

MARCO ANTÔNIO DE OLIVEIRA

CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS E VALOR NUTRITIVO DE
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS DO GÊNERO *Cynodon* SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO, FOTOPERÍODO, ADUBAÇÃO NITROGENADA E
IDADES DE REBROTA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para a
obtenção do título de “Doctor
Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2002

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

T

O48c

Oliveira, Marco Antônio de, 1972-

Características morfofisiológicas e valor nutritivo de 2002 gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota / Marco Antônio de Oliveira. – Viçosa :UFV, 2002.

142p. : il.

Orientador: Odilon Gomes Pereira

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Plantas forrageiras - Crescimento. 2. Plantas forrageiras - Morfogênese. 3. Plantas forrageiras - Valor nutritivo. 4. Plantas forrageiras - Adubação nitrogenada. 5. Plantas forrageiras - Irrigação. 6. Plantas forrageiras - Déficit hídrico. 7. Plantas forrageiras - Fotoperíodo. 8. *Cynodon*. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 633.2

CDD 20.ed. 633.2

MARCO ANTÔNIO DE OLIVEIRA

CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS E VALOR NUTRITIVO DE
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS DO GÊNERO *Cynodon* SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO, FOTOPERÍODO, ADUBAÇÃO NITROGENADA E
IDADES DE REBROTA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para a
obtenção do título de “Doctor
Scientiae”.

APROVADA: 20 de novembro de 2002.

Prof. José Cardoso Pinto
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Conselheiro)

Prof. Dilermando Miranda Fonseca

Prof. Domício do Nascimento Júnior

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Orientador)

A Deus, pela vida e pela saúde.

Aos queridos pais, Antônio e Maristela, pelo amor e pelo respeito.

Aos irmãos, Lígia, Evandro, Antônio Marcos, Marcelo e Fábio, pelo apoio.

Aos meus tios e primos, pelo bom convívio.

Ao sobrinho, João Pedro, exemplo de ternura, e à sua mãe Priscila.

A Claudineia, em especial, pelo apoio, pelo carinho e pelo respeito.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Odilon Gomes Pereira, pelo respeito, pelo profissionalismo e pela orientação durante a realização deste trabalho.

Ao professor José Cardoso Pinto, pelas críticas e sugestões apresentadas para o aprimoramento deste trabalho e pela amizade e respeito.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pelas críticas e sugestões e pela colaboração na realização das análises estatísticas.

Ao chefe do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), professor Aloísio Ricardo Pereira da Silva, pela liberação do Prof. José Cardoso Pinto para atuar como conselheiro deste trabalho.

Ao chefe do Departamento de Solos da UFLA, professor Antônio Eduardo Furtini Neto, pelo respeito e pela oportunidade de realização de parte do experimento nas instalações deste departamento.

Ao professor Valdemar Faquin do Departamento de Solos da UFLA, por permitir o uso da casa de vegetação para condução de parte do experimento.

Ao chefe do Departamento de Biologia da UFLA, professor José Donizeti Alves, pela amizade e pela oportunidade de realização de parte do experimento nas instalações deste departamento.

À professora Ângela Maria Soares do Departamento de Biologia da UFLA, pelas críticas e sugestões apresentadas e pela liberação dos aparelhos e das instalações necessárias para a condução do experimento em sala de crescimento e em casa de vegetação.

Ao funcionário do Departamento de Biologia da UFLA, Evaristo Gomes Guerra Neto, pelo auxílio durante a instalação do experimento em sala de crescimento.

Às bolsistas Cristina, Fernanda e Salete, pela ajuda na realização das atividades de campo e laboratório.

Aos colegas, Eduardo, Jaime e Rony, pela amizade, pelo respeito e pelo bom convívio.

Aos colegas, Zabumba e Rivelino, pela colaboração nas atividades de campo e pela amizade e respeito.

Aos colegas de curso, Alex, Miguel, Emerson, Flávio M. Vieites, Guto, Almir, Bodão, Jorge Mattos, Roberto e Domingos Sávio, pelo bom convívio.

Aos funcionários da Agrostologia/UFV, Nicolau e Egídio, pela colaboração no experimento de campo e pela amizade.

A todos os funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFV, pelo apoio na realização das análises químicas.

Ao estagiário e amigo Venceslau, pela colaboração nas atividades de campo, e ao colega Marcelo, pelas horas de bom convívio.

Aos amigos, Manoel, Amália, Claudinei, Raquel, Carlos Daniel, Joaci e Roberto Giolo, pelo apoio, pelo carinho e pelo respeito.

À secretária da Pós-Graduação da UFV, Celeste, pela colaboração e pelo exemplo de profissionalismo.

A todos os funcionários da Revista da SBZ, em especial, a Pollianna de Paula Almeida, pela ajuda e pela amizade.

A todos os funcionários do DZO/UFV, pela amizade e pelo respeito.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MARCO ANTÔNIO DE OLIVEIRA, filho de Antônio Assis de Oliveira e de Maristela de Souza Oliveira, nasceu em Andrelândia, Estado de Minas Gerais, em 03 de fevereiro de 1972.

Em julho de 1996, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG.

Em outubro de 1998, obteve o título de Mestre em Zootecnia, na área de Forragicultura e Pastagens, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa - MG.

Em outubro de 1998, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em novembro de 2002.

Em agosto de 2001, foi contratado pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Tangará da Serra - MT, onde atua como professor do Departamento de Agronomia, desta instituição.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
Características Morfogênicas e Estruturais do Capim-Coastcross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Idades de Rebrotas.....	7
Resumo.....	7
Abstract.....	8
1. Introdução.....	9
2. Material e Métodos.....	12
3. Resultados e Discussão.....	16
4. Conclusões.....	29
5. Referências Bibliográficas.....	30
Índices de Crescimento do Capim-Coastcross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Idades de Rebrotas.....	36
Resumo.....	36
Abstract.....	37

1. Introdução.....	38
2. Material e Métodos.....	41
3. Resultados e Discussão.....	45
4. Conclusões.....	57
5. Referências Bibliográficas.....	58
Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Coastcross (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Idades de Rebrotas.....	61
Resumo.....	61
Abstract.....	62
1. Introdução.....	63
2. Material e Métodos.....	67
3. Resultados e Discussão.....	71
4. Conclusões.....	86
5. Referências Bibliográficas.....	87
Efeito do Fotoperíodo e Déficit Hídrico no Crescimento de Quatro Gramíneas do Gênero <i>Cynodon</i>.....	92
Resumo.....	92
Abstract.....	94
1. Introdução.....	96
2. Material e métodos.....	102
3. Resultados e discussão.....	110
4. Conclusões.....	132
5. Referências bibliográficas.....	133
RESUMO E CONCLUSÕES.....	139

RESUMO

OLIVEIRA, Marco Antônio de, D.S. Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2002. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota.** Orientador: Odilon Gomes Pereira. Conselheiros: José Cardoso Pinto e Paulo Roberto Cecon.

Foram conduzidos dois experimentos, sendo o primeiro em campo, objetivando-se avaliar as características morfogênicas e estruturais, os índices de crescimento, o rendimento e o valor nutritivo do capim-coastcross sob diferentes doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e idades de rebrota (28 e 42 dias). Neste experimento, os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 5x2, em blocos ao acaso, com três repetições. A adubação nitrogenada foi parcelada em três aplicações realizadas logo após os cortes. No segundo experimento, em sala de crescimento, avaliaram-se os índices de crescimento, a morfogênese foliar e os teores de PB e K de quatro gramíneas do gênero *Cynodon* (Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona) sob diferentes regimes de irrigação (irrigado na capacidade de campo do solo e não-irrigado) e fotoperíodo (15 e 9 horas de luz). Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 4x2x2, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram aplicados aos 21 dias após o corte de uniformização, realizado aos 55 dias de estabelecimento das gramíneas, em

vasos. No primeiro experimento, constatou-se que cortes mais tardios e no intervalo de 42 dias proporcionaram menores taxas de aparecimento e senescência foliares. A adubação nitrogenada aumentou linearmente as taxas de aparecimento e alongamento foliares. Observou-se redução linear na relação folha/colmo de 1,6 para 1,0, para as doses de 0 e 133 kg/ha/corte de N. Maiores valores de relação folha/colmo foram obtidos em cortes mais tardios, na ausência de N. A área foliar específica aumentou linearmente de 0,0103 para 0,0208 m²/g, aos 28 dias de rebrota, com a aplicação de 0 e 133 kg/ha/corte de N, respectivamente. Os rendimentos forrageiros do capim-coastcross variaram de 8,0 a 17,2 t/ha/ano, no primeiro período, e de 7,7 a 18,6 t/ha/ano de MS, no segundo período experimental, para as doses de 0 e 400 kg/ha/ano de N, respectivamente. Altas doses de N (acima de 100 kg/ha/corte) proporcionaram maiores teores de K na MS do capim-coastcross, colhido aos 28 dias de rebrota. Os teores de PB, K e Mg aumentaram linearmente com a aplicação de doses crescentes de N. Já no segundo experimento, observou-se que todas as gramíneas estudadas apresentaram os seguintes mecanismos de escape ao estresse hídrico: enrolamento foliar e redução na altura de plantas, no perfilhamento, na relação parte aérea/sistema radicular, na relação folha/colmo e na área foliar por planta, independentemente do regime de fotoperíodo. O déficit hídrico reduziu as taxas de alongamento e expansão foliares dos capins Florico e Florona, reduziu a taxa de aparecimento de folhas do capim-florico e aumentou a taxa de senescência foliar e, conseqüentemente, reduziu o número de folhas vivas dos capins Florico e Coastcross. O fotoperíodo mais longo (15 h) reduziu a altura de plantas e a relação parte aérea/raiz do capim-florico e estimulou o aparecimento de perfilhos reprodutivos em capim-coastcross. O déficit hídrico reduziu os teores de N e P, independentemente do regime de fotoperíodo. O intervalo de corte de 28 dias, associado a um melhor parcelamento da adubação nitrogenada pode contribuir para um melhor aproveitamento do N, resultando em menores perdas de MS por senescência e morte de folhas, além de melhorar o valor nutritivo do capim-coastcross. Com base nos resultados obtidos, o capim-tifton 85 e o capim-florona são os mais recomendados para regiões sujeitas à seca temporária.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Marco Antônio de, D.S. Universidade Federal de Viçosa, November 2002. **Morphophysiological characteristics and nutritive value of *Cynodon* grasses under different conditions of irrigation, photoperiod, nitrogen fertilization and ages of regrowth.** Adviser: Odilon Gomes Pereira. Committee members: José Cardoso Pinto and Paulo Roberto Cecon.

Two experiments were carried out; the first field trial was performed with the objective to evaluate the morphogenetic and structural characteristics, regrowth indexes, yield and nutritive value of 'Coastcross' bermudagrass under different N levels (0, 100, 200, 300 and 400 kg/ha/year) and ages of regrowth (28 and 42 days). In this experiment, the treatments were assigned to a randomized block design, in a 5x2 factorial scheme, with three replicates. Nitrogen fertilization was divided in three applications after cuttings. In the second experiment, in growth chambers, the growth indexes, leaf morphogenesis and PB and K contents of four *Cynodon* grasses (Tifton 85, Coastcross, Florico and Florona), under different conditions of irrigation (irrigated in the soil field capacity and not irrigated) and photoperiod (15 and 9 hours of light), were evaluated. The treatments were assigned to completely randomized design, in a 4x2x2 factorial scheme, with three replicates. The treatments were applied at 21 days after the standardization cut, performed at 55 days of grasses establishment, in pots. In the first experiment, it was verified

that later cuttings at intervals of 42 days showed lower leaf appearance and senescence rates. Nitrogen fertilization linearly increased the leaf appearance and extension rates. Linear decrease in the leaf/stem ratio from 1.6 to 1.0 for N levels of 0 and 133 kg/ha/cut was observed. Higher values of leaf/stem ratio were observed for late cuttings, in the treatments without N. Leaf specific area linearly increased from .0103 to .0208 m²/g, at 28 days of regrowth, with N application of 0 and 133 kg/ha/cut, respectively. 'Coastcross' bermudagrass forage yield ranged from 8.0 to 17.2 t/ha/year, in the first period, and from 7.7 to 18.6 t/ha/year MS, in the second period, for N levels of 0 and 400 kg/ha/year, respectively. Higher N levels (above 100 kg/ha/cut) showed higher K contents in 'Coastcross' bermudagrass DM, harvested at 28 days of regrowth. P, K and Mg contents linearly increased with the increasing N levels. In the second experiment, it was observed that all the studied grasses showed the following mechanisms to control water stress: leaf widening and decrease in the plant height, tillering, shoot/root system ratio, leaf/stem ratio and leaf area per plant, independently of the photoperiod. Water deficit decreased the leaf extension and expansion rates 'Florico' stargrass and increased the leaf senescence rate and, consequently, decreased the number of alive leaves of 'Florico' stargrass and 'Coastcross' bermudagrass. The longer photoperiod (15 h) decreased the plant height and shoot/root system ratio of 'Florico' stargrass and stimulated the appearance of reproductive tillers in 'Coastcross' bermudagrass. Water deficit decreased N and P contents, independently of the photoperiod system. Cutting interval of 28 days, associated to a better distribution of nitrogen fertilization can contribute to a better N utilization, resulting in smaller DM losses due to senescence and leaves death, besides it improve the nutritive value of 'Coastcross' bermudagrass. Based on the results, 'Tifton 85' bermudagrass and 'Florona' stargrass are the most recommended for regions under temporary dryness.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as pastagens representam a principal fonte de alimento dos ruminantes, devido ao seu baixo custo de produção, em relação aos concentrados. O alto rendimento forrageiro das gramíneas de clima tropical faz delas uma alternativa bastante viável para a alimentação animal. A produtividade das gramíneas está diretamente relacionada com a contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante na restauração da área foliar após o corte ou pastejo.

O manejo correto de uma pastagem visa garantir a máxima eficiência de utilização da mesma, evitando-se as perdas de forragem por senescência e morte de folhas, obtendo-se assim uma forragem de melhor valor nutritivo, além de garantir a sua persistência ao longo dos anos. Neste sentido, tornam-se importantes as decisões de manejo quanto à melhor frequência e idade de corte ou pastejo, melhor quantidade de um fertilizante a aplicar, escolha da espécie ou cultivar mais adaptada às condições edafoclimáticas locais, dentre outras. Estas informações são obtidas por meio de ensaios experimentais de corte ou pastejo em que são avaliados aspectos morfológicos, fisiológicos e produtivos das forrageiras sob diversas condições de ambiente e de manejo.

A adubação nitrogenada proporciona um excelente efeito sobre a produção de matéria seca (MS), além de melhorar o valor nutritivo das gramíneas forrageiras, elevando os teores protéicos e, em alguns casos, a digestibilidade das mesmas (HERRERA e HERNANDEZ, 1985; JOHNSON et

al., 2001; ALVES et al., 2001; ROCHA et al., 2001; BELLUZZO et al., 2002; WYLLIE et al., 2002). Desse modo, torna-se necessário a realização de ensaios para conhecer qual a melhor forma, época e dose de fertilizante a ser aplicada. O efeito da adubação nitrogenada depende de uma série de fatores de ambiente e de manejo, como a época do ano e o intervalo de cortes (PARETAS et al., 1981; JOHNSON et al., 2001).

Várias gramíneas tropicais têm se destacado com alto potencial produtivo na alimentação de ruminantes, como as espécies e, ou, cultivares dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Pennisetum* e *Cynodon*. O gênero *Cynodon* é o grupo mais amplamente distribuído da tribo Chlorideae, que agrupa oito espécies distribuídas em quatro grupos: a) Sul da Ásia e Oceano Índico - Sul das Ilhas do Pacífico (*C. arcuatus*, *C. barberi*); b) Leste da África (*C. plectostachyus*, *C. aethiopicus*, *C. nlemfuensis*); c) Sul da África (*C. incompletus*, *C. transvaalensis*); e d) Cosmopolita com variedades endêmicas (*C. dactylon*) (HARLAN et al., 1970).

Recentemente, cultivares e híbridos do gênero *Cynodon* vêm merecendo destaque pela boa produtividade e pelo elevado valor nutritivo, quando utilizados em sistemas mais intensivos de produção, sob corte para a produção de feno ou sob pastejo, como os cultivares Coastcross [*C. dactylon* (L.) Pers. cv. Coastal x *C. nlemfuensis* Vanderyst var. *robustus*], Tifton 85 (*Cynodon* spp.), Florico (*C. nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) e Florona (*C. nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) (OLIVEIRA et al., 2000; ALVES et al., 2001; GONÇALVES et al., 2001; ROCHA et al., 2001; ROVETTA et al., 2001; ALVIM et al., 2002; BELLUZZO et al., 2002; ROSA et al., 2002; TONATO et al., 2002).

A produção de leite e carne em regime de pasto no Brasil depende fundamentalmente das condições edafoclimáticas que limitam a disponibilidade de forragem ao longo do ano. Nesse contexto, a seca contribui para a escassez de forragem durante boa parte do ano. A avaliação e seleção de espécies ou cultivares mais adaptados às condições de déficit hídrico baseia-se nos estudos morfofisiológicos das gramíneas sob diversas condições hídricas e de ambiente tais como luz e temperatura. Normalmente, ao longo do ano a planta está sujeita a vários tipos de estresse (hídrico, térmico, luminoso, nutricional, mecânico), os quais atuam de forma sinérgica. Entende-se por estresse

qualquer fator externo que exerce uma influência negativa sobre a planta, cujos efeitos podem ser medidos em relação ao crescimento (acúmulo de biomassa) ou a processos de assimilação, como fixação de CO₂ atmosférico pela fotossíntese e absorção de nutrientes (TAIZ e ZEIGHER, 1991).

Normalmente, os trabalhos avaliam o efeito do estresse de maneira isolada, de modo que são poucos aqueles que avaliam, por exemplo, o estresse hídrico associado a outros tipos de estresse (luminoso, térmico, nutricional ou mecânico). Variações nas condições de luminosidade (intensidade, qualidade e duração do período luminoso ou fotoperíodo) e temperatura são muito comuns nas condições climáticas do Brasil Central e podem afetar a produtividade e a qualidade da forragem consumida pelos animais, ao longo do ano.

Objetivou-se com o trabalho desenvolver estudos morfofisiológicos da dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos; avaliar os índices de crescimento relacionados à produção de folhas e avaliar o rendimento e o valor nutritivo de quatro gramíneas do gênero *Cynodon*, sob diversas condições de fotoperíodo, irrigação, adubação e idades de rebrota, com o intuito de gerar informações úteis para o manejo dessas gramíneas.

Estudaram-se neste trabalho os efeitos de idade de rebrota e doses de nitrogênio (N) no crescimento e valor nutritivo do capim-coastcross, em um primeiro experimento conduzido em campo (Experimento 1). No segundo experimento, avaliou-se o efeito do déficit hídrico e do fotoperíodo no crescimento de quatro gramíneas do gênero *Cynodon* (Tifton 85, Coastcross, Florico e Forona) em sala de crescimento, sob condições de ambiente controlado.

Os trabalhos, a seguir, foram elaborados segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.J., PEREIRA, O.G., CECON, P.R., ROVETTA, R., RIBEIRO, K.G., MARTINS, F.H. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- ALVIM, M.J., REZENDE, H., BOTREL, M.A., XAVIER, D.F. Avaliação sob pastejo de gramíneas do gênero *Cynodon*, sob dois níveis de nitrogênio e potássio, nas estações chuvosa e seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- BELLUZZO, C.E.C., ISEPON, O.J., SOARES FILHO, C.V., FERNANDES, L.H., MELLO, S.Q.S., BOTELHO, C.R.G. Produção e composição do capim tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a diferentes níveis de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- GONÇALVES, G.D., SANTOS, G.T., DAMASCENO, J.C., CECATO, U., JOBIM, C.C., ZEOULA, L.M., MODESTO, E.C. Determinação do consumo e das digestibilidades dos fenos de Tifton 85 em diferentes idades ao corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- HARLAN, J.R., WET, J. M.J., RAWAL, K.M. Geographic distribution of the species of *Cynodon* L. C. Rich (Gramineae). **E. Afr. Agric. For. J.**, v.36, n.2, p.220-226, 1970.

- HERRERA, R.S., HERNANDEZ, Y. Efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross. I. Rendimiento de matéria seca, proteína bruta y porcentaje de hojas. **Pastos y Forrajes**, v.8, n.2, p.:227-237, 1985.
- JOHNSON, C.R., REILING, B.A., MISLEVY, P., HALL, M.B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. **J. Anim. Sci.**, v.79, p.2439-2448, 2001.
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., GARCIA, R., OBEID, J.A., CECON, P.R., MORAES, S.A., SILVEIRA, P.R. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000b. (Suplemento 1)
- PARETAS, J.J., LOPEZ, M., CARDENAS, M. Influencia de la fertilización con N y la frecuencia de corte sobre tres cvs. del género *Cynodon*. **Pastos y Forrajes**, v.4, p.329-335, 1981.
- ROCHA, G.P., EVANGELISTA, A.R., LIMA, J.A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- ROSA, B., OLIVEIRA, J.D.S., PINHEIRO, E.P., PUÇA, M.L.L., FADEL, R. Valor nutritivo dos fenos de soja perene e do capim tifton 85 adubado com diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- ROVETTA, R., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., FONSECA, D.M., GARCIA, R., OLIVEIRA, M.A., CECON, P.R., ALVES, M.J. Morfogênese foliar do capim-bermuda 'Tifton 85' sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- TAIZ, L., ZEIGHER, E. **Plant Physiology**. Redwood, California: Benjamin, 565p. 1991.
- TONATO, F., MORENO, L.S., PEDREIRA, C.G.S., MEDEIROS, H.R., HADDAD, C.M. Produção de matéria seca total e taxa média de acúmulo de forragem de cinco cultivares do gênero *Cynodon* manejados para a produção de feno sob irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.

WYLLIE, A.C., PINTO, J.C., MORAIS, A.R., FURTINI NETO, E.A., FARIA, D.J.G. Produção e qualidade de *Paspalum atratum* Swallen sob calagem e adubação nitrogenada em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.

**Características Morfogênicas e Estruturais do Capim-Coastcross
(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) sob Diferentes Doses de Nitrogênio e
Idades de Rebrotas**

Resumo - Avaliaram-se as características morfogênicas e estruturais do capim-coastcross sob cinco doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano), colhido em duas idades de rebrotas (28 e 42 dias). Os tratamentos foram arrançados em um esquema fatorial 5 x 2, em um delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. As avaliações de morfogênese foram realizadas de 03/02/99 a 02/03/99 (Período 1) e de 12/11/99 a 08/03/00 (Período 2). A adubação nitrogenada foi parcelada em três aplicações realizadas logo após os cortes, em cada período experimental. O número de folhas vivas por perfilho sofreu pouca alteração com a época e frequência de cortes. No entanto, a adubação nitrogenada aumentou linearmente esta característica, de 9 para 11 folhas vivas por perfilho, com a aplicação de 0 a 133 kg/ha/corte de N, respectivamente. O número de folhas emergentes foi influenciado pela época e frequência de corte e pela adubação nitrogenada. Cortes mais tardios e realizados na idade de 42 dias proporcionaram menor taxa de aparecimento de folhas e maior taxa de senescência foliar. Menores taxas de alongamento e aparecimento foliares e maior número de folhas mortas por perfilho e taxa de senescência foliar foram observados aos 42 dias de rebrotas. A adubação nitrogenada aumentou linearmente as taxas de aparecimento e alongamento foliares, determinando aumento no número total de folhas por perfilho. A taxa de senescência foliar apresentou resposta quadrática, em resposta às doses de N, atingindo valores máximos na dose de 86,81 kg/ha de N, no primeiro período de avaliação, não sendo alterada no segundo período de avaliação. A adubação nitrogenada constitui-se numa prática bastante eficiente, podendo reduzir as perdas de MS por senescência e morte de folhas, mesmo em idades mais avançadas (42 dias). No entanto, cortes mais frequentes, ou seja, aos 28 dias de rebrotas, associados a um melhor parcelamento da adubação nitrogenada podem contribuir para um melhor aproveitamento do N, além de evitar as perdas de MS por senescência e morte de folhas.

**Morphogenetic and Structural Characteristics of 'Coastcross'
Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) under Different Nitrogen
Levels and Ages of Regrowth**

Abstract - Morphogenetic and structural characteristics of 'Coastcross' bermudagrass under five N levels (0, 100, 200, 300 and 400 kg/ha/year), harvested at two ages of regrowth (28 and 42 days), were evaluated. The treatments were assigned to a randomized block design, in a 5x2 factorial scheme, with three replicates. Morphogenesis evaluations were performed from 02/03/99 to 03/02/99 (Period 1) and from 11/12/99 to 03/08/00 (Period 2). Nitrogen fertilization was divided in three applications after cuttings, in each experimental period. The number of alive leaves by tiller was affected by the season and cutting frequency. However, nitrogen fertilization linearly affected this trait from 9 to 11 leaves alive by tiller, from 0 to 133 kg/ha/cut N, respectively. The number of emergent leaves was affected by cutting season and frequency and by nitrogen fertilization. Later cuts performed at 42 days showed smaller leaves appearance rate and higher leaf senescence rate. Smaller leaves extension and appearance rates and higher number of dead leaves by tiller and leaf senescence rate were observed at 42 days of regrowth. Nitrogen fertilization linearly increased the leaves appearance and extension rates and increased the total number of leaves by tiller. Leaf senescence rate showed quadratic answer, in response to the N levels, reaching maximum values at 86.81 kg/ha N, in the first evaluation period, but it was not affected in the second period of evaluation. Nitrogen fertilization was a very efficient practice and can reduce DM losses by leaves senescence and death, even in advanced ages (42 days). However, cuttings more frequent (28 days of regrowth), associated to a better distribution of nitrogen fertilization can contribute to a better N utilization and also control DM losses due to senescence and leaves death.

1. Introdução

O crescimento, a expansão e a senescência foliar são considerados processos importantes na dinâmica de uma comunidade de plantas ou do perfilho, pois determinam sua produtividade (THORNLEY, 1991). A dinâmica do crescimento de folhas em um perfilho é definida pelo aparecimento (TA_pF) e alongamento foliares (TA_lF), além da duração de vida de folhas (DVF), denominadas como características morfogênicas (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993). As características morfogênicas são determinadas geneticamente, podendo ser influenciadas pelos fatores ambientais e de manejo, como, por exemplo, luz (SILSBURY, 1970; ALLARD et al., 1991), temperatura (FRIEND et al., 1962; RYLE, 1964), disponibilidade de água (VAN LOO, 1992; MORALES et al., 1997; THOMAS et al., 1999; CARVALHO et al., 2002) e nutrientes, principalmente o N (ALEXANDRINO et al., 1999; ROVETTA et al., 2001; BANDINELLI et al., 2001a; BANDINELLI et al., 2001b; GONÇALVES et al., 2001; BANDINELLI et al., 2002), frequência de corte (PARETAS et al., 1981; ALEXANDRINO et al., 1999) e idade da planta ao momento do corte (OLIVEIRA et al., 2000a; ROVETTA et al., 2001; GARCEZ NETO, 2002).

Vários trabalhos mostram que a TA_lF é aumentada com a aplicação de N (VOLENEC e NELSON, 1983; ALEXANDRINO et al., 1999; ROVETTA et al., 2001; GARCEZ NETO, 2002). O aumento na TA_lF é atribuído principalmente ao aumento na divisão celular, com pouco efeito no tamanho final da célula ou na taxa de alongamento da célula epidérmica (MacADAM et al., 1989; VOLENEC e NELSON, 1984; GASTAL e NELSON, 1994). Entretanto, os fatores de meio ambiente podem interagir com o manejo e, conseqüentemente, provocar alterações nas características morfogênicas. A TA_lF de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) foi estreitamente relacionada com a temperatura, quando o N não foi limitante para o crescimento desta espécie (GASTAL et al., 1992). Trabalhando com capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.), ROVETTA et al. (2001) observaram efeito do N na taxa de alongamento de folhas individuais, o que proporcionou uma redução no tempo para a gramínea atingir o número máximo de folhas vivas, possibilitando redução no intervalo de cortes. Neste trabalho, ficou clara a interação N x idade ao corte para esta

característica. Em azevém perene (*Lolium perenne* L.), PEARSE e WILMAN (1984) verificaram que a TA_{IF} aumentou de 4,2 para 12,1 mm/dia.perfilho, em resposta à adição de 132 kg/ha de N.

Por outro lado, a adubação nitrogenada não tem promovido efeitos consistentes na TA_{pF} . PINTO et al. (1994) não observaram efeito do N nas taxas de aparecimento, de alongamento e de expansão foliares do capim-guiné (*Panicum maximum* Jacq.) e capim-setária (*Setaria anceps* Stapf ex Massey cv. Kazungula). GOMIDE et al. (1998), trabalhando com capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) e capim-jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf], observaram efeito da adubação nitrogenada e potássica somente na TA_{IF} do capim-braquiária, enquanto a TA_{pF} , o perfilhamento e a senescência de folhas não foram influenciados pela adubação. Todavia, WILMAN et al. (1977) obtiveram associação positiva do número de primórdios foliares no ápice do caule de perfilhos jovens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com o suprimento de N, porém o intervalo de corte pareceu ser o fator mais importante. Entretanto, a TA_{pF} foi reduzida pela metade com o aumento no intervalo de cortes de três para dez semanas, não sendo influenciado pela aplicação de N. Segundo RYLE (1964), o efeito do N na TA_{pF} pode ser confundido pela interação N x temperatura, sendo que esta última influenciou positivamente a TA_{pF} , em sete gramíneas perenes de clima temperado; a TA_{pF} , por sua vez, aumentou o número de folhas vivas.

A duração de vida de folhas (DVF) determina o número máximo de folhas vivas por perfilho, que é o produto entre DVF e TA_{IF} ; por isso, qualquer mudança em uma dessas duas características morfogênicas afetará o número de folhas vivas por perfilho (NFV) (LEMAIRE, 1997). Já o tamanho final das lâminas foliares de gramíneas parece ser muito sensível aos fatores externos. RYLE (1964) e BÉLANGER (1998) observaram que a falta de N reduziu a TA_{IF} e, conseqüentemente, o tamanho final das folhas expandidas.

Em resumo, os benefícios do N nas características morfogênicas e estruturais do relvado decorrem do estímulo do desenvolvimento de primórdios foliares, do aumento do número de folhas emergentes e vivas por perfilho (PEARSE e WILMAN, 1984), da diminuição do intervalo de tempo do aparecimento de folhas ou filocrono (VINE, 1983; ROVETTA et al., 2001; GARCEZ NETO, 2002), da redução da senescência foliar (MAZZANTI e

LEMAIRE, 1994) e do estímulo do perfilhamento (ALEXANDRINO et al., 1999). PREMAZZI et al. (1999) observaram efeito positivo de doses crescentes de N no peso médio de perfilhos e no número de folhas por perfilho do capim-tifton 85.

A contínua formação, desenvolvimento e crescimento de folhas e perfilhos resulta no aumento da área foliar da planta e do índice de área foliar (IAF) da pastagem até atingir um valor máximo (IAF teto), decorrente da morte e senescência das folhas e perfilhos inicialmente formados. Em azevém perene, a senescência foliar se inicia quando o perfilho apresenta de três a quatro folhas (GRANT et al., 1981). Estudando a morfogênese do capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2000a) observaram um aumento expressivo na taxa de senescência foliar (TS_eF) a partir dos 28 dias de rebrota, quando a gramínea atingiu um número máximo de folhas vivas de 9,5, com um IAF de 34. O número máximo de folhas vivas por perfilho é relativamente constante para cada gramínea, apresentando variações entre espécies (GOMIDE et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2000a; GOMIDE e GOMIDE, 2000).

A maior disponibilidade de N pode retardar a morte de folhas. Em azevém perene e festuca alta, PEARSE e WILMAN (1984) verificaram que a aplicação de N retardou a morte de folhas (medida em número, comprimento ou peso) durante duas a três semanas após a adubação e, subseqüentemente, acelerou a morte das folhas. ROVETTA et al. (2001) observaram que a aplicação de até 133 kg/ha/corte de N proporcionou redução na TS_eF do capim-tifton 85. Por outro lado, HERRERA et al. (1991), trabalhando com capim-coastcross, observaram maior número de folhas mortas por perfilho na ausência de N, sendo mais intensa em idades mais avançadas (até 12 semanas). OLIVEIRA et al. (2000a), trabalhando com capim-tifton 85, observaram um número máximo de folhas vivas por perfilho de 9,5, aos 28 dias de rebrota, mantendo-se estável até 35 dias e, posteriormente, reduzindo para 8,2 aos 56 dias, em virtude do intenso aumento na taxa de senescência e morte de folhas desse cultivar.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características morfogênicas (taxa de alongamento, aparecimento e senescência foliares) e estruturais (número de folhas totais, emergentes, vivas e mortas por perfilho; densidade de

perfilhos e comprimento final de folhas) do capim-coastcross sob cinco doses de nitrogênio, colhido em duas idades de rebrota.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em campo, numa área estabelecida com capim-coastcross, do Departamento de Zootecnia da UFV, durante dois anos consecutivos, nas estações primavera-verão.

O local apresenta solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo de textura franco argilo-arenosa. A análise do solo, antes do início do ensaio, revelou as seguintes características químicas: pH em água - 5,8; P (Mehlich-1) - 2,0 e K - 103 mg/dm³; Al, Ca, Mg e CTC a pH 7,0 - 0,0; 2,5; 0,8 e 6,87 cmol_c/dm³, respectivamente; e saturação por bases de 53,8%.

Os dados climáticos de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas máximas e mínimas mensais ocorridas no período experimental, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Totais mensais de precipitação pluvial (PREC) e médias mensais de temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed) e umidade relativa do ar (UR), durante dois períodos experimentais

Período Experimental	Mês/ano	PREC (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	UR (%)
1	Janeiro/99	154,2	30,3	18,9	23,6	78,2
	Fevereiro/99	88,1	29,9	18,4	23,0	78,1
	Março/99	273,7	28,5	17,9	22,1	84,3
2	Novembro/99	375,3	25,5	16,2	20,0	78,7
	Dezembro/99	108,9	27,7	18,7	22,4	81,1
	Janeiro/00	288,5	28,2	19,1	22,6	83,9
	Fevereiro/00	148,2	28,9	18,6	22,6	82,9
	Março/00	105,1	27,3	18,4	21,7	86,0

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, correspondendo respectivamente a cinco doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e duas idades de corte (28 e 42 dias), segundo o delineamento em blocos casualizados, com três repetições, totalizando 30 parcelas ou unidades experimentais, de 2 x 3 m cada.

A calagem foi realizada 30 dias antes da adubação fosfatada. A dose de calcário foi calculada com base nos dados de análise do solo, visando elevar a saturação por bases para 60%. A dose de P foi de 100 kg/ha de P₂O₅, aplicada superficialmente, sendo o superfosfato simples a fonte utilizada. A aplicação do adubo fosfatado foi feita após o corte de uniformização.

O experimento iniciou em 19/01/99, quando foi realizado um corte de uniformização em todas as parcelas seguido da aplicação da primeira parcela do adubo nitrogenado. As quantidades de fertilizante nitrogenado foram parceladas em três aplicações durante o ano, recebendo, cada parcela, 1/3 das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha), na forma de sulfato de amônio, com 40 kg/ha de K₂O do fertilizante cloreto de potássio. A primeira parcela de N e a dose de fertilizante potássico foram aplicadas após o corte de uniformização, e a segunda e terceira parcelas, após o corte nas duas idades de rebrota (28 e 42 dias), em cada período experimental. A área experimental foi mantida sob irrigação por aspersão, sempre que se observava períodos de aproximadamente uma semana sem chuvas, evitando-se, assim, os veranicos muito comuns na região de Viçosa durante os meses de janeiro e fevereiro.

