração B₂ foram similares aos resultados de Lima *et al.* (2008), que observaram variação para essa fração de 33,3 a 38,7%.

Tabela 3 – Frações de compostos nitrogenados de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	A ¹	B ₁ ¹	B ₂ ¹	B ₃ ¹	C ¹
CNPGL 00-123-1	27,66 a	0,40 a	26,50 b	38,12 a	7,31 b
CNPGL 00-129-1	23,17 a	0,78 a	33,83 a	30,81 ab	11,41 ab
CNPGL 93-41-1	29,04 a	1,10 a	34,37 a	23,64 bc	11,85 ab
CNPGL 91-28-1	24,73 a	1,61 a	36,37 a	20,16 c	17,13 a
Cameroon	27,20 a	0,34 a	34,21 a	23,09 bc	15,17 a
Valor P ²	0,2834	ns	0,3505	0,0413	0,0827
Valor P ³	ns	ns	0,1350	0,2687	ns
CV (%)	14,43	152,26	8,22	14,37	24,53

¹Expressas em % na PB (proteína bruta); ²Valor P para genótipos (tratamentos); ³Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Para a fração B₃, os genótipos CNPGL 00-123-1 e CNPGL 00-129-1 foram superiores ao CNPGL 91-28-1. Para os demais genótipos não houve diferença para a fração em questão,

de proteínas insolúveis (B_3). Também foi verificada diferença entre os genótipos para a fração C com o genótipo CNPGL 00-123-1, que apresentou o menor valor (7,31% na PB) e que diferiu da cultivar Camerom e do CNPGL 91-28-1, porém, não diferindo dos genótipos CNPGL 00-129-1 e CNPGL 93-41-1.

Lacerda *et al.* (2004) verificaram uma variação anual para a fração C em capim-elefante cortado a 1,80 m de altura, valores variando de 9,1 a 12,7%, intermediários aos apresentados na Tabela 3, cuja variação foi de 7,31 a 15,17% (com uma variação de 1,1 a 1,7 m de altura entre os genótipos). No entanto, Lima *et al.* (2008), mesmo colhendo o material para análise aos 56 dias de rebrota (o presente estudo apresentou idade média do corte de 48,5 dias), observaram valores bastante inferiores, variando de 4,58 a 6,24%.

Parâmetros cinéticos de degradação ruminal

Não houve diferença entre os parâmetros cinéticos dos genótipos, com exceção para a latência (Tabela 4).

Em média, os carboidratos não fibrosos (CNF) contribuíram com aproximadamente 43% no volume total de gás produzido, sendo que o genótipo CNPGL 00-123-1 apresentou, numericamente, o maior volume de gás produzido pelos CNF, e também, a maior porcentagem de CNF (21,83% na MS). Dessa forma, pode-se inferir que, no genótipo CNPGL 00-123-1, a fração CNF seja a principal fonte de energia para o crescimento microbiano no rúmen, pois a contribuição dessa fração no volume total de gás produzido foi maior que 50%.

Já a contribuição da fração B_2 , de lenta degradação, situou-se, em média, em torno de 57%. Embora também não tenha sido verificada diferença para o parâmetro Vf_2 (volume de gás da fração de lenta degradação - B_2) observa-se uma variação menos expressiva nos valores de tal. Todos os genótipos, com exceção do CNPGL 00-123-1, apresentaram mais de 50% de contribuição da fração B_2 no volume total de gás produzido. Nesses materiais, portanto, a fração B_2 é a principal fonte de energia para o crescimento microbiano.

Tabela 4 – Parâmetros cinéticos de degradação ruminal *in vitro* pela técnica de produção cumulativa de gases de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Genótipos	Vf ₁ (mL) ¹	k ₁ (h ⁻¹) ¹	Vf ₂ (mL) ¹	k ₂ (h ⁻¹) ¹	L (h) ¹
CNPGL 00-123-1	11,08 a	0,0884 a	9,48 a	0,0203 a	2,6 b
CNPGL 00-129-1	8,61 a	0,0920 a	10,67 a	0,0244 a	3,7 ab
CNPGL 93-41-1	8,46 a	0,0929 a	11,00 a	0,0277 a	3,7 ab
CNPGL 91-28-1	6,12 a	0,1173 a	12,84 a	0,0361 a	4,0 ab
Cameroon	7,95 a	0,0884 a	12,36 a	0,0266 a	4,6 a
Valor P ²	0,2437	0,4243	0,1886	0,3775	0,3343
Valor P ³	ns	ns	0,2725	ns	ns
CV (%)	27,35	18,69	16,55	33,53	17,66

