

## Altura da Planta e Cobertura do Solo Como Estimadores da Produção de Forragem em Pastagem de Capim-Elefante

Antônio Carlos Cóser<sup>1,2</sup>, Carlos Eugênio Martins<sup>1,2</sup>, Maurílio José Alvim<sup>1,2</sup>, Flávio Valeriano Teixeira<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi determinar a extensão em que a altura da planta e da cobertura do solo poderia ser usada como indicador da produção de pastagem em capim-elefante, sob pastejo. Amostras da produção de pastagem, altura da planta e cobertura do solo foram realizadas em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) durante os anos de 1992, 1993 e 1994. Foram usadas 30, 72 e 72 amostras para cada ano de avaliação, respectivamente. Os dados da produção de matéria seca foram submetidos à análise de regressão, em função da altura da planta e da cobertura do solo, usando vários modelos. O modelo linear foi o que apresentou melhor ajuste dos dados, tanto para cobertura do solo quanto para o índice altura da planta vs cobertura do solo. As melhores estimativas da produção de matéria seca foram obtidas quando se combinaram medidas de altura da planta com as de cobertura do solo, analisadas por meio de regressão múltipla. Estas regressões revelaram valores de  $R^2$  mais elevados, indicando que a altura da planta e a cobertura do solo podem ser consideradas características complementares, como estimadores da produção de matéria seca em pastagem de capim-elefante.

Palavras-chave: altura do dossel, cobertura vegetal, forragem disponível, *Pennisetum purpureum*

## Plant Height and Ground Cover as Indicators of Forage Yield in an Elephantgrass Pasture

**ABSTRACT** - The objective of this study was to determine the extent to which plant height and ground cover could be used as an indicator of pasture yield in elephantgrass sward under grazing. Samplings of forage yield, plant height and ground cover were carried out in an elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.) pasture, during three years: 1992, 1993 and 1994. Thirty, 72 and 72 samples, respectively, for each year were used. The dry matter yield data were regressed on sward height and ground cover using several models. Linear regression model was the one that presented the best fit for the observed data for both ground cover and plant height vs. ground cover index. The best estimates of dry matter production were obtained by the combination of plant height and ground cover measurements by means of multiple regression analysis. These regressions revealed high  $R^2$  values, indicating that plant height and ground cover could be considered complementary characteristics as estimators of dry matter yield in elephantgrass pasture.

Key Words: sward height, ground cover, available forage, *Pennisetum purpureum*

### Introdução

A avaliação da disponibilidade de forragem numa pastagem é de fundamental importância, tanto para a pesquisa científica quanto para a exploração racional em áreas manejadas comercialmente. No entanto, a diversidade de ecossistemas de pastagens dificulta a escolha do método a ser usado, pois é dependente do tipo de vegetação, da sua composição botânica, da precisão experimental, bem como dos recursos humanos e materiais disponíveis.

Estimativas da disponibilidade de forragem em áreas de pastagens são, quase sempre, as mais difíceis e as menos precisas, principalmente com forrageiras de crescimento ascendente, como o capim-elefante. Sabe-se, no entanto, que a maioria dos métodos utilizados se relacionam com a avaliação de

espécies que apresentam hábito prostrado ou decumbente, em que essa operação se torna bastante facilitada, em função da estrutura da própria pastagem. Já, para pastagens de crescimento ereto, como as de capim-elefante, esse tipo de avaliação é dificultada em virtude de não se conseguir bom domínio espacial da pastagem como um todo.

Técnicas convencionais de amostragem direta por meio do corte da forragem são trabalhosas, apresentam grandes erros de amostragem, além de complicações pela presença do animal em pastejo. Embora seja uma medida que apresenta grande acurácia (HAYDOCK e SHAW, 1975), o sistema de avaliação por meio de cortes torna-se uma operação trabalhosa, principalmente quando se estima a produção de forragem em extensas áreas de pastagem (MANNETJE, 1978), especialmente quando se

<sup>1</sup> Pesquisador EMBRAPA Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610 - 36038-330, Juiz de Fora-MG.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq.

aumenta o tamanho da amostra. Segundo BARNETT(1974), caso o pesquisador decida diminuir muito o número de amostras, na tentativa de reduzir custos e trabalho, essa decisão pode tornar a amostragem inadequada, resultando em baixa precisão e, ou, exatidão. Deve-se, segundo o autor, escolher o número de amostras que apresente a precisão e a exatidão desejadas, sem, contudo, deixar de lado os requerimentos de tempo e trabalho necessários para essa operação.

