

**Variações Estruturais de uma  
Pastagem de Capim-tanzânia  
Submetida à Fertilização**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 195***

## **Variações Estruturais de uma Pastagem de Capim-tanzânia Submetida à Fertilização**

*João de Deus Gomes dos Santos Junior  
Manuel Claudio Motta Macedo  
Valéria Pacheco Batista Euclides  
Francisco Antonio Monteiro*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

### **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretário-Executivo: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Revisão de texto: *Francisca Eljani Nascimento*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Tratamento de ilustrações: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

*Jaime Arbués Carneiro*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

### **1ª edição**

1ª impressão (2007): tiragem 100 exemplares

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados**

---

V299 Variações estruturais de uma pastagem de capim-tanzânia submetida à fertilização / João de Deus Gomes dos Santos Junior ... [et al.]. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007. 24 p.— (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X; 195)

1. Fertilidade do solo. 2. Gramínea forrageira. 3. Nutrição animal.  
I. Santos Júnior, João de Deus Gomes dos. II. Série.

631.422 - CDD 21

---

© Embrapa 2007

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	13
Conclusões .....	21
Referências .....	21

# Variações Estruturais de uma Pastagem de Capim-tanzânia Submetida à Fertilização\*

*João de Deus G. Santos Junior<sup>(1)</sup>*

*Manuel C. M. Macedo<sup>(2)</sup>*

*Valéria P. B. Euclides<sup>(3)</sup>*

*Francisco A. Monteiro<sup>(4)</sup>*

## Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da fertilização e do tempo de rebrotação nas variáveis estruturais do capim-tanzânia sob pastejo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram na combinação entre duas doses de calcário, fósforo e potássio (CPK1 e CPK2) e duas doses de nitrogênio (N1 e N2), assim dispostas: (i) CPK1: doses anuais de P de 30 kg ha<sup>-1</sup> e de K de 50 kg ha<sup>-1</sup>, associadas à calagem para elevar a porcentagem de saturação por bases a 50 %; (ii) CPK2: doses anuais de P e K de 60 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, associadas à calagem para V<sub>2</sub> de 70 % e (iii) N1 e N2: doses anuais de N de 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. Foram observados incrementos lineares da altura e do IAF total das plantas no ciclo e crescimento de verão, independentemente da fertilização utilizada. No outono, foi observada altura máxima de 76 cm aos 27 dias da rebrotação, com taxa de incremento do IAF total cerca de 2,5 vezes menor do que a observada no verão.

Termos para indexação: índice de área foliar, altura de plantas, *Panicum maximum*.

---

\* Parte da tese de doutorado do primeiro autor desenvolvida na USP/ESALQ e Embrapa Gado de Corte

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, jdsantos@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Caixa Postal 154, 79002-970, Campo Grande, MS, macedo@cnpgc.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, val@cnpgc.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Professor do Depto. de Ciência do Solo, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, famonte@esalq.usp.br

# Sward Structure in Tanzania-grass Pasture Grown in Different Soil Fertility Conditions

---

## Abstract

*The objective of this work was to evaluate the effect of four soil fertility conditions in the sward structure of Tanzania-grass pastures. The experimental design was a split-plot in randomized complete blocks, with three replications. Four soil fertility conditions were studied as follows: (a) CPK1: application of 30 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of phosphorus and 50 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of potassium and liming to increase the base saturation to 50 %; (b) CPK2: application of 60 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of phosphorus and 100 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of potassium and increase the base saturation to 70 %; (c) N1: 150 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of nitrogen; d) N2: 300 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of nitrogen. In the Summer growing season, it was observed a linear increment in the plant height and total LAI of Tanzania-grass. In the Fall growing season, it was observed the maximum plant height (76 cm at 27 days), with a LAI increment rate 2.5 times smaller than that observed in the Summer.*

*Index terms: leaf area index, plant height, Panicum maximum.*

## Introdução

Dentro do ambiente de pastagens ocorre uma série de interações que tornam o ecossistema particular, adaptado a diversos tipos de perturbações. Os herbívoros afetam vários processos ecológicos num ambiente de pastagens, tais como sucessão de espécies, dinâmica do carbono e de nutrientes e infiltração da água no solo. Todos esses processos afetam a dinâmica do fluxo de energia e de competição dentro do sistema (DEREGIBUS et al., 2001).

É fundamental conhecer na planta forrageira a sua morfologia, fisiologia e a maneira como ela interage com o ambiente característico e único de uma pastagem (SILVA; PEDREIRA, 1997). A função primária das plantas nas pastagens é captar a luz do sol na folhagem para assegurar suprimento de energia para o crescimento e absorver água e nutrientes da solução do solo pelas raízes. A forma e função das plantas são adaptadas para esses fins, mas também são fortemente influenciadas pelas estratégias adotadas para sobreviverem à desfolhação e aos distúrbios causados pelos ruminantes (HODGSON, 1990).

Para que seja possível explorar o potencial de produção e crescimento de determinada espécie forrageira é necessário conhecer a estrutura básica da planta e a maneira segundo a qual seus órgãos funcionais e seu metabolismo são afetados pelos estresses comuns a um ambiente de pastagem (SILVA; PEDREIRA, 1997).