As avaliações de morfogênese compreenderam dois períodos experimentais, sendo o primeiro de 03/02/99 a 02/03/99 (Período 1 - verão) e o segundo período de 12/11/99 a 08/03/00 (Período 2 - primavera/verão). No Período 1, a morfogênese foi avaliada apenas no primeiro corte nas idades de 28 e 42 dias de rebrota. No Período 2, a morfogênese foi avaliada durante três cortes sucessivos (C1, C2 e C3), nas idades de 28 e 42 dias. As datas de corte referentes aos dois períodos experimentais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Datas de cortes e respectivas idades de rebrota, durante dois períodos experimentais

Período	Corte	Data de corte (dias)	Idade (dias)
1	Uniformização	19/01/99	-
	1 ^o	16/02/99	28
	1 ^o	02/03/99	42
2	Uniformização	04/11/99	-
	1 ^o	02/12/99	28
	2 ^o	30/12/99	28
	3 ^o	27/01/00	28
	1 ^o	16/12/99	42
	2 ^o	26/01/00	42
	3 ^o	09/03/00	42

* Obs: tempo zero coincide com o corte de uniformização em todas as parcelas

O início das avaliações de morfogênese coincidiram com o momento em que os perfilhos apresentavam de 4-5 folhas completamente expandidas. Foram escolhidos os perfilhos novos, oriundos de gemas localizadas abaixo da região do corte, mais próximos do nível do solo. Com o auxílio de um anel de fio colorido de telefone, foram identificados quatro perfilhos basilares, distribuídos aleatoriamente ao longo da área útil (1m² no centro da parcela) de cada parcela. Além do anel de fio de telefone, foi colocada uma estaca de bambu ao lado de cada perfilho para facilitar a sua localização.

Com o uso de uma régua milimetrada foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares dos perfilhos marcados, três vezes por semana, anotando-se os valores em planilhas previamente preparadas para cada perfilho. O comprimento das lâminas emergentes, ou em expansão, foi medido do seu ápice até a lígula da folha recém-expandida. A lâmina foliar teve o seu comprimento medido até a sua completa expansão, ou seja, até o aparecimento da lígula, conforme GOMIDE e GOMIDE (1996). O comprimento da lâmina foliar expandida foi medido do seu ápice até a lígula exposta.

A partir dos dados das planilhas referentes ao estudo de crescimento de folhas, foram calculadas e retiradas as seguintes informações:

Taxa de aparecimento de folhas (TA_pF , folhas/dia.perfilho) - obtida pela divisão do número de folhas surgidas por perfilho, em cada frequência de corte, pelo número de dias envolvidos, sendo a TA_pF de cada unidade experimental a média de quatro perfilhos; o inverso da TA_pF estimou o filocrono (FILOC, dias/folha.perfilho), definido, no presente estudo, como o tempo, em dias, entre o surgimento de duas folhas sucessivas.

Taxa de alongamento foliar (TA_lF , mm/dia.perfilho) - obtida subtraindo-se o comprimento inicial das lâminas emergentes do comprimento final das lâminas foliares surgidas no perfilho e dividindo-se a diferença pelo número de dias envolvidos, sendo a TA_lF de cada unidade experimental a média de quatro perfilhos marcados.

Taxa de senescência foliar (TS_eF , mm/dia.perfilho) - o grau de senescência dos tecidos das lâminas foliares foi registrado de forma indireta, ou seja, medindo-se a parte do tecido ainda verde; dessa forma, calculou-se indiretamente o acúmulo de tecido morto (em mm) de cada perfilho, dividindo-se o valor encontrado pelo número de dias envolvidos em cada período de crescimento; a TS_eF de cada unidade experimental foi a média de quatro perfilhos.

Número de folhas emergentes por perfilho (NFE_m) - obtido no final do período de crescimento para as duas idades de rebrota (28 e 42 dias), considerando como folhas emergentes ou em expansão aquelas que não apresentavam lígula exposta; média de quatro perfilhos por unidade experimental.

Número total de folhas por perfilho (NT_oF) - obtido no final do período de crescimento para as duas idades de rebrota (28 e 42 dias), considerando o número de folhas expandidas de cada perfilho, ou seja, com lígula exposta; o NT_oF de cada parcela é a média de quatro perfilhos.

Número de folhas mortas por perfilho (NFM) – obtido no final do período de crescimento para as duas idades de rebrota (28 e 42 dias); considerou-se como folhas mortas aquelas que tinham o seu tecido foliar todo comprometido (coloração marron clara); média de quatro perfilhos por unidade experimental.

Número de folhas vivas por perfilho (NFV) - obtido no final do período de crescimento para as duas idades de rebrota (28 e 42 dias), subtraindo-se o número de folhas mortas do número de folhas completamente expandidas do perfilho; média de quatro perfilhos por unidade experimental.

O perfilhamento foi determinado após colheita das plantas presentes no interior de um quadro de tubo PVC, de 0,25 x 0,25 m, alocado ao acaso na área útil de cada parcela, acondicionando-se o material em sacos plásticos para posterior contagem do número de perfilhos. De posse desses valores, estimou-se o número de perfilhos por m² (DP- densidade de perfilhos) de cada parcela, multiplicando-se o número de perfilhos presentes no interior do quadro de área conhecida (0,0625 m²) por 16.

Os dados de morfogênese foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para o fator idade, as médias foram comparadas utilizando-se o teste F. Para o fator dose de N, ajustaram-se modelos de regressão, que foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F e o nível de até 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo.

3. Resultados e Discussão

A interação nitrogênio (N) e idade de rebrota (I) não foi significativa ($P>0,05$) para as características de morfogênese foliar avaliadas no Período 1 (03/02/99 a 02/03/99). As doses de N e a idade de rebrota não influenciaram ($P>0,05$) o número de folhas vivas (NFV) e o número de folhas emergentes (NFEM) por perfilho, apresentando valores médios de 9,0 e 2,1, respectivamente. Resultados encontrados na literatura relataram ligeiro aumento (ROBSON, 1973; VINE, 1983; PEARSE e WILMAN, 1984) ou nenhum efeito (ROVETTA et al., 2001) no NFV em resposta à adubação nitrogenada. O NFV nove assemelha-se àqueles encontrados por DA SILVA et al. (1998) (9,0), OLIVEIRA et al. (2000a) (9,5) e ROVETTA et al. (2001) (9,1), em gramíneas do gênero *Cynodon*, sob diferentes condições edafoclimáticas e de manejo. A constância da característica NFV, mesmo quando a gramínea é submetida a

doses crescentes de N ou a diferentes condições de clima e manejo, sugere que este índice poderia ser utilizado para definir o intervalo de cortes dessa gramínea. Durante o desenvolvimento da gramínea, o NFV cresce enquanto não se instala o processo de senescência e morte de folhas (GOMIDE e GOMIDE, 2000; OLIVEIRA et al., 2000a). A partir desse momento, o NFV se estabiliza conforme a espécie. Em capim-tifton 85, esta característica atingiu valor máximo aos 28 dias de rebrota, estabilizando em idades mais avançadas (OLIVEIRA et al., 2000a).

O número de folhas emergentes (NFE_m) de 2,1 foi ligeiramente inferior aos valores encontrados para o capim-tifton 85 (OLIVEIRA et al., 2000a) (2,5), porém, ligeiramente superior aos encontrados em azevém perene (2,0) (ROBSON, 1973) e espécies do gênero *Brachiaria* (1,5 a 1,8) (CORSI et al., 1994). PEARSE e WILMAN (1984) relataram redução no NFE_m de 2,35 para 2,14, para as doses de 0 e 132 kg/ha/corte, respectivamente.

O número de folhas totais (NT_oF) e mortas (NFM) por perfilho, taxa de aparecimento de folhas (TA_pF), filocrono, taxa de senescência foliar (TS_eF) e taxa de alongamento foliar (TA_lF) por perfilho do capim-coastcross, em função da idade de rebrota, no Período 1 (03/02/99 a 02/03/99), estão apresentados na Tabela 3. O NT_oF foi maior na idade de 42 dias (14,56) em comparação aos 28 dias de idade (12,0). O aumento no NT_oF com a idade de rebrota foi relatado por OLIVEIRA et al. (2000a), que estimaram valores de 10,52 e 13,24 folhas por perfilho, no capim-tifton 85, colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios de número de folhas totais (NT_oF) e mortas (NFM) por perfilho, taxa de aparecimento de folhas (TA_pF , folhas/dia.perfilho), filocrono (FILOC, dias/folha.perfilho), taxa de senescência foliar (TS_eF , mm/dia.perfilho) e taxa de alongamento foliar (TA_lF , mm/dia.perfilho) do capim-coastcross, aos 28 e 42 dias de rebrota, no Período 1 (03/02/99 a 02/03/99)

Variáveis	Idade de rebrota (dias)	
	28	42
NT_oF	12,00 b	14,56 a
NFM	2,93 b	5,72 a
TA_pF	0,294 a	0,248 b
FILOC	3,51 b	4,12 a
TS_eF	8,46 b	15,67 a
TA_lF	59,88 a	53,15 b

- Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste F.

Também foram observados maiores valores de NFM, TS_eF e filocrono (FILOC) quando o corte da gramínea foi efetuado aos 42 dias de rebrota (Tabela 3). O aumento no NFM com a idade da planta pode ser explicado pelo aumento na TS_eF com o desenvolvimento do perfilho, decorrente do sombreamento provocado pelas folhas superiores. Em capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2000a) observaram aumentos expressivos na senescência foliar a partir de 28 dias de rebrota. Além do menor valor de TS_eF aos 28 dias, a maior disponibilidade de folhas mais jovens pode garantir uma forragem de melhor valor nutritivo na alimentação animal (OLIVEIRA et al., 2000b). Maiores valores de filocrono foram observados aos 42 dias (4,12 dias/folha.perfilho) em comparação com 28 dias de rebrota (3,51 dias/folha.perfilho). O aumento no filocrono ou intervalo de surgimento de folhas pode ser explicado em função do aumento na distância a ser percorrida pela folha em expansão (ou emergente), que aumenta sucessivamente para cada folha (MIGLIETTA, 1991; SKINNER e NELSON, 1994, SKINNER e NELSON, 1995). Variações no filocrono de folhas individuais irão determinar mudanças no comprimento final de folhas, em função do nível de inserção (OLIVEIRA et al., 2000a), decorrentes de modificações nas condições ambientais, principalmente, de luminosidade (qualidade, duração e intensidade) e temperatura, com a época do ano

(FRIEND et al., 1962; KIRBY et al., 1982; HOTSONYAME e HUNT, 1998). Trabalhando com cevada durante o inverno, KIRBY et al. (1982) relataram que o padrão de variação no tamanho da folha (comprimento e largura) com o seu nível de inserção foi influenciado pela data de semeadura. Neste trabalho, não foi observada nenhuma relação entre tamanho da folha e o estágio de desenvolvimento, sendo que mudanças no tamanho da folha foram relacionadas com mudanças na temperatura ao longo do ciclo da cultura. Assim, observou-se redução na TA_pF com o desenvolvimento do perfilho, registrando-se valores de 0,29 e 0,25 folhas/dia.perfilho, aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente. Em capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2000a) estimaram valores de 0,52 e 0,42 folhas/dia.perfilho, aos 28 e 42 dias, respectivamente. A TA_pF é uma das características morfogênicas mais sensíveis ao ambiente, podendo variar conforme o genótipo (PEARSE e WILMAN, 1984; MATTOS, 2001), adubação (VINE, 1983; ALEXANDRINO et al., 1999; ROVETTA et al., 2001; GARCEZ NETO, 2002), temperatura (RYLE, 1964; DALE, 1982), idade da planta (OLIVEIRA et al., 2000a; ROVETTA et al., 2001) e disponibilidade hídrica no solo (JORNADA et al., 2001; MATTOS, 2001). Além disso, TA_pF juntamente com a TA_lF irão determinar as três características estruturais do pasto: comprimento de folhas, densidade de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho, que, em conjunto e condicionadas pelo manejo, irão determinar o índice de área foliar (IAF) do pasto (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

As doses de N e a idade de rebrota não influenciaram ($P>0,05$) o perfilhamento do capim-coastcross, que apresentou valor médio de 2.044 perfilhos por m^2 . Entretanto, variações na TA_lF e na TA_pF , em resposta à adubação nitrogenada, podem contribuir para aumentar o peso dos perfilhos, e, conseqüentemente, o rendimento forrageiro. As TA_lF e a TA_pF foram influenciadas pela idade de rebrota e pela adubação nitrogenada (Tabela 3 e 4). Maiores valores médios de TA_lF e TA_pF foram obtidos aos 28 dias de rebrota, em relação à idade de 42 dias (Tabela 3). Em capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2000a) observaram redução nas TA_lF individuais a partir do surgimento da folha 10, que ocorreu aos 28 dias de rebrota desta gramínea. A redução nesta característica pode estar relacionada com o período de transição entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo, conforme observado por VAN

ESBROEK et al. (1997), em cultivares de *Panicum virgatum*. Genótipos caracterizados por altas taxas de aparecimento de folhas, como os cultivares do gênero *Cynodon*, apresentam curto período vegetativo e estabelecimento precoce da fase reprodutiva. Segundo VAN ESBROEK et al. (1997), valores baixos e altos de filocrono em cultivares de *P. virgatum* coincidiram com florescimento precoce e tardio, respectivamente.

As equações de regressão ajustadas aos valores médios de número de folhas totais (NFT) e mortas (NFM), taxa de aparecimento de folhas (TA_pF), filocrono, taxa de senescência foliar (TS_eF) e taxa de alongamento foliar (TA_lF) por perfilho do capim-coastcross, em função de doses de N, no Período 1 (03/02/99 a 02/03/99), estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas para as variáveis número de folhas totais (NT_oF) e mortas (NFM) por perfilho, taxa de aparecimento de folhas (TA_pF, folhas/dia.perfilho), filocrono (FILOC, dias/folha.perfilho), taxa de senescência foliar (TS_eF, mm/dia.perfilho) e taxa de alongamento foliar (TA_lF, mm/dia.perfilho) do capim-coastcross, em função de doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), no Período 1 (03/02/99 a 02/03/99) e os respectivos coeficientes de determinação

Variáveis	Equações	R ² /r ²
NT _o F	$\hat{Y} = 12,4947 + 0,0117933^{**}N$	0,54
NFM	$\hat{Y} = 3,0678 + 0,0428015^{**}N - 0,000239579^{*}N^2$	0,94
TA _p F	$\hat{Y} = 0,228846 + 0,000634457^{**}N$	0,99
FILOC	$\hat{Y} = 4,4092 - 0,008945^{**}N$	0,98
TS _e F	$\hat{Y} = 6,6973 + 0,166742^{**}N - 0,000861109^{**}N^2$	0,84
TA _l F	$\hat{Y} = 42,00 + 0,2186^{**}N$	0,89

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A adubação nitrogenada proporcionou aumentos ($P < 0,01$) lineares nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas, determinando aumento ($P < 0,01$) linear no número de folhas totais por perfilho (Tabela 4), sem, no entanto, influenciar ($P > 0,05$) o número de folhas vivas e emergentes por perfilho, que permaneceram constantes, conforme relatado anteriormente. Deste modo, observou-se uma correlação ($P < 0,01$) positiva ($r = 0,74$) da TA_pF com a TA_fF . Um dos principais efeitos da adubação nitrogenada é estimular a divisão celular, proporcionando aumento na TA_fF (MacADAM et al., 1989; GASTAL e NELSON, 1994), além de atuar no desenvolvimento dos cloroplastos (GASTAL e NELSON, 1994). Dessa forma, aumenta-se a taxa de produção de primórdios foliares que irá refletir no aumento da TA_pF . Entretanto, o aumento na TA_fF em resposta à adubação nitrogenada depende de vários fatores de ambiente, já relacionados, como também do genótipo. KIRBY (1974) demonstrou que o tamanho da folha varia em função do tamanho do domo apical, o que pode explicar as variações nas características morfogênicas e estruturais, relacionadas à produção de folhas, em diferentes genótipos. Aumentos na TA_fF e TA_pF irão refletir no aumento da área foliar do perfilho e, conseqüentemente, no IAF do pasto, permitindo maior interceptação da energia luminosa. Entretanto, o IAF do pasto cresce até atingir um valor máximo (IAF teto), decorrente da morte e senescência das folhas e perfilhos inicialmente formados. Em capim-tifton 85, adubado com 75 kg/ha/corte de N, o IAF teto (4,9) foi atingido aos 47 dias de rebrota (OLIVEIRA et al., 2000).

Além de aumentar as TA_fF e TA_pF (GARCEZ NETO, 2002), a adubação nitrogenada pode aumentar o número de folhas emergentes (NFE_m) e vivas (NFV) por perfilho (PEARSE e WILMAN, 1984; ALEXANDRINO et al., 1999), reduzir a senescência foliar (MAZZANTI e LEMAIRE, 1994; ROVETTA et al., 2001) e estimular o perfilhamento (MAZZANTI et al., 1994). Entretanto, não foram observados efeitos do N no NFV e NFE_m e no perfilhamento do capim-coastcross, no período de 03/02/99 a 02/03/99. ROVETTA et al. (2001) também não observaram efeito de altura de corte e doses de N sobre NFV do capim-tifton 85, em dois anos experimentais.

Independentemente da idade de rebrota, a adubação nitrogenada aumentou a TS_eF até a dose estimada de 96,82 kg/ha/corte de N, registrando-se valor máximo de 14,77 mm/dia por perfilho (Tabela 4). No entanto, a maioria

dos estudos com gramíneas mostra redução na TS_eF com a aplicação de doses crescentes de N (WILMAN e PEARSE, 1984; MAZZANTI e LEMAIRE, 1994; ROVETTA et al., 2001). Com o aumento da idade das plantas, intensificam-se as condições de sombreamento das folhas mais velhas, devido ao efeito do N em aumentar a área foliar do perfilho, além da maior idade média das folhas nesse período, o que pode acelerar o processo de senescência e morte de folhas. Em capim-tifton 85, observou-se aumento expressivo na TS_eF a partir de 28 dias de rebrota (OLIVEIRA et al., 2000a). Em azevém perene e festuca alta, a aplicação de 0 a 132 kg/ha de N reduziu a TSF nas duas primeiras semanas de crescimento, aumentando nas semanas seguintes (da terceira à sexta semana) (PEARSE e WILMAN, 1984). O aumento na TS_eF acelerou a morte de folhas, estimando-se um valor máximo de cinco folhas mortas por perfilho na dose de 90 kg/ha de N (Tabela 4).

No segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00), foram realizados três cortes sucessivos, nas idades de 28 e 42 dias de rebrota. Verificou-se efeito ($P < 0,05$) da interação corte (C) x idade (I) x nitrogênio (N) somente para a variável número de folhas mortas (NFM) por perfilho. Deste modo, procedeu-se o desdobramento da interação CxIxN, sendo os resultados apresentados nas Tabelas 5 e 6. Observa-se que cortes menos freqüentes, ou seja, aos 42 dias de rebrota, proporcionaram aumento no NFM, independente da dose de N aplicada (Tabela 6). No entanto, a adubação nitrogenada proporcionou redução gradual no número de folhas mortas com a sucessão de cortes nesta idade. Observa-se menor ($P < 0,05$) número de folhas mortas no terceiro corte, em comparação com o valor encontrado no primeiro corte, para a freqüência de corte de 42 dias, nas doses 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte de N (Tabela 6).

Tabela 5 - Equações de regressão ajustadas para o número de folhas mortas (NFM) do capim-coastcross, em função de diferentes doses de nitrogênio (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), em três cortes sucessivos durante o segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00) e os respectivos coeficientes de determinação

Idade (dias)	Equações	R ²
Corte 1		
28	$\hat{Y} = 1,0202 + 0,0166001^{***}N - 0,0001224^{***}N^2$	0,71
42	$\hat{Y} = 6,56$	
Corte 2		
28	$\hat{Y} = 1,35243 + 0,016973^{***}N - 0,00014025^{***}N^2$	0,74
42	$\hat{Y} = 3,06635 + 0,0734715^{*}N - 0,000363904^{***}N^2$	0,92
Corte 3		
28	$\hat{Y} = 1,41624 + 0,0403569^{***}N - 0,000281071^{***}N^2$	0,74
42	$\hat{Y} = 5,22$	

*, *** Significativo ao nível de 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O NFM foi influenciado pela adubação nitrogenada, atingindo valores máximos de 1,58; 2,37; e 2,86 folhas mortas por perfilho, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro cortes, aos 28 dias de rebrota, utilizando-se as doses de 67,81; 60,50 e 71,79 kg/ha/corte de N (Tabela 5). Doses de N acima destes valores reduziram o número de folhas mortas para 1,06; 1,13; e 1,81, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro cortes, com a aplicação de 133 kg/ha/corte de N. Estes resultados sugerem a necessidade de um maior parcelamento das doses de N, quando se trabalha com cortes na frequência de 28 dias para evitar a morte de folhas que pode ser comum a partir desta idade, além de permitir melhor absorção do N pelas plantas. Por outro lado, a adubação nitrogenada não influenciou ($P > 0,05$) o NFM na idade de 42 dias, no primeiro e terceiro cortes, apresentando valores médios de 6,56 e 5,22 folhas mortas por perfilho, respectivamente. Fica comprometida a utilização dessa gramínea, no período de verão, aos 42 dias de rebrota em função das maiores perdas de MS por senescência e morte de folhas (Tabelas 6 e 7), que podem influenciar no valor nutritivo em gramíneas forrageiras desse gênero (OLIVEIRA et al., 2000a).

Tabela 6 - Valores médios de número de folhas mortas (NFM) por perfilho do capim-coastcross, em diferentes doses de N e idades de rebrota, nos três cortes realizados no segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00)

Cortes	Doses de N (kg/ha/corte)									
	0		33		66		100		133	
	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias
1	0,92 Ab	3,42 Aa	1,64 Ab	7,17 Aa	1,58 Bb	8,92 Aa	1,25 Ab	6,06 ABa	1,17 Ab	7,28 Aa
2	1,25 Ab	3,05 Aa	1,94 Ab	4,92 Ba	1,92 ABb	6,92 Ba	1,39 Ab	6,17 Aa	1,25 Ab	6,61 ABa
3	1,25 Ab	4,30 Aa	2,69 Ab	5,67 Ba	3,08 Ab	6,08 Ba	2,08 Ab	4,56 Ba	2,06 Ab	5,50 Ba

* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para cada dose de N não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 7 - Valores médios de número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxas de senescência (TS_eF) e aparecimento foliar (TA_pF) e filocrono (FILOC) do capim-coastcross, aos 28 e 42 dias de rebrota, em três cortes sucessivos, no segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00)

Cortes	NFV		TS _e F (mm/dia.perfilho)		TA _p F (folhas/dia.perfilho)		FILOC (dias/folha.perfilho)	
	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias	28 dias	42 dias
	1	11,55 Aa	9,39 Ab	1,90 Bb	10,39 Ba	0,462 Aa	0,379 Ab	2,38 Bb
2	10,0 Ba	9,82 Aa	2,40 Bb	12,87 Aa	0,317 Ba	0,326 ABa	3,22 Aa	3,23 Aa
3	10,38 ABa	9,42 Aa	5,55 Ab	12,61 Aa	0,366 Ba	0,292 Bb	2,88 Ab	3,48 Aa

* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para cada variável não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A taxa de senescência foliar (TS_eF) foi influenciada ($P < 0,05$) pela interação corte x idade de rebrota (Tabela 7). Observa-se que cortes mais tardios (terceiro corte) e menos freqüentes, ou seja, a cada 42 dias de rebrota, proporcionaram maior taxa de senescência foliar. Estes resultados irão influenciar na morte de folhas, conforme observado anteriormente.

Também foi observada interação ($P < 0,05$) entre corte e idade, para as variáveis número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxa de aparecimento de folhas (TA_pF) e filocrono (FILOC) (Tabela 7). Dentre estas características, o NFV sofreu menor alteração, não sendo influenciado ($P > 0,05$) pelos cortes na idade de 42 dias, nem pela idade de rebrota nos cortes 2 e 3. De fato, esta característica tem-se mantido relativamente constante em resposta às diferentes condições de ambiente e manejo, conforme relatado anteriormente. Por outro lado, a TA_pF e o filocrono variaram com a sucessão de cortes e com a idade de rebrota utilizada. Assim, observou-se maior TA_pF no primeiro corte, de 0,462 e 0,379 folhas/dia.perfilho, respectivamente, para as idades de 28 e 42 dias. Em capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2000a) observaram redução na TA_pF dos 14 aos 72 dias de rebrota. Entretanto, os valores encontrados no presente estudo foram menores que os estimados por OLIVEIRA et al. (2000a), de 0,525 e 0,424 folhas/dia.perfilho, aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente. A redução na TA_pF com o aumento da idade de rebrota ocorre em função do aumento na distância a ser percorrida pela folha em expansão, que aumenta sucessivamente para cada folha, conforme mencionado anteriormente. Além disso, com o avanço da maturidade das plantas ocorre maior competição por fotoassimilados, que são mobilizados para o desenvolvimento de estruturas reprodutivas que surgem no meristema apical, o que provavelmente contribui para a redução na TA_pF em função do nível de inserção no perfilho. Reduções na TA_pF provocaram alterações na TA_pF do capim-tifton 85, conforme relatado por OLIVEIRA et al. (2000a) a partir de 28 dias de rebrota, o que coincidiu com o surgimento da folha 11 no perfilho.

Com relação ao efeito da adubação nitrogenada, observaram-se aumentos lineares das variáveis NFV, NT_oF e TA_pF em resposta à aplicação de doses crescentes de N (Tabela 8). O NFV aumentou de nove para 11 folhas vivas por perfilho, enquanto a TA_pF aumentou de 0,285 para 0,429 folhas/dia.perfilho, com a aplicação de 0 e 133 kg/ha/corte de N,

respectivamente. Vários trabalhos relatam o aumento na TA_pF com a utilização de doses crescentes de N (THOMAS, 1983; WILMAN e FISHER, 1996; ALEXANDRINO et al. 1999; ROVETTA et al. 2001; GARCEZ NETO, 2002). O aumento na TA_pF com o incremento das doses de N está relacionado com o efeito deste elemento em aumentar as atividades de divisão e alongamento das células (MacADAM et al., 1989; GASTAL e NELSON, 1994), reduzindo o tempo gasto para o surgimento de folhas no perfilho ou o filocrono, conforme observado na Tabela 7. Por conseqüência, variações na TA_pF influenciaram no número de folhas totais do perfilho (NT_oF), que também aumentou linearmente em resposta à aplicação de doses crescentes de N (Tabela 8). Apesar do efeito positivo da adubação nitrogenada em aumentar o NFV, este parece não ser o principal efeito em gramíneas do gênero *Cynodon*, em comparação com o seu efeito no alongamento e aparecimento de folhas. ROVETTA et al. (2001), por exemplo, não observaram efeito da adubação nitrogenada no NFV, que se manteve constante. Entretanto, a maior disponibilidade de folhas verdes de maior comprimento pode possibilitar uma maior oferta de forragem, e, conseqüentemente, influenciar no consumo de MS e desempenho dos animais. Em *Panicum maximum*, o ganho médio diário esteve positivamente relacionado com a biomassa verde (EUCLIDES et al., 1993) e, mais recentemente, EUCLIDES et al. (2000) constataram que o consumo de MS de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* esteve positivamente correlacionado com a biomassa verde, biomassa de folhas e porcentagem de folhas no pasto.

Tabela 8 - Equações de regressão ajustadas para as variáveis número de folhas vivas (NFV) e totais (NT_oF) por perfilho, taxa de aparecimento foliar (TA_pF) e filocrono (FILOC) do capim-coastcross, em função de diferentes doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte) durante o segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00) e seus respectivos coeficientes de determinação

Variável	Equações	R ²
NFV	$\hat{Y} = 9,12045 + 0,0146686*N$	0,78
NT_oF	$\hat{Y} = 12,3025 + 0,0229836*N$	0,75
TA_pF (folhas/dia.perfilho)	$\hat{Y} = 0,28542 + 0,00107594*N$	0,83
FILOC (dias/folha.perfilho)	$\hat{Y} = 3,60881 - 0,00915018*N$	0,85

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

O NFT, além de ser influenciado pela adubação nitrogenada, conforme mencionado anteriormente (Tabela 8), foi influenciado ($P < 0,05$) pela idade de rebrota. Observou-se valor de 15,32 folhas por perfilho na idade de 42 dias, em comparação com 12,34 folhas por perfilho, obtido na idade de 28 dias.

Quanto ao número de folhas emergentes (NFE_m), observou-se maior ($P < 0,05$) valor (2,31) no intervalo de 28 dias em comparação com os cortes efetuados a cada 42 dias (1,91), independentemente da época de corte e dose de N. A análise de variância também revelou efeito ($P < 0,05$) da interação corte x N, para esta variável. Os resultados do desdobramento desta interação são apresentados nas Tabelas 9 e 10. Observou-se que a adubação nitrogenada aumentou ($P < 0,05$) o NFEM no segundo e terceiro cortes, não influenciando esta variável no primeiro corte, cujo valor médio foi de 2,1 folhas emergentes por perfilho (Tabela 9). O aumento no NFEM pode ocorrer devido ao estímulo do N na taxa de produção de folhas (Tabela 7). Esta hipótese é baseada no trabalho de PEARSE e WILMAN (1984) que observaram aumento na taxa de produção de primórdios foliares, no número de primórdios foliares por perfilho e no número de folhas emergentes em azevém perene e festuca alta com a adubação nitrogenada. Com relação ao efeito dos cortes dentro de cada dose de N, observou-se maior NFEM no primeiro corte em comparação aos demais (cortes 2 e 3) para as doses de 33 e 66 kg/ha/corte. Estes resultados revelam pequena variação nesta variável com a época de corte.

Tabela 9 - Equações de regressão ajustadas para a variável número de folhas emergentes (NFE_m) por perfilho do capim-coastcross, em função de doses de N (0,33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), para três cortes sucessivos, no segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00) e seus respectivos coeficientes de determinação

Corte	Equações	r^2
1	$\hat{Y} = 2,1$	
2	$\hat{Y} = 1,755577 + 0,00530972*N$	0,76
3	$\hat{Y} = 1,64 + 0,00475237**N$	0,95

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 10 - Valores médios de número de folhas emergentes por perfilho (NFE_m) do capim-coastcross em diferentes cortes e doses de N, durante o segundo período experimental (12/11/99 a 08/03/00)

Cortes	Doses de N (kg/ha/corte)				
	0	33	66	100	133
1	1,92 A	2,25 A	2,64 A	2,21 A	2,35 A
2	1,94 A	1,75 B	1,96 B	2,38 A	2,51 A
3	1,62 A	1,75 B	2,04 B	2,14 A	2,22 A

- As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4. Conclusões

O número de folhas vivas por perfilho foi mais influenciado pela idade de rebrota e sucessão de cortes. No entanto, o número de folhas emergentes manteve-se constante no primeiro período, sendo influenciado pela idade de rebrota, pela sucessão de cortes e pela adubação nitrogenada no segundo período experimental.

Cortes mais tardios e realizados com maior frequência proporcionaram menor taxa de aparecimento de folhas e maior taxa de senescência foliar.

Menores taxas de alongamento e aparecimento foliar e maior número de folhas mortas por perfilho e taxa de senescência foliar foram observados aos 42 dias de rebrota.

A adubação nitrogenada proporcionou redução gradual no número de folhas mortas com a sucessão de cortes, aos 42 dias. No entanto, aos 28 dias, a adubação nitrogenada estimulou aumento nesta característica com a sucessão de cortes.

5. Referências bibliográficas

- ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes e diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa, MG. UFV, 2000. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ALEXANDRINO, E., NASCIMENTO JÚNIOR, D., MOSQUIM, P.R., REGAZZI, A.J., FONSECA, D.M., SOUSA, D.P. Efeito da adubação nitrogenada e da frequência de corte na rebrotação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. II. Características morfológicas e estruturais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.287-291.
- ALLARD, G., NELSON, C.J., PALLARDY, S.G. Shade effects on growth of tall fescue: I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Sci.**, v.31, p.163-167, 1991.
- BANDINELLI, D.G., QUADROS, F.L.F., PIGATTO, A.G.S., ROCHA, M.G., MARCHEZAN, E. Avaliação da morfogênese e taxa de desfolha de *Paspalum urvillei* S., sob diferentes níveis de nitrogênio em área de várzea. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001a.
- BANDINELLI, D.G., QUADROS, F.L.F., ROCHA, M.G., GONÇALVES, E.N. Avaliação da morfogênese de *Andropogon lateralis* N. sob níveis de nitrogênio nas quatro estações do ano, em Santa Maria, RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001b.
- BANDINELLI, D.G., QUADROS, F.L.F., ROCHA, M.G., SORGATTO, D.C., MARTINS, C.E., GARCIA, A.N. Dinâmica foliar em *Lolium multiflorum* e *Avena strigosa*, submetidos a níveis de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- BÉLANGER, G. Morphogenetic characteristics of timothy grown with varying N nutrition. **Can. J. Plant. Sci.**, v.78, n.1, p.103-108, 1998.
- CARVALHO, G.J., LEITE, G.G., VILELA, L., DIOGO, J.M.S., BRÂNCIO, P.A., GUERRA, A.F. Influência das doses de N e de tensões hídricas sobre a expansão foliar do capim Tifton-85 (*Cynodon* spp.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.

- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: s. ed., 1993. p. 95-104.
- CORSI, M., BALSALOBRE, M.A., SANTOS, P.M., DA SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1994. p.249-266.
- DA SILVA, S.C., PASSANEZI, M.M., CARNEVALLI, R.A., et al. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* sp. para pastejo e conservação: In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. p.129-150.
- DALE, J.E. **The growth of leaves.** London: Edward Arnold. 1982. 60p. (Studies in Biology, 137)
- EUCLIDES, V.P.B., CARDOSO, E.G., MACEDO, M.C.M., OLIVEIRA, M.P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.2200-2208, 2000.
- EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., VIEIRA, A., OLIVEIRA, M.P. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: **Proceedings of the 17th International Grassland Congress**, Rockhampton, Austrália, p.1999-2000, 1993.
- FRIEND, D.J.C., HELSON, V.A., FISHER, J.E. Leaf growth in Marquis wheat, as regulated by temperature, light intensity, and day length. **Can. J. Bot.**, v. 40, p.1299-1311, 1962.
- GARCEZ NETO, A. F. NASCIMENTO JÚNIOR, D., REGAZZI, A., J., FONSECA, D.M., MOSQUIN, P.R., GABBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.5, p.1890-1900, 2002.
- GASTAL, F., BELANGER, G., LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Ann. Bot.**, v.70, p.437-442, 1992.
- GASTAL, F., NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiol.**, v.105, p.191-197, 1994.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.

- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 403-405.
- GOMIDE, C.A.M., PACIULLO, D.S.C., GRASSELLI, L.C.P., GOMIDE, J.A. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.486-488.
- GONÇALVES, E.N., QUADROS, F.L.F., BICA, G.S., PINTO, R.A., BANDINELLI, D.G. Efeito de níveis de nitrogênio na morfogênese de *Lolium multiflorum* (azevém) e *Avena strigosa* (aveia preta). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- GRANT, S.A., BARTHAM, G.T., TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, n.3, p.155-168, 1981.
- HERRERA, R.S., HERNANDEZ, Y., DORTA, N. Bermudagrass response to nitrogen fertilization and age regrowth. 8. Morphological development. **Cuban J. Agric. Sci.**, v.25, p.291-296, 1991.
- HOTSONYAME, G.K., HUNT, L.A. Effects of sowing date, photoperiod and nitrogen on variation on main culm leaf dimensions in field-grown wheat. **Can. J. Plant Sci.**, v.78, n.1, p.35-49, 1998.
- JORNADA, J.B.J., PEDROSO, C.E.S., MEDEIROS, R.B., SILVA, M.A., SAIBRO, J.C., CHOLLET, D.M.S., OLMEDO, M.O.M. Partição de biomassa e morfogênese de *Arachis pintoii* em resposta à disponibilidade hídrica no solo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- KIRBY, E.J.M., APPLEYARD, M., FELLOWES, G. Effect of sowing date on the temperature response of leaf emergence and leaf size in barley. **Plant Cell and Environ.**, v.5, p.477-484, 1982.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997. **Anais ...** Viçosa:UFV. 1997. p.115-144.
- MacADAM, J.W., VOLENEC, J.J., NELSON, C.J. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiol.**, v.89, p.549-556, 1989.
- MATTOS, J.L.S. **Avaliações morfofisiológicas de espécies de *Brachiaria* sob diferentes disponibilidades de água no solo.** Viçosa, MG, UFV, 2001. 122p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

- MAZZANTI, A., LEMAIRE, G. The effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. I. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.
- MAZZANTI, A., LEMAIRE, G., GASTAL, F. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. II. Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, v.49, n.3, p.352-359, 1994.
- MIGLIETTA, F. Simulation of wheat ontogenesis. I – Appearance of main stem leaves in the field. **Climate Research**, v.1, p.145-150, 1991.
- MORALES, A. S., NABINGER, C., ROSA, L.M., MARASCHIN, G.E. Efeito da disponibilidade hídrica sobre a morfogênese e repartição de biomassa de *L. corniculatus* L. cv. São Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.124-126.
- OLIVEIRA, M.A. **Morfogênese, análise de crescimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (Cynodon spp.) em diferentes idades de rebrota.** Viçosa, MG, UFV, 1999. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., GARCIA, R., GOMIDE, J.A., CECON, P.R., SILVEIRA, P.R. Características morfológicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000a. (Suplemento I)
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., GARCIA, R., OBEID, J.A., CECON, P.R., MORAES, S.A., SILVEIRA, P.R. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1949-1960. 2000b. (Suplemento 1)
- PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*. I. The thermal microclimate: its measurement and relation to crop growth. **J. Appl. Ecol.**, v.12, p.99-114, 1975a.
- PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*. II. The site of temperature perception. **J. Appl. Ecol.**, v.12, p.115-123, 1975b.
- PEARSE, J., WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **J. agric. Sci.**, v.103, p.405-413, 1984.
- PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M., LOPES, N.F. 1994. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.23, n.3, p.327-332, 1994.

- PREMAZZI, L.M., MONTEIRO, F.A., SCHIA VUZZO, P.F. et al. Doses de nitrogênio e momento de aplicação após o corte em características fisiológicas do tifton 85. In: MORAES, A. et al. (eds.) Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, Curitiba, 1999. **Anais ...** Curitiba, 1999. p.336-339.
- ROBSON, M.J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. I. Leaf growth and dry weight change as related to the ceiling yield of a seedling sward. **Ann. Bot.**, v.37, n. 151, p.487-500, 1973.
- ROVETTA, R., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., FONSECA, D.M., GARCIA, R., OLIVEIRA, M.A., CECON, P.R., ALVES, M.J. Morfogênese foliar do capim-bermuda 'Tifton 85' sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- RYLE, G.J.A. Comparision of leaf and tiller growth in seven perennial grasses as influenced by nitrogen and temperature. **J. Brit. Grassl. Soc.**, v.19, n.3, p.281-290, 1964.
- SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. **Trop. Grassl.**, v.4, n.1, p.17-36, 1970.
- SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Sci.**, v.34, n.5, p.1267-1273, 1994.
- SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship of the phyllochron. **Crop Sci.**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedling. **Ann. Bot.**, v.51, n.3, p.363-371, 1983.
- THOMAS, H., JAMES, A.R., HUMPHREYS, M.W. Effects of water stress on leaf growth in tall fescue, Italian ryegrass and their hybrid: rheological properties of expansion zones of leaves, measured on growing and killed tissue. **J. Exp. Bot.**, v.50, n.331, p.221-231, 1999.
- THORNLEY, J.H.M. A model of leaf tissue growth, acclimation and senescence. **Ann. Bot.**, v.67, p.219-228, 1991.
- VAN ESBROECK, G.A., HUSSEY, M.A., SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final leaf number of Switchgrass cultivars. **Crop Sci.**, v.37, n.3, p.864-870, 1997.
- VAN LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Ann. Bot.**, v.70, p.511-518, 1992.

- VINE, D.A. Sward structure changes within a perennial ryegrass sward: leaf appearance and death. **Grass and Forage Science**, v.38, p.231-242, 1983.
- VOLENEC, J.J., NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Sci.**, v.23, p.720-724, 1983.
- VOLENEC, J.J., NELSON, C.J. Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II. Relationship to leaf elongation modified by nitrogen fertilization. **Plant Physiol.**, n.74, p.595-600, 1984.
- WILMAN, D., DROUSHIOTIS, D., MZAMANE, M.N., SHIM, J.S. The effect of interval between harvests and nitrogen application on initiation, emergence and longevity of leaves, longevity of tillers and dimensions and weights of leaves and 'stems' in *Lolium*. **J. agric. Sci.**, v.89, n.1, p.65-79, 1977.
- WILMAN, D., FISHER, A. Effects of interval between harvests and application of fertilizer N in spring on the growth of perennial ryegrass in grass/white clover sward. **Grass and Forage Science**, v.51, p.52-57, 1996.

Índices de Crescimento do Capim-Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Idades de Rebrotas

Resumo – Avaliaram-se a razão de área foliar, área foliar específica, a razão de peso foliar, o índice de área foliar, a área foliar por planta e a relação folha/colmo do capim-coastcross sob diferentes doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e idades de rebrota (28 e 42 dias). O experimento foi conduzido no período de 04/11/99 a 09/03/00. Os tratamentos foram arrançados em um esquema fatorial 5x2, em blocos ao acaso, com três repetições. A adubação nitrogenada foi parcelada em três aplicações realizadas logo após os cortes, em cada período experimental. Maiores valores de relação folha/colmo e razão de peso foliar foram obtidos aos 28 dias, em comparação aos 42 dias de idade. Observou-se redução linear na relação folha/colmo de 1,6 para 1,0, para as doses de 0 e 133 kg/ha/corte de N. Por outro lado, a adubação nitrogenada aumentou linearmente a área foliar específica, de 0,0103 a 0,0208 m²/g, aos 28 dias de rebrota, com a aplicação de 0 a 133 kg/ha/corte de N, o que resultou em folhas maiores, porém mais delgadas. Aumentos na área foliar específica do capim-coastcross provocaram aumentos na razão de área foliar em resposta à aplicação de doses crescentes de N, principalmente em plantas mais jovens, ou seja, aos 28 dias de idade. A maior área foliar específica, aos 42 dias de rebrota (0,0143 m²/g), em relação à obtida aos 28 dias de idade (0,0086 m²/g), na ausência de N, pode ser considerada como um mecanismo de escape ao estresse nutricional. A área foliar específica foi a principal responsável pelas variações na razão de área foliar do capim-coastcross. Conclui-se que a utilização de doses altas de N, aos 28 dias de rebrota, pode refletir em maior área foliar útil para a fotossíntese. No entanto, as reduções expressivas na relação folha/colmo provocadas pela adubação nitrogenada poderiam comprometer o valor nutritivo dessa gramínea.

Growth Indexes of 'Coastcross' Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) under Different Nitrogen Levels and Ages of Regrowth

Abstract – The leaf area ratio, specific leaf area, leaf weight ratio, leaf area index, leaf area per plant and leaf:stem ratio of 'Coastcross' bermudagrass, under different N levels (0, 100, 200, 300 and 400 kg/ha/year) and ages of regrowth (28 and 42 days), were evaluated. The experiment was conducted from 11/04/99 to 03/09/00. The treatments were assigned to a randomized block design, in a 5x2 factorial scheme, with three replicates. Nitrogen fertilization was divided in three applications after cuttings, in each experimental period. Higher values of leaf:stem ratio and leaf weight ratio were obtained at 28 days, compared to those obtained at 42 days. Leaf:stem ratio linearly decreased from 1.6 to 1.0 at the levels of 0 and 133 kg/ha/cut N, while nitrogen fertilization linearly increased the leaf specific area from $.0103$ to $.0208$ m²/g, at 28 days of regrowth, from 0 to 133 kg/ha/cut N, that results in longer leaves, but thicker. Increase in the specific leaf area of 'Coastcross' bermudagrass increased the leaf area ratio in response to the increasing N levels, mainly in younger plants (28 days of age). The higher specific leaf area, at 42 days of regrowth ($.0143$ m²/g), compared to that obtained at 28 days of regrowth ($.0086$ m²/g), in the treatments without N, can be considered an efficient method to control nutritional stress. The specific leaf area was the main responsible for changes in the 'Coastcross' bermudagrass leaf area ratio. It was concluded that high N levels, at 28 days of regrowth, can result in higher leaf area useful for photosynthesis. However, strong decrease in the stem:ratio ratio, due to the nitrogen fertilization, can affect the nutritive value of this grass.

1. Introdução

Em termos fisiológicos, crescimento é definido como o aumento em tamanho, volume e massa no tempo (HUNT, 1990). O crescimento vegetal pode ser medido por intermédio de métodos destrutivos, em que se avalia o acúmulo de peso de MS no tempo, ou por métodos não-destrutivos em que se mede o aumento em altura ou, ainda, o índice de área foliar por meio de equipamentos. Assim, os índices de crescimento podem ser calculados conhecendo-se o peso de MS de toda a planta ou de suas partes (colmos, folhas e raízes) e a dimensão do aparelho assimilatório (área foliar) durante certo intervalo de tempo.

HUNT (1990) classificou os índices de crescimento em cinco grupos distintos: a) taxas de crescimento absoluto; b) taxas de crescimento relativo; c) razões simples, que incluem a razão de área foliar, a área foliar específica, a razão de peso foliar e o índice de área foliar; d) componentes das taxas de crescimento, denominadas também de taxas de crescimento composto, como taxa assimilatória líquida e taxa de crescimento da cultura; e e) durações integrais, como a duração de área foliar e de biomassa.

Segundo RADFORD (1967), as principais características de crescimento são: taxa de crescimento da cultura (TCC); taxa de crescimento relativo (TCR); taxa assimilatória líquida (TAL); razão de área foliar (RAF), que se decompõe em área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF); índice de área foliar (IAF) e duração de área foliar (D). A TCR pode ser definida como o produto da RAF pela TAL (BRIGGS et al., 1920), enquanto a TCC pode ser obtida como o produto do IAF pela TAL (WATSON, 1958). A TAL representa a diferença entre a MS produzida pela fotossíntese e a consumida pela respiração (WATSON, 1952).

A maior disponibilidade de N parece aumentar momentaneamente a TCC, principalmente devido aos incrementos no IAF. HERRERA et al. (1991) observaram aumento na área foliar por planta do capim-coastcross com a aplicação de N, atingindo valores de 11,06 cm², no período chuvoso, e de 10,43 cm², no período seco, aos 42 e 56 dias, respectivamente. Em capim-elfante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott), PACIULLO et al.

(1998) verificaram aumento no IAF com a aplicação de N, enquanto a TAL alcançou valor médio de 2,32 g/m².dia, não sendo alterada pela adubação nitrogenada em plantas com 80 cm de altura. Entretanto, quando as plantas foram colhidas com 120 cm observaram-se valores mais baixos de TAL, que cresceram com o aumento das doses de N.

Outro índice bastante usado nos estudos de análise de crescimento é a razão de peso foliar (RPF), que é a razão entre o peso de MS retida nas folhas e o peso de MS acumulada em toda a planta. Em outras palavras, a RPF representa a fração de MS não-exportada das folhas para as outras partes da planta (BENINCASA, 1988). Trabalhando com cultivares do gênero *Cynodon*, GOMIDE (1996) observou que o capim-tifton 85 foi o que apresentou o menor valor de RPF (0,103 g/g), sendo que o valor médio (0,112 g/g) para todas as cultivares foi máximo entre as idades de 28 e 35 dias. No estudo comparativo de análise de crescimento de três espécies de gramíneas forrageiras tropicais, PINTO (1993) verificou que o capim-guiné apresentou valores maiores de RPF que o capim-setária, indicando que o capim-guiné retém maior quantidade de MS nas suas folhas. Esta informação foi consistente com as maiores taxas de produção de área foliar e peso de MS foliar encontradas nesta espécie. Além disso, observou-se que a RPF, à semelhança da RAF, aumentou até a idade de 28 dias e decresceu nas idades seguintes. O N parece influenciar no aumento da RPF, em função do seu estímulo na taxa de alongamento de folhas, no comprimento final de folhas e, conseqüentemente, no aumento da área foliar do perfilho, o que contribui para o aumento no peso seco de lâminas foliares (ROVETTA, 2000).

A área foliar específica (AFE) é a relação entre a área foliar e o peso de MS de folhas. O inverso da AFE indica a espessura da folha - o peso específico de folha (PEF) (BENINCASA, 1988). À medida que avança a maturidade da planta, aumenta a proporção dos tecidos condutores e mecânicos nas folhas, provocando redução na AFE. PINTO (1993) observou que, de maneira geral, a AFE diminuiu com o desenvolvimento dos perfilhos de capim-guiné, capim-setária e capim-andropogon, sendo observados os valores mais altos em capim-setária, o que justifica suas folhas mais delgadas. Da mesma forma, OLIVEIRA et al. (2000) observaram redução na AFE do capim-tifton 85 com a idade de rebrota. Trabalhando com gramíneas do gênero

Cynodon, GOMIDE (1996) verificou menores valores médios de AFE para os capins Tifton 85 (0,167 m²/g) e Florico (0,178 m²/g). Os maiores valores médios de AFE para os dois cultivares foram obtidos aos 21 (0,219 m²/g) e 28 dias (0,241 m²/g), observando-se tendência de diminuição até 84 dias (0,147 m²/g). Por outro lado, a adubação nitrogenada parece aumentar a AFE, tornando as folhas mais delgadas. ROVETTA (2000) observou aumento nos valores de AFE de 0,0114 para 0,0214 m²/g, para as doses de 0 a 133 kg/ha de N, respectivamente.

O índice de área foliar (IAF) representa a área de folha por unidade de área de terreno e, segundo MOTT e POPENOE (1977), pode variar de 2 a 3, alcançando valores maiores que 15 em gramíneas, havendo grandes diferenças entre espécies e dentro de cultivares de uma mesma espécie. Dessa forma, GOMIDE (1996), avaliando diferentes gramíneas do gênero *Cynodon*, observou que os capins Tifton 68, Tifton 85 e Florico apresentaram os maiores valores de IAF, 4,49; 4,40; e 4,07, respectivamente, em relação aos capins Florakirk (3,83) e Florona (3,93). Aos 42 dias de idade, foram registrados os maiores valores médios de IAF, de 5,8, observando-se tendência de redução até a idade de 84 dias.

O IAF representa a capacidade de interceptação da luz pela planta e, portanto, está relacionado com a capacidade da planta de produzir fotoassimilados. Uma das funções do N é propiciar rápida restauração da área foliar das plantas da pastagem, resultando em maior interceptação da luz incidente e, conseqüentemente, maior crescimento vegetal. Existe uma estreita relação entre o suprimento de N e o acúmulo de biomassa; esta relação pode ser representada pela eficiência de uso do N para produção de MS (EUN_p) que representa o incremento de MS por quantidade de N incorporado pela planta (g MS/g N) (LARCHER, 1995). ROVETTA (2000) observou aumentos no IAF com o incremento das doses de N, atingindo valores máximos de 4,49; 4,96 e 5,43 com a aplicação de 132 kg/ha, para plantas colhidas ao atingirem 30, 40 e 50 cm de altura, respectivamente.

O Coastcross é um híbrido estéril oriundo do cruzamento do cultivar Coastal (*C. dactylon*) e uma introdução proveniente do Quênia (*C. nlemfuensis* var. *robustus*), de alta digestibilidade, porém pouco tolerante ao frio (BOGDAN, 1977). Foi liberado para plantio em 1967 com o nome de Coastcross-1 e

introduzido no Brasil na década de 70. Experimentos de cortes, visando conhecer aspectos morfofisiológicos deste cultivar, são importantes para maximizar a utilização das gramíneas forrageiras sob diferentes condições de ambiente e manejo.

Portanto, com o intuito de compreender e interpretar melhor os dados de produção de MS, por meio de variações nos índices de crescimento da planta, além de auxiliar no manejo do capim-coastcross, nas condições da Zona da Mata mineira, realizou-se o presente estudo objetivando avaliar os índices razão de área foliar, área foliar específica, razão de peso foliar, índice de área foliar, área foliar por planta e relação folha/colmo do capim-coastcross, sob diferentes doses de N e idades de rebrota.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área estabelecida com capim-coastcross do Departamento de Zootecnia da UFV, no período de 04/11/99 a 09/03/00.

O local apresenta solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo de textura franco argilo-arenosa. Coletaram-se amostras de solo em cada parcela, referente a cada dose de N aplicada, cuja composição química média revelou os seguintes valores: pH em água - 4,8; P - 2,2 (Mehlich-1) e K - 189 mg/dm³; Al, Ca, Mg e CTC a pH 7,0 - 0,2; 1,5; 0,5 e 7,04 cmol_c/dm³, respectivamente; e saturação por bases de 35,4%.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, constituído por cinco doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e duas idades de rebrota (28 e 42 dias), segundo o delineamento em blocos casualizados, com três repetições, totalizando 30 parcelas ou unidades experimentais, de 2 x 3 m cada.

Os dados climáticos de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas máximas e mínimas mensais ocorridas no período experimental, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Totais mensais de precipitação pluvial (PREC) e médias mensais de temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed) e umidade relativa do ar (UR), no período experimental

Mês/ano	PREC (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	UR (%)
Novembro/99	375,3	25,5	16,2	20,0	78,7
Dezembro/99	108,9	27,8	18,7	22,4	81,1
Janeiro/00	288,5	28,2	19,1	22,6	83,9
Fevereiro/00	148,2	28,9	18,6	22,6	82,9
Março/00	105,1	27,3	18,4	21,7	86,0

A calagem foi realizada a lanço cerca de 30 dias antes do corte de uniformização, visando elevar a saturação por bases para 60%, com a aplicação de calcário dolomítico (PRNT = 80%).

Foram avaliados três cortes sucessivos, no período de 04/11/99 a 09/03/00, nas idades de 28 e 42 dias de rebrota (Tabela 2). O experimento teve início em 19/01/99 (Período 1), quando foi realizado o corte de uniformização em todas as parcelas e as adubações nitrogenada e fosfatada. As doses de N foram parceladas em três aplicações, realizadas após o corte de uniformização e após o primeiro e segundo cortes nas referidas idades de N nitrogênio (testemunha); N1 - 33; N2 - 66; N3 - 100; e N4 - 133 kg/ha/corte de N, na forma de sulfato de amônio. Junto com a adubação nitrogenada foram aplicados 40 kg/ha de K₂O do fertilizante cloreto de potássio, exceto no corte de uniformização em virtude dos elevados teores de K no solo (acima de 80 mg/dm³). A adubação fosfatada foi realizada após o corte de uniformização, aplicando-se 60 kg/ha de P₂O₅ em cobertura, na forma de superfosfato simples. A área experimental foi irrigada por aspersão após as adubações e sempre que se observava períodos de aproximadamente uma semana sem chuvas, evitando, assim, os “veranicos” muito comuns no período de verão.

Tabela 2 - Datas de cortes e alturas ao tempo do corte de plantas de capim-coastcross adubadas com cinco doses de N e colhidas aos 28 e 42 dias de rebrota, durante três cortes sucessivos, no período de verão

Corte	Data de corte (dias)	Idade de rebrota (dias)	Altura média (cm) da planta nas doses de 0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte de N
1º	02/12/99	28	15; 26; 27; 34; 35
2º	30/12/99	28	21; 41; 53; 55; 54
3º	27/01/00	28	22; 45; 47; 55; 56
1º	16/12/99	42	28; 41; 55; 56; 61
2º	26/01/00	42	38; 52; 61; 63; 62
3º	09/03/00	42	39; 51; 60; 64; 63

* Obs: O corte de uniformização foi realizado em todas as parcelas no dia 04/11/99.

Avaliaram-se os índices de crescimento de folhas, razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), índice de área foliar (IAF), área foliar por planta (AFP) e relação folha/colmo (RFC) do capim-bermuda cv. Coastcross submetido a diferentes doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte) e idades de rebrota (28 e 42 dias), em três cortes sucessivos, nas referidas idades.

Por ocasião dos cortes, eliminaram-se 0,5 m nas laterais e 1,0 m nas extremidades de cada parcela, colhendo-se, então, a biomassa presente em 1,0 m² de área útil, a 5 cm do solo. O material colhido foi pesado em balança tipo dinamômetro com divisão de 100 g para determinação da produção de massa verde. Após pesagem do material verde, uma amostra (\pm 400 g) foi acondicionada em sacos de papel para pesagem e posterior secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, com o intuito de determinar o rendimento de MS presente na área útil, enquanto outra foi retirada para determinação da área foliar. Esta última foi colocada em sacos plásticos previamente umedecidos e levada imediatamente ao laboratório para separação das frações lâmina e colmo. As medições de área laminar foram realizadas em aparelho medidor de área (Sistema de Análise de Imagem, Delta - T). Uma amostra de 30 plantas teve suas lâminas foliares destacadas e passadas no aparelho medidor de área. As frações lâmina e colmo foram acondicionadas

separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas. De posse dos dados de peso da MS de lâminas foliares e colmo, determinou-se a relação folha/colmo (RFC). Com base na RFC e no rendimento de MS, estimou-se o peso de MS de lâminas foliares (PSL) presente em 1 m². A estimativa da área foliar total (lâminas verdes) das plantas (AF) presentes na área útil foi obtida, multiplicando-se o PSL (em 1 m²) pela área foliar de 30 plantas e dividindo o produto pelo peso da MS de lâminas foliares de 30 plantas. O IAF foi então determinado: IAF = AF/área de solo (no caso 1 m²).

Os índices de crescimento RAF, AFE e RPF foram calculados segundo BENINCASA (1988), através das seguintes fórmulas:

a) $RAF = AF / PMS$

b) $AFE = AF / PSL$

c) $RPF = RAF/AFE$

em que:

AF = área foliar total (em 1 m² de área útil);

PMS = peso da MS total (utilizou-se apenas o peso da MS da parte aérea, sem raízes, colhida em 1 m²); e

PSL = peso da MS de folhas (no caso, lâminas foliares).

A área foliar por planta (AFP) foi obtida, dividindo-se a área foliar acumulada pelo aparelho pelo número de plantas amostradas (n = 30 plantas).

Os dados de crescimento foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para o fator idade, as médias foram comparadas utilizando-se o teste F. Para o fator doses de N, ajustaram-se modelos de regressão que foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F e o nível de até 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo.

3. Resultados e Discussão

Os valores médios de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), relação folha/colmo (RFC), índice de área foliar (IAF) e área foliar (AFP) por perfilho do capim-coastcross, em função de diferentes idades de rebrota, referentes a três cortes, nas idades de 28 e 42 dias de rebrota, estão apresentados na Tabela 3.

No primeiro corte, a análise de variância revelou efeito ($P < 0,05$) da idade de rebrota para as variáveis RPF, RFC, IAF e AFP. Maiores valores de RPF (0,58) e RFC (1,42) foram obtidos aos 28 dias de rebrota (Tabela 3), em comparação com a idade de 42 dias. A redução na RPF e RFC com a maturidade das plantas foi relatada em vários trabalhos com gramíneas tropicais (OLIVEIRA et al., 2000a; OLIVEIRA et al., 2000b; ROVETTA, 2000; ALVES et al., 2001; GOMIDE, 2001). Valores menores de RPF, de 0,48 e 0,39 g/g, respectivamente, aos 28 e 42 dias, foram encontrados por OLIVEIRA et al. (2000a), em capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.). Estes autores observaram redução na RPF desta gramínea, dos 14 aos 70 dias de rebrota. Entretanto, PINTO (1993) observou valores baixos de RPF aos 14 dias, atingindo valores altos aos 28 dias e, posteriormente, reduzindo aos 42 dias. A redução na RPF com o aumento do período de rebrota, no presente estudo, pode ser atribuída à diminuição na relação folha/colmo (Tabela 3), ou seja, à medida que a planta cresce, maior é a fração de material fotossintetizado exportada para outros órgãos vegetais que não folhas. Segundo BENINCASA (1988), a RPF representa a fração de MS não exportada das folhas para as outras partes da planta.

Tabela 3 - Valores médios de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), relação folha/colmo (RFC), índice de área foliar (IAF) e área foliar (AFP) por perfilho do capim-coastcross, em duas idades de rebrota e em três cortes sucessivos, no verão

Cortes	Idade de rebrota (dias)							
	28 dias		42 dias		28 dias		42 dias	
	RAF (m ² /g)		AFE (m ² /g)		RPF (g/g)			
1	0,0116 a	0,0107 a	0,0199 a	0,0210 a	0,5845 a	0,5125 b		
2	0,0085 a	0,0058 b	0,0163 a	0,0124 b	0,5263 a	0,4686 b		
3	0,0085 a	0,0083 a	0,0156 a	0,0165 a	0,5590 a	0,5043 a		
	RFC		IAF		AFP (m ²)			
1	1,42 a	1,06 b	0,84 b	3,66 a	0,0022 b	0,0031 a		
2	1,12 a	0,88 b	2,70 a	2,79 a	0,0016 b	0,0024 a		
3	1,30 a	1,02 b	2,25 a	2,77 a	0,0025 b	0,0030 a		

* As médias seguidas de mesma letra na linha, para cada variável, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

O IAF foi influenciado pela idade de rebrota apenas no primeiro corte, registrando-se maior ($P < 0,05$) valor em plantas colhidas aos 42 dias, de 3,66, em comparação com o valor encontrado aos 28 dias, de 0,84 (Tabela 3). Em gramíneas do gênero *Cynodon*, OLIVEIRA et al. (2000a) e GOMIDE (1996) observaram que o IAF atingiu valores máximos de 4,9 e 5,4, respectivamente, aos 42 e 47 dias de rebrota. Diferenças no valores de IAF são comuns entre cultivares do gênero *Cynodon* (GOMIDE, 1996). Além disso, variações nas condições edafoclimáticas e de manejo podem influenciar as características morfogênicas (taxa de alongamento, aparecimento e senescência foliares) que, por sua vez, modificam as características estruturais do pasto (número de folhas vivas, comprimento final de folhas e número de perfilhos) influenciando no seu IAF (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993). Aumentos nesta característica até a idade de 42 dias estão relacionados com aumentos na área foliar por perfilho (AFP), pois observou-se correlação ($P < 0,01$) positiva do IAF com AFP ($r = 0,72$) e com o rendimento de MS ($r = 0,78$). OLIVEIRA et al. (2000a) também observaram correlação ($r = 0,92$) entre os valores de IAF e a produção de forragem até a idade de 49 dias, quando o IAF atingiu valores máximos de 4,9. A partir desta idade, apesar do aumento no rendimento forrageiro, o IAF sofreu redução ($P < 0,05$), provavelmente devido ao aumento nas taxas de senescência e morte de folhas.

No segundo corte, a exemplo do verificado no primeiro corte, observaram-se efeitos significativos ($P < 0,05$) da idade de rebrota nas variáveis RPF, RFC e AFP (Tabela 3). O mesmo comportamento, referente ao primeiro corte, foi obtido para esses índices, em função da idade de rebrota. Por outro lado, os valores de IAF não diferiram ($P > 0,05$) para as duas idades de rebrota, apresentando valores médios de 2,7. Estes valores são menores que os estimados para o capim-tifton 85, de 3,9 e 4,8, respectivamente, aos 28 e 42 dias de rebrota (OLIVEIRA et al., 2000a). Observou-se, ainda, maiores valores de RAF (0,0085 m^2/g) e AFE (0,0163 m^2/g) aos 28 dias de rebrota, em comparação com os valores de RAF (0,0058 m^2/g) e AFE (0,0124 m^2/g) obtidos à idade de 42 dias. A RAF representa a área foliar útil para a fotossíntese e é um componente morfofisiológico, pois é a razão entre a área foliar (área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO_2) e a MS total. Dessa forma, representa a unidade de área foliar que está sendo usada pela

planta para produzir uma unidade de peso de MS. Vários autores relatam redução nos valores de RAF com o crescimento das plantas (BENINCASA, 1988; OLIVEIRA et al., 2000a), o que é perfeitamente compreensível pois, com o crescimento, aumenta-se a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores da planta (auto-sombreamento) e a tendência é a área foliar útil reduzir a partir de certa idade. Em capim-tifton 85, a RAF reduziu a partir de 14 dias de rebrota (OLIVEIRA et al., 2000a). Durante o desenvolvimento vegetativo, há um maior aporte de assimilados para a produção de folhas, a fim de aumentar a captura da luz incidente e promover rápido crescimento. Nesse período, observam-se, então, valores altos de RAF devido ao crescente aumento no aparelho assimilatório.

Observou-se maior correlação ($P < 0,05$) da RAF com a AFE ($r = 0,95$) do que com a RPF ($r = 0,21$), o que aparentemente indica efeito mais expressivo da AFE (componente morfológico e anatômico da RAF) no comportamento da RAF do capim-coastcross. Desse modo, reduções na RAF entre 28 e 42 dias podem ser explicadas, principalmente, pelas reduções na AFE, indicando maior espessura das folhas nesta idade (Tabela 3). Esses resultados concordam com os obtidos por BENINCASA (1988) e OLIVEIRA et al. (2000a). O aumento na espessura foliar ocorre devido à maior proporção de tecidos internos, determinada pelo aumento em número e tamanho das células mesofílicas (BENINCASA, 1988). A redução na AFE com o aumento do período de rebrota foi observada por vários autores (BENINCASA, 1988; OLIVEIRA et al., 2000; ROVETTA, 2000).

No terceiro corte, observou-se efeito ($P < 0,05$) de idade de rebrota apenas para a variável AFP (Tabela 3). A maior AFP e na idade de 42 dias está condizente com os resultados obtidos e discutidos no primeiro e segundo cortes. Em capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2000) observaram aumento nesta característica, de 0,0054 a 0,0076 m², dos 28 aos 42 dias de rebrota. A AFP foi o principal determinante do IAF do capim-coastcross, visto que o número de perfilhos por área não foi influenciado ($P > 0,05$) pela idade de rebrota e pela adubação nitrogenada, observando-se valores médios de 2.756, 2.957 e 2.529 perfilhos por m², respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro cortes. Deste modo, os menores valores de AFP obtidos no presente ensaio, de 0,0025 e 0,0030 m², respectivamente, aos 28 e 42 dias, refletiram em menores

valores de IAF (2,5) para o capim-coastcross, em comparação àqueles estimados por OLIVEIRA et al. (2000a) em capim-tifton 85, de 3,9 e 4,8 aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente.

Independentemente da idade de rebrota, observou-se efeito ($P < 0,05$) da adubação nitrogenada em todos os índices de crescimento (RAF, AFE, RPF, RFC, AFP e IAF) avaliados no primeiro e segundo cortes, e no terceiro corte, somente para as variáveis AFP e IAF. As equações de regressão ajustadas aos valores desses índices de crescimento estão apresentadas na Tabela 4. Por outro lado, observou-se interação entre N e idade de rebrota, somente no terceiro corte, para as variáveis RAF, AFE, RPF e RFC, as quais serão discutidas posteriormente.

A RAF aumentou ($P < 0,05$) linearmente com o aumento das doses de N, variando de 0,0062 a 0,0080 m^2/g , nas doses de 0 a 133 kg/ha, respectivamente, no segundo corte (Tabela 4). No primeiro corte, a adubação nitrogenada não influenciou ($P > 0,05$) esta característica, apresentando valor médio de 0,0111 m^2/g . O aumento na RAF com as doses de N ocorreram, principalmente, em função de variações na AFE, componente morfológico e anatômico da RAF, que também aumentou linearmente ($P < 0,05$) em resposta ao aumento das doses de N (Tabela 4), no primeiro e segundo cortes. Aumentos na AFE podem ser explicados pelo efeito do N em aumentar as taxas de alongamento e aparecimento de folhas, resultando em folhas maiores, porém mais finas (ROVETTA et al., 2001). Os menores valores de AFE observados na ausência de N (estresse nutricional), no presente trabalho, também foram observados em situações de déficit hídrico (CRAUFURD et al., 1999). Segundo estes autores, a AFE pode ser usada como critério para seleção de genótipos mais tolerantes ao estresse hídrico.

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas aos valores de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), relação folha/colmo (RFC), índice de área foliar (IAF) e área foliar por perfilho (AFP) do capim-coastcross, em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte) e seus respectivos coeficientes de determinação

Corte	Equações	r ²
	RAF (m ² /g)	
Primeiro	$\hat{Y} = 0,0111$	
Segundo	$\hat{Y} = 0,0062261 + 0,0000138224^{**}N$	0,94
	AFE (m ² /g)	
Primeiro	$\hat{Y} = 0,0168432 + 0,0000541698^{***}N$	0,52
Segundo	$\hat{Y} = 0,011629 + 0,00004096^{**}N$	0,92
	RPF (g/g)	
Primeiro	$\hat{Y} = 0,574707 - 0,00039418^{*}N$	0,81
Segundo	$\hat{Y} = 0,530648 - 0,000500127^{*}N$	0,73
	RFC	
Primeiro	$\hat{Y} = 1,37981 - 0,00211485^{**}N$	0,89
Segundo	$\hat{Y} = 1,15313 - 0,00232923^{*}N$	0,80
	IAF	
Primeiro	$\hat{Y} = 1,01586 + 0,0185903^{*}N$	0,83
Segundo	$\hat{Y} = 1,66566 + 0,0162739^{*}N$	0,78
Terceiro	$\hat{Y} = 1,35375 + 0,01747^{*}N$	0,82
	AFP (m ²)	
Primeiro	$\hat{Y} = 0,00135364 + 0,0000199629^{**}N$	0,94
Segundo	$\hat{Y} = 0,00111238 + 0,000013312^{**}N$	0,94
Terceiro	$\hat{Y} = 0,00137254 + 0,0000201351^{**}N$	0,92

*, **, *** Significativo ao nível de 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A RPF e a RFC decresceram ($P < 0,05$) linearmente em função das doses de N, no primeiro e segundo cortes (Tabela 4). A RPF expressa a fração de MS não exportada das folhas para as outras partes da planta (BENINCASA, 1988). Diferenças na RPF podem ocorrer em função do genótipo (PINTO et al., 1994), maturidade das plantas (OLIVEIRA et al., 2000a) e disponibilidade de nutrientes (ROVETTA, 2000). Em gramíneas, a redução nos valores de RPF com o aumento das doses de N pode indicar maior exportação de fotoassimilados das lâminas foliares para alongamento do colmo, resultando na diminuição da RFC, conforme observado neste trabalho. A maior disponibilidade de N também faz com que gramíneas passem mais rapidamente da fase vegetativa para a fase reprodutiva (SAIBRO et al., 1978; HUMPHREYS, 1979; CORSI, 1984), necessitando-se reduzir o intervalo de cortes, para evitar as perdas de MS por senescência e morte de folhas. Altas doses de N, apesar de aumentar o rendimento forrageiro (ALVES et al., 2001), podem aumentar a taxa de senescência e morte de folhas (ROVETTA et al., 2001), provocando alterações na RFC, e, conseqüentemente, no valor nutritivo das gramíneas (ALVES et al., 2001). Foram estimados valores equivalentes a 1,1 e 0,84 para a RFC do capim-coastcross no primeiro e segundo corte, respectivamente, com a aplicação da maior dose de N. Valores de RFC abaixo de 1,0 comprometeram o valor nutritivo do capim-tifton 85 (OLIVEIRA et al., 2000b).

