

# Metodologias para estimativa da produção de forragem em pastagem de capim-elefante

## Introdução

O manejo adequado de forrageiras está intimamente ligado às avaliações freqüentes na pastagem e aos ajustes na taxa de lotação, de modo que se evite o sub ou superpastejo. Estas avaliações podem ser feitas de diferentes formas, mas o método utilizado deve representar a realidade das pastagens, sem, contudo, se tornar excessivamente trabalhoso e dispendioso.

O elevado potencial de produção do capim-elefante evidencia a importância desta espécie para a produção animal. No entanto, sua alta produtividade na estação chuvosa e a redução do crescimento na época seca podem resultar em grandes variações nas características morfológicas, bem como nos teores de matéria seca na planta, impondo sérias dificuldades à utilização dos métodos de amostragem, pois estes devem ser sensíveis em ambos os casos, no crescimento rápido e lento das plantas (O' Rourke, 1984). Além disso, o hábito de crescimento do capim-elefante e a sua desuniformidade na cobertura do solo também limitam o desempenho dos avaliadores, por não possibilitar bom domínio espacial da pastagem como um todo.

A determinação da real quantidade de forragem disponível é importante, pois, a partir desta, pode-se estimar o desempenho animal e ter indicações de seu consumo e suas perdas. Assim, o peso da forragem torna-se importante medida de crescimento, além de permitir calcular a taxa de lotação e interpretar o rendimento da produtividade animal (Estrada et al., 1991). Porém, a estimativa da forragem disponível é freqüentemente associada a alto erro experimental, podendo variar largamente entre os métodos usados para essa finalidade e entre os diferentes observadores (Aiken e Bransby, 1992).

O método direto do corte da forragem geralmente proporciona maior precisão quando comparado com outros métodos. No entanto, para áreas extensas de pastagens, fornece apenas uma estimativa pobre sobre seu rendimento, principalmente quando a variabilidade de produção dentro da pastagem é grande e o aumento no número de amostras é inviável. Requer também grandes gastos, tais como: maior quantidade de mão-de-obra e equipamentos, o que torna a operação muito trabalhosa. Estas dificuldades podem levar o pesquisador a diminuir bastante o número de amostras, tornando a amostragem inadequada e sujeita à baixa precisão e/ou exatidão. Entretanto, se o número adequado de amostras for observado, o problema será a destruição de forragem na área pelo corte de grande número de amostras. Apesar de os métodos indiretos apresentarem bons resultados na estimativa da produção, resultados nem sempre promissores são obtidos, quando se trata de espécies de crescimento cespitoso em que a avaliação é reconhecidamente mais difícil, devido principalmente às dificuldades encontradas na obtenção da verdadeira cobertura de solo pela forragem. Uma vantagem dos métodos indiretos é que a alta variabilidade encontrada nas amostras pode ser compensada com um maior número de amostras, com o intuito de aumentar a precisão do trabalho, em função da facilidade e rapidez que esses métodos apresentam (Haydock e Shaw, 1975).

O treinamento de avaliadores é de suma importância na recomendação e validação de um método de amostragem, sobretudo em pastagem com forrageira de crescimento cespitoso. Coelho (1984) mostra que existe tendência de superestimar estandes que possuam altura mais elevada e baixa densidade e, ao contrário, em subestimar os que possuem menor altura e maior densidade.

## Autores

**Antônio Carlos Cóser**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc.  
acoser@cnpqgl.embrapa.br

**Carlos Eugênio Martins**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc.  
caeuma@cnpqgl.embrapa.br

**Fermio Derez**

Zootecnista, Ph.D.  
deresz@cnpqgl.embrapa.br

O emprego de medidas como a altura da planta e a cobertura do solo pela forrageira, bem como de métodos de estimativas visuais, podem permitir melhor avaliação da produção de forragem em áreas sob pastejo, reduzindo custos, tempo e mão-de-obra. Nesse sentido, pesquisadores têm desenvolvido técnicas de amostragem visando melhorar a eficiência das avaliações. Assim, Abramides et al. (1982) verificaram que a altura média da vegetação é uma técnica viável para a estimativa da quantidade de forragem, principalmente em gramíneas que exibem hábito de crescimento prostrado. Ademais, Abramides e Franzini (1981) observaram que, além de medidas de altura, a cobertura do solo pelas plantas torna-se importante para melhorar a confiabilidade na estimativa da forragem disponível em gramíneas de hábito de crescimento cespitoso.

Bakhuis (1960) afirma que a altura das plantas da pastagem possui uma razoável correlação com a produção de forragem. Dann (1966) encontrou elevadas correlações, 0,95 e 0,71, entre a altura das plantas e a produção de matéria seca em espécies decumbentes e de crescimento ereto, respectivamente. Esses autores mencionam maiores dificuldades de avaliação quando se trabalha em pastagens de plantas de crescimento ereto, devido às limitações impostas pela altura do pasto.

Baseado na técnica de dupla-amostragem, Haydock e Shaw (1975) desenvolveram o método do rendimento visual comparativo para estimativa da matéria seca de pastagens exclusivas de gramíneas. Neste caso, as produções dos quadrados são avaliadas a partir da alocação de quadrados de referência pré-selecionados e que constituem uma escala de rendimentos. É um método bastante preciso, usa técnicas não-destrutivas e possibilita maior número de estimativas de rendimento e sua precisão é função da calibração dos quadrados de referência. A diferença entre o método de Morley et al. (1964) e o de Haydock e Shaw (1975) é que os primeiros autores estimaram a produção diretamente no quadrado, enquanto os outros relacionaram a produção de um quadrado com a calibração dos quadrados de referência. Este método é baseado na premissa de que é mais fácil estimar o rendimento de uma amostra por meio de uma escala de números do que pelo seu peso real. Para Lopes (1998) este é o método mais apropriado para avaliar pastagem de capim-elefante, mesmo superestimando a produção de forragem. Além disso, Cóser et al. (2002) mostraram que, com a inclusão do padrão zero, com ausência total de vegetação, esse método torna-se bastante preciso, recomendando-o para a avaliação dessa espécie forrageira. No entanto, a técnica do pastejo simulado para estimativa da forragem potencialmente consumível em pastagens de capim-elefante, preconizada por Aroeira et al. (1999), é recente e tem sido intensamente utilizada nos experimentos de pastejo envolvendo avaliações dessa forrageira.

Assim, o presente artigo objetiva avaliar e analisar metodologias de avaliação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. As metodologias e os resultados obtidos para cada um dos experimentos serão descritos a seguir.