Cada evento de desfolhação representa para a planta um distúrbio em seu crescimento, interferindo na sua habilidade competitiva dentro da população. As respostas das plantas aos distúrbios podem ser vistas como uma forma de restaurar e manter um padrão de crescimento homeostático, onde todas as reservas são usadas de maneira balanceada para otimizar o crescimento (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). No entanto, a desfolhação não afeta somente uma planta, mas também sua vizinhança, e a desfolhação de determinada área do pasto pode ser vista como uma maneira pela qual a competição por luz é eliminada. Assim, a resposta global de uma planta à desfolhação numa comunidade de plantas parece ser um mecanismo

complexo que depende não somente da severidade e intensidade de desfolhação, mas, também, do padrão de desfolhação da vizinhança. Então, dependendo do comportamento seletivo dos animais ou dos tipos de plantas, a competitividade entre as plantas dentro da comunidade pode ser influenciada pelo manejo do pastejo (LOUDA et al., 1990).

As características morfogênicas inerentes ao genótipo e influenciadas pelas condições ambientais determinam o tamanho da área de folhas capaz de interceptar a energia solar incidente. Portanto, o número de folhas verdes presentes por área e o tamanho dessas folhas determinam a eficiência de interceptação de luz e a quantidade de energia que estará disponível para o processo de fotossíntese. A eficiência fotossintética da pastagem representa a integração da fotossíntese individual das folhas que compõem o dossel forrageiro (NABINGER, 2002).

O acúmulo de massa pelas plantas forrageiras passou a ser melhor entendido com o desenvolvimento do conceito de índice de área foliar (IAF – razão entre a área de uma face das folhas e a área de solo ocupada pela mesma) por Watson (1947). O IAF aumenta com a idade da planta, que então se capacita a interceptar maior proporção da luz solar incidente. O aumento contínuo do IAF faz com que as folhas inferiores sejam progressivamente sombreadas, tornando-se menos efetivas no processo fotossintético da comunidade vegetal. Em valor de IAF considerado “ótimo”, ocorre a máxima relação fotossíntese/taxa respiratória, ou seja, interceptação de praticamente toda a luz incidente com o mínimo de auto-sombreamento, resultando em máxima taxa de crescimento da cultura (BROWN; BLASER, 1968). Acima do valor de IAF “ótimo”, a produtividade forrageira tende a diminuir, resultado do auto-sombreamento e da idade avançada das folhas.

A arquitetura do dossel forrageiro afeta de maneira direta o IAF. Assim, ângulo de inserção das folhas, idade e grupo anatômico explicam diferenças no IAF “ótimo” entre gramíneas e leguminosas, como demonstrado por Brougham (1957). Quanto ao ângulo de inserção, as folhas das gramíneas diferem das leguminosas pelo ângulo que fazem com o caule, tendo como

conseqüência um IAF "ótimo" maior. A predominância de folhas horizontais (como em leguminosas) possibilita maior interceptação de luz com IAF menor, mas isso não deve ser visto como vantagem em termos produtivos e competitivos. Outro fator importante na determinação da habilidade do dossel forrageiro em interceptar luz é a altura das plantas (HAYNES, 1980). Também, Hodgson (1990) descreveu que entre as variáveis estruturais do pasto, ou seja, aquelas que afetam tanto as plantas como os animais, as mais importantes são altura, massa e densidade de forragem. Ainda, Hodgson (1990) relatou existirem evidências de que as medidas de alturas fornecem padrões mais consistentes de respostas em termos de produção de forragem e desempenho animal em variadas condições de ambiente e de manejo. Segundo esse autor, a altura do dossel, por ser variável de fácil mensuração, constitui-se atributo extremamente satisfatório de avaliação e caracterização do estado do pasto.

Mello (2002) estudou o capim-tanzânia submetido a calagem para elevar a saturação por bases a 80 %, com aplicação de N e K<sub>2</sub>O de 80 kg ha<sup>-1</sup> por ciclo de pastejo. Os tratamentos consistiram de quatro resíduos de forragem pós-pastejo com avaliações aos 1, 11, 22 e 33 dias de rebrotação da pastagem em oito ciclos de pastejo. No que diz respeito à altura do dossel, a interação entre resíduo de forragem pós-pastejo e ciclos de pastejo foi significativa ( $P < 0,10$ ), o que também ocorreu entre o tempo de rebrotação e ciclos de pastejo. Esse autor relatou aumentos lineares em altura do dossel em função do tempo de rebrotação da pastagem em cada ciclo de pastejo, com taxas variando entre 0,4 e 1,6 cm dia<sup>-1</sup>, sendo as variações atribuídas às condições climáticas das estações do ano correspondentes a cada ciclo de pastejo. Em termos de IAF, foram significativas as interações entre resíduo de forragem pós-pastejo e ciclos de pastejo, entre resíduo de forragem pós-pastejo e tempo de rebrotação e entre ciclos de pastejo e tempo de rebrotação. Os incrementos em IAF foram lineares em função do tempo de rebrotação, independentemente do resíduo pós-pastejo avaliado. O IAF de 3,5 proporcionou a interceptação pelo dossel de 95 % da luz incidente. Entretanto, deve-se ter cuidado ao comparar valores de IAF, pois eles podem ter sido obtidos, como no caso de Mello (2002), por meio de um aparelho analisador de dossel, que permite