O emprego de medidas não-destrutivas, como a altura da planta e a estimativa da área de solo coberta pela forrageira, possibilita melhor avaliação do rendimento de forragem em áreas sob pastejo, reduzindo custos, tempo e trabalho, além de se constituírem em parâmetros de fácil entendimento e utilização pelos produtores. Nesse sentido, têm-se desenvolvido técnicas de amostragem no intuito de melhorar a eficiência dessas avaliações. Autores como BAKHUIS (1960) e EVANS e JONES (1958) relataram uma técnica que envolve a determinação da produção de forragem por meio de medidas da altura da pastagem e estimativas da densidade e da cobertura do solo. Assim, BAKHUIS (1960) afirma que a produção de forragem apresenta correlação razoável com a altura da pastagem. Da mesma forma, DANN (1966) obteve coeficientes de correlação de 95% entre altura do pasto e produção de matéria seca em pastagens decumbentes; porém, em áreas com sorgo, esse valor foi reduzido para 71%, demonstrando a dificuldade em avaliar plantas de crescimento ereto. ZARATE et al. (1991) testaram quatro métodos, entre eles o da altura da planta, na estimativa da matéria seca disponível de pastagens do gênero *Brachiaria*. Os autores relatam valores de  $R^2$  variando de 0,92 a 0,94 entre a produção de forragem e os métodos estudados, não encontrando diferenças entre eles.

Em um trabalho usando diferentes metodologias na avaliação da produção de matéria seca em pastagens naturalizadas, CÓSER et al. (1989) recomendam a cobertura do solo como técnica eficiente e vantajosa para estimar a forragem disponível nessas pastagens, quando comparada ao método do corte.

Por outro lado, SPEDDING e LARGE (1957) concluíram que a cobertura da área de uma pastagem, *per si*, não é um bom índice para estimar a produção de matéria seca e que o rendimento da pastagem pode ser melhor determinado com a combinação de medidas de altura das plantas e da cobertura do solo, do que com quaisquer das duas separadamente. Nesse sentido, PASTO et al. (1957) rela-

tam que a altura da planta e a cobertura do solo são parâmetros que se complementam. No entanto, a utilização de métodos não-destrutivos usando estimativas visuais apresentam elevada variabilidade entre as amostras, o que resulta em baixa precisão, podendo ser compensada com a utilização de maior número de amostras (HAYDOCK e SHAW, 1975). Além do aumento no número de estimativas, GARDNER (1986) afirma que com treinamento dos avaliadores podem ser obtidos resultados bastante confiáveis.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a contribuição da estimativa de cobertura do solo e a altura das plantas de capim-elefante na avaliação da disponibilidade de forragem nessas pastagens.

### Material e Métodos

As amostragens para a disponibilidade de forragem e as medidas de altura das plantas e da cobertura do solo foram realizadas em uma área de pastagem de capim-elefante de seis hectares, manejada rotativamente, na Estação Experimental de Santa Mônica, Valença, RJ, pertencente à EMBRAPA Gado de Leite. Estas amostragens foram feitas durante a época chuvosa, entre novembro e abril, a cada 28 dias, sendo em 1992 coletadas 15 amostras em fevereiro e março, num total de 30 amostras. Nos anos seguintes (1993 e 1994) foram coletadas 12 amostras por mês, de novembro a abril, totalizando 72 amostras por ano. Os cortes da forragem foram realizados de maneira sistemática, observando-se um intervalo de cinco metros entre eles, em transecções demarcadas diagonalmente nos piquetes experimentais. Para essas avaliações foi usado um quadrado de ferro medindo um metro de lado, sendo um desses lados aberto, de modo a facilitar a amostragem. Antes do corte das plantas, o que era realizado sempre antes da entrada dos animais para o pastejo na área, foram realizadas medidas de altura da planta, com uma régua graduada com intervalos de 5 cm. Devido à dificuldade na avaliação da cobertura do solo pela planta no topo do dossel, foi estimada, visualmente, a cobertura basal (%), presente em cada quadrado de amostragem. Em seguida, as plantas foram cortadas rente ao solo e delas retiradas subamostras para separação manual dos componentes colmos e folhas (bainha + lâmina foliar). Essas subamostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, por 72-96 horas, e determinadas as produções de matéria seca dos caules, das folhas e total. Foram usados dados de altura das plantas, cober-

tura do solo e produção de matéria seca, relativos às avaliações de 30, 72 e 72 amostras, coletadas em 1992, 1993 e 1994, respectivamente. Estes dados foram analisados em relação apenas à produção total de matéria seca, empregando-se diversos modelos de regressão da produção de forragem em função da altura da planta, da cobertura do solo e do índice altura x cobertura, para cada conjunto de dados separadamente (por ano) e, para todos eles, em conjunto. Os modelos usados foram: linear, quadrático, cúbico, exponencial, logarítmico, dentre outros.