## Uso da altura da planta e da cobertura do solo pela forrageira

Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco, MG, com o objetivo de determinar a extensão com que a altura da planta e a cobertura do solo podem ser usadas, de forma isolada ou associada, como variáveis para estimar a disponibilidade de forragem do capim-elefante sob pastejo.

Os dados foram coletados durante três anos (1992, 1993 e 1994) em uma pastagem de capim-elefante cv. Napier já estabelecida, cuja adubação anual de manutenção foi constituída de 200 kg/ha de nitrogênio (sulfato de amônio), 60 kg/ha de  $P_2O_5$  (superfosfato simples) e 200 kg/ha de  $K_2O$  (cloreto de potássio), parcelados em três aplicações, no início, meio e final da época chuvosa, exceto o superfosfato simples, que era aplicado de uma só vez, no início da época chuvosa.

As amostragens de disponibilidade de forragem foram realizadas na época das chuvas, durante os três anos de execução do experimento, de forma indireta, pela medição da altura da planta e estimativa da cobertura do solo, e por meio da estimativa direta, pelo corte e pesagem do capim-elefante. As coletas de dados foram realizadas um dia antes da entrada dos animais nos piquetes a serem amostrados. No primeiro ano foram realizadas seis avaliações, sendo três entre 19/3/92 e 9/4/92, com a coleta de três amostras em cada um dos piquetes, nas duas primeiras avaliações. A partir de abril de 1992, foram coletadas quatro amostras em cada um dos piquetes, perfazendo, assim, 66 amostras durante o ano de 1992. Em 1993 foram realizadas oito avaliações, sendo seis delas entre 11/2/93 e 13/5/93, e duas entre 17/12/93 e 29/12/93, perfazendo um total de 96 amostras. No terceiro ano, foram realizadas dez avaliações entre 26/1/94 e 19/5/94, perfazendo um total de 120 amostras. Durante o período total das avaliações foram coletadas 282 amostras.

As estimativas de disponibilidade de forragem foram realizadas no período da manhã, quando já não se observava a presença de orvalho sobre as folhas, utilizando-se um quadrado de 1 m de lado, com um dos lados aberto para facilitar a amostragem.

Foram feitas, em cada piquete, estimativas da altura das plantas (m) e da cobertura do solo pelas plantas (%) para a determinação da disponibilidade de forragem de capim-elefante sob pastejo, expressa em kg/ha de matéria seca. A

altura das plantas foi medida com o uso de uma régua graduada com intervalos de 5 cm. Para esta determinação, utilizou-se a altura média da touceira contida no quadrado utilizado, registrando-se a altura média em que as folhas da touceira dobravam sobre si mesmas. A cobertura do solo foi obtida por estimativa visual da percentagem de área de solo coberta pela base da touceira no interior do quadrado, observando-se uma escala de 0 a 100%, com intervalos percentuais de cinco unidades. Todo o material contido no quadrado era cortado a 40 cm do nível do solo e pesado em balança do tipo dinamômetro, para a determinação da produção de matéria verde da amostra. Após esse procedimento, era retirada, de cada uma das amostras, uma subamostra com quatro plantas representativas, sendo separados os componentes caule e folha. Após isso, subamostras de folhas e de caules foram pesadas para as determinações do rendimento de matéria verde. Em seguida eram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, por 72-96 horas, para secagem, visando determinar a produção de matéria seca por componente (caule e folha), expressa em kg/ha.

Os resultados de produção de matéria seca (kg/ha) foram analisados por co-variância, em que a altura (Alt), a cobertura do solo (Cob) e o índice altura x cobertura (Alt x Cob) foram utilizados como co-variáveis. Após a análise, foram estabelecidas as equações de regressão linear simples e múltiplas e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e as correlações entre as co-variáveis (variáveis independentes) e as variáveis dependentes: matéria seca de caule (MSC), matéria seca de folhas (MSF) e matéria seca total (MST), além dos intervalos de confiança para as médias de produção de matéria seca.

Foram testados diversos modelos de regressão da produção de matéria seca (kg/ha) em função da altura da planta (Alt), da cobertura do solo (Cob) e do índice altura x cobertura (Alt x Cob), para cada ano, isoladamente, e para o conjunto dos três anos da pesquisa. A escolha do modelo que melhor se ajustou foi feita com base na significância da regressão e na falta de ajustamento, testados pelo teste de F a 5% de probabilidade, na significância dos coeficientes de regressão, testados pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e na lógica biológica das variáveis estudadas.

As estimativas das médias da produção de matéria seca de caules, de folhas e total são mostradas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Médias e erros-padrão das estimativas de produção de matéria seca de caule (MSC), de folha (MSF) e total (MST) obtidas em cada ano, em capim-elefante cv. Napier sob pastejo, em kg/ha.

Ano	MSC		MSF		MST	
	Média	Erros-padrão	Média	Erros-padrão	Média	Erros-padrão
1992	4.521 b	133	4.729 c	155	9.251 c	266
1993	5.752 a	109	7.065 b	127	12.818 b	218
1994	5.887 a	99	7.673 a	116	13.561 a	199

<sup>a,b,c</sup>Médias em uma mesma coluna seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

A produção de matéria seca de caules foi menor em 1992, diferindo ( $P < 0,05$ ) dos demais anos do estudo. Com relação à estimativa de produção de matéria seca de folhas e total, os resultados mostram que houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os três anos, observando-se produções crescentes ao longo do tempo. Os aumentos das produções de matéria seca de caules, folhas e total podem ser explicados em função da reciclagem de nutrientes no sistema solo-planta-animal, assim como pela adubação de manutenção realizada anualmente na pastagem. Além disso, o aumento da produção de matéria seca de folhas pode estar relacionado com o aumento do número de perfilhos aéreos e basais.

Os resultados das equações de regressão, cujos coeficientes de determinação foram diferentes ( $P < 0,05$ ), são apresentados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, em que o modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados observados. Esses resultados concordam com os obtidos por Dann (1966), Whitney (1974) e Abramides e Franzini (1981), usando métodos indiretos.

**Tabela 2.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das estimativas de produção de matéria seca de caules (MSC), de folhas (MSF) e total (MST) de capim-elefante em função da altura ( $X_1$ ), da cobertura ( $X_2$ ) e do índice altura x cobertura ( $X_3$ ) para os três anos de estudo.