medidas rápidas e não destrutivas, mas fornece valores de IAF referentes a folhas, colmos e bainhas das plantas. Esses valores não podem ser comparados com os obtidos pela razão entre a área de uma face das folhas e a superfície do solo por elas ocupadas, os quais fornecem valores menores a não ser que se tenha a relação entre os dois métodos de amostragem, em determinada situação. De acordo com Molan (2004), “o uso de analisador de dossel requer cuidados especiais e planejamento adequado para interpretação de seus resultados e comparação com aqueles clássicos da literatura”. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito da fertilização nas variáveis estruturais de uma pastagem de capim-tanzânia, medidas em termos de altura de plantas, IAF total e da participação relativa do IAF das folhas emergentes, recém-expandidas e maduras, determinadas como proporção do IAF total.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, em área experimental de 13,5 ha estabelecida com capim-tanzânia, semeado em 1999, em Latossolo Vermelho Distrófico, argiloso (CLAESSEN, 1997). Os tratamentos consistiram na combinação entre duas doses de calcário, fósforo e potássio (CPK1 e CPK2) e duas doses de nitrogênio (N1 e N2), assim dispostas: (i) CPK1: doses anuais de P de 30 kg ha<sup>-1</sup> e de K de 50 kg ha<sup>-1</sup>, associadas à calagem para elevar a porcentagem de saturação por bases (V2, de acordo com fórmula proposta por Rajj et al., 1996) a 50 %; (ii) CPK2: doses anuais de P e K de 60 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, associadas à calagem para V2 de 70 % e (iii) N1 e N2: doses anuais de N de 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas, foram alocadas as doses de calcário, fósforo e potássio (CPK1 e CPK2) e nas subparcelas as doses de nitrogênio (N1 e N2).

Foram avaliados dois ciclos de pastejo do capim-tanzânia, contrastantes em termos das variáveis climáticas:

- a) Ciclo de verão: período experimental de 05/03 a 14/04 de 2003, com 42 dias de rebrotação.

- b) Ciclo de outono: período experimental e 25/04 a 26/05 de 2003, com 35 dias de rebrotação.

A altura de 50 plantas foi determinada medindo-se a altura média da curvatura das folhas mais novas completamente expandidas, por meio de uma régua graduada em centímetros. Para tanto, fez-se caminhar em duas linhas paralelas, dentro de cada unidade experimental. Outros dois observadores descreveram a cobertura do solo pelas áreas basais das touceiras, folhas e colmos em relação à área total do piquete por meio de notas, numa escala de 0 % a 100 %, dadas a ocupação do solo pelas plantas dentro de uma moldura de ferro com área de 1,5 m<sup>2</sup> (1 m x 1,5 m). Os resultados de cobertura do solo não foram submetidos à análise de variância em virtude da finalidade descritiva e complementar dessa avaliação. As áreas representativas do estado atual do dossel no momento da amostragem foram determinadas de acordo com os valores médios das alturas das plantas e das distribuições relativas de cobertura do solo de cada tratamento.

Três amostras de forragem contidas no interior de quadros amostradores de 1,5 m<sup>2</sup> foram coletadas em área do piquete representativa do estado atual do pasto por ocasião de cada amostragem. As amostras foram cortadas à altura de 15 cm do solo e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, sendo posteriormente levadas ao laboratório, onde foi obtida a massa de forragem por pesagem direta. Anteriormente ao corte desse material, três subamostras (conjunto de perfilhos), de aproximadamente 200 g cada, foram amarradas com barbante, para evitar a separação das lâminas das folhas durante a amostragem, o que prejudicaria sua posterior identificação. Efetuou-se a determinação da massa e posterior separação das subamostras do capim-tanzânia nas seguintes partes da planta:

- a) Material morto (MT): colmos + bainhas + folhas senescidas. Considerou-se como material morto a folha senescida em mais de 50 % do seu comprimento.
- b) Folhas emergentes (FE): folhas não completamente expandidas, sem lígula visível.

- c) Lâminas de folhas recém-expandidas (LR): lâminas das duas folhas recém-expandidas, com lígula visível.
- d) Lâminas de folhas maduras (LM): lâminas das demais folhas com lígula visível.
- e) Colmos + bainhas (CB): colmos + bainhas das folhas.

Posteriormente, todas as frações foram acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa a 65 ° C até massa constante. Por meio da soma da massa seca das partes da planta nas subamostras, foi estimada a produção de massa seca por unidade de área amostrada, bem como a participação relativa de cada parte da planta determinada como proporção da massa seca total de cada amostra.

As lâminas de folhas tiveram a superfície de suas áreas medidas por meio do uso de um aparelho integrador de área foliar (LICOR, modelo LAI-3100). As FE, LR e LM foram mensuradas separadamente e, em seguida, os valores somados, obtendo-se a área foliar total de cada unidade experimental. O IAF foi determinado pela razão entre a área de uma das faces das folhas e a área de solo amostrada.