A adubação nitrogenada aumentou ($P < 0,05$) linearmente o IAF do pasto, estimando-se valores de 1,0 e 3,5; 1,7 e 3,8; e 1,4 e 3,7 para o primeiro, segundo e terceiro cortes, nas doses de 0 e 133 kg/ha de N, respectivamente (Tabela 4). ROVETTA (2000) também observou aumento no IAF do capim-tifton 85 até a dose de 133 kg/ha/corte de N, atingindo valores de 4,49; 4,96; e 5,43 para plantas colhidas ao atingirem 30, 40 e 50 cm de altura, respectivamente. O aumento no IAF com o incremento das doses de N deve-se aos benefícios do N em aumentar taxas de aparecimento e alongamento foliares, discutidos no Capítulo 1, refletindo em aumentos na área foliar (AFP) por perfilho (Tabela 4). Assim, a AFP do capim-coastcross aumentou ($P < 0,05$) linearmente em resposta à aplicação de doses crescentes de N, que influenciaram ($P < 0,05$) nas características estruturais do relvado (comprimento final de folhas e número de folhas), determinando o aumento no IAF do

relvado, conforme discutido no Capítulo 1. Vale lembrar que o N não promoveu alterações na densidade de perfilhos (número de perfilhos por m²), característica estrutural importante, que também pode provocar mudanças no IAF do pasto. Em pastos muito densos, como é o caso daqueles estabelecidos com gramíneas do gênero *Cynodon*, que podem atingir mais de 2.300 plantas (perfilhos principais) por m² (OLIVEIRA, 1999), a qualidade e intensidade da radiação podem afetar o perfilhamento (LANGER, 1963), reduzindo o número de perfilhos basais e aéreos, sob altos valores de IAF (OLIVEIRA et al., 2000c). OLIVEIRA et al. (2000c) observaram reduzido perfilhamento aéreo (1 a 2 perfilhos por planta) advindo de gemas localizadas nas axilas das folhas do perfilho principal, no período de 14 a 70 dias de rebrota. AUDA et al. (1966) observaram acréscimo no perfilhamento e crescimento de *Dactylis glomerata* nas mais altas doses de N (acima de 200 kg/ha), à medida que se aumentava a intensidade luminosa. Por outro lado, altas doses de N e baixa luminosidade restringiram o perfilhamento nessa gramínea.

A análise de variância revelou interação ($P < 0,05$) entre dose de N e idade de rebrota apenas para as variáveis RAF, AFE, RPF e RFC, no terceiro corte. Os resultados do desdobramento dessa interação estão apresentados nas Tabelas 5 e 6. Observa-se que sob altas doses de N (100 e 133 kg/ha/corte), a RAF foi menor ($P < 0,05$) na idade de 42 dias (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com os obtidos em gramíneas tropicais, que demonstram que os valores de RAF decrescem em idades mais avançadas (BENINCASA, 1988; OLIVEIRA et al., 2000a; GOMIDE, 2001). Entretanto, na ausência de N, os valores de RAF e AFE foram maiores aos 42 dias, em comparação com a idade de 28 dias (Tabela 5). Acredita-se que esse seja um mecanismo de tolerância ao estresse nutricional, que faz com que a planta aumente a área foliar com o intuito de compensar a baixa capacidade fotossintética das folhas, além de prevenir as perdas respiratórias na ausência de N (LIU e DICKMAN, 1996). A baixa capacidade fotossintética das folhas pode ser explicada, em parte, pelo papel do N na produção de células mesofílicas (MacADAM et al., 1989), que são células fotossintetizantes, prejudicando, posteriormente, a síntese de enzimas como a ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco) (GASTAL e NELSON, 1994).

Tabela 5 - Valores médios de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e relação folha/colmo (RFC) do capim-coastcross, nas diferentes doses de N, colhido aos 28 e 42 dias de rebrota (Corte 3)

Doses de N (kg/ha/corte)	Idade de rebrota	
	28 dias	42 dias
	RAF (m ² /g)	
0	0,0057 b	0,0077 a
33	0,0076 a	0,0078 a
66	0,0089 a	0,0085 a
100	0,0102 a	0,0088 b
133	0,0100 a	0,0086 b
	AFE (m ² /g)	
0	0,0086 b	0,0143 a
33	0,0137 a	0,0156 a
66	0,0169 a	0,0173 a
100	0,0200 a	0,0173 b
133	0,0186 a	0,0178 a
	RPF (g/g)	
0	0,6632 a	0,5390 b
33	0,5503 a	0,5010 b
66	0,5273 a	0,4913 a
100	0,5141 a	0,5059 a
133	0,5401 a	0,4842 b
	RFC	
0	1,89 a	1,17 b
33	1,23 a	1,00 b
66	1,14 a	0,97 a
100	1,06 a	1,01 a
133	1,18 a	0,94 b

¹ Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas aos valores de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e relação folha/colmo (RFC) do capim-coastcross, em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), colhido aos 28 e 42 dias de rebrota (Corte 3) e seus respectivos coeficientes de determinação

Idade (dias)	Equações	r ²
	RAF (m ² /g)	
28	$\hat{Y} = 0,006227 + 0,000033946^{**}N$	0,90
42	$\hat{Y} = 0,0077174 + 0,000008504^{*}N$	0,81
	AFE (m ² /g)	
28	$\hat{Y} = 0,010324 + 0,0000787437^{*}N$	0,83
42	$\hat{Y} = 0,014732 + 0,000026174^{**}N$	0,87
	RPF (g/g)	
28	$\hat{Y} = 0,615197 - 0,00084595^{***}N$	0,55
42	$\hat{Y} = 0,5251 - 0,00031336^{***}N$	0,61
	RFC	
28	$\hat{Y} = 1,616 - 0,00474028^{***}N$	0,56
42	$\hat{Y} = 1,1116 - 0,001394^{*}N$	0,64

*, **, *** Significativo ao nível de 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Deve-se levar em consideração que alterações nos índices de crescimento são bastante complexas e difíceis de serem interpretadas, principalmente em situações de campo, onde os fatores de ambiente (água, luz, temperatura, nutrientes e outros) podem interagir entre si, determinando mudanças morfofisiológicas na planta. Em condições de estresse luminoso, ou seja, sob baixa intensidade luminosa, a AFE do sorgo granífero também foi aumentada, sendo o principal determinante das variações na RAF dessa gramínea (BENINCASA, 1988). Considerando os valores obtidos no terceiro corte, observou-se maior correlação ($P < 0,01$) de RAF com a AFE ($r = 0,93$), do que com a RPF ($r = - 0,45$). Assim, pode-se inferir que aumentos na RAF do capim-coastcross ocorreram principalmente devido às variações na AFE desta gramínea.

De maneira geral, a RPF e a RFC reduziram com a maturidade das plantas, sendo os maiores valores observados aos 28 dias, diferindo significativamente ($P < 0,05$) nas doses de 0, 33 e 133 kg/ha/corte de N (Tabela 5). A redução na RPF com o aumento do período de rebrota pode ser atribuída à diminuição na RFC. As maiores diferenças nos valores de RPF e RFC, quando se comparam os valores obtidos nas idades de 28 e 42 dias, foram observadas na ausência de N. O baixo suprimento de N pode reduzir o crescimento das plantas e, conseqüentemente, o rendimento de MS. O contínuo aumento no rendimento de MS está principalmente associado à crescente proporção de colmo na biomassa do pasto (OLIVEIRA et al., 2000b). Assim, qualquer fator que afeta o crescimento das plantas, como é o caso da falta de N, aliado a cortes mais freqüentes, prejudica o alongamento de colmos, resultando em altos valores de RFC, baixos rendimentos de MS e menores alturas no momento do corte.

As equações de regressão ajustadas aos valores de RAF, AFE, RPF e RFC, em função das doses de N, para o capim-coastcross colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, no terceiro corte, estão apresentadas na Tabela 6. Observa-se um efeito mais expressivo do N em provocar mudanças nesses índices de crescimento aos 28 dias, quando se comparam os coeficiente angulares (b) das equações de regressão relativas às duas idades de rebrota. A maior resposta do N em aumentar a área foliar útil para fotossíntese, definida como RAF (BENINCASA, 1988), aos 28 dias de rebrota, provavelmente deve-se à maior demanda de N para a produção de folhas na fase inicial de desenvolvimento da gramínea. Em idades mais avançadas, o N pode ser mobilizado para outros drenos (colmo, inflorescências), fazendo com que o efeito do N em aumentar a RAF seja menor. Aos 28 dias de rebrota, estimaram-se valores de RAF de 0,0062 e 0,0110 m^2/g , respectivamente, para as doses de 0 e 133 kg/ha de N, enquanto, aos 42 dias, estimaram-se valores de 0,007 a 0,0088 m^2/g para as mesmas doses de N. Aumentos expressivos na RAF em função das doses de N, aos 28 dias, determinaram aumentos na AFE, reduzindo a espessura foliar. Por outro lado, o aumento nas doses de N provocaram reduções acentuadas na RFC, principalmente aos 28 dias de rebrota, observando-se uma variação de 1,6 a 1,0 para as doses de 0 e 133 kg/ha de N, respectivamente. Aos 42 dias de rebrota, o decréscimo nos

valores de RFC com o aumento das doses de N foi menor, estimando-se valores de 1,1 e 0,9 para as doses de 0 e 133 kg/ha de N, respectivamente. Assim, deve-se evitar altas doses de N, não somente pelo fato de provocar reduções na RFC, componente determinante da qualidade das forrageiras, como também pelo fato do N aumentar a taxa de senescência foliar, conforme observado nos resultados apresentados no capítulo anterior.

O aumento nos valores de RAF e AFE com o incremento das doses de N também foi observado por ROVETTA (2000), em capim-tifton 85. Este autor ainda observou aumentos na RPF com o aumento das doses de N. ALVES et al. (2001), trabalhando com a mesma gramínea, estimaram valores de RFC variando de 0,87 a 1,36; 0,72 a 1,20; e 0,57 a 1,05, para plantas recebendo 0 e 133 kg/ha/corte de N, colhidas ao atingirem 30, 40 e 50 cm de altura. Em capim-guiné e capim-setária, PINTO et al. (1994) observaram queda acentuada nos valores de RFC com a idade de rebrota, dos 14 aos 56 dias, não tendo sido influenciada pelas doses de 100 e 300 ppm de N. ALVIM et al. (1996), trabalhando com o capim-coastcross submetido a quatro doses de N (0, 250, 500 e 750 kg/ha/ano), verificaram tendência de redução na RFC, de 1,6 a 1,3, com o aumento das doses deste nutriente, na época das chuvas, enquanto na época da seca verificou-se o aumento na RFC de 0,9 a 1,1.

4. Conclusões

Maiores valores de relação folha/colmo, razão de peso foliar, índice de área foliar, área foliar específica e área foliar por planta foram obtidos aos 28 dias de rebrota, relativamente aos 42 dias.

A aplicação de doses crescentes de N aumentou a área foliar e reduziu a relação folha/colmo, resultando em folhas maiores, porém mais delgadas.

A redução na área foliar específica do capim-coastcross sob baixa disponibilidade de N pode ser considerada como um dos mecanismos principais de tolerância ao estresse nutricional deste cultivar, sendo o principal responsável, nas condições deste estudo, pelas variações na razão de área foliar.

5. Referências Bibliográficas

- ALVES, M.J., PEREIRA, O.G., CECON, P.R., ROVETTA, R., RIBEIRO, K.G., MARTINS, F.H. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- ALVIM, M.J., RESENDE, H., BOTREL, M.A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do “coast-cross”. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 181p.
- AUDA, H., BLASER, R.E., BROWN, R.H. Tillering and carbohydrate contents of orchardgrass as influenced by environmental factors. **Crop Sci.**, v.6, n.2, p.139-143, 1966.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41p.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes.** London: Longman, 1977. 475p.
- BRIGGS, G.E., KIDD, F., WEST, C. A quantitative analysis of plant growth II. **Ann. Appl. Biol.**, v.7, p.202-223, 1920.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: s. ed., 1993. p. 95-104.
- CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum* Jacq.** Wooster, Ohio State University, 1984. 125p. (Tese Ph.D.)
- CRAUFURD, P.Q., WHEELER, T.R., ELLIS, R.H., SUMMERFIELD, R.J., WILLIAMS, J.H. Effect of temperature and water deficit on water-use efficiency, carbon isotope discrimination, and specific leaf area in peanut. **Crop Sci.**, v.39, p.136-142, 1999.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema para análises estatísticas – SAEG. v.5.0.** Viçosa: Funarbe, UFV, 1993.
- GASTAL, F., NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiol.**, v.105, p.191-197, 1994.

- GOMIDE, C.A.M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)**. Viçosa: UFV, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001
- GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon***. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1996. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1996.
- HERRERA, R.S., HERNÁNDEZ, Y., DORTA, N. Respuesta de la bermuda cruzada a la fertilización nitrogenada y edad de rebrote. VIII. Desarrollo morfológico. **Rev. Cubana Cienc. Agríc.**, v.25, n.3, p.293-298, 1991.
- HUMPHREYS, L.R. Tropical pasture seed production. 2. ed. Rome: FAO, 1979. 143p.
- HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.
- LARCHER, W. 1995. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3 ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 506p.
- LIU, Z., DICKMANN, D.I. Effects of water and nitrogen interaction on net photosynthesis, stomatal conductance, and water-use efficiency in two hybrid poplar clones. **Physiol. Plant.**, v.97, p.507-512, 1996.
- MacADAM, J.W., VOLENEC, J.J., NELSON, C.J. Effects to nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiol.**, v.89, p.549-556, 1989.
- MOTT, G.O., POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P.T., KOZLOWSKI, T.T. (Eds.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.157-186.
- OLIVEIRA, M.A. **Morfogênese, análise de crescimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., GARCIA, R., OBEID, J.A., CECON, P.R., MORAES, S.A., SILVEIRA, P.R. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1949-1960. 2000b. (Suplemento 1)
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., GOMIDE, J.A., HUAMAN, C.A.M., GARCIA, R., CECON, P.R. Análise de crescimento do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1930-1938. 2000a. (Suplemento 1)

- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., GARCIA, R., GOMIDE, J.A., CECOM, P.R., SILVEIRA, P.R. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000c. (Suplemento 1)
- PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A., RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Rev. Bras. Zootec.**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- PINTO, J. C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt, *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa, MG: UFV, 1993. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/colmo de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. **Crop Sci.**, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
- ROVETTA, R. **Morfogênese e análise de crescimento do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.), sob diferentes dose de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura.** Viçosa: UFV, 2000. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ROVETTA, R., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., FONSECA, D.M., GARCIA, R., OLIVEIRA, M.A., CECOM, P.R., ALVES, M.J. Morfogênese foliar do capim-bermuda 'Tifton 85' sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- SAIBRO, J.C., HOVELAND, C.S., WILLIAMS, J.C. Forage yield and quality of *Phalaris* as affected by N fertilization and defoliation regimes. **Agron. J.**, v.70, n.3, p.497-500. 1978.
- WATSON, D.J. The dependence of net assimilation rate on leaf-area index. **Ibid.**, v.22, p.37-54, 1958.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Adv. Agron.**, v.4, p.101-145, 1952.

Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) sob Diferentes Doses de Nitrogênio e Idades de Rebrotas

Resumo - Avaliaram-se o rendimento e o valor nutritivo do capim-coastcross sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e idades de rebrotas (28 e 42 dias). O experimento foi conduzido de 04/11/99 a 20/04/00 (Período 1) e de 23/11/00 a 09/05/01 (Período 2). Os tratamentos foram arrançados em um esquema fatorial, em blocos ao acaso, com três repetições. A adubação nitrogenada foi parcelada em três aplicações realizadas logo após os cortes, em cada período experimental. Os rendimentos forrageiros do capim-coastcross variaram de 8,0 a 17,2 t/ha/ano, no primeiro período, e de 7,7 a 18,6 t/ha/ano de MS, no segundo período experimental, para as doses de 0 a 400 kg/ha/ano de N, respectivamente. Maiores valores de relação folha/colmo foram obtidos em cortes mais tardios, na ausência de N. A adubação nitrogenada aumentou linearmente os teores de PB, observando-se maior eficiência de resposta na idade de 28 dias. Aumentos na DIVMS em resposta à aplicação de doses crescentes de N somente ocorreram em plantas mais jovens, ou seja, na idade de 28 dias de rebrotas, no segundo período experimental. O teor de FDN reduziu linearmente no Período 1, não sendo influenciado no segundo período pelas doses crescentes de N. Maiores teores de K foram observados aos 28 dias de rebrotas, principalmente sob altas doses de N, enquanto os teores de P, Ca e Mg não diferiram entre as idades estudadas. Os teores de K e Mg aumentaram linearmente com a aplicação de doses crescentes de N, enquanto os teores de P e Ca não foram influenciados pela adubação nitrogenada. O efeito da adubação nitrogenada no valor nutritivo do capim-coastcross depende da idade das plantas ao momento do corte.

Yield and Nutritive Values of 'Coastcross' Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) under Different Nitrogen Levels and Ages of Regrowth

Abstract – The yield and nutritive value of 'Coastcross' bermudagrass, under different levels of nitrogen (0, 100, 200, 300 and 400 kg/ha/year) and ages of regrowth (28 and 42 days) were evaluated. The experiment was conducted from 11/04/99 to 04/20/00 (Period 1) and from 11/23/00 to 05/09/01 (Period 2). The treatments were assigned to a randomized block design, in factorial scheme, with three replicates. Nitrogen fertilization was divided in three applications after cuttings, in each experimental period. Forage yield of 'Coastcross' bermudagrass ranged from 8.0 to 17.2 t/ha/year, in the first period, and from 7.7 to 18.6 t/ha/year DM, in the second experimental period, at N levels of 0 and 400 kg/ha/year, respectively. Higher values of leaf:stem ratio were obtained at later cuts, in the treatments without N. Nitrogen fertilization linearly increased CP contents and the most efficiency answer was observed at 28 days of regrowth. Increased in the DMIVD, in response to the increasing N levels, only occurred in younger plants (28 days of regrowth), in the second experimental period. NDF content was linearly reduced in the Period 1, but was not affected in the second period by the increasing N levels. Higher K contents were observed at 28 days of regrowth, meanly under high N levels, while the contents of P, Ca and Mg did not differ among the studied ages. The K and Mg contents linearly increased according to the increasing N levels, while the P and Ca contents were not affected by the nitrogen fertilization. The effect of nitrogen fertilization on the 'Coastcross' bermudagrass nutritive value depends on the plant age at cutting.

1. Introdução

A intensificação dos sistemas de produção com o uso de animais de elevado potencial produtivo tem aumentado a demanda por alimentos de melhor qualidade e produzidos em grande quantidade, a um custo cada vez menor. Neste sentido, as gramíneas forrageiras de clima tropical e subtropical constituem-se em uma alternativa bastante viável na alimentação animal, em função do seu alto potencial de produção e baixo custo. Entretanto, faz-se necessário o uso de insumos agrícolas, como corretivos e fertilizantes, com o intuito de elevar o rendimento e o valor nutritivo da forragem consumida, o que possibilita aumento da capacidade de suporte e da produção animal por hectare.

Dentre os nutrientes mais requeridos pelas gramíneas forrageiras (N, P, K, Ca e Mg), nas condições edafoclimáticas do Brasil, destaca-se o N pelos benefícios no rendimento de MS e no valor nutritivo, principalmente, elevando os teores de proteína bruta (PB) (CÁCERES et al., 1989; ALVIM et al., 1996; ALVES et al., 2001). FONSECA et al. (1984), trabalhando com capim-coastcross, observaram aumento nos teores de N até a dose de 300 kg/ha/ano para o período chuvoso e até a dose de 400 kg/ha/ano para a época seca.

Estudos têm revelado interação entre intervalos de cortes e doses de N sobre o rendimento e valor nutritivo das gramíneas forrageiras. ALVIM et al. (1998) observaram que as produções de MS do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) aumentaram à medida que se elevaram as doses de N e se ampliou o intervalo de cortes até quatro semanas, na época das chuvas, e seis semanas, na época da seca. A maior produção anual foi de 23,1 t/ha, sendo 17,8 t/ha obtida na época das chuvas e 5,3 t/ha na época da seca. Os teores de PB aumentaram significativamente com as doses de N e a redução do intervalo de cortes, obtendo-se valores médios anuais de 5,9 a 21,7%. Em outro ensaio com o capim-tifton 85, RIBEIRO et al. (1998) observaram maiores produções de MS (de 25,1 t/ha) no intervalo de corte de quatro semanas com aplicação de 400 kg/ha/ano de N. Ainda, no intervalo de corte de quatro semanas, foram obtidos os maiores valores de relação lâmina/colmo (1,04), teores médios de PB

(10,1%) e coeficientes de DIVMS (62,2%). Em capim-coastcross, HERRERA (1979) e ALVIM et al. (1996) verificaram aumentos na fração folha com o aumento das doses de N no período seco e decréscimo no período chuvoso.

Dados da literatura sugerem que a adubação nitrogenada não exerce nenhuma influência na digestibilidade de gramíneas forrageiras tropicais, quando estas se situam em um mesmo estágio de desenvolvimento (MINSON, 1992). Este fato foi comprovado por PACIULLO (1997), que não observou diferença para os valores de DIVMS de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) com o aumento das doses de N. Ainda, considerando gramíneas colhidas na mesma idade de rebrota, a fertilização nitrogenada não possui nenhum efeito no consumo voluntário de MS de animais estabulados ou confinados, enquanto o consumo por animais em regime de pastejo pode ser reduzido com baixas quantidades de N, pelo fato de reduzir a facilidade de apreensão da forragem pelo animal, através da redução na disponibilidade de folhas verdes por unidade de área (PEYRAUD e ASTIGARRAGA, 1998). DIAS et al. (1996), trabalhando com capim-transvala (*Digitaria decumbens*), capim-swazi (*Digitaria swazilandensis*) e capim-coastcross submetidos a quatro doses de N (0, 100, 200 e 400 kg/ha/ano), verificaram que os coeficientes de DIVMS foram mais influenciados pela época de corte do que pelas doses de N.

Espécies e cultivares do gênero *Cynodon* diferem entre si quanto à digestibilidade. HILL et al. (1993), trabalhando com cultivares de *Cynodon* submetidos a intervalos de cortes de seis semanas, observaram que a DIVMS do capim-tifton 85 (60,3%) foi maior que a do capim-tifton 44 (55%) e capim-coastal (54,3%), porém pouco inferior à do capim-tifton 68 (63,6%).

A idade da planta influi no rendimento e valor nutritivo da forrageira e determina a variabilidade dos indicadores de qualidade. HERRERA e HERNÁNDEZ (1989), avaliando o efeito da idade de rebrota (1 a 12 semanas de idade) no rendimento de MS do capim-coastcross, durante duas estações (seca e chuvosa), registraram produções entre 0,89 e 8,83 t/ha no período chuvoso, e entre 0,41 e 7,30 t/ha, no período seco, aos 14 e 77 dias de idade, respectivamente. PARETAS et al. (1981), trabalhando com o capim-coastcross colhido aos 30, 45 e 60 dias de rebrota, verificaram produções de MS de 8,8; 11,4; e 14,7 t/ha, para as respectivas idades, durante o verão.

Nas condições do Brasil, ALVIM et al. (1996), trabalhando com o capim-coastcross, relataram produções de MS variando de 2,2 a 18,6 t/ha e de 1,1 a 12,2 t/ha, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, sendo que as produções anuais variaram de 3,4 a 30,8 t/ha. PALHANO e HADDAD (1992), ao avaliarem o efeito de seis períodos de crescimento (20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após o corte de uniformização) sobre o rendimento do capim-coastcross, observaram que a produção de MS sofreu acréscimo quadrático com o tempo, estabilizando-se a partir dos 40 dias de idade e apresentando valor máximo (916,50 g/m²) aos 60 dias. Os mesmos autores determinaram teores de PB para o capim-coastcross teor de proteína bruta de 19,06% aos 20 dias, com redução para 8,78% aos 70 dias de idade. FERRARI JÚNIOR (1991) observou, para o mesmo cultivar, teores de 12,3; 8,5; 8,2; e 7,8% nas idades de 42, 56, 70 e 84 dias, respectivamente.

Quanto aos coeficientes de DIVMS, estes sofrem redução com o avanço da maturidade das plantas (PALHANO e HADDAD, 1992; RIBEIRO et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2000a). A queda nos coeficientes de DIVMS com o avanço da maturidade ocorre devido ao aumento na lignificação e na relação colmo/folha (VAN SOEST, 1994), bem como ao aumento na proporção de parede celular (WILKINS, 1969). Além desse aspecto, a lignina mostra-se negativamente correlacionada com a digestibilidade dos componentes da parede celular, celulose e hemicelulose, principal matéria-prima para a atuação dos microorganismos (VAN SOEST, 1994).

Com o avanço da maturidade da gramínea também ocorrem mudanças na sua composição mineral. GOMIDE (1976) relatou que esta varia com uma série de fatores, entre os quais se destacam a idade da planta, solo e adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies e variedades, estações do ano e sucessão de cortes. Esse autor relatou que, com o desenvolvimento e avanço da idade da planta, normalmente ocorrem quedas nos teores dos nutrientes N, P e K, o que é atribuído, principalmente, ao efeito de diluição dos elementos minerais na MS produzida. De fato, vários trabalhos mostraram redução nos teores desses elementos com o avanço da maturidade das gramíneas do gênero *Cynodon* (GOMIDE et al., 1969; HERRERA e HERNÁNDEZ, 1987; CASTRO et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2000a).

A adubação nitrogenada parece exercer pouco efeito sobre a composição mineral das gramíneas do gênero *Cynodon*, apresentando resultados inconsistentes, talvez em função das diferenças de fertilidade dos solos ou das doses empregadas. CARO-COSTAS et al. (1972), trabalhando com grama-estrela em Porto Rico, observaram redução nos teores de P e Ca com o aumento das doses de N, enquanto os teores de K e Mg não sofreram variação. No Brasil, ROCHA et al. (2001a) também relataram redução nos teores de Ca com o aumento das doses de N. Por outro lado, os teores de P, K e Mg não foram influenciados pelas doses crescentes de N. Entretanto, RIBEIRO (2000) relatou aumento nos teores de K e Mg, redução nos teores de P, enquanto os teores de Ca não foram influenciados pela adubação nitrogenada.

O capim-coastcross é um híbrido estéril oriundo do cruzamento do cultivar Coastal (*C. dactylon*) e uma introdução proveniente do Quênia (*C. nlemfuensis* var. *robustus*), de alta digestibilidade, porém pouco tolerante ao frio (BOGDAN, 1977). Foi liberado para plantio em 1967 com o nome de Coastcross-1 e introduzido no Brasil na década de 70. Com o intuito de contribuir para o melhor manejo do capim-coastcross, nas condições da Zona da Mata Mineira, foi conduzido este ensaio objetivando avaliar o rendimento forrageiro e o valor nutritivo dessa gramínea sob diferentes doses de N e idades de rebrota.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área estabelecida com capim-coastcross, do Departamento de Zootecnia da UFV, em duas épocas de crescimento (Período 1 - 04/11/99 a 20/04/00; Período 2 - 23/11/00 a 09/05/01), durante o período das águas. O início de cada período experimental coincidiu com o corte de uniformização em todas as parcelas.

O local apresenta solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo de textura franco argilo-arenosa, cujas características químicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas de amostras de solo da camada superficial (0-20 cm) coletadas no início do primeiro e segundo períodos experimentais

Químicas	Período 1	Período 2
pH em água (1:2,5)	5,8	4,8
Fósforo (Mehlich-1) (mg/dm ³)	2,0	2,2
Potássio (mg/dm ³)	103,0	189,0
Cálcio (cmol _c /dm ³)	2,5	1,5
Magnésio (cmol _c /dm ³)	0,8	0,5
Alumínio (cmol _c /dm ³)	0,0	0,2
CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³)	6,87	7,04
Saturação por bases, V (%)	53,8	35,4

Os dados climáticos de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas máximas, mínimas e médias mensais ocorridas no período experimental, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Precipitação pluvial mensal acumulada (PREC) e médias mensais de temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed) e umidade relativa do ar (UR), durante dois períodos experimentais

Período experimental	Mês/ano	PREC (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	UR (%)
1	Novembro/99	375,3	25,5	16,2	20,0	78,7
	Dezembro/99	108,9	27,8	18,7	22,4	81,1
	Janeiro/00	288,5	28,2	19,1	22,6	83,9
	Fevereiro/00	148,2	28,9	18,6	22,6	82,9
	Março/00	105,1	27,3	18,4	21,7	86,0
	Abril/00	37,1	26,9	15,5	19,2	84,4
	2	Novembro/00	206,9	26,6	18,2	21,5
Dezembro/00		229,0	28,8	19,2	22,9	82,6
Janeiro/01		169,5	29,5	18,8	23,6	79,4
Fevereiro/01		46,6	32,4	19,5	25,1	73,9
Março/01		147,2	30,1	18,2	23,8	80,4
Abril/01		33,6	29,9	17,0	23,7	77,7
Mai/01		59,5	26,3	14,7	20,2	79,0

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, constituído por cinco doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e duas idades de rebrota (28 e 42 dias), segundo o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, totalizando 30 parcelas ou unidades experimentais de 2 x 3 m cada.

A calagem foi realizada cerca de 30 dias antes do início de cada período experimental. A quantidade de calcário a ser aplicada foi determinada com base nos resultados da análise do solo, visando elevar a saturação por bases para 60%.

O experimento iniciou em 04/11/99, quando foram realizados o corte de uniformização em todas as parcelas e a aplicação da primeira parcela da adubação nitrogenada. A adubação fosfatada foi feita logo após corte de uniformização, aplicando-se em cobertura 100 kg/ha de P₂O₅, sendo o superfosfato simples a fonte de P utilizada. A adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes, recebendo, cada parcela, 1/3 das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha), na forma de sulfato de amônio, com 40 kg/ha de K₂O do fertilizante cloreto de potássio, associado a cada aplicação de N, sendo a primeira parcela aplicada logo após o corte de uniformização, nas datas

indicadas na Tabela 3. A segunda e terceira parcelas foram aplicadas logo após o segundo e terceiro corte nas idades de 28 e 42 dias de rebrota, em cada período experimental. A área experimental foi mantida sob irrigação por aspersão, sempre que se observava períodos de aproximadamente cinco dias sem chuvas, evitando-se, assim, os 'veranicos' muito comuns durante o verão.

No dia da colheita, em cada idade de rebrota, foi efetuada a medição da altura das plantas, do nível do solo à altura do horizonte visual das folhas. A forragem para estimativa do rendimento forrageiro foi colhida em área útil de 1,0 m², após eliminar-se 0,5 m na lateral e 1,0 m em cada extremidade da parcela. A estimativa da densidade de perfilhos foi feita com o auxílio de um quadro feito de tubo de PVC de 0,25 x 0,25 m, que foi lançado ao acaso na área útil de cada parcela, colheitando-se o material, a 5 cm do solo, com o auxílio de um cutelo e acondicionando-o em sacos plásticos para posterior contagem do número de perfilhos. O restante da forragem, presente na área útil de cada parcela, foi colhida com cutelo, a 5 cm do solo, e pesada em balança tipo dinamômetro, com divisão de 100 g, montada em um tripé, junto com o material destinado à contagem de perfilhos, estimando-se a produção de massa verde na área útil. Do material pesado, retirou-se uma amostra de ± 250 g, que foi acondicionada em sacos de papel e levada imediatamente ao laboratório para pesagem. Após pesagem, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas. Após pré-secagem, o material foi pesado e moído em moinho tipo "Willey", com peneira de 30 "mesh". Aproximadamente 3 g de cada amostra moída foram secados a 105°C, a fim de corrigir a estimativa do teor de MS da forragem.

Tabela 3 - Datas de cortes e respectivas alturas ao tempo de corte de plantas de capim-coastcross adubadas com cinco doses de N e colhidas em duas idades de rebrota, durante dois períodos experimentais

Período	Data de corte	Idade (dias)	Altura média (cm) da planta nas doses de 0, 33, 66, 100 e 133 kg N/ha/corte
1	04/11/99*	Uniformização	05; 05; 05; 05; 05
	02/12/99*	28	15; 26; 27; 34; 35
	30/12/99*	28	21; 41; 53; 55; 54
	27/01/00	28	22; 45; 47; 55; 56
	24/02/00	28	19; 25; 27; 36; 39
	23/03/00	28	-
	20/04/00	28	-
	16/12/99*	42	28; 41; 55; 56; 61
	26/01/00*	42	38; 52; 61; 63; 62
	09/03/00	42	39; 51; 60; 64; 63
	20/04/00	42	-
	2	23/11/00*	Uniformização
21/12/00*		28	26; 34; 42; 44; 45
19/01/01*		28	21; 34; 36; 41; 43
16/02/01		28	20; 38; 39; 41; 39
16//03/01		28	- ; - ; 28; 33; 37
05/01/01*		42	41; 50; 51; 52; 52
16/02/01*		42	35; 44; 49; 51; 50
28/03/01		42	40; 54; 54; 55; 56
09/05/01		42	42; 44; 46; 47; 48

* Datas referentes à aplicação de 1/3 da dose de N, referente a cada tratamento (N0 = 0; N1 = 33; N2 = 66; N3 = 100; e N4 = 133 kg/ha)

A estimativa do número de perfilhos por m² (DP- densidade de perfilhos) de cada parcela foi obtida multiplicando-se o número de perfilhos presentes no quadro de área conhecida (0,0625 m²) por 16.

As amostras referentes ao primeiro corte do Período 1, nas idades de 28 e 42 dias de rebrota (Tabela 3), foram analisadas quanto aos teores de PB, Ca, P, K, Mg (AOAC, 1970), FDN (VAN SOEST, 1965) e DIVMS, determinada pelo método de TILLEY e TERRY (1963). A dosagem de N foi feita pelo método micro-Kjedhal, enquanto para a análise dos minerais P, Ca, Mg e K, as amostras foram mineralizadas por via úmida e as soluções resultantes, devidamente diluídas, tiveram seus teores de P dosados por colorimetria; K, por fotometria de chama e Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica, segundo metodologia descrita por SILVA (1990).