Variável	Equações de regressão	$R^2$
MSC	$Y = -6300,39 + 7581,16 X_1$	0,55
MSF	$Y = -8907,29 + 10058,40 X_1$	0,61
MST	$Y = -15207,69 + 17639,57 X_1$	0,62
MSC	$Y = -831,24 + 11832,99 X_2$	0,31
MSF	$Y = -1509,56 + 15436,08 X_2$	0,33
MST	$Y = -2340,80 + 27269,08 X_2$	0,34
MSC	$Y = -302,80 + 6862,96 X_3$	0,56
MSF	$Y = -846,87 + 8984,11 X_3$	0,60
MST	$Y = -1149,68 + 15847,07 X_3$	0,61
MSC	$Y = -7369,80 + 6289,14 X_1 + 5744,64 X_2$	0,61
MSF	$Y = -10263,44 + 8419,95 X_1 + 7284,96 X_2$	0,67
MST	$Y = -17633,25 + 14709,09 X_1 + 13029,60 X_2$	0,68

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

Os valores de  $R^2$ , para cada ano de estudo, isoladamente, demonstram a relativa importância da altura da planta para a produção de matéria seca. Para 1992 (Tabela 3), os valores de  $R^2$  encontrados foram superiores a 0,58, e para a produção de matéria seca de folhas (MSF) o valor de  $R^2$  chegou a 0,70. Para o ano de 1993, os valores de  $R^2$  calculados ficaram mais próximos dos valores encontrados durante os três anos de estudo, variando de 0,53 a 0,57. Já para o ano de 1994, os valores de  $R^2$  para a altura da planta variaram de 0,69 a 0,74.

**Tabela 3.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das estimativas de produção de matéria seca de caule (MSC), de folhas (MSF) e total (MST) de capim-elefante em função da altura ( $X_1$ ), da cobertura ( $X_2$ ) e do índice altura x cobertura ( $X_3$ ), em 1992.

Variável	Equação de regressão	$R^2$
MSC	$Y = -1943,73 + 4534,90 X_1$	0,58
MSF	$Y = -4614,64 + 6553,62 X_1$	0,70
MST	$Y = -6558,38 + 11088,52 X_1$	0,68
MSC	$Y = 513,45 + 7494,60 X_2$	0,26
MSF	$Y = -459,60 + 9701,50 X_2$	0,25
MST	$Y = 53,84 + 17196,11 X_2$	0,26
MSC	$Y = 709,37 + 4918,71 X_3$	0,62
MSF	$Y = -474,96 + 6714,09 X_3$	0,66
MST	$Y = 234,41 + 11632,80 X_3$	0,67
MSC	$Y = -3287,94 + 3942,40 X_1 + 4092,68 X_2$	0,65
MSF	$Y = -6133,36 + 5884,20 X_1 + 4623,99 X_2$	0,75
MST	$Y = -9421,31 + 9826,61 X_1 + 8716,68 X_2$	0,74

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das estimativas de produção de matéria seca de caules (MSC), folhas (MSF) e total (MST) de capim-elefante em função da altura ( $X_1$ ), da cobertura ( $X_2$ ) e do índice altura x cobertura ( $X_3$ ), em 1993.

Variável	Equações de regressão	$R^2$
MSC	$Y = -9561,81 + 9390,90 X_1$	0,53
MSF	$Y = -9615,96 + 10229,70 X_1$	0,55
MST	$Y = -19177,77 + 19620,60 X_1$	0,57
MSC	$Y = -1243,15 + 12187,92 X_2$	0,30
MSF	$Y = -2144,19 + 16046,64 X_2$	0,46
MST	$Y = -3387,34 + 28234,57 X_2$	0,40
MSC	$Y = -964,17 + 7103,95 X_3$	0,50
MSF	$Y = -1120,85 + 8659,19 X_3$	0,66
MST	$Y = -2085,03 + 15763,15 X_3$	0,61

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das estimativas de produção de matéria seca de caules (MSC), folhas (MSF) e total (MST) de capim-elefante em função da altura ( $X_1$ ), da cobertura ( $X_2$ ) e do índice altura x cobertura ( $X_3$ ), em 1994.

Variável	Equações de regressão	$R^2$
MSC	$Y = -11744,26 + 11188,56 X_1$	0,69
MSF	$Y = -14520,26 + 14084,08 X_1$	0,71
MST	$Y = -26264,52 + 25272,64 X_1$	0,74
MSC	$Y = -3456,37 + 18380,49 X_2$	0,52
MSF	$Y = -5146,93 + 25221,31 X_2$	0,64
MST	$Y = -8603,30 + 43601,81 X_2$	0,62
MSC	$Y = -1570,61 + 9187,37 X_3$	0,71
MSF	$Y = -2158,82 + 12113,30 X_3$	0,80
MST	$Y = -3729,43 + 21300,68 X_3$	0,80
MSC	$Y = -11408,08 + 8393,52 X_1 + 8003,29 X_2$	0,75
MSF	$Y = -3943,03 + 9284,82 X_1 + 13742,17 X_2$	0,82
MST	$Y = -25351,12 + 17678,34 X_1 + 21745,46 X_2$	0,82

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

Os valores de  $R^2$  encontrados entre a cobertura do solo e a estimativa de produção de matéria seca, para os três anos de estudo em conjunto, foram baixos (Tabela 2), variando de 0,31 a 0,34, indicando que apenas uma pequena parte da produção de matéria seca em capim-elefante pode ser explicada pela cobertura do solo. Isto talvez decorra do fato de o capim-elefante ser uma espécie com hábito de crescimento cespitoso, o que possibilita a existência de áreas descobertas na pastagem, sugerindo que a cobertura do solo não deve ser utilizada como único indicador para estimar a produção de matéria seca em pastagens de capim-elefante manejadas sob pastejo. Entretanto, Payne (1974) e Cóser et al. (1989) recomendam o uso da cobertura do solo como parâmetro confiável para estimar a disponibilidade de forragem em pastagens naturais formadas por plantas prostradas e/ou decumbentes. Tanto Payne (1974) quanto Cóser et al. (1989) encontraram valores de  $R^2$  acima de 0,90 entre essa variável e a estimativa de produção de matéria seca para a maioria das espécies vegetais utilizadas em seus estudos.

Valores de  $R^2$  baixos para a cobertura do solo também foram encontrados para os anos 1992 e 1993, variando de 0,25 a 0,26 e de 0,30 a 0,46, respectivamente. No entanto, para o ano de 1994 os valores de  $R^2$  encontrados para cobertura do solo foram mais elevados, variando de 0,52 a 0,64.