As variáveis estruturais altura de plantas e IAF total foram submetidos à análise de variância mediante o uso do procedimento GLM, utilizando-se o aplicativo SAS (SAS INSTITUTE, 2000), para verificar a significância das doses de calcário, fósforo e potássio, das doses de nitrogênio, do tempo de rebrotação e de suas interações de acordo com Neter et al. (1996).

Foram determinados os intervalos de confiança em relação à variação do IAF referente às FE, LR e LM para valor de t a 10 % de probabilidade (GOMES, 2000). Coeficientes de correlações lineares foram ajustados como medida de dependência entre as variáveis por meio do procedimento CORR do aplicativo SAS (SAS INSTITUTE, 2000).

## Resultados e Discussão

No ciclo de pastejo de verão, a interação entre doses de nitrogênio e o tempo de rebrotação da pastagem foi significativa ( $P < 0,01$ ) para a altura e o índice de área foliar (IAF) do capim-tanzânia. Houve significância ( $P < 0,01$ ) na interação entre as doses de calcário, fósforo e potássio e o tempo de rebrotação para o IAF, tanto no ciclo de pastejo de verão como no de outono. No outono, houve significância ( $P < 0,01$ ) do tempo de rebrotação na altura e das doses de nitrogênio no IAF do capim-tanzânia.

No verão, o incremento em altura e IAF do dossel em função do tempo de rebrotação foi representado por equações de primeiro grau nas duas doses de nitrogênio (Fig. 1), com taxas de incremento em altura de 2,4 e 2,1 cm dia<sup>-1</sup> e em IAF de 0,17 e 0,11 dia<sup>-1</sup> para as doses N2 e N1, respectivamente. O IAF, em cada dose de calcário, fósforo e potássio, também variou de forma linear com o tempo de rebrotação, em taxas semelhantes àquelas obtidas para as doses de nitrogênio avaliadas (Fig. 1).

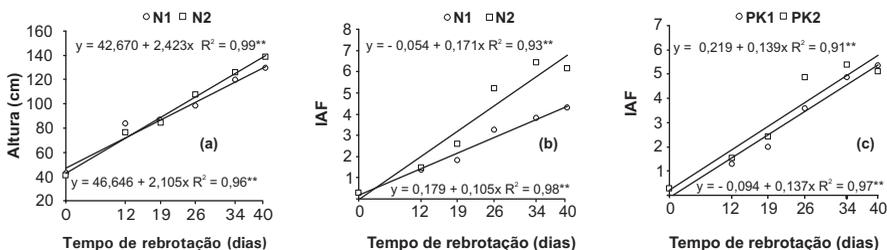


Fig. 1. Altura do dossel, dentro das doses de nitrogênio (a), e IAF do capim-tanzânia, em cada dose de nitrogênio (b) e de calcário, fósforo e potássio (c), em função do tempo de rebrotação da pastagem no ciclo de pastejo de verão.

No estudo do efeito do tempo de rebrotação na altura do dossel durante o outono, verificou-se bom ajuste do modelo quadrático (Fig. 2), com altura máxima de 76 cm aos 27 dias. O IAF, em cada dose de calcário, fósforo e potássio, variou de forma linear em função do tempo de rebrotação, com taxas de acréscimo cerca de 2,5 vezes menores do que aquelas registradas no ciclo de pastejo de verão (Fig. 2).

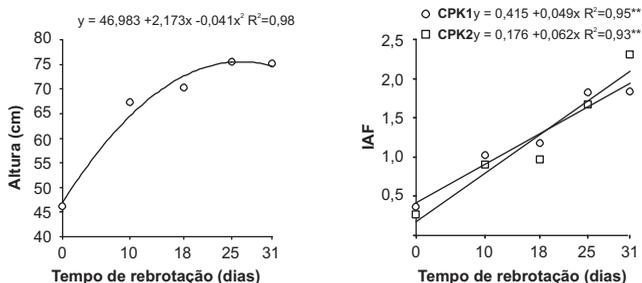


Fig. 2. Altura do dossel (a), na média das doses de nitrogênio e de calcário, fósforo e potássio, e IAF (b) do capim-tanzânia, dentro das doses de calcário, fósforo e potássio, em função do tempo de rebrotação da pastagem no ciclo de pastejo de outono.