Os dados de composição química e digestibilidade foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. Para o fator idade, as médias foram comparadas utilizando-se o teste F. Para o fator dose de N, ajustaram-se modelos de regressão, que foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F e o nível de até 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo.

3. Resultados e Discussão

Os rendimentos forrageiros médios, por corte e totais, obtidos com as diferentes doses de N e idades de rebrota, nos Período 1 e 2, são apresentados, respectivamente, nas Tabela 4 e 5. De maneira geral, a adubação nitrogenada e a idade de rebrota influenciaram o número de cortes realizados nas parcelas durante cada período experimental. No Período 1, a idade de 28 dias permitiu seis cortes nas parcelas que receberam 300 e 400 kg/ha/ano de N e a idade de 42 dias resultou em apenas quatro cortes para todas as parcelas. No Período 2, as duas idades (28 e 42 dias) permitiram a realização de quatro cortes. Observou-se menor número de cortes na idade de 42 dias, em comparação à idade de 28 dias, no Período 1. A menor frequência de corte (28 dias) resultou em menores produções de MS por corte, que foram compensadas pela possibilidade de realização de um maior número de cortes. Os rendimentos forrageiros médios totais variaram de 5.456 a 15.480 e de 8.831 a 16.291 kg/ha/ano de MS, no Período 1, e de 3.276 a 13.024 e de 9.070 a 22.162 kg/ha/ano, no Período 2, em plantas adubadas com 0 a 400 kg/ha/ano de N e colhidas aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente (Tabela 4 e 5).

Tabela 4 - Rendimentos forrageiros médios (kg/ha de MS), por corte e total, do capim-coastcross em resposta às diferentes doses de N, em dois intervalos de corte (28 e 42 dias), no primeiro período experimental (Período 1 - 04/11/99 a 20/04/00)

N (kg/ha/corte)	Corte						Total
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Quinto	Sexto	
MS (kg/ha)							
28 dias							
0	1187	1420	974	717	1158	-	5456
33	1653	2629	2133	908	1369	-	8692
66	2169	3837	3200	1127	1373	-	11706
100	2313	3907	3056	1516	1918	2577	15287
133	2336	3548	3043	1521	2159	2873	15480
42 dias							
0	1686	2924	1945	2276	-	-	8831
33	2436	4519	2717	2349	-	-	12021
66	3328	5531	3851	2750	-	-	15460
100	4508	5545	4054	2691	-	-	16798
133	4462	5266	3894	2669	-	-	16291

Tabela 5 - Rendimentos forrageiros médios (kg/ha de MS), por corte e total, do capim-coastcross em resposta a diferentes doses de N, colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, no segundo período experimental (Período 2 - 24/11/00 a 09/05/01)

N (kg/há/corte)	Corte					Total
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Total	
MS (kg/ha)						
28 dias						
0	1389	711	1176	-	-	3276
33	2039	1750	3371	-	-	7160
66	3008	1782	3003	1922	-	9716
100	3288	2268	3303	2509	-	11368
133	3368	3098	3472	3086	-	13024
42 dias						
0	2027	2655	2879	1509	-	9070
33	4134	4539	5166	1946	-	15785
66	5845	5939	5195	2816	-	19795
100	7375	4904	5287	2683	-	20249
133	8819	4561	5963	2819	-	22162

Nos períodos 1 e 2, o rendimento de MS total aumentou ($P < 0,05$) linearmente em função das doses de N, independentemente da idade de rebrota, segundo as equações de regressão $\hat{Y} = 7968,05 + 23,171 \cdot N$ ($r^2 = 0,92$) e $\hat{Y} = 7725,0 + 27,176 \cdot N$ ($r^2 = 0,91$), respectivamente. As eficiências de resposta ao N obtidas nesses dois períodos experimentais de 23,2 e 27,2 kg MS/kg N são bem inferiores àquelas obtidas em capim-tifton 85, de 36,8 (RIBEIRO, 2000) e 41,0 kg MS/kg N (ALVES et al., 2001). As equações de regressão permitiram estimar rendimentos forrageiros que variaram de 7,96 a 17,24 t/ha/ano, no Período 1, e de 7,72 a 18,59 t/ha/ano de MS, no Período 2, para as doses de 0 a 400 kg/ha/ano de N, respectivamente.

A adubação nitrogenada proporciona aumentos no rendimento forrageiro por promover alterações no número e peso dos perfilhos. Em pastos com baixa população de perfilhos (abaixo de 2.500 perfilhos/m²), a maior disponibilidade de N pode aumentar o número e tamanho dos perfilhos até determinado valor onde as plantas passam a competir entre si por fotoassimilados.

O perfilhamento foi influenciado ($P < 0,05$) pelas doses de N, não sendo alterado ($P > 0,05$) pela idade de rebrota. As equações de regressão ajustadas aos valores de densidade de perfilhos (DP) do capim-coastcross, em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), no primeiro, segundo e terceiro cortes do Período 1, estão apresentadas na Tabela 6. Estimaram-se valores máximos de 3065 e 3010 perfilhos por m², no primeiro e terceiro cortes para as doses de 68,11 e 82,79 kg/ha/corte de N, respectivamente. Estes valores assemelham-se àquele observado para o segundo corte (2.957 perfilhos por m²). Vale ressaltar que o N estimulou um maior perfilhamento a partir de gemas basilares e de rizomas, enquanto o surgimento de perfilhos aéreos, provenientes de gemas localizadas nas axilas das folhas do perfilho principal, foi bastante reduzido ou praticamente nulo, provavelmente em decorrência do aumento nas condições de sombreamento destas gemas, provocado pelo aumento na taxa de produção de folhas. O meristema apical é um forte dreno de nutrientes, dentre os quais o N que desempenha importante papel na produção de novas folhas e perfilhos. Entretanto, doses altas de N (acima de 68 kg/ha/corte) reduziram o número de perfilhos por m²,

provavelmente devido a uma maior competição entre si por assimilados produzidos pela planta como um todo. No entanto, o aumento no rendimento forrageiro sob doses crescentes de N pode ser explicado pelo aumento de peso da MS dos perfilhos. ZARROUGH e NELSON (1980) e PINTO et al. (1994) verificaram correlação negativa entre número e peso de perfilhos. Este mecanismo pode ser considerado como uma homeostase da gramínea.

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas aos valores de densidade de perfilhos (DP, número de perfilhos por m²) e relação folha/colmo (RFC) do capim-coastcross, em função de doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), no Período 1, e seus respectivos coeficientes de determinação

Corte	Equações	R ² /r ²
DP		
1	$\hat{Y} = 2420,15 + 18,9294*N - 0,138950*N^2$	0,92
2	$\hat{Y} = 2957,07$	
3	$\hat{Y} = 1684,34 + 32,0185*N - 0,193352***N^2$	0,85
RFC		
1	$\hat{Y} = 1,37981 - 0,00211485**N$	0,89
2	$\hat{Y} = 1,15313 - 0,00232923*N$	0,80
3	$\hat{Y} = 1,496 - 0,0110738*N + 0,000060155*N^2$	0,94

*, **, *** Significativo ao nível de 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Independentemente das idades de rebrota, a maior disponibilidade de N proporcionou reduções (P<0,05) na relação folha/colmo (RFC), no Período 1 (Tabela 6). No primeiro e segundo cortes, observaram-se reduções lineares na RFC, estimando-se valores de 1,38 a 1,10 e de 1,15 a 0,84, para as doses de 0 a 133 kg/ha/corte de N, respectivamente. No terceiro corte, observou-se efeito (P<0,05) quadrático, estimando-se valor mínimo de 0,98 para a dose de 92,04 kg/ha/corte de N. Variações na proporção de folhas em resposta à aplicação de N dependem da estação do ano, geralmente, apresentando valores altos na estação seca e valores baixos no período chuvoso (HERRERA, 1979; ALVIM et al., 1996). No período chuvoso, a adubação

nitrogenada por contribuir para um maior alongamento de colmo e, portanto, maior produção de MS, proporciona decréscimos na RFC. ALVIM et al. (1996), trabalhando com capim-coastcross submetido a quatro doses de N (0, 250, 500 e 750 kg/ha/ano), verificaram tendência de redução na RFC, de 1,6 para 1,3, com o aumento das doses deste nutriente, na época das chuvas, enquanto na época da seca verificou-se aumento na RFC, de 0,9 para 1,1. Valores de RFC menores que 1,0 comprometeram o valor nutritivo do capim-tifton 85, a partir de 28 dias de rebrota, adubado com 75 kg/ha/corte de N (OLIVEIRA et al., 2000a).

Os maiores valores de RFC ocorreram no terceiro corte (1,50), na ausência de N, em comparação com os valores obtidos no primeiro (1,38) e segundo corte (1,15) (Tabela 6), o que coincidiu com o final do verão. Aumentos nos valores de RFC com a sucessão de cortes também foram observados por RIBEIRO (2000) em capim-tifton 85.

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre N e idade de rebrota para os teores de PB na planta, no primeiro, segundo e terceiro cortes (Período 1). Comparando-se os teores médios de PB obtidos em cada dose de N, observa-se maiores valores aos 28 dias, para as doses de 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte de N, referentes ao primeiro e segundo cortes e para as doses de 100 e 133 kg/ha/corte de N, no terceiro corte (Tabela 7). Sob baixas doses de N, o efeito da idade de rebrota praticamente desaparece, provavelmente em função dos altos valores de RFC nessa condição. Redução nos teores protéicos de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* em função da idade foram relatados por vários autores (HERNÁNDEZ e PEREIRA, 1981; GOMIDE, 1996; OLIVEIRA et al., 2000a; ALVES et al., 2001).

Tabela 7 - Valores médios observados para os teores de PB (% na MS) do capim-coastcross, nas diferentes doses de N, colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, no Período 2 (Corte 1, 2 e 3)

Doses de N (kg/ha/corte)	Idade (dias)	
	28	42
	Corte 1	
0	10,89 a	12,40 a
33	19,21 a	13,08 b
66	22,20 a	17,53 b
100	25,16 a	17,64 b
133	25,99 a	19,33 b
	Corte 2	
0	10,70 a	9,53 a
33	14,58 a	9,77 b
66	18,96 a	11,90 b
100	22,53 a	13,58 b
133	23,25 a	15,30 b
	Corte 3	
0	13,13 a	10,70 a
33	13,50 a	12,15 a
66	16,90 a	15,57 a
100	21,14 a	16,92 b
133	23,33 a	17,52 b

¹ Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo Teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 encontram-se as equações de regressão ajustadas para os teores de PB em função de doses de N, para os três cortes do período 2. Observando-se os coeficientes de regressão das curvas (b), verifica-se uma maior eficiência da adubação nitrogenada em elevar os teores protéicos na idade de 28 dias, em comparação aos 42 dias de rebrota, provavelmente devido a um efeito de diluição na MS produzida. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por RIBEIRO (2000), em capim-tifton 85. As eficiências de 0,084 e 0,055% de PB/kg N estimadas para plantas colhidas aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente, no terceiro corte, foram maiores que as obtidas por RIBEIRO (2000), de 0,022 e 0,011% de PB/kg N, para as mesmas idades de rebrota, porém utilizando doses menores de N (de 0 a 100 kg/ha/corte). Todavia, foram semelhantes às obtidas por ALVES et al. (2001)

de 0,081 % de PB/kg N, em capim-tifton 85 adubado com as mesmas doses de N (de 0 a 133 kg/ha/corte) e colhido entre 30 e 50 cm de altura. A variação nos teores de PB na planta em resposta à adubação nitrogenada depende de fatores como quantidade de fertilizante aplicada, época de corte, genótipo, forma de parcelamento do N e fatores climáticos (temperatura, água, luz), que irão afetar o crescimento das gramíneas, determinando variações no seu valor nutritivo.

Tabela 8 - Equações de regressão dos teores de PB (% na MS) do capim-coastcross, em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, no Período 2 (Cortes 1, 2 e 3) e seus respectivos coeficientes de determinação

Cortes	Idade de rebrota(dias)	Equação	r ²
1	28	$\hat{Y} = 13,4873 + 0,108477^{**}N$	0,88
1	42	$\hat{Y} = 12,33 + 0,05524^{**}N$	0,90
2	28	$\hat{Y} = 11,4181 + 0,09922^{**}N$	0,96
2	42	$\hat{Y} = 8,95078 + 0,04616^{**}N$	0,96
3	28	$\hat{Y} = 12,004 + 0,0843^{**}N$	0,95
3	42	$\hat{Y} = 10,9022 + 0,05523^{**}N$	0,94

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

As equações de regressão permitiram estimar teores de PB de 13,5 a 27,9% e de 12,3 a 19,6%, para o primeiro corte; de 11,4 a 24,6% e 9 a 15,1%, para o segundo corte e de 12,0 a 23,2 e 10,9 a 18,2%, para o terceiro corte, respectivamente, para as doses de 0 a 133 kg/ha/corte de N, nas idades de 28 e 42 dias. Em capim-coastcross, FERRARI JÚNIOR et al. (1993) encontraram teores de PB semelhantes aos obtidos no presente ensaio, de 12,3 e 16,7%, para plantas colhidas aos 42 dias, adubadas com 0 e 137 kg/ha de N, respectivamente. ALVES et al. (2001) estimaram teores de PB variando de 7,4 a 18,1%, para capim-tifton 85 colhido ao atingir 30 cm de altura, recebendo, respectivamente, 0 e 133 kg/ha/corte de N. FONTANELI et al. (2001),

analisando 129 amostras de Tifton 68 e Tifton 85, encontraram teores de PB variando de 9,1 a 25,2%. Teores protéicos de 7% são considerados mínimos para a manutenção da microbiota ruminal (BOGDAN, 1977).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) não foram influenciados ($P>0,05$) pela idade de rebrota, sendo influenciados ($P<0,05$) somente pelas doses de N, no Período 1. Neste período, observou-se decréscimo ($P<0,01$) linear nos teores de FDN com o aumento das doses de N, ajustando-se a equação $\hat{Y} = 81,1617 - 0,0498074*N$ ($r^2 = 0,79$), para os dados referentes ao primeiro corte. A redução nos teores de FDN com o aumento das doses de N poderia explicar, parcialmente, o aumento nos coeficientes de DIVMS ocorridos até a dose de 53 kg/ha/corte de N, na qual foram registrados valores máximos de digestibilidade, além da maior participação de constituintes solúveis, principalmente de PB, conforme será discutido. Avaliando o valor nutritivo do capim-tifton 85, em função da idade de rebrota, com a aplicação de 75 kg/ha/corte de N, OLIVEIRA et al. (2000a) observaram melhor associação dos coeficientes de DIVMS com a lignina ($r = -0,84$) e o FDA ($r = -0,93$) do que com FDN ($r = -0,81$). No Período 2, não se observou efeito ($P>0,05$) da adubação nitrogenada nos teores de FDN, registrando-se valor médio de FDN de 72,5%, independentemente da idade de rebrota. A falta de consistência no comportamento das variáveis FDN e DIVMS provavelmente ocorre em função da possível interação do N com outros fatores (época de corte, temperatura, água, etc.), que não a idade de rebrota, que podem interagir entre si, dificultando as interpretações destas variáveis.

O teor de FDN na forrageira é o componente bromatológico que apresenta alta correlação negativa com o consumo, quando se situa acima de 55 a 60% (VAN SOEST, 1994). Apesar dos valores altos de FDN estimados na forragem, de 81,2 a 74,5% para plantas adubadas com 0 e 133 kg/ha/corte, estes valores estão dentro da média geralmente registrada para gramíneas tropicais. Ressalta-se, novamente, a importância da adubação nitrogenada quando se deseja obter altos rendimentos de MS, associados com uma forragem de melhor valor nutritivo.

De modo geral, os trabalhos apresentam ausência, ou pequena resposta da adubação nitrogenada sobre os teores de FDN. Em trabalhos com gramíneas do gênero *Cynodon*, ALVES et al. (2001), JOHNSON et al. (2001) e

ROCHA et al. (2001b) verificaram reduções nos teores de FDN com a aplicação de doses crescentes de N. Por outro lado, DIAS et al. (1996) e MARCELINO et al. (2002) não encontraram efeito da adubação nitrogenada nos teores de FDN em gramíneas do gênero *Cynodon*. Acredita-se que o efeito do N sobre os teores de FDN e coeficientes de DIVMS seja extremamente dependente das condições edafoclimáticas e de manejo, o que justifica a inconsistência dos resultados encontrados na literatura.

Quanto aos valores de coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), observou-se efeito ($P < 0,05$) da interação N e idade de rebrota, no primeiro corte, referente ao Período 1. Neste período, os coeficientes de DIVMS somente diferiram ($P < 0,05$) entre as idades de 28 e 42 dias, nas doses de 100 e 133 kg/ha/corte de N, sendo maiores ($P < 0,05$) na idade de 28 dias de rebrota (Tabela 9). A menor digestibilidade aos 42 dias de rebrota está associada ao aumento nos constituintes da parede celular, principalmente a lignina, além da redução na relação folha/colmo. OLIVEIRA et al. (2000a) verificaram alta ($P < 0,01$) correlação ($r = - 0,84$) entre os coeficientes de DIVMS e a concentração de lignina, em capim-tifton 85.

De modo geral, a adubação nitrogenada aumentou ($P < 0,05$) os coeficientes de DIVMS, em plantas mais jovens (28 dias), não influenciando ($P > 0,05$) aqueles de plantas colhidas mais tardiamente (42 dias), registrando-se valor médio de 63,1% para o primeiro corte do Período 1. Neste período, a DIVMS aumentou ($P < 0,01$) linearmente em função das doses de N, aos 28 dias de rebrota, ajustando-se a equação $\hat{Y} = 65,01 + 0,0647747 * N$ ($r^2 = 0,80$). Assim, estimaram-se valores de 65,0 a 73,6%, para as doses de 0 e 133 kg/ha/corte de N, em plantas colhidas aos 28 dias de rebrota, respectivamente. Aumentos na digestibilidade com a aplicação de doses crescentes de N em cultivares do gênero *Cynodon* também foram observados por MONSON e BURTON (1982), JOHNSON et al. (2001) e ALVES et al. (2001). No entanto, CÁCERES et al. (1989), COTO et al. (1990), DIAS et al. (1996), RIBEIRO (2000), ROCHA et al. (2001b) não observaram variação na DIVMS com a adubação nitrogenada. Os efeitos da adubação nitrogenada sobre a digestibilidade das gramíneas têm sido inconsistentes, em função da possível interação desta variável com outros fatores (temperatura, água, luz, etc), além da idade de rebrota.

De modo geral, foram observados valores altos de digestibilidade para o capim-coastcross, que variaram de 54,7 a 73,5% (Tabela 9), em função da idade e das doses de N. Esses valores são considerados altos, haja vista que a digestibilidade média observada para gramíneas tropicais é da ordem de 55% (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994). Do ponto de vista de nutrição animal, HAMILTON et al. (1970) relataram que valores acima de 65% para a DIVMS são indicativos de bom valor nutritivo, o que permite bom consumo de energia digestível. A alta DIVMS do capim-coastcross justifica-se pelo fato de que a digestibilidade *in situ* da MS foi utilizada como critério de seleção desse genótipo, nem um programa de melhoramento conduzido por BURTON et al. (1967).

Tabela 9 - Valores médios observados dos coeficientes de DIVMS (%) do capim-coastcross, nas diferentes doses de N, colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, no Período 1 (Corte 1)

Doses de N (kg/há/corte)	Idade de rebrota (dias)	
	28	42
0	66,75 a	66,15 a
33	64,33 a	64,31 a
66	69,62 a	66,42 a
100	72,34 a	64,52 b
133	73,52 a	64,18 b

¹ Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo Teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao efeito do N nos teores de P, K, Ca e Mg do capim-coastcross, observou-se interação entre doses de N e idades de rebrota apenas para o nutriente K. Assim, procedeu-se o desdobramento dessa interação, sendo os resultados apresentados nas Tabelas 10 e 11. A maior dose de N (133 kg/ha/corte) proporcionou maiores ($P < 0,05$) teores de K na forragem colhida aos 28 dias, em comparação àquela colhida aos 42 dias de rebrota (Tabela 10). A redução no teor de K da planta com a idade, ocorreu provavelmente em virtude do efeito de diluição do elemento na quantidade de

MS produzida e acumulada (GOMIDE, 1976). Além disso, HERRERA e HERNÁNDEZ (1987) observaram que o decréscimo na concentração de K com a idade da planta ocorre provavelmente devido à menor demanda desse elemento em idades mais avançadas, em que as plantas têm sua atividade metabólica reduzida, assumindo apenas funções de manutenção.

Tabela 10 - Valores médios dos teores de K (% na MS) do capim-coastcross, em diferentes doses de N, colhido aos 28 e 42 dias de rebrota, em dois períodos experimentais (dados relativos ao primeiro corte)

Doses de N (kg/ha/corte)	Idade (dias)	
	28	42
	Período 1	
0	3,17 a	3,18 a
33	3,59 a	3,14 a
66	3,69 a	3,21 a
100	4,53 a	3,28 b
133	4,41 a	3,54 b
	Período 2	
0	3,26 a	3,30 a
33	4,55 a	3,36 a
66	4,31 a	3,21 a
100	3,71 a	3,22 a
133	4,64 a	3,36 b

¹ Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

MARTIN e MATOCHA (1973) relataram que, para o capim-coastal (*Cynodon dactylon* L.), teores de K acima de 2,3% são considerados excessivos. No presente estudo, teores de K acima deste valor foram observados em todos os tratamentos, o que pode ser explicado pela alta disponibilidade de potássio no solo, além da aplicação de KCl em cobertura, após o corte de uniformização, e por ocasião dos cortes nas respectivas idades de rebrota, o que provavelmente favoreceu a “absorção de luxo” desse nutriente. Ainda, maiores disponibilidades de N no solo podem permitir maior absorção de K pelas raízes, proporcionando teores mais elevados de K na forragem colhida, no Período 1 (Tabela 11).

Tabela 11 - Equações de regressão dos teores de K (% na MS) do capim-coastcross, em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), colhido aos 28 e 42 dias de rebrota e seus respectivos coeficientes de determinação

Período	Idade (dias)	Equações	r ²
1	28	$\hat{Y} = 3,1985 + 0,010275^{**}N$	0,88
	42	$\hat{Y} = 3,1035 + 0,0025818^{*}N$	0,73
2	28	$\hat{Y} = 4,09$	
	42	$\hat{Y} = 3,29$	

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Para uma mesma idade de crescimento (28 ou 42 dias de rebrota), os teores de K aumentaram ($P < 0,01$) linearmente em função das doses de N, no primeiro período experimental (Tabela 11). No segundo período de avaliação, os teores de K apresentaram valores médios de 4,1 e 3,3%, aos 28 e 42 dias de rebrota, respectivamente, não sendo influenciados ($P > 0,05$) pela adubação nitrogenada. Os teores mais elevados de K aos 28 dias deve-se ao efeito de concentração deste elemento na quantidade de MS produzida, conforme relatado anteriormente. As equações de regressão ajustadas aos teores médios de K (% na MS) em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e

133 kg/ha/corte) permitiram estimar teores de 3,2 a 4,6% e de 3,1 a 3,4%, respectivamente, para as idades de 28 e 42 dias de rebrota, com a aplicação de 0 a 133 kg/ha/corte de N. RIBEIRO (2000) relatou aumento nos teores de K do capim-tifton 85 até a dose de 55 kg/ha/corte de N, sendo que doses acima deste valor provocaram decréscimos na concentração desse nutriente. ROCHA et al. (2001a) e MISTURA et al. (2002) não observaram efeito do N nos teores de K, em gramíneas tropicais. Independentemente da quantidade de N aplicada e da idade de rebrota, os teores de K obtidos, no presente ensaio, atendem às exigências desse elemento, para vacas leiteiras de alta produção (NRC, 1989).

Observou-se correlação positiva ($r^2 = 0,57$; $P < 0,01$) dos teores de K com os teores de PB na forragem, ou seja, maiores teores de PB foram relacionados com altos teores de K na MS, em resposta à aplicação de doses crescentes de N.

Independentemente da idade da planta, os teores de P e Ca na planta não foram influenciados ($P > 0,05$) pela aplicação de doses crescentes de N, nos dois períodos de avaliação, registrando-se valores médios de 0,15 e 0,18%, no Período 1 e de 0,26 e 0,30%, no Período 2, para P e Ca, respectivamente, em cada período experimental. Os teores mais elevados desses nutrientes, no segundo período de avaliação, provavelmente foram influenciados pelas adubações de manutenção com K, realizadas após cada corte, junto com a aplicação das doses de N, referentes a cada tratamento, além da calagem realizada, anualmente, com o intuito de melhorar a relação Ca/Mg e corrigir a acidez do solo, permitindo maior absorção desses nutrientes pela planta, ao longo dos anos. Deve-se salientar que os menores valores de Ca (0,15%) e P (0,18%) foram obtidos no primeiro corte da forragem, aos 28 e 42 dias após o corte de uniformização, ou seja, no início das avaliações.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos teores de P e Ca em plantas colhidas aos 28 e 42 dias de rebrota, registrando-se valores médios de 0,15 e 0,18%, respectivamente, para esses nutrientes, no primeiro período de avaliação. Entretanto, no segundo período foram observados maiores teores de P (0,27%) na forragem colhida aos 28 dias, em comparação aos obtidos aos 42 dias de rebrota (0,24%). Já os teores de Ca (% na MS), nesse período, não foram influenciados pela idade de rebrota, apresentando valores médios de

0,30%. A redução nos teores de P com a idade da planta ocorre provavelmente devido à menor demanda desse nutriente em idades mais avançadas, além do efeito da diluição com o aumento da produção e acúmulo de MS pela planta.

Independentemente das doses de N e idade de rebrota, os teores de P (0,15 a 0,27%) e Ca (0,18 a 0,30%) obtidos na forragem do corte 1, nos períodos 1 e 2, são considerados insuficientes para atender às exigências de P (0,28 a 0,37%) e Ca (0,43 a 0,58%) para vacas de 400 kg de PV em lactação, com produção diária de 7 a 20 kg de leite/dia (NRC, 1989), devendo, então, ser suplementadas com estes minerais.

De modo geral, diferenças na composição mineral das plantas, em resposta à aplicação de doses crescentes de N podem ocorrer devido ao genótipo, nível de fertilidade do solo, condições climáticas, manejo e doses e parcelamentos de N e K. CARO-COSTAS et al. (1972), trabalhando com grama-estrela em Porto Rico, observaram redução nos teores de P e Ca. No Brasil, ROCHA et al. (2001a) relataram redução nos teores de Ca com o aumento das doses de N. Por outro lado, os teores de P não foram influenciados pelas doses crescentes de N. RIBEIRO (2000) relatou redução nos teores de P, enquanto os teores de Ca não foram influenciados pela adubação nitrogenada.

Os teores de Mg (% na MS) na planta inteira não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas idades de rebrota, observando-se valores médios de 0,12 e 0,17%, referentes ao primeiro corte efetuado nos períodos 1 e 2, respectivamente. Os teores obtidos no segundo período de avaliação de 0,17% foram semelhantes aos encontrados por ROCHA et al. (2001a), em capim-coastcross, recebendo de 0 a 40 kg/ha/corte de N. Contudo, os teores de Mg aumentaram ($P < 0,05$) linearmente, em função das doses de N (0, 33, 66, 100 e 133 kg/ha/corte), segundo as equações $\hat{Y} = 0,11 + 0,0001763 \cdot N$ ($r^2 = 0,70$) e $\hat{Y} = 0,14 + 0,0002667 \cdot N$ ($r^2 = 0,54$), referentes ao primeiro corte dos Períodos 1 e 2, respectivamente. Essas equações permitiram estimar valores de 0,11 e 0,13% e de 0,14 e 0,18%, para o primeiro e segundo períodos experimentais, para plantas adubadas com 0 e 133 kg/ha de N, respectivamente. Em capim-coastcross, ROCHA et al. (2001a) observaram teores de Mg variando de 0,17 a 0,20%, com a aplicação de 0 a 120 kg/ha/corte, respectivamente. Portanto,

verifica-se que o mais alto teor de Mg (0,18%) foi obtido em plantas recebendo a dose mais elevada (133 kg/ha/corte), independentemente do intervalo de corte. O Mg, assim como o N, faz parte da estrutura da molécula de clorofila; assim, espera-se que o aumento do N na planta, contribuindo para a formação da clorofila, proporcione mais altos requerimentos de Mg. Em gramíneas há relatos de associação linear positiva (RIBEIRO, 2000; MISTURA et al., 2002) ou nula (ROCHA et al., 2001a) entre teor de Mg e doses crescentes de N.

Independentemente da dose de N e idade de rebrota, os teores estimados de Mg (de 0,11 a 0,18%) para o capim-coastcross no Corte 1, dos Períodos 1 e 2, são considerados insuficientes para atender as exigências desse nutriente (0,20%) de vacas em lactação, de 400 kg de PV, com produção diária de 7 a 20 kg de leite/dia (NRC, 1989).

Pelos resultados encontrados na literatura, nota-se que não existe nenhum comportamento definido do efeito do adubo nitrogenado sobre a composição mineral de gramíneas do gênero *Cynodon*, em função das grandes variações nas condições edafoclimáticas e quantidade e formas de parcelamento das doses de N, que podem interferir na absorção de nutrientes pela planta. Além disso, supõe-se que existam grandes diferenças entre os cultivares e, ou, espécies do gênero *Cynodon*, com relação à resposta à adubação nitrogenada, que ainda precisam ser estudadas sob diversas condições de ambiente e manejo.

4. Conclusões

O rendimento de MS total do capim-coastcross aumentou linearmente em resposta à aplicação de doses crescentes de N, com eficiências de resposta de 23,2 e 27,2 kg de MS/kg de N, nos períodos 1 e 2, respectivamente.

Uma densidade de plantas acima de 3.000 perfilhos por m² parece ser considerada como limitante para o desenvolvimento do capim-coastcross, principalmente sob altas doses de N (acima de 80 kg/ha/corte), devido às maiores perdas de MS nessas condições.

Independentemente da idade de rebrota, a relação folha/colmo reduziu linearmente com a aplicação de 0 a 133 kg/ha/corte de N, registrando-se maiores valores em cortes mais tardios, na ausência de N.

A adubação nitrogenada aumentou linearmente os teores de PB, observando-se maior eficiência de resposta para plantas colhidas aos 28 dias de rebrota.

Aumentos na DVMS em resposta à aplicação de doses crescentes de N somente ocorreram em plantas colhidas aos 28 dias de rebrota.

Maiores teores de K foram observados aos 28 dias de rebrota, principalmente sob altas doses de N, sendo que os teores de P, Ca e Mg não foram influenciados pelas idades de rebrota. De modo geral, os teores de K e Mg aumentaram linearmente com a aplicação de doses crescentes de N, enquanto os teores de P e Ca não foram influenciados pela adubação nitrogenada.

5. Referências Bibliográficas

- ALVES, M.J., PEREIRA, O.G., CECON, P.R., ROVETTA, R., RIBEIRO, K.G., MARTINS, F.H. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- ALVIM, M.J., BOTREL, M.A., MARTINS, C.E., CÓSER, A.C., RESENDE, H., VILELA, D. Efeito de doses de nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.492-494.
- ALVIM, M.J., RESENDE, H., BOTREL, M.A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do "coast-cross". In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 181p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, D.C.: 1970. 1094p.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes**. London: Longman, 1977. 475p.
- BURTON, G.W., HART, R.H., LOWREY, R.S. Improving forage quality by breeding. **Crop Sci.**, v.7, p.329-332, 1967.
- CÁCERES, O., SANTANA, H., DELGADO, R. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos. **Pastos y Forrajes**, v.12, n.2, p.189-195, 1989.
- CARO-COSTAS, R., ABRUÑA, F., FIGARELLA, J. Effect of nitrogen rates, harvest interval and cutting heights on yield and composition of star grass in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.56, n.3, p.267-279, 1972.
- CASTRO, F.G.F., HADDAD, C.M., VIEIRA, A.C., VENDRAMINI, J.M.B., HEISECKE, O.R.P. Efeito da idade de corte sobre a produção e valor nutritivo de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.578-580.
- COTO, G., HERRERA, R.S., CRUZ, R., HERNÁNDEZ, Y., PERES, M. Effect of season and N fertilization on the quality and solubility of protein of bermuda grass. **Cuban J. Agric. Sci.**, v.24, n.1, p.117-122, 1990.

- DIAS, P.F., ROCHA, G.P., OLIVEIRA, A.I., PINTO, J.C., FILHO, R.R.R., LEAL, M.A.A. Efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre a digestibilidade “in vitro” da matéria seca de três gramíneas forrageiras tropicais. **Ciênc. e Agrotec.**, v.20, n.1, p.108-113, 1996.
- FERRARI JUNIOR, E. **Avaliação dos capins *Brachiaria ruziziensis* Germain & Everard e *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast Cross 1, para produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1991. 110p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1991.
- FERRARI JÚNIOR, E., RODRIGUES, L.R.A., REIS, R.A., COAN, O., SCHAMMASS, E.A. Avaliação do capim coast cross para produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição. **B. Indústr. Anim.**, v.50, n.2, p.137-145, 1993.
- FONSECA, I., FLORES, E., PACHECO, O. Fertilización nitrogenada em bermuda cruzada nº. 1 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfuensis*) em suelos pardos grisaleos. **Ciencia y Técnica em la Agricultura, Suelos y Agroquímica**, v.7, n.3, p.55-62, 1984.
- FONTANELI, R.S., DÜRR, J.W., SCHEFFER-BASSO, S.M., APPELT, J.V., BORTOLINI, F., HAUBERT, F.A. Composição química do capim-bermuda (variedades Tifton 85 e Tifton 68) determinada por espectrometria de reflectância no infravermelho proximal (NIRS). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1996. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1996.
- GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1, 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EPAMIG, 1976. p.20-33.
- GOMIDE, J.A., NOLLER, C.H., MOTT, G.D., CONRAD, J.H., HILL, D.L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by age and nitrogen fertilization. **Agron. J.**, v.61, n. 1, p.120-123, 1969.
- HAMILTON, R.I., LAMBOURNE, L.J., ROE, R., MINSON, D.J. Quality of tropical grasses for milk production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11, 1970, Surfers Paradise. **Proceedings...** Surfers Paradise: s.ed., 1970. p.860-864.
- HERNÁNDEZ, M., PEREIRA, E. Pasto estrela (*Cynodon nlemfuensis*). **Pastos y Forrajes**, v.4, n.2, p.121-135, 1981.