Quando a produção de matéria seca foi estimada pelo índice altura x cobertura, os valores de  $R^2$  variaram de 0,56 a 0,61 para o período de três anos, sugerindo que esse índice também pode explicar, com razoável confiança, a produção de matéria seca em capim-elefante sob pastejo.

Individualmente, os valores de  $R^2$  também foram altos. Para os dados de 1992, 1993 e 1994, os valores de  $R^2$  variaram de 0,62 a 0,67, de 0,50 a 0,66 e de 0,71 a 0,80, respectivamente.

Quando regressões múltiplas envolvendo a altura da planta e a cobertura do solo foram utilizadas para estimar a produção de matéria seca, pode-se observar valores de  $R^2$  que variaram de 0,61 a 0,68 para os dados acumulados de três anos, sendo de 0,65 e 0,75 para o ano de 1992, de 0,58 a 0,67 para 1993 e de 0,75 a 0,82 para 1994. Os dados deixam claro que a altura da planta e a cobertura do solo podem ser considerados como variáveis que se complementam nas estimativas de produção de forragem.

Estes resultados concordam com aqueles observados por Abramides e Franzini (1981) que, ao utilizarem quatro variáveis para estimar a quantidade de forragem em capins tropicais de hábito cespitoso, obtiveram melhores resultados quando utilizaram a associação entre a altura média das plantas e a cobertura do solo.

Quando comparados os valores de  $R^2$  encontrados para um mesmo modelo, para cada ano de avaliação isoladamente (1992, 1993 e 1994), observou-se sempre os menores valores de  $R^2$  para o primeiro ano (66 observações). Nos anos seguintes, os valores de  $R^2$  aumentaram, provavelmente em função do maior número de observações (96 e 120), para 1993 e 1994, respectivamente, como também em função do maior treinamento e da experiência adquirida pelos avaliadores ao longo do trabalho, conforme sugerido por Gardner (1986).

Os resultados encontrados nesse estudo permitem afirmar que o método de estimativa visual, por meio do uso da altura das plantas e da cobertura do solo é adequado, por ser um método prático, não-destrutível, de fácil utilização, pouco exigente quanto ao emprego de mão-de-obra, não exigir o uso de instrumentos sofisticados e, principalmente, apresentar boa confiabilidade. Pelos resultados obtidos, pode-se recomendar o uso desse método, principalmente quando forem desenvolvidos trabalhos em áreas extensas de pastagens de capim-elefante.

Nas condições deste trabalho, concluiu-se que:

- .. A altura da planta e a cobertura do solo não devem ser usados, isoladamente, para estimar a disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante;
- .. A associação entre a altura da planta e a cobertura do solo proporciona as melhores estimativas de disponibilidade em pastagem de capim-elefante.

## Uso da altura da planta e da cobertura do solo comparada aos métodos do rendimento visual comparativo, o direto (cortes) e o método teste

Este experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG, em uma área de 4.186 m<sup>2</sup> com declividade em torno de 20%, estabelecida há seis anos com capim-elefante cv. Napier, pastejada em sistema rotativo utilizando vacas mestiças Holandês x Zebu. A adubação usada foi de 200 kg/ha de N e de K<sub>2</sub>O. O objetivo da pesquisa foi testar e comparar estimativas de disponibilidade de forragem obtidas por diferentes métodos de avaliação, bem como determinar a variabilidade de cada método e de cada observador.

Para determinar o número de amostras a serem coletadas, foram efetuados cortes da forrageira em 150 pontos delimitados por um quadrado de 1 m<sup>2</sup>. A distribuição dos pontos dentro da pastagem foi de forma sistemática, a cada três metros, ao longo de transecções lineares parale-

las ao declive, devido ao gradiente de produção existente na área experimental.

A matéria seca de cada quadrado foi avaliada em relação às variâncias individuais, o que possibilitou obter uma curva dos coeficientes de variação acumulados em função do número de amostras. O número de amostras coletado foi estabelecido graficamente pelo método da máxima curvatura do coeficiente de variação, descrito por Federer (1955), citado por Guzman (1992). Para estimativa desse número, traçou-se uma reta do ponto de origem da curva até o ponto final. Em seguida, traçou-se outra reta paralela à primeira e tangente à curva. A partir do ponto de tangência, baixou-se uma reta perpendicular ao eixo (x) e o ponto de intercepção indicou o número mínimo de amostras necessárias para a amostragem.

Os métodos aplicados para estimativa da disponibilidade de forragem foram: método do corte, da altura (Alt), da cobertura (Cob), do índice altura da planta x cobertura do solo (Alt x Cob), da equação linear múltipla com a altura e cobertura (Alt + Cob) e o método do rendimento visual comparativo (MRVC). Este último, preconizado por Haydock e Shaw (1975), foi utilizado com três quadrados de referência que constituíram escala de rendimento, junto à qual uma série de quadrados foi comparada e avaliada.

Foram realizadas três avaliações, sendo a primeira em 13/1/97, em toda a área experimental (418 m<sup>2</sup>); a segunda em 19/3/97, na metade da área que foi pastejada, por três dias, após a primeira avaliação e a terceira em 14/4/97 na outra metade que foi toda cortada, também depois da primeira avaliação.

Para a aplicação dos métodos, foram coletadas três seqüências de 25 amostras de forma sistemática e paralelas ao declive por avaliação, sendo uma para a aplicação do método do corte, a outra para as medições de altura e cobertura e a última para o MRVC. Nas duas últimas seqüências, foram realizadas 30 estimativas, sem coleta de material, por cada um dos observadores, que tinham no início do experimento diferentes níveis de treinamento na técnica de avaliação. As medições de altura da planta foram feitas usando-se régua graduada e a cobertura do solo foi estimada visualmente por meio de um quadrado de 1 m<sup>2</sup>. Esta estimativa foi obtida com locação do quadrado ao nível do solo e antes que as plantas fossem cortadas. O MRVC, por sua vez, necessitou da determinação de seus padrões e treinamento para os observadores antes de sua aplicação. Para construir a escala padrão de rendimentos, inicialmente, dois quadrados (padrões 1 e 3) foram alocados nas áreas de menor e maior rendimento; logo após, o padrão 2 foi alocado em área de rendimento intermediário entre os padrões 1 e 3.

Após a aplicação de todos os métodos em toda a área destinada a cada avaliação, metade destas áreas foi totalmente colhida e a forragem pesada para comparação dos métodos.