Mello (2002) relatou variações das taxas de incremento em altura do capim-tanzânia ao longo do ano entre  $0,4$  e  $1,6$   $\text{cm dia}^{-1}$ , sendo menores do que as apresentadas nas Fig. 1 e 2. Os valores de IAF obtidos por Mello (2002) não podem ser comparados aos apresentados nas Fig. 1 e 2, pois foram obtidos por métodos distintos. Martha Júnior (2003) observou variação em altura do dossel de capim-tanzânia que seguiu modelo exponencial em função do tempo de rebrotação da pastagem contado logo após a aplicação do adubo nitrogenado no primeiro dia após a saída dos animais do piquete, com a estabilização da altura verificada aos 20 dias de crescimento. Traçando um paralelo entre o comportamento da altura do dossel forrageiro no experimento de Martha Júnior (2003) e no ciclo de pastejo de outono (Fig. 2), verifica-se, provavelmente, que a estabilização das alturas no primeiro caso foi em decorrência da maximização do crescimento, devido às condições climáticas favoráveis e às doses de nitrogênio empregadas, enquanto, no caso do ciclo de pastejo de outono (Fig. 2), a estabilização foi devida a condições climáticas não tão adequadas ao crescimento das plantas. Rêgo et al. (2002), analisando o crescimento do capim-tanzânia manejado em quatro alturas e amostrado aos 28, 56 e 84 dias, descreveram incrementos em IAF com a altura do dossel e variação com o tempo de amostragem de acordo com modelo quadrático, com redução do IAF aos 56 dias e elevação aos 84 dias em decorrência, segundo os autores, da reconstituição da área foliar pelo favorecimento do perfilhamento ocorrido por meio da maior eliminação de

meristemas apicais no segundo período de coleta. Lupinacci (2002), com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), descreveu comportamento inicialmente crescente dos valores médios do IAF correspondentes às alturas de manejo testadas, atingindo platô entre as alturas de 20 cm e 30 cm, independentemente do estágio de desenvolvimento da cultura (i.e. vegetativo ou reprodutivo). Entretanto, os resultados de IAF obtidos durante o estágio reprodutivo foram consistentemente superiores àqueles relatados durante o estágio vegetativo, embora semelhantes estatisticamente no nível de significância escolhido pelo autor no teste de comparação de médias. Barbosa et al. (2002) descreveram comportamento quadrático do IAF do capim-tanzânia quando ajustado em função do tempo de rebrotação da pastagem, com IAF do relvado menor que 1 no início do período de avaliação, o que é coerente com os resultados das Fig. 1 e 2. Entretanto, a taxa de incremento no IAF no experimento de Barbosa et al. (2002) foi menor do que as obtidas no ciclo de pastejo de verão (Fig. 5), tendo, aos 35 dias de rebrotação, atingido o valor de IAF de 2 (BARBOSA et al., 2002), semelhante aos valores obtidos no ciclo de pastejo de outono aos 31 dias de rebrotação (Fig. 2).

No ciclo de pastejo de verão, as doses de nitrogênio resultaram em diferenças significativas (Tukey,  $P < 0,05$ ) no que diz respeito à altura do dossel aos 26 e 40 dias de rebrotação. Quanto ao IAF, a dose de nitrogênio N2 proporcionou valores maiores ( $P < 0,05$ ) do que a dose N1 a partir dos 19 dias de rebrotação. As doses de nitrogênio N1 e N2, no ciclo de pastejo de outono, proporcionaram valores de IAF de 1,06 e 1,40, respectivamente, os quais se diferenciaram significativamente (Tukey,  $P < 0,05$ ).

Em relação à comparação entre as médias de IAF proporcionadas pelas doses de calcário, fósforo e potássio, tanto no ciclo de pastejo de verão como no de outono, não ocorreram diferenças significativas (Tukey,  $P > 0,05$ ) entre as duas doses testadas. Esse resultado está de acordo com Albuquerque et al. (2002) que, estudando o capim-elefante-anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetido a combinações de doses de

fósforo e nitrogênio, relataram efeito não significativo das doses de fósforo na área das folhas do capim estudado em razão de o solo estar com teores de fósforo acima do necessário para o adequado desenvolvimento da cultura.

Independentemente das taxas de aumento em altura e IAF do dossel proporcionadas pelas doses de nitrogênio, doses de calcário, fósforo e potássio, tempo de rebrotação e suas interações, a variação em altura foi acompanhada de aumento do IAF no ciclo de pastejo de verão, com coeficiente de correlação de 0,87 na combinação de doses de calcário, fósforo e potássio com doses de nitrogênio CPK1N1; 0,93 na CPK1N2; 0,87 na CPK2N1 e 0,83 na CPK2N2. Foi observado início de florescimento das plantas aos 34 dias de rebrotação na penúltima avaliação do ciclo de pastejo de verão. Ao se correlacionar os valores de altura com IAF para o período de rebrotação sem florescimento (até os 34 dias), não foi obtido coeficiente de correlação com valor superior ao obtido para todo o tempo de rebrotação avaliado, indicando que o alongamento de colmos, característico do estágio reprodutivo de gramíneas tropicais, não estava em estágio adiantado, não afetando a relação entre as variáveis estruturais do dossel altura e IAF. Robson et al. (1988) relataram a ocorrência de maiores valores de IAF em plantas em desenvolvimento reprodutivo quando comparadas com plantas em fase de crescimento vegetativo. No ciclo de pastejo de outono, os coeficientes de correlação entre altura do dossel e IAF foram de 0,68; 0,79; 0,65 e 0,47 nas combinações de doses de calcário, fósforo e potássio com doses de nitrogênio CPK1N1, CPK1N2, CPK2N1 e CPK2N2, respectivamente. Esses valores são menores do que os verificados no ciclo de pastejo de verão, em virtude da menor amplitude de variação nos valores de IAF e altura causadas pelas condições climáticas menos favoráveis ao crescimento da comunidade de plantas. O comportamento de incremento do IAF em função da altura do dossel é descrito na literatura em outros métodos de pastejo e espécies de plantas forrageiras (GOMIDE et al., 1997; GRASSELLI et al., 2000).