- HERRERA, R.S., HERNANDEZ, Y. Efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross. I. Rendimiento de matéria seca, proteína bruta y porcentaje de hojas. **Pastos y Forrajes**, v.8, n.2, p.:227-237, 1985.
- HERRERA, R. S., HERNÁNDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda Cruzada-1. I. Componentes solubles. **Pastos y Forrajes**, v.10, n.2, p.160-168, 1987.
- HERRERA, R. S., HERNÁNDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda Cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína bruta. **Pastos y Forrajes**, v.12, n.1, p.77-81, 1989.
- HERRERA, R.S. Effect of the season and nitrogen fertilization on some nutritive value components of bermuda grass (*Cynodon dactylon* Coast Cross N^o. 1). **Cuban J. Agric. Sci.**, v.13, p.101-112, 1979.
- HILL, G. M., GATES, R. N., BURTON, G. W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. **J. Anim. Sci.**, v.71, n.12, p.3219-3225, 1993.
- JOHNSON, C.R., REILING, B.A., MISLEVY, P., HALL, M.B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. **J. Anim. Sci.**, v.79, p.2439-2448, 2001.
- MARCELINO, K.R.A., VILELA, L., LEITE, G.G., DIOGO, M.S., GUERRA, A.F. Influência de nitrogênio e tensões hídricas sobre o valor nutritivo do Tifton-85 (*Cynodon* spp.), cultivado no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- MARTIN, W.E., MATOCHA, J.E. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p.393-426.
- MINSON, D.J. **Forages in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990. 483p.
- MINSON, D.J. Composición química y valor nutritivo de las gramíneas tropicales. In: **Gramíneas Tropicales**. Roma: FAO, 1992. p.181-199.
- MISTURA, C., KROLOW, R., COELHO, R.W., SIEWERDT, L., ZONTA, E.P. Doses de nitrogênio e fósforo na composição de minerais do capim-elfante anão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- MONSON, W.G., BURTON, G.W. Harvest frequency and fertilizer effects on yield, quality, and persistence of eight bermudagrasses. **Agron. J.**, v.74, p.371-374, 1982.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1989. 157p.
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., GARCIA, R., OBEID, J.A., CECON, P.R., MORAES, S.A., SILVEIRA, P.R. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1949-1960. 2000a. (Suplemento 1)
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., GOMIDE, J.A., HUAMAN, C.A.M., GARCIA, R., CECON, P.R. Análise de crescimento do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1930-1938. 2000b. (Suplemento 1)
- OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., GARCIA, R., GOMIDE, J.A., CECON, P.R., SILVEIRA, P.R. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000c. (Suplemento 1)
- PACIULLO, D.S.C. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante não (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) ao atingir 80 e 120 cm de altura sob diferentes doses de nitrogênio**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- PALHANO, A.L., HADDAD, C.M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastcross-1. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.27, n.10, p.1429-1438, 1992.
- PARETAS, J.J., LOPEZ, M., CARDENAS, M. Influencia de la fertilización con N y la frecuencia de corte sobre tres cvs. del género *Cynodon*. **Pastos y Forrajes**, v.4, n. 3, p.329-335, 1981.
- PEYRAUD, J.L., ASTGARRAGA, L. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.235-259, 1998.
- PINTO, J. C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt, *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- PINTO, J.C., GOMIDE, J.A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

- RIBEIRO, K.G. **Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-tifton 85, sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrota, e na forma de feno, com bovinos.** Viçosa: UFV, 2000. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- RIBEIRO, K.G., PEREIRA, O.G., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C., CECON, P.R., MOREIRA, A.L., HENRIQUES, L.T., FREITAS, E.V.V. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-Tifton 85, em três frequências de corte, sob diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.542-544.
- ROCHA, G.P., EVANGELISTA, A.R., LIMA, J.A. Composição mineral de três espécies do gênero *Cynodon* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001a.
- ROCHA, G.P., EVANGELISTA, A.R., LIMA, J.A. Digestibilidade, teores de FDN e FDA de três gramíneas do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001b.
- ROVETTA, R., PEREIRA, O.G., HUAMAN, C.A.M., FONSECA, D.M., GARCIA, R., OLIVEIRA, M.A., CECON, P.R., ALVES, M.J. Morfogênese foliar do capim-bermuda 'Tifton 85' sob diferentes doses de nitrogênio, colhido ao atingir 30, 40 e 50 cm de altura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2. ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1990. 165p.
- TILLEY, J.M., TERRY, R.A.. A two stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **J. Brit. Grassl. Soc.**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca, New York: Cornell, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **J. Anim. Sci.**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.
- WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in forage and faeces. **J. Agric. Sci.**, v.73, n. 1, p.57-64, 1969.
- ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop Sci.**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.

Efeito do Fotoperíodo e do Déficit Hídrico no Crescimento de Quatro Gramíneas do Gênero *Cynodon*

Resumo - Avaliaram-se os índices de crescimento, a morfogênese foliar, o rendimento e os teores de N e P de quatro gramíneas do gênero *Cynodon* (Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona) sob diferentes regimes de irrigação (irrigado e não-irrigado) e fotoperíodo (15 e 9 horas de luz). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4x2x2, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os estresses (hídrico e de fotoperíodo) foram aplicados aos 21 dias após o corte de uniformização, realizado aos 55 dias de estabelecimento das gramíneas, em vasos. No tratamento irrigado, a umidade do solo foi mantida próximo à sua capacidade de campo. As avaliações compreenderam nove dias de estresse sob déficit hídrico e fotoperíodo longo (15 h) e curto (9 h). As plantas cresceram sob intensidade luminosa de 120 a 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, temperatura de 26 a 30°C e umidade relativa do ar de 50 a 84%, durante o período de estresse. Os capins Coastcross e Florico apresentaram queda acentuada nos valores de potencial hídrico foliar sob déficit hídrico e fotoperíodo longo (15 h), enquanto os capins Florona e Tifton 85 mantiveram por mais tempo esses valores durante o período de estresse. A maior tolerância à seca dos capins Florona e Tifton 85 e ao fotoperíodo longo parece estar relacionada com os baixos valores de área foliar específica destas gramíneas. Os capins Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona apresentaram os seguintes mecanismos de escape ao estresse hídrico: enrolamento foliar e redução na altura de plantas, no perfilhamento, na relação parte aérea/sistema radicular, na relação folha/colmo e na área foliar por planta, independentemente do regime de fotoperíodo. O déficit hídrico reduziu as taxas de alongamento e expansão foliares dos capins Florico e Florona, e a taxa de aparecimento de folhas do capim-florico e aumentou a taxa de senescência foliar e, conseqüentemente, reduziu o número de folhas vivas dos capins Florico e Coastcross. O fotoperíodo mais longo (15 h) reduziu a altura de plantas e a relação parte aérea/raiz do capim-florico e estimulou o aparecimento de perfilhos reprodutivos no capim-coastcross. Dentre os capins estudados, o Tifton 85 parece ser o mais recomendado para regiões sujeitas a

secas temporárias, em decorrência da sua menor área foliar específica, além do déficit hídrico não alterar a taxa de senescência foliar deste capim. O déficit reduziu os teores de N e P, independentemente do regime de fotoperíodo, não influenciando no rendimento forrageiro.

Effect of Photoperiod and Water Deficit on the Growth of Four *Cynodon* Grasses

Abstract – The growth indexes, leaf morphogenesis, forage yield and N and P contents of four *Cynodon* (Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona) grasses, under different conditions of irrigation (irrigated and not irrigated) and photoperiod (15 and 9 hours of light), were evaluated. The treatments were assigned to completely randomized design, in a 4x2x2 factorial scheme, with three replicates. The treatments (water and photoperiod) were applied at 21 days after the standardization cut, performed at 55 days of grasses establishment, in pots. In the irrigated treatment, the soil humidity was maintained next to its field capacity. The evaluations were constituted of nine days of water stress and long (15 h) and short (9 h) photoperiods. The plants grown under strong lightness from 120 to 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, temperature from 26 to 30°C and relative humidity from 50 to 84%, during the stress period. Coastcross e Florico grasses showed decreasing values of leaf water potential under water deficit and long photoperiod (15 h), while ‘Florona’ stargrass and ‘Tifton 85’ bermudagrass maintained these values for longer during the stress period. The higher tolerance to dryness of ‘Florona’ stargrass and Tifton 85 bermudagrass and to long photoperiod seems to be related to the smaller values of specific leaf area of these grasses. The Tifton 85, Coastcross, Florico and Florona grasses showed the following mechanisms to control water stress: leaf widding and decrease in the plant height, tillering, shoot/root system ratio, leaf/stem ratio and leaf area per plant, independently of the photoperiod. Water deficit decreased the leaf extension and expansion rates of Florico and Florona grasses, decreased the leaf appearance rate of ‘Florico’ stargrass and increased the leaf senescence rate and, consequently, decreased the number of alive leaves of Florico and Coastcross grasses. The longer photoperiod (15 h) decreased the plant height and shoot/root system ratio of ‘Florico’ stargrass and stimulated the appearance of reproductive tillers in ‘Coastcross’ bermudagrass. Among the studied grasses, ‘Tifton 85’ bermudagrass is the most recommended for regions under temporary dryness, due to its smaller leaf specific area, and also because water deficit did not change the leaf

senescence rate of this grass. Deficit reduced N and P, independently of the photoperiod system, and did not affect the forage yield.

1. Introdução

O princípio básico da produção de forrageiras é a transformação da energia solar em compostos orgânicos, via fotossíntese, que é condicionada por fatores climáticos, como a temperatura, luminosidade, disponibilidade de água do solo e concentração de CO₂ atmosférico. A produtividade das gramíneas está diretamente relacionada com a contínua emissão de folhas e perfilhos a partir de meristemas remanescentes após o corte ou pastejo, característica importante na restauração da área foliar. Entretanto, variações nas condições climáticas, como fotoperíodo, temperatura e precipitação, podem limitar o crescimento das plantas.

Em condições de clima tropical e subtropical, predominante no Brasil, as plantas, normalmente, estão submetidas a diferentes tipos de estresse, como o hídrico, luminoso e térmico, os quais interagem entre si, provocando mudanças na sua morfofisiologia, que poderão comprometer o crescimento das mesmas. Segundo LARCHER (1995), o termo *estresse* pode ser definido como um desvio nas condições ótimas que provocam mudanças e respostas funcionais nos organismos. No entanto, as plantas apresentam três mecanismos de resistência ao estresse abiótico, denominados de escape, ajuste e tolerância (LUDLOW, 1980). As espécies forrageiras que escapam à seca, por exemplo, germinam e crescem rapidamente, produzindo flores e sementes, antes que o potencial hídrico do solo atinja valores mais baixos (LUDLOW, 1980). Os mecanismos de ajuste ou, algumas vezes, denominado de evitação, podem ser definidos como uma série de modificações morfológicas e, ou, fisiológicas das plantas, em resposta aos diferentes tipos de estresse. Algumas características morfofisiológicas de ajuste que conferem maior resistência das gramíneas forrageiras ao estresse hídrico, por exemplo, são: área foliar reduzida, podendo ser causada pela queda das folhas, pelo enrolamento foliar ou espécies que apresentam folhas pequenas; maior eficiência no uso da água do solo, devido ao controle estomatal, por exemplo; maior capacidade das plantas em manter o turgor celular, em função do ajuste osmótico; e maior capacidade de enraizamento (KEMP e CULVENOR, 1994). Finalmente, algumas espécies de plantas são mais tolerantes ao estresse que

outras, podendo, ainda, haver diferenças entre cultivares dentro de uma mesma espécie (QIAN e FRY, 1997; HUANG et al., 1997; HAYS et al., 1991). O termo tolerância à seca em gramíneas e leguminosas forrageiras, por exemplo, pode ser definido como o potencial hídrico no qual a última folha visível morre (LUDLOW, 1980).

O fotoperíodo ou comprimento do dia influencia tanto o crescimento vegetativo quanto a fase de florescimento das plantas. Em uma ampla variedade de espécies forrageiras, a mudança do crescimento vegetativo para o desenvolvimento reprodutivo é induzida pelo fotoperíodo. Segundo SALISBURY e ROSS (1992), as plantas podem ser classificadas em seis grupos, segundo suas respostas aos estímulos de fotoperíodo: a) *plantas de dia-curto*, que requerem noites longas para florescerem; b) *plantas de dia-longo*, que requerem noites curtas e não florescem em noites de duração maior que o fotoperíodo crítico; c) *plantas de dia duplo* (longo e curto); d) *plantas intermediárias*, que florescem dentro de certos limites de fotoperíodo, ou seja, requerem uma duração de noite crítica máxima e mínima; e) *plantas ambifotoperiódicas*, que são plantas quantitativamente inibidas por comprimentos do dia intermediários quando são expostas a condições de temperatura diferentes; e f) *plantas de dia-neutro*, que poderão florescer sob uma ampla variação de fotoperíodo.

O alongamento do colmo em resposta a dias longos é o fenômeno fotoperiódico mais amplamente difundido (SALISBURY e ROSS, 1992), tendo sido observado na maioria das coníferas e em angiospermas (mono e dicotiledôneas). Segundo estes autores, a maioria das gramíneas de clima temperado, como a cevada, perfilha mais em dias curtos, enquanto o arroz, de clima tropical e subtropical, perfilha mais em dias longos.

O fotoperíodo também pode influenciar no perfilhamento de plantas de dia-longo. Reduções no fotoperíodo para 8,5 horas, em *Bromus inermis* (Watkins, 1940, citado por LANGER, 1963) e para 11 horas, em *Poa pratensis* (Peterson e Loomis, 1949, citado por LANGER, 1963) estimularam o perfilhamento dessas plantas.

Variações no fotoperíodo podem alterar a área foliar em gramíneas de clima temperado. FRIEND et al. (1962) observaram aumento na largura, comprimento e área de folhas de trigo, com aumento no fotoperíodo de 8 a

24 horas. Vários autores observaram efeito direto do fotoperíodo no tamanho final de folhas de gramíneas de clima temperado (HAY e HEIDE, 1983; HEIDE et al., 1985; HAY e PEDERSEN, 1986). Avaliando a interação fotoperíodo x N, HOTSONYAME e HUNT (1998) observaram que a ausência de N e fotoperíodos longos (20 horas) proporcionaram folhas de menor tamanho.

Segundo CLARK (1981), estudos pioneiros demonstraram que a luz não exerce papel direto na composição mineral das plantas, contudo exerce pronunciado efeito sobre os diversos processos biológicos, como a fotossíntese, transpiração, respiração, síntese de clorofila, síntese da rubisco, síntese de cloroplastos, fotomorfogênese, dentre outros, que em conjunto podem afetar acentuadamente a composição mineral das plantas. Provavelmente, a função mais importante da luz, em relação aos nutrientes minerais, seja o fornecimento de energia para os processos envolvidos com sua absorção e metabolização (SMITH, 1968; RAVEN, 1969).

A seca, permanente ou temporária, limita o crescimento, a distribuição e o rendimento das plantas cultivadas mais do que outros fatores de ambiente (KRAMER, 1993). Cerca de 1/3 da superfície terrestre é classificada como árida ou semi-árida, pois está sujeita à seca permanente. Sob condições tropicais, a ocorrência de “veranicos” (seca temporária) de variada duração ou intensidade é a adversidade climática mais freqüente, à qual as pastagens e outras culturas estão expostas (WOLF, 1975). No entanto, algumas gramíneas toleram a seca pelo ajuste osmótico, definido como acúmulo de solutos nos tecidos em resposta à desidratação (TURNER e JONES, 1980; MORGAN, 1983). O ajuste osmótico pode resultar na manutenção do turgor celular, sustentando, assim, a fotossíntese, o alongamento e a expansão celular sob déficit hídrico (LUDLOW et al., 1985). Alguns resultados indicam que o ajuste osmótico em gramíneas contribui mais para prolongar a sobrevivência sob déficit hídrico do que para manter o alongamento foliar (WILSON e LUDLOW, 1983; TOFT et al., 1987).

O crescimento vegetal é regulado por dois processos em nível celular: a divisão e o alongamento celulares. Ambos podem ser afetados em situações de estresse hídrico. A divisão celular é responsável pelo aumento no número de células e pode ser estimada pelo conteúdo de DNA (HSIAO, 1973). Segundo McCREE e DAVIS (1974), a divisão e o alongamento são igualmente

sensíveis ao déficit hídrico, enquanto outros autores citam que a divisão celular é menos afetada que o alongamento celular (TURNER, 1986; JONES, 1994).

O alongamento celular depende, em grande parte, da turgescência. Segundo TAIZ e ZEIGER (1991), a perda de turgescência na folha é considerada um efeito antecipado do estresse hídrico, em resposta à queda no potencial hídrico do solo, de modo que os eventos dependentes dessa característica (divisão e alongamento celular) são mais sensíveis ao déficit hídrico. BARKER et al. (1989), avaliando o efeito do estresse hídrico em azevém perene em campo, observaram reduções drásticas nas taxas de alongamento de (TA_{lF}) e aparecimento (TA_{pF}) de folhas, que atingiram valores mínimos de 1,07 mm/dia.perfilho (média de todas as folhas do perfilho) e 0,05 folhas/dia.perfilho (média de 100 perfilhos), respectivamente, quando o ψ_f apresentou valor de - 0,4 MPa. Por outro lado, as taxas de senescência (TS_{eF}) e de morte de folhas não foram influenciadas pelo estresse hídrico, apresentando valores médios de 0,6 mm/dia.perfilho e 0,05 folhas/dia.perfilho, respectivamente. Na verdade, existe um valor crítico de potencial hídrico no solo, ao redor de - 0,1 MPa, abaixo do qual (números maiores e negativos) o crescimento celular é bastante afetado e acima desse valor apresenta pouco efeito na TA_{lF} e na TA_{pF} (SCOTTER et al., 1979; BARKER et al., 1989).

Em condições tropicais, quando a temperatura e a luminosidade não são os fatores mais limitantes, a quantidade e a distribuição da precipitação pluvial determinam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Durante a seca, o déficit hídrico afeta o crescimento da planta, provocando alterações na sua estrutura, fisiologia e bioquímica (KRAMER, 1969). Entretanto, a magnitude desse efeito depende não só do genótipo (RUIZ et al., 1983; BITTMAN et al., 1988; HECKATHORN e DeLUCIA, 1994), como também do grau e duração do déficit hídrico (BEGG e TURNER, 1976; THOMAS, 1991). Respostas adaptativas de gramíneas forrageiras a baixos níveis de radiação, a curto-prazo, incluem aumento na razão de área foliar (RAF), além de reduções no peso específico de folhas (PEF) e na taxa de crescimento da cultura (TCC), sendo que reduções na fotossíntese líquida e no rendimento forrageiro de gramíneas do grupo C_4 (*Panicum virgatum* Michx. cv. Cave-in-Rock; *Andropogon gerardii* Vit. cv. Kaw) foram maiores que em gramíneas C_3

(*Festuca arundinacea* Schreb. cv. Kentucky 31; *Phalaris arundinacea* L. cv. Vantage; *Panicum clandestinum* L. cv. Tioga) (KEPHART et al., 1992).

Estudando as relações hídricas do capim-bermuda comum (*C. dactylon*) submetido a dois regimes de irrigação (irrigado e não-irrigado) em campo, UTRILLAS et al. (1995) observaram valores de - 0,10 MPa a - 0,17 MPa para o potencial hídrico de plantas irrigadas, durante o verão. Valores mínimos de - 0,86 MPa foram obtidos no tratamento não-irrigado, com precipitação pluvial mensal inferior a 30 mm. Esses autores também relataram redução de 38% no rendimento de MS para plantas não-irrigadas nesse período.

A área foliar específica (AFE) é o componente morfológico e anatômico da RAF, porque relaciona a superfície com o peso de MS da própria folha (BENINCASA, 1988). A superfície é o componente morfológico e o peso é o componente anatômico, pois está relacionado à composição interna dos tecidos foliares. O inverso da AFE, ou seja, o peso específico foliar (PEF) representa a espessura foliar. O estresse hídrico pode alterar a composição e a estrutura dos tecidos foliares, determinando mudanças na espessura foliar. UTRILLAS e ALEGRE (1997), trabalhando com grama-bermuda (*C. dactylon*), observaram que o PEF foi maior em plantas submetidas ao estresse hídrico, em comparação com as plantas irrigadas, sendo explicado, em parte, pelo aumento do número e área das células mesofílicas e da bainha dos feixes vasculares. Estudando os efeitos da temperatura, do fotoperíodo e do N na área foliar específica de trigo, HOTSONYAME e HUNT (1998b) verificaram que a temperatura foi o principal fator que influenciou nessa característica, sob condições de campo.

A seca pode reduzir o perfilhamento e a taxa de expansão de área foliar (TE_xF) devido a um efeito direto do potencial hídrico no turgor celular (JONES, 1988), embora uma mudança na extensibilidade da parede celular (DAVIES et al., 1990) ou na disponibilidade de assimilados para a parte aérea da planta (BROUWER, 1962), também possa influenciar essas características. Em cultivares de azevém perene, VAN LOO (1992) observou redução na TEF de 36% quando as plantas foram submetidas ao estresse hídrico (-1,3 MPa). Esse mesmo autor também observou reduções no número de folhas expandidas e de perfilhos por perfilho principal. Em *Panicum maximum* var.

trichoglume cv. Petrie, a expansão foliar foi afetada a - 1,1 MPa (LUDLOW e NG, 1976). CARVALHO et al. (2002) relataram que, sob déficit hídrico justificase o uso da irrigação e adubação nitrogenada, em temperaturas acima de 15°C, com o intuito de aumentar a TE_xF do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.)

A queda na qualidade das gramíneas, embora seja determinada geneticamente, pode ser influenciada por vários fatores de ambiente, como luz, temperatura (SMITH, 1970) e estresse hídrico. BITTMAN et al. (1988) observaram que o déficit hídrico promoveu a redução nas concentrações de N e P, provavelmente devido ao aumento na senescência foliar. Segundo HECKATHORN e DeLUCIA (1994), a seca (de 14 dias) induziu a redistribuição do N da parte aérea para as raízes, reduzindo a concentração de N nas folhas, em *Spartina pectinata* Linke e *Andropogon gerardi* Vitman. Estas espécies de gramíneas do grupo C₄, nativas do Kansas - EUA, fecharam seus estômatos a - 3,5 MPa e - 6,5 MPa, respectivamente. A translocação ou redistribuição de assimilados da parte aérea para as raízes em plantas submetidas à seca pode ser considerada como mecanismo de proteção da planta contra as perdas de N para os herbívoros (consumo), pelo fogo e pela volatilização, quando a absorção de N pelas raízes e a assimilação de carbono são limitadas pela disponibilidade de água no solo. O fechamento dos estômatos causado pelo estresse hídrico inibe a fotossíntese pela limitação da disponibilidade de CO₂ dentro da folha (CHAVES, 1991).

Avaliando a composição mineral em grama-bermuda (*Cynodon dactylon*) sob estresse hídrico, UTRILLAS et al. (1995) verificaram aumento nos teores de K, Ca e N e redução nos teores de P, Mg e Na. O incremento maior foi obtido nos teores de K. O aumento na concentrações de íons K⁺ tem um papel importante no ajuste osmótico em plantas submetidas ao déficit hídrico (BEHBOUDIAN e ANDERSON, 1990).

Em virtude da recente introdução no Brasil dos capins Tifton 85, Florico e Florona, além de poucas informações sobre a morfofisiologia e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* sob diversas condições climáticas, importantes no manejo dessas gramíneas sob corte ou pastejo, objetivou-se avaliar o efeito do fotoperíodo (9 e 15 horas de luz) e do regime de irrigação (irrigado e não-irrigado) na dinâmica do aparecimento, alongamento, expansão e senescência de folhas, nas características estruturais (número de folhas

expandidas, emergentes, vivas e mortas por perfilho), nos índices de crescimento (razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica, área foliar por planta, relação folha/colmo, relação parte aérea/raiz), no rendimento de MS e na composição bromatológica (teores de PB e P) dos capins Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona, em sala de crescimento, sob condições de ambiente (radiação, temperatura e umidade relativa) controlado.

2. Material e Métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), durante o período de estabelecimento das plantas, sendo os vasos transferidos para sala de crescimento do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, do Departamento de Biologia da UFLA, em Lavras - MG, para a imposição dos respectivos tratamentos.

Os tratamentos foram arranjados no esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo constituídos de quatro capins do gênero *Cynodon* (Tifton-85, Coastcross, Florico e Florona), dois regimes de irrigação (irrigado e não-irrigado) e dois regimes de fotoperíodo diurno/noturno (9/15 e 15/9 horas), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 48 vasos ou unidades experimentais.

Utilizaram-se amostras de solo colhidas à profundidade de 0-20 cm de um solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média, cujas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas e físicas de amostras da camada superficial do solo (0-20 cm), antes da calagem

Características	Resultados
Químicas	
pH em água (1:2,5)	4,9
Fósforo (Mehlich 1) (mg/dm ³)	1,0
Potássio (mg/dm ³)	42,0
Cálcio (cmol _c /dm ³)	0,6
Magnésio (cmol _c /dm ³)	0,2
Alumínio (cmol _c /dm ³)	0,7
H + Al (cmol _c /dm ³)	5,0
CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	1,6
CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³)	5,9
Saturação por alumínio, m (%)	43,5
Saturação por bases, V (%)	15,4
Matéria orgânica (dag/kg)	1,9
Físicas	
Areia (%)	56,0
Silte (%)	12,0
Argila (%)	32,0

* Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos da UFLA, Lavras - MG.
Data de coleta: 22/11/00.

O solo foi destorroado e passado em peneira de 7 mm para eliminar restos de raízes e pedras. Após homogeneização do solo, retirou-se uma amostra para determinação da sua curva de retenção de água, obtendo-se a seguinte curva característica de retenção de água no solo ($\hat{Y} = 0,133884 - 0,052192 \log_{10} |\psi_{\text{solo}}|$), em que os valores de \hat{Y} (conteúdo de água no solo) compreenderam os níveis de 0,24; 0,21; 0,19; 0,15; 0,12 kg/kg, equivalentes aos valores de ψ_{solo} (potencial hídrico do solo) de - 0,01; - 0,03; - 0,1; - 0,5 e - 1,5 MPa (RICHARDS, 1949).

Procedeu-se, então, a calagem, aplicando-se 1600 mg/dm³ de calcário dolomítico (PRNT = 85%), com o objetivo de elevar a saturação por bases para 70%. Em seguida, o solo foi armazenado em caixas de amianto para incubação, durante 36 dias. Os resultados da análise química do solo após calagem são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas de amostras da camada superficial do solo (0-20 cm) utilizado no experimento, após calagem e incubação durante 36 dias

Características químicas	Resultados
pH em água (1:2,5)	6,4
Fósforo (Mehlich 1) (mg/dm ³)	1,0
Potássio (mg/dm ³)	61,0
Cálcio (cmol _c /dm ³)	3,9
Magnésio (cmol _c /dm ³)	2,1
Alumínio (cmol _c /dm ³)	0,0
H + Al (cmol _c /dm ³)	2,0
CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	6,2
CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³)	8,2
Saturação por alumínio, m (%)	0,0
Saturação de bases, V (%)	75,5

* Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos da UFLA, Lavras - MG.
Data de coleta: 17/01/01

No dia anterior ao plantio (17/01/01), realizou-se a adubação fosfatada, aplicando-se a dose de 1090 mg/dm³ de superfosfato triplo, em cada vaso, com capacidade para 11 kg de solo seco. Após a adubação e enchimento dos vasos, foram adicionados três litros de água aos vasos de modo a elevar a umidade do solo até um valor próximo à capacidade de campo, estimada em 0,24 kg/kg, condição de umidade do solo equivalente a - 0,01 MPa, mantida até o início do período de déficit hídrico.

Em 18/01/01, foi realizado o plantio por meio de mudas obtidas de estolões cortados em pedaços de no mínimo três gemas, utilizando-se seis mudas por vaso, enterrando-se 2/3 do comprimento das mesmas. No dia 14/03/01, 55 dias após plantio, realizou-se o corte de uniformização em todos os vasos, iniciando-se o período experimental. Nesta ocasião, efetuou-se uma adubação de cobertura com 250 mg/dm³ de sulfato de amônio e 136 mg/dm³ de cloreto de potássio. A umidade do solo foi mantida próximo à sua capacidade de campo até o momento da suspensão da irrigação (04/04/01) em metade dos vasos, ou seja, aos 21 dias de rebrota, após o corte de uniformização. Nesse dia, à tarde, os vasos foram transferidos para sala de crescimento, permanecendo neste local até o final do experimento.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas dentro da casa de vegetação, com auxílio de um termohigrógrafo, a partir de dois dias de rebrota (após o corte de uniformização) até o momento em que as plantas foram transferidas para a sala de crescimento (16/03/01 a 04/04/01). A radiação máxima no interior da casa de vegetação, obtida durante esse período com porômetro (LI – 1600, Steady State Porometer LI-COR), atingiu 1400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ nas horas mais quentes e com ausência de nuvens. Os dados de temperatura diária máxima, mínima e média e de umidade relativa do ar obtidos em casa de vegetação estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Média diária de temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e média (Tmed) e umidade relativa do ar (UR) em casa de vegetação, no período de 17/03/01 a 04/04/01

Idade de rebrota (dias)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	UR (%)
3	42,0	18,0	27,2	44,3
4	44,0	17,0	27,8	42,5
5	42,0	18,0	27,4	55,6
6	42,0	19,0	27,2	53,7
7	42,0	17,0	27,4	46,2
8	42,0	18,0	27,6	47,5
9	42,0	18,0	26,8	43,8
10	43,0	18,0	27,4	46,2
11	43,0	19,0	28,4	38,6
12	44,0	17,0	27,4	48,5
13	43,0	19,0	27,0	55,2
14	39,0	19,0	25,4	63,8
15	35,0	19,0	24,4	69,8
16	32,0	20,0	23,6	77,2
17	27,0	18,0	21,6	77,9
18	40,0	19,0	26,6	55,5
19	40,0	17,0	25,0	56,8
20	40,0	18,0	26,4	51,8
21	39,0	19,0	25,6	57,0

Em sala de crescimento, os 48 vasos foram distribuídos em quatro bancadas, com 12 vasos cada. As bancadas eram providas de um jogo de lâmpadas fluorescentes suspensas, permitindo uma intensidade luminosa de 120 a 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ à altura das plantas, medida com auxílio de um porômetro. Cada bancada recebeu os vasos dos quatro cultivares estudados, com suas respectivas repetições. Foram testados dois regimes de fotoperíodo (F) diurno/noturno (Fotoperíodo 1 = 15 horas de luz e 9 horas de escuro; Fotoperíodo 2 = 9 horas de luz e 15 horas de escuro) e dois regimes de irrigação (irrigado na capacidade de campo e não-irrigado). Desse modo, cada bancada recebeu vasos dos seguintes tratamentos: Bancada 1: irrigado, no fotoperíodo 1; Bancada 2: irrigado, no fotoperíodo 2; Bancada 3: não-irrigado, no fotoperíodo 1; e Bancada 4: não-irrigado no fotoperíodo 2.

Em 05/04/01, iniciou-se a aplicação dos regimes de fotoperíodo controlados por um *timer*, programando as luzes para ligarem em todas as bancadas a partir das 10:00 horas. As bancadas eram providas de cortinas, de modo a permitir a incidência nas plantas apenas de radiação emitida pelas lâmpadas fluorescentes.

Em cada bancada foram colocados termômetros de máxima/mínima, controlando-se a temperatura durante as horas mais quentes, com auxílio de ar condicionado. Foram registrados valores de temperatura máxima de 30°C e mínima de 26°C durante o período do déficit hídrico. A umidade relativa, medida através de higrômetro (bulbo seco e bulbo úmido), variou de 50 a 84%.

O potencial hídrico foliar (Ψ_{folha}) foi medido, em sala de crescimento, com o uso de uma bomba de pressão, de acordo com SCHOLANDER et al. (1965), aos 0, 2, 4, 5, 6, 7 e 8 dias após suspensão da irrigação (DASI), até o momento em as plantas apresentavam sintomas de enrolamento foliar severo. As medições do Ψ_{folha} foram realizadas na última folha completamente expandida, colhendo-se uma lâmina foliar por unidade experimental (vaso), a qual foi destacada na região da lígula e imediatamente submetida ao processo de avaliação. As medições foram feitas pela manhã, sempre em um mesmo horário (de 6:00 às 7:00 horas), momento em que as plantas referentes aos dois regimes de fotoperíodo, estavam submetidas ao período de escuro. Logo após as medições do potencial hídrico foliar, foram realizadas as medições do

comprimento das lâminas foliares emergentes para os estudos de morfogênese.

As avaliações de morfogênese, em sala de crescimento, compreenderam o período entre 05/04/01 e 14/04/01, sendo realizadas quatro medições do comprimento das lâminas foliares emergentes por semana, durante o déficit hídrico, até o momento em que as plantas não-irrigadas apresentassem sintomas de enrolamento foliar. As avaliações foram feitas em dois perfilhos por vaso, identificados em casa de vegetação (22/03/01), com o auxílio de um anel de fio colorido de telefone. O comprimento das lâminas emergentes, ou em expansão, foi medido do seu ápice até a lígula da folha recém-expandida. A lâmina foliar teve o seu comprimento medido até a sua completa expansão, ou seja, até o aparecimento da lígula, conforme GOMIDE e GOMIDE (1996).

A partir dos dados obtidos das planilhas referentes ao estudo de crescimento de folhas, foram calculadas e retiradas as seguintes informações:

Taxa de aparecimento de folhas (TA_pF , folhas/dia.perfilho) - obtida pela divisão do número de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias envolvidos, sendo a TA_pF de cada unidade experimental ou vaso a média de dois perfilhos; o inverso da TA_pF estimou o filocrono (FILOC, dias/folha.perfilho), definido como o tempo, em dias, entre o surgimento de duas folhas sucessivas.

Taxa de alongamento foliar (TA_lF , mm/dia.perfilho) - obtida subtraindo-se o comprimento inicial das lâminas emergentes do comprimento final das lâminas foliares surgidas no perfilho e dividindo-se a diferença pelo número de dias envolvidos, sendo a TA_lF de cada unidade experimental ou vaso a média de dois perfilhos marcados.

Taxa de expansão foliar (TE_xF , mm^2 /dia.perfilho) - foram feitas medições do comprimento e da largura das folhas emergentes até a sua completa expansão. A largura foi considerada na porção mediana da lâmina foliar. Subtraindo-se a área inicial das folhas emergentes da área final e dividindo-se a diferença pelo número de dias envolvidos, obteve-se a TE_xF de cada perfilho, sendo a TE_xF de cada unidade experimental a média de dois perfilhos.

Taxa de senescência foliar (TS_eF , mm/dia.perfilho) - o grau de senescência dos tecidos das lâminas foliares foi registrado de forma indireta, ou seja, medindo-se a parte do tecido ainda verde; dessa forma, calculou-se indiretamente o acúmulo de tecido morto (em mm) de cada perfilho, dividindo-se o valor encontrado pelo número de dias envolvidos; a TS_eF de cada unidade experimental ou vaso foi a média de dois perfilhos.

Número de folhas completamente expandidas por perfilho (NT_oF) - obtido no final do período de déficit hídrico, considerando-se somente as folhas com lígula exposta; média de dois perfilhos por unidade experimental.

Número de folhas emergentes por perfilho (NFE_m) - obtido no final do período de déficit hídrico, considerando-se como folhas emergentes ou em expansão aquelas que não apresentavam lígula exposta; média de dois perfilhos por unidade experimental.

Número de folhas mortas por perfilho (NFM) – obtido no final do período de déficit hídrico; considerou-se como folha morta aquela que tinha o seu tecido foliar todo comprometido (coloração marron clara); média de dois perfilhos por unidade experimental.

Número de folhas vivas expandidas por perfilho (NFV) - obtido no final do déficit hídrico, subtraindo-se o número de folhas mortas do número de folhas completamente expandidas do perfilho; média de dois perfilhos por unidade experimental ou vaso.