As estimativas da disponibilidade de forragem obtidas pelos diferentes métodos foram avaliadas por meio de equações de regressão linear, com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e de variação (CV), sendo avaliada a significância pelo teste "t" ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados são apresentados a seguir.

## Determinação do número de amostras

A partir da relação entre o número de amostras e o coeficiente de variação, foi observada a necessidade mínima de 16 amostras para representar a variação encontrada naquela área (Lopes et al., 2000). Conforme os autores, o ponto da curva que indicou o número de amostras foi aquele a partir do qual o aumento no coeficiente de variação foi igual ou inferior ao incremento no número de amostras. Entretanto, não se deve considerar apenas a forma e o número de unidades de amostras usados, mas também o nível de precisão requerido. Dessa forma, se os objetivos a serem atingidos dependem de maior abrangência possível, o número de amostras deve ser aumentado (Girardi-deiro e Gonçalves, 1987). Por isso, o número de amostras cortadas foi aumentado para vinte e cinco, visando conferir maior confiabilidade às estimativas.

## Comparação dos métodos de estimação

Os coeficientes de determinação das equações pelo MRVC mostraram os maiores valores para todas as avaliações e houve melhoria com o treinamento, passando da primeira para a terceira avaliação, de 0,68 para 0,86, para a variável matéria seca total. A mesma tendência foi observada para colmo e lâmina foliar (Tabela 6).

O aumento do coeficiente na segunda avaliação, quando comparado ao da primeira, mostra que o treinamento contribuiu para que os observadores melhorassem suas estimativas.

Quando se comparam os valores de  $R^2$  da terceira época de avaliação, com os das primeira e segunda avaliações, observa-se significativo aumento, o que pode ser atribuído

ao treinamento anterior e também à maior uniformidade da forrageira influenciada pelo corte. Segundo Gardner (1986), melhores resultados são obtidos em pastagens mais densas e uniformes. Com o método da cobertura e altura x cobertura, têm-se respostas diferentes daquelas obtidas com o MRVC porque o treinamento dos observadores na primeira avaliação pode ter sido insuficiente. Isto mostra a dificuldade dos métodos na estimativa da produção de forragem manejadas sob pastejo.

Constatações semelhantes foram registradas por Cóser et al. (1998), que usaram o método da cobertura em áreas de capim-elefante sob pastejo, e, após três anos, os  $R^2$  passaram de 0,34 para 0,43. Já com o método altura x cobertura, esses autores constataram que os coeficientes de determinação variaram de 0,63 a 0,67 durante este período de avaliação. Apesar do maior valor de  $R^2$ , o treinamento não se mostrou efetivo para definir aumento dos valores encontrados.

**Tabela 6.** Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das equações que estimam matéria seca total, de caules e de lâminas foliares de capim-elefante e coeficientes de variação (CV) dos diferentes métodos de avaliação.

Método	Épocas de avaliação	MS total		MS caule		MS lâmina foliar	
		$R^2$	CV (%)	$R^2$	CV (%)	$R^2$	CV (%)
MRVC	1 <sup>a</sup>	0,68 <sup>1</sup>	34	0,74 <sup>1</sup>	29	0,58 <sup>1</sup>	43
	2 <sup>b</sup>	0,80 <sup>1</sup>	23	0,79 <sup>1</sup>	26	0,80 <sup>1</sup>	22
	3 <sup>c</sup>	0,86 <sup>1</sup>	16	0,80 <sup>1</sup>	20	0,86 <sup>1</sup>	15
Altura	1	0,08 NS	44	0,10 NS	45	0,05 NS	45
	2	0,39 <sup>1</sup>	25	0,42 <sup>1</sup>	27	0,32 <sup>1</sup>	27
	3	0,31 <sup>1</sup>	39	0,33 <sup>1</sup>	39	0,28 <sup>1</sup>	39
Cobertura	1	0,41 <sup>1</sup>	35	0,45 <sup>1</sup>	35	0,34 <sup>1</sup>	38
	2	0,26 <sup>1</sup>	28	0,31 <sup>1</sup>	29	0,20 <sup>1</sup>	29
	3	0,81 <sup>1</sup>	21	0,75 <sup>1</sup>	24	0,84 <sup>1</sup>	19
Alt. x Cob.	1	0,40 <sup>1</sup>	35	0,45 <sup>1</sup>	36	0,31 <sup>1</sup>	39
	2	0,35 <sup>1</sup>	26	0,41 <sup>1</sup>	27	0,27 <sup>1</sup>	28
	3	0,82 <sup>1</sup>	20	0,78 <sup>1</sup>	22	0,84 <sup>1</sup>	18
Alt. + Cob.	1	0,42 <sup>1</sup>	35	0,47 <sup>1</sup>	35	0,31 <sup>1</sup>	38
	2	0,52 <sup>1</sup>	22	0,58 <sup>1</sup>	23	0,41 <sup>1</sup>	25
	3	0,83 <sup>1</sup>	20	0,79 <sup>1</sup>	22	0,85 <sup>1</sup>	18

<sup>a</sup>Avaliação realizada em 13/1/97 na área destinada ao pastejo antes da entrada dos animais.

<sup>b</sup>Avaliação realizada em 19/3/97, antes da entrada dos animais para o segundo pastejo.

<sup>c</sup>Avaliação realizada em 14/4/97 na área destinada ao corte.

<sup>1</sup>Significativo a 1% pelo teste "t".

Abramides e Franzini (1981) também observaram baixos valores de  $R^2$  quando usaram o método da cobertura basal para estimar produção de matéria seca de green-panic. Já, com o uso do método altura x cobertura, os coeficientes alcançaram o valor de 0,90.

No entanto, com o método da altura, as equações exibiram baixos  $R^2$  (0,08 a 0,39) em todas as avaliações, com maiores valores na segunda avaliação, ou seja, em área pastejada. Diferentes resultados foram obtidos por Cóser et al. (1998) com o método da altura, em que os  $R^2$  passaram de 0,55 do primeiro ano para 0,78 no segundo,

indicando que o treinamento dos observadores contribuiu para a melhoria dos resultados.