Com relação à participação relativa do IAF de cada categoria de folhas determinada como proporção do IAF total, procedeu-se a análise de variância considerando as categorias de folhas como variáveis

independentes. As interações entre as categorias de folhas e doses de nitrogênio e entre as categorias de folhas e tempo de rebrotação da pastagem foram significativas ( $P < 0,01$ ) para o IAF do capim-tanzânia no ciclo de pastejo de verão. Houve significância ( $P < 0,01$ ) da interação entre as categorias de folhas, doses de nitrogênio e tempo de rebrotação para o IAF no ciclo de pastejo de outono.

No ciclo de pastejo de verão, pode-se verificar que, na dose de nitrogênio N1, os valores de IAF correspondentes a folhas emergentes diferiram significativamente ( $P < 0,10$ ) dos correspondentes às lâminas de folhas recém-expandidas e lâminas de folhas maduras, as quais não diferiram entre si (Fig. 3). Na dose de nitrogênio N2, ocorreram diferenças significativas ( $P < 0,10$ ) do IAF das folhas emergentes quando comparado com o IAF das lâminas de folhas recém-expandidas. Entretanto, as doses de nitrogênio não alteraram a participação relativa de cada categoria de folhas determinada como proporção do IAF total (Fig. 3), e sim, a taxa de incremento no IAF, independentemente da categoria de folha.

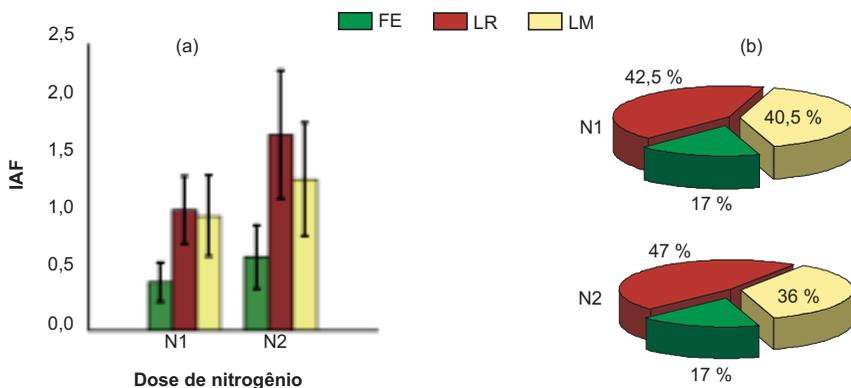


Fig. 3. Índice de área foliar das folhas emergentes (FE), lâminas de folhas recém-expandidas (LR) e lâminas de folhas maduras (LM) com seus respectivos intervalos de confiança (a) e a participação relativa do IAF de cada categoria de folha determinada como proporção do IAF total (b), dentro da cada dose de nitrogênio no ciclo de pastejo de verão.

Comparando as categorias de folhas, em cada tempo de rebrotação no ciclo de pastejo de verão, ocorreram diferenças significativas ( $P < 0,10$ ) entre as folhas emergentes com as demais categorias aos 34 e 40 dias de rebrotação (Fig. 4). Nesse caso, e não da mesma forma como ocorrido nas doses de nitrogênio, o tempo de rebrotação mais avançado reduziu a participação relativa do IAF das folhas emergentes e aumentou a participação das lâminas de folhas maduras, indicando mudanças morfológicas e não de taxas de incremento (Fig. 4). Deve-se analisar com atenção a participação relativa do IAF das categorias de folhas no tempo de rebrotação de 12 dias, pois, por causa da pequena quantidade e área de folhas emergentes, essas foram somadas aos valores das lâminas de folhas recém-expandidas, não significando que não existisse essa categoria de folhas naquele tempo de rebrotação. O mesmo é válido para o primeiro tempo de rebrotação, onde toda a área foliar residual foi considerada lâmina de folha madura.

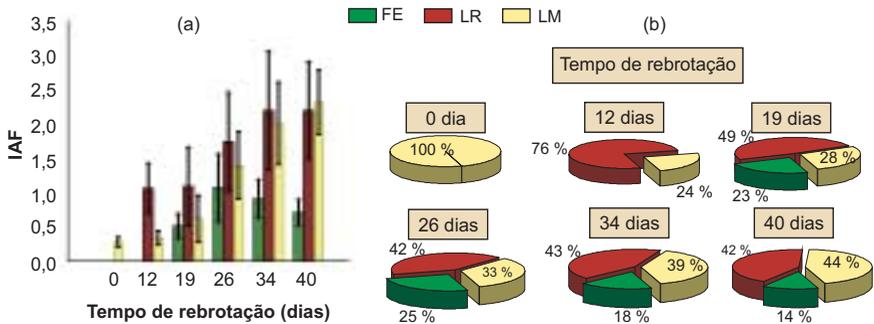


Fig. 4. Índice de área foliar das folhas emergentes (FE), lâminas de folhas recém-expandidas (LR) e lâminas de folhas maduras (LM) com seus respectivos intervalos de confiança (a) e a participação relativa do IAF de cada categoria de folha determinada como proporção do IAF total (b), dentro de cada tempo de rebrotação no ciclo de pastejo de verão.