### Resultados e Discussão

Dentre os vários modelos analisados, o linear foi o que melhor se ajustou aos dados observados, com valores aceitáveis de  $R^2$ , embora o modelo logarítmico, em alguns casos, tenha propiciado valores razoáveis de  $R^2$ . Independentemente do modelo de regressão empregado, os valores de  $R^2$  encontrados entre altura da planta e rendimento de forragem (Tabela 1) foram mais elevados que os obtidos entre esse atributo e a cobertura do solo. Os valores de  $R^2$  encontrados, sempre acima de 0,55, mostram que boa parte da matéria seca de capim-elefante produzida pode ser

estimada com razoável confiabilidade por esse atributo da vegetação. Nesse caso, no ano de 1993, o modelo logarítmico apresentou resultados mais confiáveis e superiores aos demais modelos testados ( $R^2 = 0,81$ ), valor muito semelhante ao obtido quando se utilizou o modelo linear ( $R^2 = 0,78$ ). No ano de 1994, os coeficientes de todas as equações testadas não foram significativos, daí seus dados não fazerem parte da Tabela 1. Os resultados obtidos por DANN (1966) mostraram valores de  $R^2$  variando de 0,95 a 0,71 entre altura da pastagem e produção de matéria seca, para plantas com hábitos de crescimento decumbente e ereto, respectivamente, o que revela a dificuldade de avaliação de pastagens desta natureza, mesmo considerando que o plantio dessa pastagem tenha sido em linhas regularmente espaçadas.

Os menores valores de  $R^2$  entre produção de massa e cobertura do solo variaram entre 0,34 a 0,43, para os três anos avaliados, conforme mostra a Tabela 2. Estes valores de  $R^2$  indicam que apenas pequena parte da produção de forragem do capim-elefante pode ser explicada pela cobertura vegetal do solo, sugerindo que esse parâmetro não deve ser recomendado como único indicador para estimar a produção de matéria seca em áreas de capim-elefan-

Tabela 1- Equações de regressão da produção de matéria seca de capim-elefante sob pastejo, em função da altura da planta

Table 1 - Regression equations of dry matter yield of an elephantgrass pasture under grazing, in function of plant height

Ano Year	Equação de regressão <sup>1</sup> Regression equation	Coefficiente de determinação ( $R^2$ ) $R^2$ coefficient
1992	$\hat{Y} = -673,7 + 11.726,9X$	0,55
	$\hat{Y} = 35.888,0 - 47.904,6X + 20.278,4X^2$	0,63
1993	$\hat{Y} = 11.949,5 + 10.963,4X$	0,78
	$\hat{Y} = 2,9963 + 3,5436\text{Log}(X)$	0,81
1992/93 <sup>2</sup>	$\hat{Y} = 1.692,5 + 1.843,9X$	0,58
	$\hat{Y} = 11.542,3 - 22.764,9X + 14.999,5X^2 - 29.991,7X^3$	0,60

<sup>1</sup> Todos os coeficientes são significativos ( $P < 0,01$ ) (All coefficients are significant ( $P < 0,01$ )).

<sup>2</sup> Equações obtidas com os dados de dois anos (Equations obtained from two years data).

Tabela 2 - Equações de regressão da produção de matéria seca de capim-elefante sob pastejo, em função da cobertura do solo

Table 2 - Regression equations of dry matter yield of an elephantgrass pasture under grazing, in function of ground cover

Ano Year	Equação de regressão Regression equation	Coefficiente de determinação ( $R^2$ ) $R^2$ coefficient
1992	$\hat{Y} = 804,8 + 18.157,5X$	0,34
1993	$\hat{Y} = 959,4 + 17.459,4X$	0,42
1994	$\hat{Y} = 1.019,3 + 18.001,4X$	0,43
1992/1994	$\hat{Y} = -2.741,8 + 26.113,8X$	0,41

(Y, kg/ha), (X, %).

te sob pastejo. CÓSER et al. (1989), entretanto, recomendam o uso da cobertura do solo como parâmetro estimador de confiança em pastagens naturais com predominância de plantas prostradas e, ou, decumbentes. Esses autores encontraram valores de  $R^2$  acima de 0,90 entre produção de matéria seca e cobertura do solo para a maioria das espécies vegetais ocorrentes naquelas condições ambientais.

Na Tabela 3 são apresentadas as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre a produção de matéria seca de capim-elefante e o índice altura da planta x cobertura do solo, para os três anos de avaliação. Os valores de  $R^2$  variaram de 0,62 a 0,69, mostrando que esse índice apenas explica parte da produção de forragem produzida por essa espécie.

Regressões múltiplas em que se usaram a altura da planta e a cobertura do solo para estimar o rendimento de forragem (Tabela 4) revelaram valo-

res de  $R^2$  mais altos (de 0,64 a 0,84), indicando que aqueles atributos da vegetação podem ser considerados estimadores que se complementam, conforme apontados por PASTO et al. (1957).