Para o método altura + cobertura, os valores de  $R^2$  obtidos foram semelhantes aos do MRVC, ou seja, aumentaram os valores de  $R^2$ , independentemente do manejo adotado na área, demonstrando que altura e cobertura são variáveis que se complementam e o treinamento tem forte influência no aumento de seus coeficientes. Resultados semelhantes foram observados por Cóser et al. (1998) com o método da altura + cobertura, quando o  $R^2$  foi de 0,68 no primeiro ano para 0,84 no terceiro, refletindo marcante efeito do treinamento. Pasto et al. (1957), com o método da altura + cobertura, também conseguiram coeficientes de determinação que variaram de 0,60 a 0,87, sendo este o método responsável pelos maiores valores encontrados.

Quanto ao coeficiente de variação (CV), o MRVC foi o que apresentou menor valor (34%) nas equações estimadoras de produção de matéria seca total na primeira avaliação, o que realça sua precisão (Tabela 6). Com os métodos cobertura, altura x cobertura e altura + cobertura, os valores de CV foram próximos aos do MRVC, enquanto o método da altura foi o que apresentou o maior valor (44%). Isto indica as dificuldades para a avaliação da produção de matéria seca em capim-elefante, quando se utiliza como variável estimadora apenas a altura dessa forrageira. Observou-se, ainda, consistente decréscimo nos valores de CV, da primeira para terceira avaliação, o que certamente é conseqüência do treinamento dos observadores.

Com relação aos  $R^2$  e aos CV das equações para as estimativas de produção de matéria seca de colmos nas três avaliações, observaram-se as mesmas tendências da matéria seca total, ou seja, os valores proporcionados pelos MRVC e altura + cobertura aumentaram da primeira para a terceira avaliação. Os métodos da cobertura e altura x cobertura não foram influenciados pelo treinamento. O método da altura apresentou novamente os piores resultados, embora tenha atingido seus maiores  $R^2$  na segunda avaliação. Valores idênticos de  $R^2$  foram observados para a produção de lâmina foliar com os diferentes métodos (Tabela 6).

É importante notar que os  $R^2$  obtidos para a produção de matéria seca de colmos, na primeira e segunda avaliações, foram sempre maiores quando comparados com os obtidos para a produção total de matéria seca e produção de matéria seca de lâminas foliares, também para primeira e segunda avaliações. Isto é atribuído à maior correlação entre peso de colmos e volume de forragem para todos os

métodos testados, principalmente quando se comparam os  $R^2$  obtidos para produção de lâmina foliar, que foram os piores, evidenciando que a grande variação no peso de lâminas foliares dificulta a visualização correta dos observadores.

Uma análise final dos coeficientes obtidos pelos diferentes métodos deixa claro que o MRVC foi melhor em todas as avaliações. No entanto, do ponto de vista prático, o método da equação linear múltipla aparece como boa alternativa para observadores sem experiência porque, além de permitir bons resultados, a coleta de dados no campo acontece de forma fácil e rápida.

As estimativas de disponibilidade de forragem pelos diferentes métodos, à exceção apenas para a estimativa por meio de cortes, apresentaram valores superiores aos da produção da testemunha, sendo a maior diferença observada para o método da cobertura na primeira avaliação (Tabela 7).

**Tabela 7.** Estimativas da produção de forragem (MS – t/ha) pelos métodos rendimento visual comparativo (MRVC), altura (Alt), cobertura (Cob), índice altura x cobertura (alt x cob), equação linear múltipla com altura e cobertura (alt + cob), corte e da área testemunha para as primeira, segunda e terceira avaliações.

Método	Datas das avaliações		
	13/1/1997	19/3/1997	14/4/1997
MRVC	7,6	11,0	12,0
Altura (Alt)	7,4	11,0	12,4
Cobertura (Cob)	7,9	11,0	11,6
Alt x Cob	7,7	11,1	11,8
Alt + Cob	7,8	11,2	10,8
Corte	6,1	13,2	13,0
Testemunha	6,5	7,4	10,9

Resultados semelhantes foram observados por Campbell e Arnold (1973), os quais mostraram que métodos indiretos tendem a superestimar a disponibilidade em estandes com altas produções. Na segunda avaliação, a superestimativa tornou-se mais evidente, apesar do maior treinamento e da experiência dos observadores. Já na terceira avaliação, à exceção dos métodos do corte e da altura, todos os outros apresentaram estimativas bem próximas aos valores da testemunha (corte total), como conseqüência do maior treinamento e da experiência dos observadores e, principalmente, pela maior facilidade de avaliação de áreas manejadas sob corte. As equações ajustadas com os dados do observador 2, que era o menos experiente do grupo, mostram os menores valores de  $R^2$ , o que não foi surpresa, visto que a quase totalidade dos trabalhos demonstra a dificuldade dos menos experientes (Tabela 8).

**Tabela 8.** Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das equações que estimam a matéria seca total (MST), de colmos (MSC) e de lâminas foliares (MSF) de capim-elefante, para cada observador, nas três datas de avaliação, para cada método de estimação.

Métodos	Variáveis avaliadas								
	MST			MSC			MSF		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Amostragem realizada em 13/1/1997									
MRVC	0,80**	0,52**	0,73**	0,88**	0,55**	0,81**	0,68**	0,46**	0,61**
Altura	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05
Cobertura	0,46**	0,34**	0,46**	0,50**	0,38**	0,50**	0,37**	0,27*	0,38**
AltxCob	0,43**	0,32**	0,45**	0,49**	0,37**	0,50**	0,34**	0,25*	0,35**
Alt + Cob	0,47**	0,35**	0,47**	0,52**	0,39**	0,51**	0,37**	0,27*	0,38**
Amostragem realizada em 19/3/1997									
MRVC	0,81**	0,78**	0,81**	0,81**	0,75**	0,80**	0,84**	0,78**	0,81**
Altura	0,39**	0,39**	0,39**	0,42**	0,42**	0,42**	0,32**	0,32**	0,32**
Cobertura	0,10	0,29*	0,59**	0,17	0,31*	0,53**	0,04	0,25*	0,46**
AltxCob	0,14	0,44**	0,60**	0,24*	0,46**	0,59**	0,07	0,39**	0,52**
Alt + Cob	0,46**	0,57**	0,62**	0,55**	0,60**	0,63**	0,34**	0,47**	0,52**
Amostragem realizada em 14/4/1997									
MRVC	0,89**	0,85**	0,85**	0,84**	0,78**	0,81**	0,89**	0,86**	0,84**
Altura	0,31**	0,31**	0,31**	0,33**	0,33**	0,33**	0,28*	0,28*	0,28*
Cobertura	0,84**	0,79**	0,81**	0,79**	0,74**	0,75**	0,87**	0,82**	0,84**
AltxCob	0,85**	0,81**	0,81**	0,81**	0,78**	0,77**	0,87**	0,83**	0,84**
Alt + Cob	0,86**	0,81**	0,82**	0,83**	0,78**	0,77**	0,88**	0,83**	0,85**

1, 2 e 3 - Observadores

\*Significativo a 1%, \*\* significativo a 5%.