No ciclo de pastejo de outono, as categorias de folhas se diferenciaram significativamente ( $P < 0,10$ ) quanto ao IAF aos 18 e 25 dias de rebrotação na dose de nitrogênio N1, e a partir dos 10 dias de rebrotação na dose N2 (Fig. 5 e 6). Entretanto, ao se analisar a participação relativa do IAF das categorias de folhas em relação ao IAF total, verifica-se grande

contribuição do IAF proveniente das lâminas de folhas maduras, com pequena participação de folhas mais jovens devido, principalmente, ao menor crescimento da comunidade de plantas nessa época do ano.

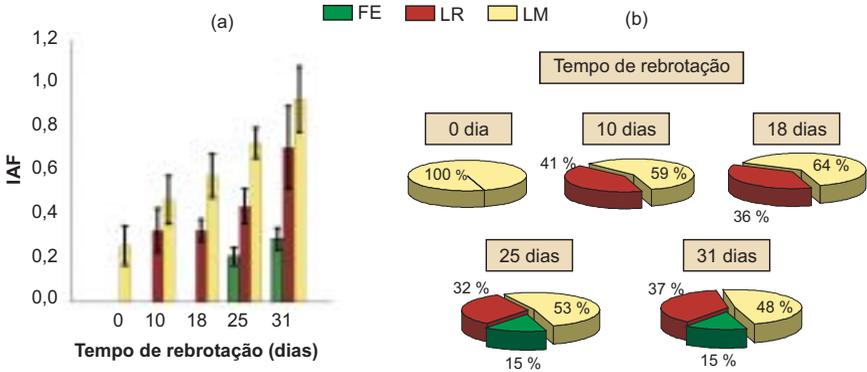


Fig. 5. Índice de área foliar das folhas emergentes (FE), lâminas de folhas recém-expandidas (LR) e lâminas de folhas maduras (LM) com seus respectivos intervalos de confiança (a) e a participação relativa do IAF de cada categoria de folha determinada como proporção do IAF total (b), dentro de cada tempo de rebrotação e da dose de nitrogênio N1 no ciclo de pastejo de outono.

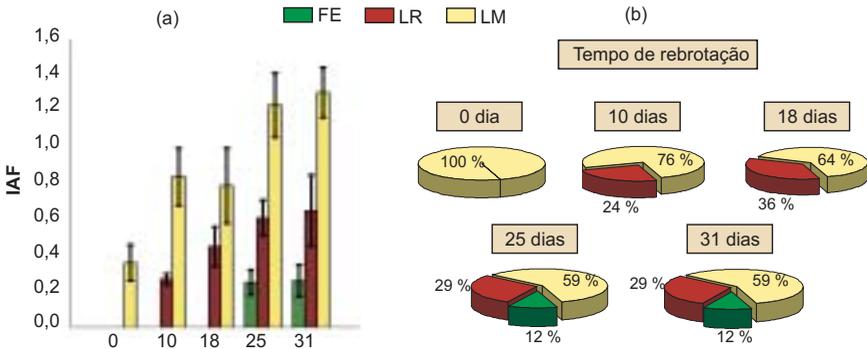


Fig. 6. Índice de área foliar das folhas emergentes (FE), lâminas de folhas recém-expandidas (LR) e lâminas de folhas maduras (LM) com seus respectivos intervalos de confiança (a) e a participação relativa do IAF de cada categoria de folha determinada como proporção do IAF total (b), dentro de cada tempo de rebrotação e da dose de nitrogênio N2 no ciclo de pastejo de outono.

Rêgo et al. (2000), estudando o capim-tanzânia sob lotação contínua, com taxa de lotação variável e manejo em quatro alturas, descreveram as participações relativas em relação ao IAF total do IAF correspondente às folhas emergentes, lâminas de folhas recém-expandidas e lâminas de folhas maduras de 25 %, 42% e 33 % aos 25 cm, de 31 %, 43 % e 27 % aos 44 cm, de 28 %, 42 % e 30 % aos 57 cm e de 26 %, 39 % e 35 % aos 75 cm de altura do dossel, como média dos meses de fevereiro, março e abril. Independentemente das alturas estudadas, as lâminas de folhas recém-expandidas corresponderam à maior proporção do IAF total, sendo que as folhas emergentes podem ter sido selecionadas pelos animais pela sua posição mais favorável à desfolhação, no topo do dossel. No entanto, mesmo em rebrotação, os resultados referentes ao ciclo de pastejo de verão (Fig. 3 e 4) concordam com Rêgo et al. (2000), uma vez que a maior parte do IAF total foi proveniente de lâminas de folhas recém-expandidas, seguidos pelas lâminas de folhas maduras e pelas folhas emergentes, mas discordam com os relatados para o ciclo de pastejo de outono (Fig. 5 e 6).