Ao final do período de déficit hídrico, ou seja, quando as folhas inferiores apresentaram sintomas visíveis de enrolamento, as plantas foram irrigadas para se avaliar a capacidade de recuperação das mesmas. Antes do corte, procedeu-se a medição da altura das plantas, do nível do solo até a lígula da folha recém-expandida e a contagem do número de perfilhos por vaso. Posteriormente, efetuou-se o corte a 7 cm do solo com o auxílio de uma tesoura de poda e o material colhido foi acondicionado em sacos de papel e pesado em balança de prato, com precisão de 0,5 g, para determinação da produção de massa verde. Após pesagem, retirou-se parte do material para

determinação da área foliar e da relação folha/colmo. O restante do material foi novamente submetido à pesagem e posterior secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, com o intuito de determinar o rendimento de MS por vaso. Da amostra destinada às medições de área foliar, retiraram-se 10 plantas que tiveram suas lâminas foliares destacadas e passadas em aparelho medidor de área (CI – 202, LICOR, Nebraska, EUA). Em seguida, as frações lâmina e colmo foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas. De posse dos dados de peso da MS de lâminas foliares e colmo, determinou-se a relação folha/colmo (RFC). Com base na RFC e no rendimento de MS, estimou-se o peso de MS de lâminas foliares (PSL) por vaso. A estimativa da área foliar total (lâminas verdes) por vaso (AF) foi obtida multiplicando-se o PSL, presente em cada vaso, pela área foliar de 10 plantas e dividindo-se o produto pelo peso da MS de lâminas foliares de 10 plantas.

Após o corte da parte aérea (a 7 cm de altura do solo), colheu-se o resíduo presente em cada vaso, rente ao solo, acondicionando-o em sacos de papel para secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas. A produção de MS da parte aérea (PMSPA) foi obtida somando-se a produção de MS obtida com o corte de 7 cm com a produção de MS do resíduo (PMSRE) pós-corte. Posteriormente, procedeu-se a recuperação do sistema radicular com o auxílio de jatos d'água aplicados sobre as amostras, colocadas sobre um jogo de peneiras com malhas decrescentes até 2 mm, separando-se o solo das raízes e rizomas, os últimos presentes nos capins Tifton 85 e Coastcross. O material recuperado (raízes, em Florico e Florona; raízes + rizomas, em Tifton 85 e Coastcross) foi acondicionado em sacos de papel e levado à estufa para secagem e determinação do peso de MS do sistema radicular (PMSR). A relação parte aérea/sistema radicular (RPASR) foi obtida dividindo-se a PMSPA pela PMSR.

Os índices de crescimento RAF, AFE e RPF foram calculados segundo BENINCASA (1988), através das seguintes fórmulas:

a) $RAF = AF / PMS$

b) $AFE = AF / PSL$

c) $RPF = RAF/AFE$

em que:

AF = área foliar total (presente no vaso);

PMS = peso da matéria seca total (com sistema radicular); e

PSL = peso da matéria seca de folhas (no caso, lâminas foliares).

Após a pré-secagem, o material foi pesado e moído em moinho tipo “Willey”, com peneira de 30 “mesh” para as determinações dos teores de PB e P, segundo SILVA (1990).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, sendo os tratamentos comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa SAEG v 5.0, de EUCLYDES (1993).

3. Resultados e Discussão

As gramíneas podem apresentar mecanismos de escape ao estresse hídrico por meio do enraizamento profundo, queda de folhas, redução nas taxas de aparecimento e expansão foliares, fechamento dos estômatos e enrolamento foliar (LUDLOW, 1980). Os valores médios de potencial hídrico foliar (Ψ_{foliar}) dos capins Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona, submetidos a diferentes regimes de fotoperíodo e de irrigação estão apresentados na Tabela 4. As plantas irrigadas apresentaram valores de Ψ_{foliar} variando de - 0,26 a - 0,20 MPa. Os capins Coastcross e Florico aparentemente mostraram-se mais sensíveis ao déficit hídrico, apresentando sintoma de enrolamento foliar aos cinco dias após a suspensão da irrigação (5 DASI), quando submetidos ao regime de fotoperíodo de 15 horas de luz e 9 horas de escuro. Os valores de Ψ_{foliar} obtidos durante o enrolamento foliar foram de - 2,17 e - 1,60 MPa, para os capins Coastcross e Florico, respectivamente. Por outro lado, quando os mesmos capins foram expostos ao déficit hídrico, no fotoperíodo de 9 horas de luz e 15 horas de escuro, as plantas toleraram sete dias de estresse, atingindo valores próximos de Ψ_{foliar} de - 1,56 e - 1,50 MPa, para o capim-coastcross e capim-florico, respectivamente. Independentemente da condição de fotoperíodo, o capim-tifton 85 tolerou seis dias de déficit hídrico, apresentando

sintoma de enrolamento foliar, quando as folhas atingiram valores de Ψ_{foliar} de - 1,63 e - 1,91 MPa, para os fotoperíodos de 15 e 9 horas de luz, respectivamente. O capim-florona aparentemente mostrou-se mais tolerante ao déficit hídrico em relação aos demais capins, apresentando enrolamento foliar aos 8 DASl, no regime de fotoperíodo de 15 horas de luz.

Tabela 4 - Valores médios de potencial hídrico foliar (Ψ_{foliar} , MPa) de quatro gramíneas do gênero *Cynodon* submetidos a diferentes regimes de fotoperíodo (F1 = 15 horas de luz e 9 horas de escuro; F2 = 9 horas de luz e 15 horas de escuro) e de irrigação (irrigado e não-irrigado)

Gramíneas	Fotoperíodo (diurno/noturno)			
	15/9		9/15	
	Irrigado	Não-irrigado	Irrigado	Não-irrigado
Tifton 85	- 0,24	- 1,63 (6)	- 0,23	- 1,91 (6)
Coastcross	- 0,22	- 2,17 (5)	- 0,20	- 1,56 (7)
Florico	- 0,25	- 1,60 (5)	- 0,24	- 1,50 (7)
Florona	- 0,26	- 1,47 (8)	- 0,24	- 1,23 (6)

() valores entre parênteses correspondem aos dias após a suspensão da irrigação, quando a maioria das folhas apresentaram sintoma de enrolamento foliar

Os valores médios de Ψ_{foliar} obtidos durante o período em que as plantas foram submetidas às condições de fotoperíodo e de irrigação, encontram-se na Tabela 5. Observa-se uma queda mais acentuada nesses valores em capim-coastcross e capim-florico, quando submetidos ao déficit hídrico e fotoperíodo mais longo (15 horas de luz), principalmente a partir de 2 DASl (09/04/01) (Tabela 5). No entanto, a situação de déficit hídrico na condição de fotoperíodo mais curto (9 horas de luz) proporcionou reduções mais tardias no potencial hídrico foliar, ou seja, a partir de 4-5 DASl. O capim-tifton 85 apresentou queda acentuada nos valores de Ψ_{foliar} a partir de 4 DASl, independentemente do fotoperíodo.

Tabela 5 - Potencial hídrico de lâminas foliares (Ψ_{foliar}) de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes datas de avaliação, em dois regimes de fotoperíodo (F1 = 15 horas de luz e 9 horas de escuro; F2 = 9 horas de luz e 15 horas de escuro)

Regime de Fotoperíodo	Ψ_{foliar} (MPa)						
	Data de avaliação						
	05/04/01	07/04/01	09/04/01	10/04/01	11/04/01	12/04/01	13/04/01
				Tifton 85			
F1	- 0,24	- 0,35	- 0,78	- 1,07	- 1,63	----	----
F2	- 0,23	- 0,31	- 0,32	- 1,08	- 1,91	----	----
				Coastcross			
F1	- 0,22	- 0,30	- 1,04	- 2,17	----	----	----
F2	- 0,20	- 0,28	- 0,42	- 0,53	- 1,43	- 1,56	----
				Florico			
F1	- 0,25	- 0,78	- 1,15	- 1,60	----	----	----
F2	- 0,24	- 0,27	- 0,38	- 1,07	- 1,19	- 1,50	----
				Florona			
F1	- 0,26	- 0,51	- 0,65	- 1,19	- 1,22	- 1,23	- 1,47
F2	- 0,24	- 0,25	- 0,53	- 0,65	- 1,23	----	----

* 05/04/01 – data da suspensão da irrigação, em metade dos vasos

O capim-florona manteve o Ψ_{foliar} sob déficit hídrico e fotoperíodo longo (15 horas de luz) por mais tempo, apresentando enrolamento foliar somente aos 8 DASl. Já as lâminas foliares dos capins Tifton 85, Florico e Coastcross apresentaram sintoma de enrolamento foliar aos 5 DASl. Tal fato sugere algum mecanismo de ajuste em termos de *status* hídrico das lâminas foliares desse capim (Florona), em relação aos demais.

Independentemente da gramínea e do regime de fotoperíodo, observaram-se reduções ($P < 0,05$) no Ψ_{foliar} de - 0,24 a - 1,63 MPa, em plantas irrigadas (na capacidade de campo do solo) e não-irrigadas, respectivamente. Em experimento conduzido a campo, UTRILLAS et al. (1995) encontraram valores mínimos de - 0,17 e - 0,86 MPa para o Ψ_{foliar} de capim-bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] irrigado (45 mm/semana) e não-irrigado (precipitação natural), respectivamente, nos meses de julho a agosto. Valores menores de Ψ_{foliar} em experimentos conduzidos em vasos ocorrem provavelmente devido ao menor volume de solo que favorece as perdas de água do solo por evaporação e, conseqüentemente, leva a reduções mais severas no potencial hídrico das lâminas foliares. Além disso, a campo, as plantas não-irrigadas estão sujeitas a variações nas condições de precipitação, que modificam o *status* hídrico do solo e das lâminas foliares.

Os valores médios de altura de planta e relação parte aérea/sistema radicular de quatro gramíneas do gênero *Cynodon*, em função de dois regimes de fotoperíodo diurno/noturno (F1 = 15 h de luz e 9 h de escuro; F2 = 9 h de luz e 15 h de escuro) estão apresentados na Tabela 6. O aumento no fotoperíodo, de 9 h de luz para 15 h de luz, ou seja, fotoperíodos longos reduziram ($P < 0,05$) o crescimento em altura do capim-florico, não influenciando ($P > 0,05$) nos demais capins. (Tabela 6). No fotoperíodo 1 (F1 = 15 horas de luz), o capim-coastcross foi o que apresentou maior ($P < 0,05$) crescimento em altura, em relação aos capins Florico e Tifton 85, que apresentaram o menor crescimento em altura. O capim-florona apresentou altura intermediária, não diferindo em relação aos demais. Já no fotoperíodo mais curto (9 horas de luz), os cultivares Florico (40,50 cm) e Coastcross (42,33 cm) apresentaram maior ($P < 0,05$) altura média de plantas, em relação ao Tifton 85 (31,0 cm) (Tabela 6). O capim-florona novamente apresentou altura intermediária, de 36,8 cm.

Independentemente da gramínea e do fotoperíodo, o déficit hídrico reduziu ($P < 0,05$) a altura das plantas de 41,3 para 34,5 cm, nos regime irrigado e não-irrigado, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 6 - Altura de planta e relação parte aérea/sistema radicular de quatro cultivares do gênero *Cynodon* submetidos a dois regimes de fotoperíodo diurno/noturno (15 h de luz /9 h de escuro e 9 h de luz/15 h de escuro)

Gramíneas	Altura de planta (cm)		Relação PA/SR	
	Fotoperíodo (diurno/noturno)			
	15/9	9/15	15/9	9/15
Tifton 85	31,83 Ba	31,00 Ba	1,43 Ba	1,39 Ca
Coastcross	46,83 Aa	42,33 Aa	2,14 ABa	2,52 Ba
Florico	34,67 Bb	40,50 Aa	2,35 Ab	3,56 Aa
Florona	39,33 ABa	36,83 ABa	1,74 ABa	1,59 Ca

- As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para cada variável não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 7 - Altura de planta, número de plantas por vaso, produção de MS de resíduo, relação parte aérea (PA)/sistema radicular (SR), relação folha colmo e área foliar por planta, em função de dois regimes de irrigação (irrigado e não-irrigado)

Variáveis	Irrigado	Não-irrigado
Altura de planta (cm)	41,3 a	34,5 b
Número de plantas/vaso	92,3 a	79,2 b
Produção de MS de resíduo (g/vaso)	17,0 b	18,4 a
Relação PA/SR	2,32 a	1,86 b
Relação folha/colmo	1,11 a	0,97 b
Área foliar por planta (cm ²)	54,32 a	40,17 b

- Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Avaliando-se o efeito de gramínea dentro de fotoperíodo, observa-se que o aumento no fotoperíodo de nove para 15 h de luz reduziu ($P < 0,05$) a relação parte aérea (PA)/sistema radicular (SR) do capim-florico, de 3,56 para 2,35 (Tabela 6). Assim, o aumento no fotoperíodo prejudicou o crescimento da parte aérea desse capim, que se mostrou mais sensível a este tipo de estresse. Contudo, ao se avaliar o efeito de fotoperíodo dentro de gramínea, constatou-se, no fotoperíodo mais longo (15 horas), menor ($P < 0,05$) relação PA/SR para o capim-tifton 85, em relação ao capim-florico (Tabela 6). Todavia, em fotoperíodos menores (9 h de luz), o capim-tifton 85 (1,39) e o capim-florona (1,59) apresentaram menor ($P < 0,05$) relação PA/SR em comparação com os capins Coastcross (2,52) e Florico (3,56) (Tabela 6). A menor relação PA/SR do capim-tifton 85 em relação ao capim-coastcross é uma característica própria deste cultivar que apresenta rizomas grossos e pesados. Os cultivares Florico e Florona não apresentam rizomas, no entanto, os mesmos apresentaram baixa relação PA/SR, o que pode ser uma característica morfológica importante, em resposta ao estresse hídrico e de fotoperíodo.

Independentemente do fotoperíodo e da gramínea, as plantas não-irrigadas ou sob déficit hídrico apresentaram menor ($P < 0,05$) relação PA/SR, em relação às plantas irrigadas, conforme observado na Tabela 7. A redução na relação PA/SR em resposta ao déficit hídrico do solo, pode constituir-se em um mecanismo de tolerância à seca, no sentido de mobilizar reservas para o crescimento e desenvolvimento de raízes, em detrimento do crescimento da parte aérea das plantas, permitindo, assim, maior absorção de água e menor perda de água por transpiração. Outros mecanismos de tolerância à seca também são importantes como a habilidade das plantas em manter os estômatos abertos sob baixos valores de potencial hídrico foliar (TURNER, 1974) e o ajuste osmótico (JOHNSON e TURNER, 1978), definido como acúmulo de solutos nos tecidos vegetais em resposta à desidratação. A eficiência de uso da água do solo pelas raízes irá determinar a taxa de transpiração e tolerância à seca em plantas (SALIH et al., 1999). PRESSLAND (1982) também observou reduções na relação PA/SR em gramíneas nativas submetidas ao estresse hídrico.

O fotoperíodo não influenciou ($P > 0,05$) o perfilhamento, a relação folha/colmo, a área foliar por planta e a produção de MS de resíduo. Por outro

lado, observou-se menor ($P < 0,05$) número de plantas por vaso, relação folha/colmo (RFC) e área foliar por planta sob déficit hídrico (tratamento não-irrigado), em comparação com plantas irrigadas na capacidade de campo do solo, independentemente da gramínea (Tabela 7). O déficit hídrico pode reduzir o perfilhamento e a taxa de expansão de área foliar pelos efeitos diretos do baixo potencial hídrico foliar no turgor celular (JONES, 1988), na extensibilidade da parede celular (DAVIES et al., 1990) ou pela baixa disponibilidade de assimilados para a parte aérea da planta (BROUWER, 1962). MATTOS (2001) observou menor perfilhamento basal e aéreo em *Brachiaria dictyoneura* sob déficit hídrico, em relação à situação de alagamento. A redução na RFC e na área foliar, em resposta ao déficit hídrico, poderia ser explicada em decorrência do aumento na taxa de senescência foliar e morte de folhas, além dos prejuízos na taxa de alongamento foliar e expansão de área foliar, comprometendo o tamanho das folhas devido às mudanças na distribuição de assimilados da parte aérea para as raízes (PANDE e SINGH, 1981; BARUCH, 1994; PÁEZ et al., 1995; BLUM, 1996). Valores de RFC abaixo de 1,0 foram obtidos em plantas submetidas ao déficit hídrico, aos 28 dias de rebrota, em comparação com plantas irrigadas (1,11). Em capim-tifton 85, OLIVEIRA et al. (2001) observaram valores abaixo de 1,0 em plantas colhidas a partir de 28 dias de rebrota, o que prejudicou o valor nutritivo e a digestibilidade desta gramínea.

A redução da área foliar sob condições de déficit hídrico tem sido considerada importante mecanismo de tolerância à seca, visto que menor superfície de tecido foliar exposta à radiação solar resulta em menor perda de água via transpiração (CHAVES, 1991). Entretanto, se por um lado tal mecanismo é benéfico, na medida em que contribui para diminuir as perdas transpiratórias, por outro é indesejável, uma vez que reduz o tamanho do aparelho assimilatório e também a porção mais digestível da forragem.

Observou-se maior ($P < 0,05$) produção de MS de resíduo pós-corte em plantas submetidas ao déficit hídrico do que sob irrigação (Tabela 7). A produção de MS de resíduo não diferiu ($P > 0,05$) entre os capins estudados e os diferentes regimes de fotoperíodo. A maior produção de MS de resíduo pós-corte, colhido rente ao solo, ocorreu provavelmente devido à maior ($P < 0,05$) taxa de senescência e morte de folhas em plantas sob déficit hídrico, conforme

será discutido posteriormente, o que contribuiu para aumentar ($P < 0,05$) o teor de MS da parte aérea e do resíduo pós-corte (primeiros 7 cm). A parte aérea das plantas sob déficit hídrico apresentou teor de MS (a 65°C) de 18,2%, quando comparada com a parte aérea de plantas irrigadas (16,6%). BITTMAN et al. (1985) observaram que a senescência foliar foi induzida pelo déficit hídrico de - 1,95 a - 2,65 MPa, em *Agropyron cristatum*, e de - 1,85 a - 2,25 MPa, em *Bromus inermis*. Em *Panicum maximum*, a senescência foliar iniciou a cerca de - 1,5 MPa (LUDLOW, 1975). Independentemente do fotoperíodo e da gramínea, deve-se ressaltar que o potencial hídrico foliar atingiu valor médio de - 1,63 MPa no final do período de estresse hídrico, o que contribuiu para aumentar a taxa de senescência foliar, principalmente do capim-coastcross.

O rendimento de MS (g/vaso) não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos regimes de fotoperíodo e irrigação, diferindo ($P < 0,05$) apenas entre as gramíneas. A produção de MS por vaso foi maior ($P < 0,05$) para o capim-coastcross (51,58 g/vaso), em comparação com os capins Florico (41,20 g/vaso) e Florona (39,68 g/vaso), que não diferiram ($P > 0,05$) entre si. O capim-tifton 85 apresentou rendimento de MS (46,16 g/vaso) intermediário, não diferindo ($P > 0,05$) dos demais. A falta de efeito do déficit hídrico na produção de MS provavelmente está relacionada com a curta duração do período de estresse (máximo de oito dias). Esses resultados estão de acordo com revisão feita por MISLEVY (1989), que observou maiores produções de MS do capim-coastcross, em relação aos capins Florico e Florona, que apresentaram produções de MS relativamente semelhantes.

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre gramínea e regime de irrigação (irrigado e não-irrigado) para a variável produção de MS do sistema radicular. O déficit hídrico não alterou ($P > 0,05$) a produção de MS do sistema radicular dos capins Tifton 85 e Coastcross (Tabela 8). Entretanto, observou-se maior produção de MS de raízes para os capins Florico e Florona não-irrigados, em relação ao regime irrigado. Esse pode ser um mecanismo de escape ao estresse, em resposta ao déficit hídrico do solo, o que pode contribuir para aumentar a tolerância desse capim ao déficit hídrico. Em condições de fotoperíodo longo (15 horas de luz), o capim-florona tolerou oito dias de seca; o capim-tifton 85, seis dias e os capins Florico e Coastcross, cinco dias, até o enrolamento foliar da maioria das lâminas foliares. Por outro lado, em

condições de menor fotoperíodo (9 horas de luz), não se observou efeito do déficit hídrico na duração do período de estresse. Esse resultado demonstra um efeito sinérgico dos estresses hídrico e de fotoperíodo.

Tabela 8 - Produção de MS do sistema radicular (g por vaso) de quatro gramíneas do gênero *Cynodon*, submetidos a dois regimes de irrigação (irrigado e não-irrigado)

Gramíneas	Regime de irrigação	
	Irrigado	Não-irrigado
Tifton 85	50,42 Aa	49,39 Aa
Coastcross	30,17 Ba	31,10 Ba
Florico	16,76 Cb	25,40 Ba
Florona	27,94 BCb	43,58 Aa

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Diferenças na produção de MS do sistema radicular, em cultivares do gênero *Cynodon* sob condições irrigadas, ocorrem devido a diferenças entre os genótipos. Os capins Tifton 85 e Coastcross apresentam rizomas (caule subterrâneo), o que contribuiu para o aumento na produção de MS do sistema radicular quando se incluiu esta parte da planta, em condições de irrigação. O capim-tifton 85 apresentou maior ($P < 0,05$) produção de MS do sistema radicular, em relação à do capim-coastcross, no regime não-irrigado, provavelmente devido à presença de rizomas de maior diâmetro e mais numerosos (Tabela 8). O capim-florona não apresenta rizomas, entretanto, nota-se uma produção de MS do sistema radicular semelhante à do capim-coastcross no regime irrigado (Tabela 8). No entanto, na ausência de irrigação, constatou-se maior ($P < 0,05$) produção de MS do sistema radicular para os capins Tifton 85 e Florona, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si, em relação aos capins Coastcross e Florico (Tabela 8). Comparando as gramíneas dentro de cada regime de irrigação, as gramas-bermudas (Tifton 85 e Coastcross) não alteraram a produção de MS do sistema radicular (raízes + rizomas), quando

foram submetidas ao déficit hídrico, em relação ao tratamento irrigado. No entanto, as gramas-estrelas (Florico e Florona) apresentaram maior produção de MS de raízes sob déficit hídrico, sugerindo que os diferentes genótipos possuem mecanismos diferenciados de escape ao estresse, bem como desenvolvimento do sistema radicular. Alguns desses mecanismos já foram comentados, como redução na área foliar por senescência e morte de folhas e o enrolamento foliar. A presença de rizomas, por exemplo, poderia suprir a planta de fotoassimilados em situações de estresse hídrico, em que a absorção de nutrientes torna-se prejudicada.

Independentemente da gramínea, as plantas não-irrigadas e submetidas ao menor fotoperíodo (9 h de luz) apresentaram maior ($P < 0,05$) produção de MS do sistema radicular (39,4 g/vaso), em comparação com as plantas irrigadas (28,36 g/vaso). Isto confere maior resistência à seca, permitindo que as raízes explorem maior volume de solo.

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre gramínea e regime de irrigação para as variáveis morfogênicas número total de folhas expandidas (NT_oF) e vivas (NFV) por perfilho e taxas de aparecimento (TA_pF), alongamento (TA_lF), expansão (TE_xF) e senescência (TS_eF) foliares. Os resultados do desdobramento dessa interação estão apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Número total de folhas expandidas (NT_oF), número de folhas vivas (NFV) e taxa de aparecimento de folhas (TA_pF) de quatro gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a dois regimes de irrigação (I = irrigado; NI = não-irrigado)

Gramíneas	NT _o F		NFV		TA _p F (folhas/dia.perfilho)	
	I	NI	I	NI	I	NI
Tifton 85	8,58 Ba	8,58 Ba	6,92 Ba	6,50 Ba	0,248 Ba	0,300 Ba
Coastcross	10,92 Aa	9,83 Ba	8,50 ABa	5,75 Bb	0,217 Ba	0,234 Ba
Florico	11,67 Aa	9,42 Bb	9,00 Aa	5,42 Bb	0,464 Aa	0,313 ABb
Florona	12,08 Aa	12,42 Aa	10,0 Aa	9,50 Aa	0,497 Aa	0,455 Aa

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 10 - Taxa de alongamento foliar (TA_lF), taxa de expansão de área foliar (TE_xF) e taxa de senescência foliar (TS_eF) de quatro gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a dois regimes de irrigação (I = irrigado; NI = não-irrigado)

Gramíneas	TA _l F (mm/dia.perfilho)		TE _x F (mm ² /dia.perfilho)		TS _e F (mm/dia.perfilho)	
	I	NI	I	NI	I	NI
Tifton 85	42,46 Ba	42,46 ABa	180,0 Ba	195,5 Aa	6,75 Aa	13,17 Ba
Coastcross	28,93 Ba	27,92 Ba	133,1 Ba	116,8 Aa	7,00 Ab	32,01 Aa
Florico	81,55 Aa	48,45 ABb	380,0 Aa	225,8 Ab	13,53 Ab	43,85 Aa
Florona	86,11 Aa	65,24 Ab	443,1 Aa	263,7 Ab	11,06 Aa	17,60 Ba

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na presença de irrigação, constatou-se menor ($P < 0,05$) NFT (8,58) para o capim-tifton 85 e, na ausência de irrigação, registrou-se maior ($P < 0,05$) NT_oF (12,42) para o capim-florona (Tabela 9). No entanto, ao se avaliar o efeito de irrigação dentro de gramínea, constatou-se que apenas o capim-florico teve o seu NT_oF afetado pela irrigação, apresentando menor ($P < 0,05$) valor na ausência de irrigação.

Avaliando-se o efeito de gramínea dentro do regime de irrigação, constatam-se maiores ($P < 0,05$) valores de TA_pF (folhas/dia.perfilho) para os capins Florico (0,464) e Florona (0,497), em relação aos capins Tifton 85 (0,248) e Coastcross (0,217), sob condições irrigadas (Tabela 9). Comportamento semelhante foi observado na ausência de irrigação, embora não se tenha constatado diferenças ($P > 0,05$) entre os capins Tifton 85, Coastcross e Florico, em relação ao Florico. O déficit hídrico reduziu ($P < 0,05$) a taxa de produção de folhas (TA_pF) do capim-florico, durante sete dias de déficit hídrico. A -1,55 MPa, ou seja, sob déficit hídrico, a TA_pF foi 32,5% menor do que a -0,24 MPa, sob condições irrigadas (Tabela 9). Por outro lado, as TA_pF dos capins Tifton 85, Coastcross e Florona não foram alteradas ($P < 0,05$) pelo déficit hídrico. BARKER et al. (1989) observaram reduções na TA_pF de azevém em resposta ao déficit hídrico, quando o potencial hídrico foliar alcançou valores mínimos de -0,4 MPa. VAN LOO (1992) observou que a TA_pF foi 12% menor a -1,3 MPa do que a 0 Mpa, durante as duas primeiras semanas de estresse. Isso provavelmente resultou na redução ($P < 0,05$) do NT_oF do capim-florico (Tabela 9), conforme será discutido. Contudo, ao se avaliar o efeito de irrigação dentro de gramínea, constata-se que apenas a TA_pF do capim-florico foi influenciada ($P < 0,05$) pela irrigação, apresentando menor valor na ausência desta.

Variações na TA_pF e morte de folhas, em resposta ao déficit hídrico, determinaram mudanças no número de folhas vivas por perfilho (NFV). Detectou-se menor ($P < 0,05$) NFV para os capins Tifton 85 e Coastcross, que não diferiram entre si. Por outro lado, na ausência de irrigação, registrou-se maior ($P < 0,05$) NFV para o capim-florona. O regime de irrigação influenciou o NFV apenas nos capins Coastcross e Florico, registrando-se menores ($P < 0,05$) valores na ausência de irrigação, em relação ao tratamento irrigado (Tabela 9). A baixa disponibilidade de folhas verdes em plantas submetidas ao déficit

hídrico decorre do aumento na taxa de senescência e morte de folhas, podendo comprometer o valor nutritivo da forragem. Em regiões sujeitas a “veranicos”, uma atenção especial deve ser dada, principalmente aos capins Coastcross e Florico, por aparentemente terem se mostrado mais sensíveis ao déficit hídrico.

Na ausência de irrigação, registraram-se os menores valores ($P < 0,05$) de taxas de alongamento (TA_{lF}) e de expansão de área foliar ($TE_{x}F$) para os capins Florico e Florona, em comparação às plantas irrigadas. Todavia, o regime de irrigação não influenciou ($P > 0,05$) essas características morfogênicas dos capins Tifton 85 e Coastcross (Tabela 9). A - 1,55 MPa, ou seja, sob déficit hídrico, a TA_{lF} e a $TE_{x}F$ do capim-florico foi 40,6% menor do que aquela a - 0,24 MPa, em condições irrigadas. Por outro lado, a - 1,33 MPa a $TE_{x}F$ do capim-florona foi mais afetada (-40,5%) do que a TA_{lF} (-24,2%), em comparação com a TA_{lF} e $TE_{x}F$ a - 0,25 MPa. Os resultados obtidos em capim-florona concordam com os obtidos por VAN LOO (1992), que observou redução maior na $TE_{x}F$ (-45%) do que na TA_{lF} (-36%) de azevém perene a -1,3 Mpa, em comparação com os valores obtidos a 0 MPa.

O controle da expansão foliar provavelmente se origina nas raízes e envolve mensageiros químicos (hormônios, nutrientes, etc) transportados, via xilema, da raiz para o meristema apical da parte aérea das plantas (MUNS, 1988). Segundo este autor, aqueles genótipos em que a expansão foliar é mais sensível aos sinais da raiz podem apresentar maior ajuste osmótico. Embora o déficit hídrico não tenha provocado alterações ($P > 0,05$) nas taxas de aparecimento, alongamento e expansão foliar do capim-coastcross, a sua taxa de senescência foliar (TS_eF) foi aumentada ($P < 0,05$) de 7,0 para 32,0 mm/dia.perfilho, em condições irrigadas e não-irrigadas, respectivamente (Tabela 10). O capim-tifton 85 apresentou valores semelhantes ($P > 0,05$) de TS_eF sob condições irrigadas e não-irrigadas. Adaptações morfológicas às condições de estresse, como é o caso da presença de rizomas em Tifton 85 e Coastcross, podem conferir maior resistência e persistência do pasto em situações de déficit hídrico, fogo, geada e pastejo baixo (MICKENHAGEN, 1994). Embora o aumento na TS_eF do capim-coastcross seja um mecanismo de escape do estresse, no sentido de reduzir a área foliar e evitar as perdas de

água por transpiração, esse mecanismo pode comprometer o valor nutritivo das gramíneas forrageiras.

Independentemente do fotoperíodo e da gramínea, observaram-se menores ($P < 0,05$) teores de PB (14,7%) e de P (0,26%) em plantas sob déficit hídrico (não-irrigadas) do que em plantas irrigadas, de 18,8 e 0,29%, respectivamente. A redução nos teores (%) de N e P em resposta ao déficit hídrico provavelmente ocorreu em função do aumento na senescência foliar e, ou reduções na taxa de alongamento foliar, que provocaram reduções ($P < 0,05$) na área foliar e, conseqüentemente, na relação folha/colmo das gramíneas estudadas, conforme relatado anteriormente. BITTMAN et al. (1988) também observaram decréscimos nos teores de N e P em resposta ao déficit hídrico, o que ocorreu provavelmente em função do aumento na TSF.

Comparando-se as gramíneas dentro de regimes de irrigação, observaram-se maiores ($P < 0,05$) TA_{IF} e $TE_{x}F$ para os capins Florico e Florona em comparação aos capins Tifton 85 e Coastcross, sob regime irrigado (Tabela 10). Em condições não-irrigadas, com a redução ($P < 0,05$) nos valores de TA_{IF} dos capins Florico e Florona, observou-se maior ($P < 0,05$) TA_{IF} do capim-florona em relação ao capim-coastcross, sendo que os capins Florico e Tifton 85 não diferiram ($P > 0,05$) dos demais, apresentando valores intermediários. Todavia, a $TE_{x}F$ não diferiu ($P > 0,05$) entre os capins, na ausência de irrigação. Em condições irrigadas, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) na TS_eF das gramíneas avaliadas, cujos valores variaram de 6,75 a 13,53 mm/dia.perfilho (Tabela 10). Por outro lado, registraram-se menores TS_eF para os capins Tifton 85 e Florona, em relação aos capins Coastcross e Florico, quando as plantas foram submetidas ao déficit hídrico. Assim, os capins Coastcross e Florico mostraram-se bastante sensíveis ao déficit hídrico, reduzindo a área foliar através do aumento na taxa de senescência e morte de folhas. Esse pode ser considerado um mecanismo de evitação ou escape do estresse hídrico.

Constatou-se a presença de vários perfilhos reprodutivos (com folha-bandeira) em capim-coastcross submetido ao déficit hídrico e fotoperíodo longo (15 horas de luz), o que, provavelmente, contribuiu para agravar ainda mais a senescência foliar nesta gramínea. Em gramíneas de clima temperado sob déficit hídrico, BITTMAN et al. (1988) observaram maior incremento na TS_eF ,

principalmente em perfilhos reprodutivos do que em perfilhos vegetativos. Estes resultados sugerem um possível controle hormonal da TS_eF , em resposta ao déficit hídrico. A redução nos níveis de auxinas, citocininas e ácidos giberélicos (GAs) e o aumento nos níveis de ácido abscísico, etileno e jasmonatos, este último em algumas plantas, por exemplo, podem promover o aumento na senescência foliar (GAN e AMASINO, 1997). As plantas apresentam mecanismos em que a senescência foliar pode ser induzida pelo estresse hídrico e nutricional, redistribuindo nutrientes ou fotoassimilados para o desenvolvimento de órgãos reprodutivos (flores) ou ainda, para o crescimento de raízes e reduzindo o consumo de água das folhas mais velhas, que são menos eficientes fotossinteticamente. Dentre os nutrientes, o acúmulo de K em *Cynodon dactylon* tem-se mostrado importante no ajuste osmótico desta planta, em resposta ao déficit hídrico. O ajuste osmótico é um importante mecanismo de adaptação à seca, que faz com que a planta mantenha o turgor e volume celular, através do acúmulo de vários solutos (MUNNS, 1988).

O número de folhas emergentes (NFE_m) e mortas (NFM) por perfilho e o filocrono não foram influenciados ($P>0,05$) pelo déficit hídrico e pelo fotoperíodo. Entretanto, as gramíneas apresentaram diferenças ($P<0,05$) nestes valores (Tabela 11). O NFE_m do capim-florona (2,38 folhas/perfilho) foi maior ($P<0,05$) do que o do capim-coastcross (1,79 folhas/perfilho) que, por sua vez, não diferiu ($P>0,05$) dos capins Tifton 85 e Florico, que apresentaram valores intermediários. Genótipos caracterizados por alta taxa de aparecimento e alongamento de folhas, como foi o caso dos capins Florico e Florona, apresentaram maior número de folhas emergentes ou em expansão. A maior ($P<0,05$) TS_eF em capim-florico e capim-coastcross observada em condições de déficit hídrico (Tabela 10) determinou maior NFM nestas gramíneas, de 3,33 e 3,25 folhas mortas por perfilho, respectivamente. De maneira geral, observaram-se menores valores de filocrono para as gramas-estrelas, Florico e Florona, em comparação aos das gramas-bermudas, Tifton 85 e Coastcross (Tabela 11). Variações no filocrono provavelmente ocorreram em função de diferenças entre genótipos, na taxa de aparecimento de folhas, do que em resposta à disponibilidade hídrica do solo.