Despain e Smith (1987), utilizando o MRVC também obtiveram os piores resultados nas primeiras avaliações com um observador menos experiente, o que não ocorreu nas avaliações posteriores. Na primeira avaliação, os observadores conseguiram os maiores  $R^2$  com o MRVC, tanto para matéria seca total e de colmos, quanto para lâmina foliar. Apesar dos maiores valores de  $R^2$ , estes resultados contrastam com os de Gardner (1986), o qual afirma que dificilmente os observadores conseguem  $R^2$  menores que 0,80, mesmo os menos treinados. Já no método com base somente na Altura ocorreu o pior ajustamento dos dados, para todas as variáveis medidas (matéria seca total, colmo e lâmina foliar), com o modelo linear não-significativo para os três observadores. Os baixos coeficientes de determinação, para o método da altura, devem-se ao fato de ser esta uma medida objetiva e, portanto, os mesmos valores foram utilizados para as equações dos três observadores. Nas equações que estimam a produção de matéria seca de lâminas foliares, os valores de  $R^2$  foram menores quando comparados aos da matéria seca total e, principalmente, aos da produção de colmos. Isto se deve à maior variação no peso de lâmina foliar, o que determinou maiores dificuldades aos observadores, principalmente os menos experientes.

Na segunda avaliação, os observadores conseguiram os melhores resultados com o MRVC e os piores com os métodos da altura e da cobertura. Nesta avaliação, todos os  $R^2$  aumentaram, exceto para o método da cobertura, pelos dois primeiros observadores, os menos experientes (Tabela 8). Estes resultados demonstraram a dificuldade de os observadores correlacionarem medidas subjetivas, ou seja, a cobertura do solo, com a produção de matéria seca em capim-elefante sob pastejo, como também a importância da experiência adquirida. Nota-se também, nesta

avaliação, que as grandes diferenças para o observador 2 praticamente desaparecem, o que denota a necessidade de treinamento.

Já na terceira avaliação, realizada na área submetida ao corte, os observadores obtiveram os maiores  $R^2$ , com valores superiores a 0,80 em quase todas as situações, à exceção para o método da altura, que apresentou os menores valores, confirmando baixa correlação deste método para a estimativa da produção. No entanto, o método da cobertura exibiu sensível aumento dos  $R^2$  para os três observadores, o que se deve ao maior treinamento e à maior uniformidade da forrageira em áreas submetidas a cortes.

A presente pesquisa possibilitou as seguintes conclusões:

- .. o MRVC proporcionou as melhores estimativas de produção, bem como os maiores valores de  $R^2$ ;
- .. as piores estimativas foram obtidas com o uso dos métodos da altura da planta e da cobertura do solo isoladamente;
- .. o treinamento dos observadores torna-se decisivo, principalmente no uso do Método do Rendimento Visual Comparativo.

## Uso do MRVC, MRVC adaptado, da associação altura + cobertura e do índice altura x cobertura

No experimento anterior os melhores resultados foram obtidos pelo MRVC, embora este apresentasse superestimativa em relação ao método Teste. Dessa

maneira, foi acrescido o MRVC modificado, com a inclusão do padrão 0 (área sem nenhuma cobertura vegetal), na tentativa de contornar o problema relacionado à referida superestimativa da forragem disponível. Assim, o objetivo foi comparar diferentes metodologias na estimativa da disponibilidade de forragem e selecionar uma metodologia de amostragem que fosse mais simples, rápida e confiável.

As estimativas da disponibilidade de forragem foram conduzidas em uma área de pastagem de capim-elefante cv. Napier de 3.120 m<sup>2</sup>, pertencente à Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco-MG, usando-se os seis métodos de avaliação a seguir: 1. Método do Rendimento Visual Comparativo (MRVC, 0 - 3), em que foram determinados os padrões com maior e menor quantidade de forragem disponível, além de um padrão intermediário dentro do estande experimental por meio de avaliações visuais (altura e densidade), seguido por corte e pesagem das forrageiras para verificação dos respectivos padrões, seguindo-se de treinamento dos avaliadores para sua melhor fixação. O padrão 0 (zero) foi localizado em área com ausência total de forragem. Após a definição dos padrões, foram realizadas as avaliações visuais por cada um dos avaliadores em cada uma das 25 amostras que foram cortadas e pesadas. De cada uma destas foi retirada uma subamostra para determinação da matéria seca. Depois desta etapa, cada observador realizava 30 novas avaliações visuais em diferentes pontos do piquete, as quais foram convertidas em estimativas de matéria seca, a partir das equações de regressão da produção de matéria seca em função dos padrões estimados; 2. Método do Rendimento Visual Comparativo (MRVC, 1 - 3), cuja metodologia de trabalho foi semelhante à descrita para o método anterior, sendo, nesse caso, adotados apenas três padrões; 3 e 4. Métodos da altura da Planta + cobertura do Solo (Alt + Cob) e do índice altura da planta x cobertura do solo (Alt x Cob). Para este método foi medida a altura da planta, em metros, em 25 pontos onde o quadrado era colocado dentro da pastagem com base na altura da forragem existente, usando-se uma régua graduada (com escala de 5 cm). Concomitantemente, era estimada a cobertura do solo (%), em que 0 (zero) e 100 correspondiam à mínima e à máxima cobertura vegetal do solo, respectivamente, usando um intervalo de cinco unidades. Essas amostras foram cortadas, pesadas e secas, para obtenção das medidas de peso. Juntamente com as estimativas de altura e cobertura, foram estimadas equações de regressão do peso seco (Y), em função das variáveis em conjunto (Alt + Cob), ou pelo seu índice (Alt x Cob). Antes de cada avaliação foi realizado treinamento pelos observadores, com os objetivos de assimilar a metodologia e obter melhor conhecimento da vegetação existente na área. Neste caso, as análises de regressão da produção de matéria seca foram realizadas apenas em função da altura + cobertura (Alt + Cob) e do índice altura x cobertura (Alt