Foram observados, via de regra, menores valores de  $R^2$  durante o primeiro ano de avaliação, influenciados tanto pelo menor tempo de treinamento, como pelo menor número de estimativas realizadas naquele ano. No entanto, observou-se aumento nos valores de  $R^2$ , chegando a atingir valores da ordem de 0,84, sugerindo maior eficiência na avaliação desses atributos da vegetação, em razão, principalmente, do treinamento adquirido ao longo de cada período de amostragem. Depreende-se, a partir do presente estudo, que a utilização desses dois atributos exige, além do conhecimento prévio da forrageira e de seu manejo sob pastejo, grande empenho dos avaliadores em treinamento, sem o que os resultados obtidos possam ser comprometidos.

Tabela 3 - Equações de regressão da produção de matéria seca de capim-elefante sob pastejo (Y, em kg/ha), em função do índice altura da planta x cobertura do solo (X)

Table 3 - Regression equations and  $R^2$  coefficients of dry matter yield of an elephantgrass pasture under grazing (Y, in kg/ha), in function of plant height times ground cover (X) index

Ano <i>Year</i>	Equação de regressão <i>Regression equation</i>	Coefficiente de determinação ( $R^2$ ) <i>R<sup>2</sup> coefficient</i>
1992	$\hat{Y} = 1.562,9 + 10.892,7X$	0,63
1993	$\hat{Y} = 1.679,4 + 10.096,9X$	0,68
1994	$\hat{Y} = 1.595,1 + 10.999,7X$	0,67
1992/1994	$\hat{Y} = -1.006,9 + 15.395,7X$	0,62
	$\hat{Y} = 4,1502 + 1,1711\text{Log}(X)$	0,69

Tabela 4 - Equações de regressão da produção de matéria seca de capim-elefante sob pastejo, em função da altura da planta e da cobertura do solo

Table 4 - Regression equations of dry matter yield of an elephantgrass pasture under grazing, in function of plant height and ground cover

Ano <i>Year</i>	Equação de regressão <i>Regression equation</i>	Coefficiente de determinação ( $R^2$ ) <i>R<sup>2</sup> coefficient</i>
1992	$\hat{Y} = 10.388,4 + 9.721,5X_1 + 11.747,4X_2$	0,68
1993	$\hat{Y} = 11.224,2 + 7.852,1X_1 + 9.323,9X_2$	0,64
1994	$\hat{Y} = 11.844,0 + 8.117,7X_1 + 8.531,7X_2$	0,84

### Conclusões

A estimativa da cobertura do solo, isoladamente, não constitui um bom indicador para a estimativa da produção de forragem em áreas de capim-elefante sob pastejo.

A altura da planta e a cobertura do solo usadas conjuntamente constituíram os melhores estimadores do rendimento de matéria seca em pastagem de capim-elefante.

### Referências Bibliográficas

- BAKHUIS, J.A. Estimating pasture production by use of grass length and sward density. *Netherlands J. Agric. Sci.*, v.8, p.211-214, 1960.
- BARNETT, V. Simple random sampling. In: BARNETT, V. *Elements of sampling theory*. London: English Universities Press, 1974. p.22-48.
- CÓSER, A.C., NASCIMENTO JR., D., MARTINS, C.E. et al. Relação cobertura: peso em pastagens do planalto de Viçosa, MG. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.18, n.1, p.48-53, 1989.
- DANN, P.R. A calibration method for estimating pasture yield. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, v.32, n.1, p.46-49, 1966.
- EVANS, R.A., JONES, M.B. Plant height times ground cover versus clipped samples for estimating forage production. *Agron. J.*, v.50, p. 504-506, 1958.
- GARDNER, A.L. *Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção*. Brasília: IICA/Embrapa-CNPGL, 1986. 197p.

- HAYDOCK, K.P., SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, v.15, p.663-670, 1975.
- PASTO, J.K., ALLISON, J.R., WASHKO, J.N. Ground cover and height of sward as a means of estimating pasture production. *Agron. J.*, v.49, n.8, p.407-409, 1957.
- SPEEDING, C.R.W., LARGE, R.V. A point-quadrat method for the description of pasture in terms of height and density. *J. Br. Grass. Soc.*, v.12, p.229-234, 1957.
- MANNETJE, L. Measuring quantity of grassland vegetation. In: MANNETJE, L. *Measuring of grassland vegetation and animal production*. Berkshire: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.63-95.
- ZARATE, R.M.L., LIRA, M.A., FREITAS, E.V. Avaliação de métodos de amostragem na estimativa da matéria seca disponível em pastagens de *Brachiaria*, Itambé-PE. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, PB, 1991. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991. p.645.

**Recebido em:** 11/05/97  
**Aceito em:** 28/04/98