Segundo Parsons et al. (1988), o maior efeito da desfolhação na produção do pasto é a redução da fotossíntese em razão do decréscimo da área das folhas, mas práticas de desfolhação podem modificar também a capacidade fotossintética do relvado, alterando a proporção de folhas em várias idades, uma vez que a capacidade fotossintética das folhas declina com a idade. Entretanto, os resultados de Parsons et al. (1988) com azevém perene (*Lolium perenne*) não confirmaram a hipótese de que pastos manejados por meio de lotação contínua têm maior proporção de folhas jovens com grande potencial fotossintético, quando comparados com pastos manejados por meio de lotação rotacionada, mesmo porque, sob lotação contínua, existe grande contribuição da bainha para a área foliar do dossel, a qual é ineficiente do ponto de vista fotossintético (PARSONS et al., 1988).

Os resultados observados na Fig. 4 concordam com os de Parsons et al. (1988) no sentido de que inicialmente o índice de área foliar total é pequeno (menor do que 0,5) e proveniente em sua maioria de folhas de idade avançada, ocorrendo rápido aumento de área das folhas emergentes,

de forma que, aos quatro dias de rebrotação, as folhas emergentes já respondem por 45 % da área foliar total, com conseqüente decréscimo na área das lâminas de folhas maduras. Após oito dias de rebrotação, são as folhas recém-expandidas do azevém perene que compõem a maior proporção da área das folhas, com incrementos acompanhados pelas lâminas de folhas maduras, as quais, em idade mais avançada, respondem pela maior proporção do IAF total. Pela análise da Fig. 4, verificam-se aumentos da proporção do IAF proveniente das lâminas de folhas maduras já a partir dos 12 dias, sendo que, aos 40 dias, essa categoria respondeu por 44 % do IAF total. Essas folhas, ao serem expostas novamente à luz solar por meio do pastejo, constituirão a área foliar residual do próximo período de rebrotação e terão conseqüências no acúmulo de forragem na comunidade de plantas de capim-tanzânia.

## Conclusões

As variáveis estruturais do pasto altura e IAF total são influenciadas de maneira distinta pelas condições de fertilidade do solo testadas e pelo tempo de rebrotação da pastagem no verão e no outono.

O tempo de rebrotação mais avançado (34 e 40 dias) evidencia uma redução da participação relativa do IAF das folhas emergentes e um aumento do IAF referente às folhas maduras, indicando plasticidade morfológica do capim-tanzânia.

## Referências

ALBUQUERQUE, R. F.; SIEWERDT, L.; COELHO, R. W.; ZONTA, E. P.; FERREIRA, O. G. L. Dinâmica de perfilhamento, área foliar e relação folha/colmo, com adubação nitrogenada e fosfatada, no capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Mott. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **A produção animal e a sociedade brasileira**: UFRPE: há 90 anos formando o profissional das Ciências Agrárias: anais dos resumos e simpósios. Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. da. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 583-593, 2002.

BROUGHAM, R. W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 39-52, 1957.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstract**, v. 38, p. 1-9, 1968.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

DEREGIBUS, V. A.; JACOBO, E.; ANSIN, O. E. Grassland use and plant diversity in grazed ecosystems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 879-882.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Ed. do autor, 2000. 477 p.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; PACIULLO, D. S. C. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v. 2, p. 117-119.

GRASSELLI, L. C. P.; GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A. Características morfogênicas e estruturais de um relvado de *Brachiaria decumbens* sob lotação contínua. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass legume association. **Advances in Agronomy**, v. 15, p. 1-117, 1980.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Longman, 1990. 203 p.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in graze plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. p. 3-36.

LOUDA, S. V.; KEELER, K. H.; HOLT, R. D. Herbivore influences on plant performance and competitive interactions. In: GRACE, J. B.; TILMAN, D. (Ed.). **Perspectives on plant competition**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 414-443.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a intensidade de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTHA JÚNIOR, G. B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MELLO, A. C. L. **Respostas morfofisiológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada**. 2002. 67 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Chicago: Irwin, 1996. 1408 p.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; WILLIAMS, J. H. H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 1-14, 1988.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.  
**Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.**

Campinas: IAC, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RÊGO, F. C. A.; CECATO, U.; CANTO M. Composição de folhas na estrutura de uma pastagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

RÊGO, F. C. A.; CECATO, U.; CANTO, M. W. do; MARTINS, E. N.; SANTOS, G. T. dos; CANO, C. P.; PETERNELLI, M. Características morfológicas e índice de área foliar do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1931-1937, 2002.

ROBSON, M. J.; RYLE, G. J. A.; WOLEDGE, J. The grass plant: its form and function. In: JONES, M. B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The grass crop**: the physiological basis of production. London: Chapman and Hall, 1988. p. 25-83.

SAS INSTITUTE. **User's Guide**, version 8.0. Cary, 2000.

SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DAS PASTAGENS, 3., 1997. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV: UNESP, 1997. p. 1-62.

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