Tabela 11 - Número de folhas emergentes (NFE_m) e mortas (NFM) por perfilho e filocrono (FILOC) de quatro gramíneas do gênero *Cynodon*

Gramíneas	NFE _m	NFM	FILOC (dias/folha.perfilho)
Tifton 85	2,21 AB	1,88 C	4,25 AB
Coastcross	1,79 B	3,25 AB	5,01 A
Florico	2,29 AB	3,33 A	3,18 BC
Florona	2,38 A	2,50 BC	2,47 C

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Houve interação ($P < 0,05$) entre fotoperíodo x regime de irrigação x gramínea para os índices de crescimento razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF). Para o cálculo dos índices RAF e RPF levou-se em consideração o peso da MS da planta inteira (parte aérea + raízes). O desdobramento dessa interação está apresentado nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Valores médios de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF) dos capins Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona submetidos a dois regimes de irrigação (I = irrigado; NI = não-irrigado) e de fotoperíodo diurno/noturno (15 h de luz/9 h de escuro e 9 h de luz/15 h de escuro)

Regime de irrigação	Fotoperíodo (diurno/noturno)							
	Tifton 85		Coastcross		Florico		Florona	
	15/9	9/15	15/9	9/15	15/9	9/15	15/9	9/15
	RAF (m ² /g)							
I	0,0077 Aa	0,0080 Aa	0,0084 Aa	0,0089 Ba	0,0086 Ab	0,0103 Aa	0,0088 Ab	0,0109 Aa
NI	0,0068 Aa	0,0066 Aa	0,0061 Bb	0,0107 Aa	0,0060 Bb	0,0082 Ba	0,0078 Aa	0,0081 Ba
	AFE (m ² /g)							
I	0,0310 Aa	0,0315 Aa	0,0376 Aa	0,0355 Ba	0,0338 Aa	0,0356 Aa	0,0357 Ab	0,0446 Aa
NI	0,0297 Aa	0,0313 Aa	0,0330 Bb	0,0403 Aa	0,0326 Aa	0,0322 Ba	0,0371 Ab	0,0424 Aa
	RPF (g/g)							
I	0,2484 Aa	0,2554 Aa	0,2238 Aa	0,2510 Aa	0,2566 Aa	0,2906 Aa	0,2468 Aa	0,2456 Aa
NI	0,2297 Aa	0,2098 Ba	0,1850 Ab	0,2653 Aa	0,1846 Bb	0,2531 Aa	0,2118 Aa	0,1899 Ba

* As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada cultivar e variável, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 13 - Valores médios de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF) dos capins Tifton 85 (G1), Coastcross (G2), Florico (G3) e Florona (G4) submetidos a dois regimes de irrigação (I = irrigado; NI = não-irrigado) e de fotoperíodo diurno/noturno (15 h de luz/9 h de escuro e 9 h de luz/15 h de escuro)

Gramínea	RAF (m ² /g)				AFE (m ² /g)				RPF (g/g)			
	15/9		9/15		15/9		9/15		15/9		9/15	
	I	NI	I	NI	I	NI	I	NI	I	NI	I	NI
G1	0,0077 A	0,0068 A	0,0080 B	0,0066 B	0,0310 C	0,0297 B	0,0315 C	0,0313 B	0,2484 A	0,2297 A	0,2554 A	0,2098 BC
G2	0,0084 A	0,0061 A	0,0089 AB	0,0107 A	0,0376 A	0,0330 B	0,0355 B	0,0403 A	0,2238 A	0,1850 A	0,2510 A	0,2653 A
G3	0,0086 A	0,0060 A	0,0103 A	0,0082 B	0,0338 BC	0,0326 B	0,0356 B	0,0322 B	0,2566 A	0,1846 A	0,2906 A	0,2531 AB
G4	0,0088 A	0,0078 A	0,0109 A	0,0081 B	0,0357 AB	0,0371 A	0,0446 A	0,0424 A	0,2468 A	0,2118 A	0,2456 A	0,1899 C

* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O fotoperíodo e o regime de irrigação não influenciaram ($P>0,05$) os valores de RAF e AFE do capim-tifton 85 (Tabela 12). Na condição de fotoperíodo curto ($F2 = 9$ horas de luz), a $- 1,91$ MPa de Ψ_{foliar} , observou-se redução ($P<0,05$) de 17,9% na RPF do capim-tifton 85, em relação aos valores obtidos a $- 0,23$ MPa, sob condições irrigadas. A redução na RPF, que é um componente fisiológico da RAF, indica exportação de MS das folhas para outras partes da planta (colmo, raízes e inflorescência) (BENINCASA, 1988). Acredita-se que grande parte da MS foi exportada para o desenvolvimento do colmo do capim-tifton 85, visto que o déficit hídrico não alterou ($P>0,05$) a produção de MS do sistema radicular (raízes e rizomas) desta gramínea, conforme já discutido. De fato, observou-se redução na relação folha/colmo de 1,11 para 0,97, em plantas irrigadas e não-irrigadas, respectivamente. Pelos resultados obtidos, nota-se uma certa tolerância do Tifton 85 em resposta às variações nas condições de fotoperíodo e disponibilidade hídrica do solo. Em condições de estresse hídrico ($- 1,91$ MPa) e de fotoperíodo (9 e 15 horas de luz), o capim-tifton 85 não utilizou de mecanismos de escape ao estresse, como redução na área foliar, crescimento do sistema radicular e outros. A presença de rizomas (órgãos de reserva) grossos e em grande número no capim-tifton 85 pode conferir maior tolerância ao déficit hídrico e outros tipos de estresse.

O capim-coastcross apresentou menores valores ($P<0,05$) de RAF, AFE e RPF em condições não-irrigadas e de fotoperíodo longo ($F1 = 15$ horas de luz), atingindo valores de Ψ_{foliar} de $- 2,17$ MPa (Tabela 12). Nessas condições, as plantas toleraram cinco dias após suspensão da irrigação (5 DASI). Por outro lado, as plantas irrigadas ($- 0,21$ MPa) apresentaram valores semelhantes ($P>0,05$) de RAF, AFE e RPF em função de variações no fotoperíodo. O déficit hídrico tornou as plantas mais sensíveis às variações nas condições de fotoperíodo. No verão e em regiões tropicais, onde são comuns períodos longos de déficit hídrico ('veranicos'), aliados a altas temperaturas e fotoperíodos mais longos, a irrigação do capim-coastcross pode evitar maiores perdas na produção de MS desta gramínea. As perdas de MS dessa gramínea estão associadas principalmente às perdas por senescência e morte de folhas. Portanto, a irrigação associada a uma boa nutrição da planta pode contribuir para aumentar a produtividade e o valor nutritivo dessa gramínea no período de verão.

Em capim-coastcross, o déficit hídrico influenciou ($P < 0,05$) de forma diferenciada os valores de RAF, AFE e RPF, em função das variações no fotoperíodo (Tabela 12). Em fotoperíodo longo (15 horas de luz), as plantas não-irrigadas apresentaram menores valores ($P < 0,05$) de RAF ($0,0061 \text{ m}^2/\text{g}$) e AFE ($0,0330 \text{ m}^2/\text{g}$) e RPF ($0,1850 \text{ g/g}$) do que os obtidos em plantas irrigadas de $0,0084 \text{ m}^2/\text{g}$ e $0,0376 \text{ m}^2/\text{g}$ e $0,2238 \text{ g/g}$, respectivamente, para os três índices. Entretanto, sob fotoperíodo curto (9 horas de luz), o déficit hídrico proporcionou maiores valores ($P < 0,05$) de RAF ($0,0107 \text{ m}^2/\text{g}$) e AFE ($0,0403 \text{ m}^2/\text{g}$) do que os obtidos em plantas irrigadas, de $0,0089$ e $0,0355 \text{ m}^2/\text{g}$, respectivamente. O fotoperíodo influenciou ($P < 0,05$) nas variações de RAF, AFE e RPF do capim-coastcross somente quando as plantas foram submetidas ao déficit hídrico, ou seja, o déficit hídrico tornou as plantas mais sensíveis às variações de fotoperíodo. Assim, o aumento no fotoperíodo de 9 para 15 horas de luz, em plantas submetidas ao déficit hídrico, proporcionou menores valores ($P < 0,05$) de AFE, RAF e RPF, reduzindo a área foliar e aumentando a espessura das folhas. Em plantas de trigo, HOTSONYAME e HUNT (1998a) observaram menor área foliar sob baixas doses de N (0 kg/ha) e fotoperíodos longos (20 horas de luz), sendo mais influenciada pelas variações em comprimento do que na largura foliar. Entretanto, sob baixa intensidade luminosa, a AFE do trigo não foi alterada pelo aumento no fotoperíodo (FRIEND et al, 1962). Em estudos com gramíneas de clima temperado, a AFE foi maior em dias-longos (24 horas de luz) do que em dias-curtos (8 horas de luz) (HEIDE, 1982; HAY, 1990; SOLHAUG, 1991). O efeito do fotoperíodo na AFE das plantas é grandemente dependente da disponibilidade hídrica, conforme observado neste estudo, além de ser extremamente sensível às variações de temperatura (HEIDE, 1982; HAY, 1990; SOLHAUG, 1991), intensidade luminosa (FRIEND et al., 1962) e nutrientes (HOTSONYAME e HUNT, 1998a). Observou-se alta correlação ($P < 0,01$) dos valores de RAF com os valores de AFE ($r = 0,81$) e RPF ($r = 0,95$), sendo que as variações em RAF podem ser explicadas pelas variações nestes dois componentes. A menor correlação de RAF com AFE provavelmente ocorreu devido às maiores variações na AFE, em função das condições de fotoperíodo e disponibilidade hídrica.

O capim-florico não-irrigado no fotoperíodo bngo (15 horas de luz ou 15/9) apresentou menores valores ($P < 0,05$) de RAF, de $0,0060 \text{ m}^2/\text{g}$, em comparação com os valores de plantas não-irrigadas e submetidas ao fotoperíodo curto (9 horas de luz ou 9/15), de $0,0082 \text{ m}^2/\text{g}$ (Tabela 12). Em capim-florico observou-se alta correlação ($P < 0,01$) dos valores de RAF com os valores de AFE ($r = 0,76$) e RPF ($r = 0,98$), sendo que as variações em RAF podem ser explicadas pelas variações nestes dois componentes. A AFE do capim-florico não sofreu variações ($P > 0,05$) em resposta às mudanças de fotoperíodo, sendo pouco influenciada pelo regime de irrigação. Em condições de fotoperíodo curto (9 horas de luz) e a $- 1,50 \text{ MPa}$ de Ψ_{foliar} , observou-se redução ($P < 0,05$) de 9,6% na AFE deste cultivar, em relação aos valores obtidos a $- 0,24 \text{ MPa}$ para plantas irrigadas. A redução na AFE em plantas submetidas ao déficit hídrico e fotoperíodo curto pode ser considerada como um mecanismo de escape ao estresse, aumentando a tolerância à seca das plantas. Assim, em condições não-irrigadas e de fotoperíodo curto (9 h), o capim-florico tolerou 7 DASl, enquanto sob condições não-irrigadas e de fotoperíodo longo (15 h), as plantas toleraram apenas 5 DASl. Outro mecanismo de escape ao estresse utilizado pelo capim-florico foi a redução na RPF em resposta ao estresse hídrico e de fotoperíodo. A redução na RPF indica maior exportação de MS das folhas para outras partes da planta (flores, colmo, raízes). No caso do capim-florico, grande parte dos fotoassimilados produzidos na parte aérea foi mobilizado para o crescimento do sistema radicular, em resposta ao déficit hídrico. Observou-se um aumento ($P < 0,05$) de 52% no peso de MS de raízes do capim-florico, quando este foi submetido a sete dias de déficit hídrico, em comparação com a MS de raízes sob condições irrigadas, conforme já discutido.

O capim-florona foi o único que tolerou 9 DASl quando submetido a um regime de fotoperíodo de 15/9 horas (dia/noite). A maior tolerância dessa gramínea, nessas condições de fotoperíodo e irrigação, provavelmente ocorreu devido às reduções ($P < 0,05$) na AFE, em resposta às mudanças no fotoperíodo (Tabela 12), além do maior crescimento do sistema radicular, em resposta ao deficit hídrico. Observou-se um aumento ($P < 0,05$) de 56% no peso de MS de raízes do capim-florona, quando este foi submetido a nove dias de déficit hídrico, em comparação com a MS de raízes sob condições irrigadas

(Tabela 8). Vários trabalhos relatam que a eficiência no uso da água está negativamente correlacionada com a AFE (NAGESWARA RAO e WRIGHT, 1994; WRIGHT et al., 1994; CRAUFURD et al., 1999). Esses resultados são consistentes com a hipótese de que a variação na eficiência do uso da água está associada com a variação na capacidade fotossintética das folhas, pois folhas mais grossas normalmente têm alta densidade de clorofila por unidade de área foliar e possuem capacidade fotossintética superior às folhas mais finas, ou seja, com AFE maior (CRAUFURD et al., 1999).

As gramíneas não diferiram ($P>0,05$) quanto à RAF para plantas irrigadas e não-irrigadas submetidas ao fotoperíodo longo (15 horas) (Tabela 13). Entretanto, os capins Florico e Florona apresentaram maiores valores ($P<0,05$) de RAF, em comparação com o Tifton 85, quando submetido ao fotoperíodo curto (9 horas) e regime irrigado. Os maiores valores de RAF para os capins Florico e Florona estão relacionados com as maiores ($P<0,05$) taxas de aparecimento, alongamento e expansão foliares destas gramíneas, em relação às do capim-tifton 85, sob condições irrigadas. Entretanto, sob condições não-irrigadas e de fotoperíodo curto (9 horas), a RAF do capim-coastcross foi maior ($P<0,05$) do que a dos capins Tifton 85, Florico e Florona, os quais não diferiram ($P>0,05$) entre si. O aumento na RAF do capim-coastcross provavelmente ocorreu devido ao aumento na AFE em resposta ao déficit hídrico (Tabela 12). Esse comportamento foi observado somente nessa gramínea, sob condições não-irrigadas e de fotoperíodo curto.

Considerando a hipótese de que genótipos com menor AFE seriam mais eficientes no uso da água, as gramíneas obedeceriam a seguinte ordem: Tifton 85<Florico<Coastcross<Florona, de acordo com os valores de AFE (Tabela 13). Esses resultados sugerem, dentro do grupo das gramíneas-bermudas, que o capim-tifton 85 seria mais eficiente no uso da água do que o Coastcross e que o Florico seria mais eficiente do que o Florona, dentro do grupo das gramíneas-estrelas.

A RPF apresentou diferenças ($P<0,05$) entre as gramíneas somente em plantas não-irrigadas e submetidas ao fotoperíodo de 9 horas (Tabela 13). Com base nos valores de RPF, os capins obedeceriam a seguinte ordem: Coastcross>Florico>Tifton 85>Florona. A maior RPF para o capim-coastcross corresponde a uma maior retenção de MS nas folhas, enquanto a menor RPF

para o capim-florona sugere uma maior exportação de MS para outras partes da planta, principalmente para as raízes, em situações de déficit hídrico.

Após o período de estresse, que durou até o enrolamento foliar da maioria das folhas e morte da última folha emergente, as plantas sob déficit hídrico foram re-irrigadas, observando-se a capacidade de recuperação do potencial hídrico foliar e do enrolamento foliar. Observou-se que o capim-florico foi o primeiro que se recuperou do enrolamento foliar, seguido dos capins Tifton 85, Coastcross e, por último, do Florona. Deve-se ressaltar a presença de grande quantidade de material morto presente nos capins Coastcross e Florico, principalmente devido às altas taxas de senescência foliar, em resposta ao déficit hídrico e fotoperíodo longo, que podem comprometer a produtividade e valor nutritivo destas gramíneas.

4. Conclusões

Os capins Coastcross e Florico apresentaram queda acentuada nos valores de potencial hídrico foliar sob déficit hídrico e fotoperíodo longo (15 h), enquanto os capins Florona e Tifton 85 mantiveram por mais tempo esses valores. Os capins Florona e Tifton 85 apresentaram maior tolerância à seca e ao fotoperíodo longo, provavelmente devido aos baixos valores de área foliar específica destas gramíneas.

Os capins Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona apresentaram os seguintes mecanismos de evitação ou escape ao estresse hídrico: enrolamento foliar e reduções na altura de plantas, no perfilhamento, na relação parte aérea/sistema radicular, na relação folha/colmo e na área foliar por planta, independentemente do regime de fotoperíodo.

O déficit hídrico reduziu as taxas de alongamento e expansão foliares, dos capins Florico e Florona, reduziu a taxa de aparecimento de folhas do capim-florico e aumentou a taxa de senescência foliar e, conseqüentemente, reduziu o número de folhas vivas dos capins Florico e Coastcross.

O fotoperíodo mais longo (15 h) reduziu a altura de plantas e a relação parte aérea/raiz do capim-florico e estimulou o aparecimento de perfilhos reprodutivos em capim-coastcross.

A presença de rizomas e o acúmulo de K podem ser considerados como os principais mecanismos de adaptação morfofisiológica em Tifton 85 e Coastcross. Dentre as gramíneas estudadas, o capim-tifton 85 parece ser o mais recomendado para regiões sujeitas à seca temporária, em decorrência da sua menor área foliar específica, além do déficit hídrico não alterar a sua taxa de senescência foliar.

5. Referências Bibliográficas

- BARKER, D.J., CHU, A.C.P., KORTE, C.J. Ryegrass herbage yield components and their response to water deficit stress. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice, France. **Proceedings...** France:s. ed., 1989. p. 503-504.
- BARUCH, Z. Responses to drought and flooding in tropical forage grasses. I Biomass allocation, leaf growth and mineral nutrients. **Plant and Soil**, v.164, n.1, p.87-96, 1994.
- BEGG, J.E., TURNER, N.C. Crop water deficit. **Adv. Agron.**, v.28, p.161-217, 1976.
- BEHBOUDIAN, M.H., ANDERSON, D.R. Effects of potassium deficiency on water relations and photosynthesis of the tomato plant. **Plant and Soil**, v.127, p.137-139, 1990.
- BENINCASA, M.M.P. 1988. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP. 41p.
- BITTMAN, S., SIMPSON, G.M., MIR, Z. Effect of drought on leaf senescence and forage quality of three temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, Kyoto, Japan, 1985. **Proceedings ...** Kyoto: Sci. Council Japan, Nishi-nusumo. 1985. p.360-362.
- BITTMAN, S., SIMPSON, G.M., MIR, Z. Leaf senescence and seasonal decline in nutritional quality of three temperate forage grasses as influenced by drought. **Crop Sci.**, v.28, p.546-552, 1988.
- BLUM, A. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. In: BELLASSEN, E. (Ed.). **Drought tolerance in higher plants: genetical, physiological and molecular biological analysis**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1996. p.57-70.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.10, p.361-376, 1962.
- CARVALHO, G.J., LEITE, G.G., VILELA, L., DIOGO, J.M.S., BRÂNCIO, P.A., GUERRA, A.F. Influência de doses de nitrogênio e de tensões hídricas sobre a expansão foliar do capim tifton-85 (*Cynodon* spp.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.
- CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **J. Exp. Bot.**, v.42, p.1-16, 1991.

- CLARK, R.B. Effect of light stress on mineral element composition of plants. **Plant Nutr.**, v.3, n.5, p.853-885, 1981
- CRAUFURD, P.Q., WHEELER, T.R., ELLIS, R.H., SUMMERFIELD, R.J., WILLIAMS, J.H. Effect of temperature and water deficit on water-use efficiency, carbon isotope discrimination, and specific leaf area in peanut. **Crop Sci.**, v.39, p.136-142, 1999.
- DAVIES, W.J., MANSFIELD, T.A., HETHERINGTON, A.M. Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. **Plant, Cell and Environment**, v.13, p.709-719, 1990.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema para análises estatísticas – SAEG. v.5.0.** Viçosa: Funarbe, UFV, 1993.
- FRIEND, D.J.C., HELSON, V.A., FISHER, J.E. Leaf growth in Marquis wheat as regulated by temperature, light intensity and daylength. **Can. J. Bot.**, v.40, p.1299-1311, 1962.
- GAN, S., AMASINO, R.M. Making sense of senescence. **Plant Physiol.**, v.113, p.313-319, 1997.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 403-405.
- HAY, R.K.M. Tansley Review No.26. The influence of photoperiod on the dry matter production of grasses and cereals. **New Phytol.**, v.116, p.233-254, 1990.
- HAY, R.K.M., HEIDE, O.M. Specific photoperiodic stimulation of dry matter production in a high-latitude cultivar of *Poa pratensis*. **Physiol. Plant.**, v.57, p.142-153, 1983.
- HAY, R.K.M., PEDERSEN, K. Influence of long photoperiods on the growth of timothy (*Phleum pratense* L.) varieties from different latitudes in northern Europe. **Grass Forage Sci.**, v.41, p.311-317, 1986.
- HAYS, K.L., BARBER, J.F., KENNA, M.P., McCOLLUM, T.G. Drought avoidance mechanisms of selected bermudagrass genotypes. **HortScience**, v.26, n.2, p.180-182, 1991.
- HECKATHORN, S.A., DeLUCIA, E.H. Drought-induced nitrogen retranslocation in perennial C₄ grasses of tallgrass prairie. **Ecology**, v.75, n.7, p.1877-1886, 1994.
- HEIDE, O.M. Effects of photoperiod and temperature on growth and flowering in Norwegian and British timothy cultivars (*Phleum pratense* L.). **Acta Agric. Scand.**, v.32, p.241-252, 1982.

- HEIDE, O.M., BUSH, M.G., EVANS, L.T. Interaction of photoperiod and gibberellin on growth and photosynthesis of high latitude *Poa pratensis*. **Physiol. Plant.**, v.65, p.135-145, 1985.
- HOTSONYAME, G.K., HUNT, L.A. Effects of sowing date, photoperiod and nitrogen on variation in main culm leaf dimensions in field-grown wheat. **Can. J. Plant Sci.**, v.78, n.1, p.35-49, 1998a
- HOTSONYAME, G.K., HUNT, L.A. Seeding date, photoperiod and nitrogen effects on specific leaf area of field-grown wheat. **Can. J. Plant Sci.**, v.78, n.1, p.51-61, 1998b.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, v.24, p.519-570, 1973.
- HUANG, B., DUNCAN, R.R., CARROW, R.N. Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying. I. Shoot response. **Crop Sci.**, v.37, p.1858-1863, 1997.
- JOHNSON, R.C., TURNER, NC. Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficits. **Plant Physiol.**, v.61, p.122-126, 1978.
- JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. London: Cambridge University Press, 1994. 428p.
- JONES, M.B. Water relations. In: Jones, M.B., Lazenby, A. eds. **The grass crop. The physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, p.205-241, 1988.
- KEMP, D.R., CULVENOR, R.A. Improving grazing and drought tolerance of temperate perennial grasses. **New Zealand J. Agric. Res.**, v.37, p.365-378, 1994.
- KEPHART, K.D., BUXTON, D.R., TAYLOR, S.E. Growth of C₃ and C₄ perennial grasses under reduced irradiance. **Crop Sci.**, v.32, p.1033-1038, 1992.
- KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York: McGraw-Hill, 1969. 482p.
- KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, Inc. 1993. 489p.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grasses. **Herb. Abstr.**, v.33, n.3, p.141-148, 1963.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3 ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1995. 506p

- LUDLOW, M.M. Effect of water stress on the decline of leaf net photosynthesis with age. In: MARCELLE, R. (ed.) **Environmental and biological control of photosynthesis**. The Hague. 1975. p.123-134.
- LUDLOW, M.M. Stress physiology of tropical pasture plants. **Tropical Grasslands**, v.14, n.3, p.136-144, 1980.
- LUDLOW, M.M., FISHER, M.J., WILSON, J.R. Stomatal adjustment to water deficits in three tropical grasses and a tropical legume grown in controlled conditions and in the field. **Austr. J. Plant Physiol.**, v.12, p.131-149, 1985.
- LUDLOW, M.M., NG, T.T. Effect of water deficit on carbon dioxide exchange and leaf elongation rate of the C₄ tropical grass *Panicum maximum* var. *trichoglume*. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.3, p.401-413, 1976.
- MATTOS, J.L.S. **Avaliações morfofisiológicas de espécies de *Brachiaria* sob diferentes disponibilidades de água no solo**. Viçosa, MG, UFV, 2001. 122p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- McCREE, K.J., DAVIS, S.D. Effect of water stress and temperature on leaf size and size and number of epidermal cells in grain sorghum. **Crop Sci.**, v.14, p.750-755, 1974.
- MORGAN, J.M. Osmoregulation as a criterion for drought tolerance in wheat. **Austr. J. Agric. Res.**, v.34, p.607-614, 1983.
- MUNNS, R. Why measure osmotic adjustment. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.15, p.717-726, 1988.
- NAGESWARA RAO, R.C., WRIGHT, G.C. Stability of the relationship between specific leaf area and carbon isotope discrimination across environments in peanut. **Crop Sci.**, v.34, p.98-103, 1994.
- PÁEZ, A.O., GONZÁLEZ, M.E., YRAUSQUÍN, X. et al. Water stress and clipping management effects of guineagrass. I. Growth and biomass allocation. **Agron. J.**, v.87, n.4, p.698-706, 1995.
- PANDE, H., SINGH, J.S. Comparative biomass and water status of four range grasses grown under two soil water conditions. **Journal of Range Management**, v.34, n.6, p.480-484, 1981.
- PRESSLAND, A.J. Effect of water stress on three native mulga grasses and on exotic grass. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.39, n.2, p.131-140, 1982.
- QIAN, Y., FRY, J.D. Water relations and drought tolerance of four turfgrasses. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.122, n.1, p.129-133, 1997.

- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science**, v.68, n.1, p.95-112, 1949.
- RUIZ, M.A.M., MACHADO, R.C.R., SOUZA, H.M.F. Produção de quatro gramíneas forrageiras tropicais em condições de deficiência hídrica. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.12, n.2, p.357-368, 1983.
- SALIH, A.A., ALI, I.A., LUX, A., LUXOVA, M., COHEN, Y., SUGIMOTO, Y., INANAGA, S. Rooting, water uptake, and xylem structure adaptation of drought of two sorghum cultivars. **Crop Sci.**, v.39, p.168-173, 1999.
- SALISBURY, F., ROSS, C. 1992. **Plant Physiology**. 4. ed. San Francisco: Wadsworth Publishing, 682p.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. Photoperiodism. In: Salisbury, F.B., Ross, C.W. (eds.) **Plant Physiology**. 4. ed. California: Wadsworth, Inc. 1992. ch. 23, p.504-530.
- SCHOLANDER, P.E., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D., HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plant. **Science**, v.148, p.339-346, 1965.
- SCOTTER, D.R., CLOTHIER, B.E., CORKER, R.B. Soil water in a fragiaqualf. **Austr. J. Soil Res.**, v.17, p.443-453, 1979.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1990. 165p.
- SMITH, D. Influence of temperature on the yield and chemical composition of five forage legume species. **Agron. J.**, v.62, p.520-523, 1970.
- SOLHAUG, K.A. Influence of photoperiod and temperature on dry matter production and chlorophyll in temperate grasses. **Norw. J. Agric. Sci.**, v.5, p.365-383, 1991.
- TAIZ, L., ZEIGHER, E. **Plant Physiology**. Redwood, California: Benjamin, 1991. 565p.
- THOMAS, H. Accumulation and consumption of solutes in swards of *Lolium perenne* during drought and after rewatering. **New Phytol.**, v.118, p.35-48, 1991.
- TOFT, N.L., McNAUGHTON, S.J., GEORGIADIS, N.J. Effects of water stress and simulated grazing on leaf elongation and water relations of an east african grass, *Eustachys paspaloides*. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.14, p.211-226, 1987.
- TURNER, N.C. Crop water deficit: a decade of progress. **Adv. Agron.**, v.39, p.1-51, 1986.

- TURNER, N.C. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum, and tobacco under field conditions. **Plant Physiol.**, v.53, p.360-365, 1974.
- TURNER, N.C., JONES, M.M. Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. In: TURNER, N.C., KRAMER, P.J. (Eds.) **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. New York: Wiley, Interscience, 1980. p.87-103.
- UTRILLAS, M.J., ALEGRE, L., SIMON, E. Seasonal changes in production and nutrient content of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. subjected to water deficits. **Plant and Soil**, v.175, p.153-157, 1995.
- VAN LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, v.70, p.511-518, 1992.
- WILSON, J.R., LUDLOW, M.M. Time trends for change in osmotic adjustment and water relations of leaves of *Cenchrus ciliaris* during and after water stress. **Austr. J. Plant Physiol.**, v.10, p.15-24, 1983.
- WOLF, J. **Water constrains to corn production in Central Brazil**. Ithaca: Cornell University, 1975. 199p. (Tese de Doutorado)
- WRIGHT, G.C., NAGESWARA RAO, R.C., FARQUHAR, G.D. Water-use efficiency and carbon isotope discrimination in peanut under water deficit conditions. **Crop Sci.**, v.34, p.92-97, 1994.

RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos dois experimentos, sendo o primeiro, a campo, em área estabelecida com capim-coastcross, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de novembro de 1999 a maio de 2001. O segundo experimento foi conduzido em casa de vegetação, do Departamento de Ciência do Solo e, posteriormente, em sala de crescimento, do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de janeiro a abril de 2001. Objetivou-se avaliar aspectos morfofisiológicos, estruturais, produtivos e relacionados ao valor nutritivo de quatro gramíneas do gênero *Cynodon*: Coastcross, Tifton-85, Florico e Florona.

Em parcelas a campo, avaliaram-se as características morfogênicas e estruturais, os índices de crescimento, o rendimento e o valor nutritivo do capim-coastcross sob diferentes doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano) e idades de rebrota (28 e 42 dias). Os tratamentos foram arrançados em um esquema fatorial 5x2, em blocos ao acaso, com três repetições. A adubação nitrogenada foi parcelada em três aplicações realizadas logo após os cortes.

Em sala de crescimento, avaliaram-se os índices de crescimento, a morfogênese foliar, o rendimento e os teores de N e P de quatro cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona) sob diferentes regimes de irrigação (irrigado e não-irrigado) e fotoperíodo (15 e 9 horas de luz). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4x2x2, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os estresses

(hídrico e de fotoperíodo) foram aplicados aos 21 dias após corte de uniformização, realizado aos 55 dias de estabelecimento das gramíneas, em vasos. No tratamento irrigado, a umidade do solo foi mantida próximo à sua capacidade de campo. As avaliações compreenderam nove dias de estresse sob déficit hídrico e fotoperíodo.

As características morfogênicas variaram conforme o manejo de cortes e adubação. O número de folhas vivas por perfilho sofreu pouca alteração com a época e frequência de cortes. No entanto, a adubação nitrogenada aumentou linearmente essa característica, de 9 para 11 folhas vivas por perfilho, com a aplicação de 0 a 133 kg/ha/corte de N, respectivamente. Cortes mais tardios e realizados no intervalo de 42 dias proporcionaram menor taxa de aparecimento de folhas e maior taxa de senescência foliar. A adubação nitrogenada aumentou linearmente as taxas de aparecimento e alongamento foliares, determinando aumento no número total de folhas por perfilho. A taxa de senescência foliar apresentou resposta quadrática, em resposta às doses de N, atingindo valores máximos na dose de 86,81 kg/ha de N, no primeiro período de avaliação, não sendo alterada no segundo período de avaliação.

Com relação aos índices de crescimento obtidos no ensaio a campo, observou-se redução linear na relação folha/colmo de 1,6 para 1,0, para as doses de 0 e 133 kg/ha/corte de N. Maiores valores de relação folha/colmo foram obtidos em cortes mais tardios, na ausência de N. Por outro lado, a adubação nitrogenada aumentou linearmente a área foliar específica, de 0,0103 a 0,0208 m²/g, aos 28 dias de rebrota, com a aplicação de 0 a 133 kg/ha/corte de N, o que resultou em folhas maiores, porém mais delgadas. A maior área foliar específica, aos 42 dias de rebrota (0,0143 m²/g), em relação à obtida aos 28 dias de idade (0,0086 m²/g), na ausência de N, pode ser considerada como um mecanismo de escape ao estresse nutricional.

Os rendimentos forrageiros do capim-coastcross variaram de 8,0 a 17,2 t/ha/ano, no primeiro período, e de 7,7 a 18,6 t/ha/ano de MS, no segundo período experimental, para as doses de 0 a 400 kg/ha/ano de N, respectivamente. A adubação nitrogenada aumentou linearmente os teores de proteína bruta, enquanto aumentos na DIVMS, em resposta à aplicação de doses crescentes de N, somente ocorreram em plantas mais jovens, ou seja, na idade de 28 dias de rebrota, no segundo período experimental. O teor de

FDN reduziu linearmente no primeiro período experimental, não sendo influenciado no segundo período, pelas doses crescentes de N. Maiores teores de K foram observados aos 28 dias de rebrota, principalmente sob altas doses de N, enquanto os teores de P, Ca e Mg não diferiram entre as idades estudadas. Os teores de K e Mg aumentaram linearmente com a aplicação de doses crescentes de N, enquanto os teores de P e Ca não foram influenciados pela adubação nitrogenada.

No experimento conduzido em sala de crescimento, os capins Coastcross e Florico apresentaram queda acentuada nos valores de potencial hídrico foliar sob déficit hídrico e fotoperíodo longo (15 h), enquanto os capins Florona e Tifton 85 mantiveram por mais tempo estes valores durante o período de estresse. A maior tolerância à seca dos capins Florona e Tifton 85 e ao fotoperíodo longo parece estar relacionada com os baixos valores de área foliar específica dessas gramíneas.

Os capins Tifton 85, Coastcross, Florico e Florona apresentaram os seguintes mecanismos de escape ao estresse hídrico: enrolamento foliar e redução na altura de plantas, no perfilhamento, na relação parte aérea/sistema radicular, na relação folha/colmo e na área foliar por planta, independentemente do regime de fotoperíodo.

O déficit hídrico reduziu as taxas de alongamento e expansão foliares dos capins Florico e Florona, reduziu a taxa de aparecimento de folhas do capim-florico e aumentou a taxa de senescência foliar e, conseqüentemente, reduziu o número de folhas vivas dos capins Florico e Coastcross.

O fotoperíodo mais longo (15 h) reduziu a altura de plantas e a relação parte aérea/raiz do capim-florico e estimulou o aparecimento de perfilhos reprodutivos em capim-coastcross. O déficit hídrico prejudicou o valor nutritivo das gramíneas, reduzindo os teores de N e P, independentemente do regime de fotoperíodo, não influenciando no rendimento forrageiro.

A adubação nitrogenada constitui-se numa prática bastante eficiente, podendo reduzir as perdas de MS por senescência e morte de folhas, mesmo em idades mais avançadas (42 dias). No entanto, cortes mais freqüentes, ou seja, aos 28 dias de rebrota, associados a um melhor parcelamento da adubação nitrogenada podem contribuir para um melhor aproveitamento do N, além de evitar as perdas de MS por senescência e morte de folhas.

A utilização de doses altas de N, aos 28 dias de rebrota, pode refletir em maior área foliar útil para a fotossíntese. No entanto, as reduções expressivas na relação folha/colmo, provocadas pela adubação nitrogenada, poderiam comprometer o valor nutritivo da forragem produzida.

O efeito da adubação nitrogenada em melhorar o valor nutritivo do capim-coastcross depende do intervalo de cortes.

Dentre as gramíneas estudadas, o capim-tifton 85 e o capim-florona parecem ser os mais recomendados para regiões sujeitas à seca temporária, em decorrência da sua menor área foliar específica, além do déficit hídrico não alterar a taxa de senescência foliar dessas gramíneas.