¹Vf₁: volume de gás oriundo da fração de rápida digestão (CNF); k₁ (h⁻¹): taxa de degradação dos CNF; L: latência; Vf₂: volume de gás da fração de lenta degradação (B₂); k₂ (h⁻¹): taxa de degradação da fração B₂. ²Valor P para genótipos (tratamentos); ³Valor P para a correlação “genótipo x covariável (idade do corte, em dias)”. a,b - Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Cabral *et al.* (2000) verificaram para o capim-elefante cultivar Cameroon, na primavera e no verão, com 42 e 63 dias de idade em ambas estações – contribuições bem menores da fração de rápida digestão – CNF (2,67 a 4,38 mL) –, que as observadas no presente trabalho. Vale lembrar que a idade média da cultivar Cameroon deste trabalho foi de 53,3 dias. No entanto, no trabalho daqueles autores, a taxa de degradação da fração CNF foi maior, em média 0,1365 h⁻¹. A contribuição da fração B₂ na pesquisade Cabral *et al.* (2000) foi similar ao do presente estudo, bem como sua taxa de degradação. Talvez a comparação entre os parâmetros cinéticos do presente trabalho com os resultados de Cabral *et al.* (2000) não seja devidamente apropriada, já que esses autores utilizaram modelo unicompartimental para a estimação dos parâmetros de degradação ruminal.

A latência, período em que ocorre a hidratação e colonização pelos micro-organismos do rúmen das partículas a serem degradadas, depende, além de outros fatores (mastigação, salivacão, etc.), da anatomia vegetal (JUNG; ALLEN, 1995). De acordo com Detmann *et al.* (2009), mesmo que este parâmetro seja estimado por um modelo bicompartimental, isto é, a latência seja comum aos dois compartimentos de digestão (fração CNF e B₂), pode-se afirmar

que a fração fibrosa é responsável pela maioria dos eventos envolvidos no processo da latência.

Observa-se, portanto, que o genótipo CNPGL 00-123-1, que diferiu apenas da cultivar Cameroon para o parâmetro em questão, apresentou o menor valor absoluto: 2,6 horas de latência. E não coincidentemente, esse genótipo apresentou também, numericamente, o menor teor de FDN (56,91% na MS) e também o segundo menor teor de lignina (3,19% na MS). Em contrapartida, a cultivar Cameroon, que apresentou 4,6 horas de latência, foi observada com um dos maiores teores de aFDN_{mo} e lignina, respectivamente, 67,31 e 3,25% (com base na matéria seca), corroborando a elevação da latência devida aos carboidratos de lenta digestão.

Conclusões

O genótipo CNPGL 00-123-1, seguido do CNPGL 93-41-1, apresentou os maiores teores de proteína bruta e também uns dos menores teores de lignina. O genótipo CNPGL 00-123-1 apresentou o menor teor da fração B₂ e um dos menores teores da fração C dos compostos nitrogenados. Esse genótipo também se destacou com um dos menores valores para latência.

Referências bibliográficas

AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* **19**, p.716-723. 1974.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: 1990. 1117p.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C. da; ZIMMER, A. H.; TORRES JR., R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.3, p.329-340, mar. 2007.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf área index in pasture growth. *Herbage Abstracts*, Farnham Royal, v.38, p.1-9, 1968.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mobaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2003.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods & Research**, v.33, p.261-304. 2004.

CABRAL, L. S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos *in vivo* e *in vitro***. 2002. 137p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG, 2002.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; SILVA, J. F. C.; VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, E. S. Frações de Carboidratos de Alimentos Volumosos e suas Taxas de Degradação Estimadas pela Técnica de Produção de Gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2087-2098, 2000 (Suplemento 1).

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: VI Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2007, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2007. p.1-48.

SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. p.346-381.

DETMANN, E.; SILVA, J. F. C.; MALDONADO, H. V.; HENRIQUES, L. T.; HADDAD, I. R. Cinética da degradação ruminal dos carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada: técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.149-158, 2009.

DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG, 2005.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses**. Washington: ARS-USDA Agriculture Handbook, 1975. 379p.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2774-2790, 1995.

LACERDA, P. D.; MALAFAIA, P. A. M.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUE, D. S.; VAN DER MADE, I. E.; FARIA, A. R. G. F. Variação anual da composição bromatológica de duas forrageiras cultivadas nas baixadas litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.523-529, 2004.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.57, p.347-358, 1996.

LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; ARAÚJO, S. A. C.; ROCHA, T. C.; COSTA, D. P. B. Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1928-1933, 2008.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M. Kinetic parameters of ruminal degradation estimated with a non-automated system to measure gas production. **Livestock Production Science**, v.58, n.1, p.65-73, 1999.

MALAFAIA, P. A. M.; VIEIRA, R. A. M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. **Anais...** Lavras: FAEPE, 1997. p.29-54.

MENKE, K. H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of agricultural Science**, v.93, p.217-222. 1979.

MERTENS, D. Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, 2002.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1981. 440p.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. do. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.69-74, 2000.

RIBEIRO JR., J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 300p.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E; PELL, A.N. Kinetic of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2980-2991, 1994.

SILVA, P. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; DETMANN, E.; PAIXÃO, M. L. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de

rebrotada e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.711-718, 2007.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

THIEX, N. J.; MANSON, H. Determination of Crude Protein in Animal Feed, Forage, Grain, and Oilseeds by Using Block Digestion with a Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.2, 2002.

VIEIRA, R. A. M.; CAMPOS, P. R. S. S.; SILVA, J. F. C.; TEDESCHI, L. O.; TAMY, W. P. Heterogeneity of the digestible insoluble fiber of selected forages in situ. **Animal Feed Science and Technology** (Print), v.171, p.154-166, 2012.

VOLTOLINI, T. **Adequação proteica em rações com pastagens ou com cana de açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim-elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras**. 2006. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2006.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A.; IMAIZUMI, H. Características produtivas e qualitativas de genótipos de capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010.

ZWIETERING, M. H.; JONGENBURGER, I.; ROMBOUTS, F. M.; VAN'T RIET, K. Modeling of the bacterial growth curve. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.56, p.1875-1881, 1990.

5 CONCLUSÕES GERAIS

O genótipo CNPGL 00-123-1 destacou-se para quase todas as características estudadas, principalmente altura, relação folha/colmo, proteína bruta, lignina, carboidratos não fibrosos e precocidade para atingir 95% de interceptação luminosa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi realizado utilizando-se o conceito de 95% de interceptação luminosa (índice de área foliar ótimo), o qual foi muito bem fundamentado em ecossistema de pastagem, cujas condições têm efeito sobre o comportamento ingestivo, consumo e desempenho dos animais em pastejo.

O capim-elefante, além das aptidões para ensilagem e pastejo, também pode ser utilizado para fins de corte, ou seja, em forma de capineira. Diferentes genótipos podem apresentar, portanto, características gerais distintas nesta condição (95% de interceptação luminosa), principalmente aqueles que não apresentam aptidão para pastejo. Portanto, a efetividade do conceito de 95% de interceptação luminosa para capineiras deveria ser avaliada.

Fatores como espaçamento, altura do corte ou resíduo, intensidade e frequência dos cortes ou pastejos, que determinam a resposta da planta ao corte ou pastejo, podem afetar as características gerais da forragem produzida neste momento conceitual, e deveriam ser considerados.

Além disso, o tempo de adaptação dos genótipos na região do experimento é demasiadamente importante, uma vez que materiais ainda não adaptados podem não expressar seu potencial máximo de produção.

Estudos de outras naturezas e complementares, visando à abordagem de outros fatores de variação das respostas das plantas, devem ser realizados.

ANEXOS

Possíveis implicações das idades de corte, em dias, de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Dados:

- Período de ocupação: 2 dias (VOLTOLINI *et al.*, 2010);
- Período de descanso: Idade observada, em dias, dos genótipos na presente pesquisa; e
- Período chuvoso (182 dias; baseado na informação de ALVES *et al.*, 2002).

Tabela – Possíveis implicações das idades de corte em dias de genótipos de capim-elefante a 95% de interceptação luminosa

Implicações	Genótipos				Cameroon
	CNPGL 00-123-1	CNPGL 00-129-1	CNPGL 93-41-1	CNPGL 91-28-1	
Idade de corte (dias)	38	48,5	50,8	52	53,3
Produção/Corte ou ciclo de pastejo (t de MS/ha)	4,1	5,5	6,1	6,5	6,7
Método de pastejo com lotação rotacionada					
PO + PD (dias)	40	50,2	52,8	54	55,3
Total de ciclos	4,6	3,6	3,4	3,4	3,3
Produção total	18,7	19,8	21,0	21,9	22,1
Produção total de PB (kg)	2,1	1,8	2,0	1,9	2,0
Produção total de aFDNom (kg)	10,6	12,7	14,7	14,6	14,8
Capineira					
Total de Cortes	4,8	3,8	3,6	3,5	3,4
Produção total	19,6	20,6	21,9	22,8	22,9
Produção total de PB (kg)	2,2	1,9	2,1	2,0	2,1
Produção total de aFDNom (kg)	11,2	13,2	15,2	15,1	15,4

PO: período de ocupação (2 dias); PD: período descanso (Idade de corte, dias).

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo que:

- Total de ciclos: Período chuvoso (182 dias)/ PO + PD (dias);
- Produção (t de MS/ha)/genótipo (Tabela 1; Trabalho 1, pág.);
- Produção total 1 (t de MS/ha): Total de ciclos x Produção/genótipo;
- Total de cortes: Período chuvoso (182 dias)/ Idade de corte (dias);
- Produção total 2 (t de MS/ha): Total de cortes x Produção/genótipo;
- Produção total de PB 1 e 2: (Teor de proteína bruta (Tabela 1; Trabalho 2, pág.) x Produção total 1 e 2)/100; e
- Produção total de aFDNom 1 e 2: (Teor de aFDNom (Tabela 1; Trabalho 2, pág.) x Produção total 1 e 2)/100.

Observação: situação hipotética, já que o intervalo de utilização da forragem, seja por corte ou pastejo, baseado no conceito de interceptação luminosa é variável.