x Cob), gerando duas metodologias de avaliação; 5. Método Direto, realizado por meio de corte rente ao solo e pesagem de 25 amostras, usando-se um quadrado de um metro de lado; 6. Método Teste, realizado em uma superfície de 400 m<sup>2</sup> (400 vezes o tamanho da amostra experimental) demarcada dentro da área experimental, e toda forragem contida nessa área foi cortada e pesada para determinação da massa verde produzida. Vinte subamostras de forragem foram coletadas para posterior determinação da matéria seca. Para todos os métodos, foi usado um quadrado de 1 m<sup>2</sup>, sendo a forragem cortada rente ao solo, a cada três metros, usando-se amostragem sistemática, procedendo-se, em seguida, à separação das subamostras em planta inteira, caules e folhas e determinação da matéria seca desses componentes. Em todos os métodos, as amostras foram pesadas e secas em estufa a 105 °C, por 36 horas. Logo após o corte para realização das avaliações, foi feito pastejo da área mantendo-se resíduo em torno de 100 cm e aproximadamente 15% de folhas remanescentes. As médias de produção de forragem dos diferentes métodos foram comparadas pelo teste de Newmann-Keuls (P < 0,01).

As premissas básicas para a aceitação do método de avaliação seriam a obtenção de um R<sup>2</sup> de no mínimo 0,80 e a obtenção de menor superestimativa em relação ao método teste, o que significa maior rigor na avaliação.

Na Tabela 9, são mostradas as equações de regressão da produção de matéria seca total de capim-elefante em função dos escores estabelecidos, para cada observador, para cada método, com os respectivos R<sup>2</sup>.

**Tabela 9.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) da produção de matéria seca total de capim-elefante (Y, kg/m<sup>2</sup>), em função de X (escore, metro, porcentagem), usando diferentes métodos e três observadores.

Método	Avaliador	Equação	R <sup>2</sup>
MRVC(0 - 3)	1	Y = 0,1120 + 0,6175X + 0,0908X <sup>2</sup>	0,89
	2	Y = 0,1891 + 0,2144X + 0,3690X <sup>2</sup>	0,82
	3	Y = 0,0816 + 0,7851X + 0,0100X <sup>2</sup>	0,74
MRVC(1 - 3)	1	Y = -0,7959 + 1,5004X - 0,1827X <sup>2</sup>	0,87
	2	Y = -0,6643 + 1,3711X - 0,1329X <sup>2</sup>	0,81
	3	Y = -0,7550 + 1,4774X - 0,1496X <sup>2</sup>	0,86
ALT + COB	1	Y = 0,1708 + 0,0206X + 0,0002X <sup>2</sup>	0,62
	2	Y = 0,2922 + 0,0043X + 0,003X <sup>2</sup>	0,60
	3	Y = 0,3927 - 0,0002X + 0,003X <sup>2</sup>	0,62
ALT x COB	1	Y = 0,2154 + 0,9070X + 0,2614X <sup>2</sup>	0,76
	2	Y = 0,2397 + 0,5389X + 0,7255X <sup>2</sup>	0,78
	3	Y = 0,3284 + 0,4336X + 0,5694X <sup>2</sup>	0,76

<sup>1</sup>Equações em que os valores de β (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F (P < 0,01).

Observou-se que os métodos de Rendimento Visual Comparativo (MRVC 0 - 3 e 1 - 3) sempre apresentaram os maiores R<sup>2</sup> em comparação aos demais métodos, enquanto os métodos baseados na altura da planta e na

cobertura do solo apresentaram valores mais baixos. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Lopes (1998).

As análises de regressão entre os escores registrados pelos avaliadores e a produção de matéria seca (Tabela 10) mostraram altos valores de  $R^2$  para o método MRVC (0-3). Houve diferença entre os avaliadores quanto às estimativas individuais, principalmente devido à maior experiência prática de alguns avaliadores em relação a outros. Os observadores 1 e 2 obtiveram  $R^2$  mais elevados, justificando a maior experiência anterior em avaliações de forrageiras prostradas.

**Tabela 10.** Estimativas da produção de matéria seca total de capim-elefante (MS - kg/ha), por observador, usando seis métodos de amostragem, na primeira avaliação (dezembro/97).

Método	Avaliador	MS - kg/ha
MRVC (0 - 3)	1	8.395 ± 940
	2	9.622 ± 1.270
	3	11.198 ± 1.702
MRVC (1 - 3)	1	10.402 ± 2.876
	2	10.045 ± 2.421
	3	11.613 ± 3.368
ALT + COB	1	9.684 ± 2.130
	2	5.809 ± 1.057
	3	9.681 ± 2.033
ALT x COB	1	7.007 ± 1.191
	2	6.094 ± 908
	3	9.194 ± 1.563
Método direto		6.925 ± 1.939
Método teste		4.950

O método MRVC (1-3) apresentou valores de  $R^2$  muito próximos aos do primeiro método, para as mesmas variáveis. Porém observou-se uma falha nesse método, pois, quando o quadrado era colocado em uma área que possuía pouca ou nenhuma forragem (área vazia), o escore não poderia ser zero, já que o valor mínimo deveria ser 1, o que levava a uma superestimativa da disponibilidade de forragem.

As equações de regressão para estimativa da produção de matéria seca, em função do índice altura x cobertura (Alt x Cob), revelaram maiores  $R^2$ , sendo mais eficientes do que as mesmas variáveis usadas isoladamente (Cóser et al., 1998). Isto ocorre porque o índice Alt x Cob permite melhor noção da densidade de forragem pois a altura da planta e a cobertura do solo são variáveis complementares.

Na Tabela 11 encontram-se os valores de disponibilidade de forragem de caules estimados pelos métodos indiretos, por observador, bem como os obtidos pelo método direto e também a produção obtida pelo Método Teste. Observa-se que houve uma tendência de superestimativa da produção de matéria seca pelos avaliadores quando se usaram métodos indiretos.

**Tabela 11.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) da produção de matéria seca de caule de capim-elefante (Y, kg/m<sup>2</sup>), em função de X (escore, metro, porcentagem), usando diferentes métodos e observadores.

Método	Avaliador	Equação	$R^2$
MRVC (0 - 3)	1	$Y = 0,0693 + 0,2300X + 0,0685X^2$	0,88
	2	$Y = 0,1040 + 0,0359X + 0,2074X^2$	0,82
	3	$Y = 0,0471 + 0,3260X + 0,0248X^2$	0,72
MRVC (1 - 3)	1	$Y = -0,4265 + 0,7660X - 0,0947X^2$	0,85
	2	$Y = -0,2692 + 0,5846X - 0,0370X^2$	0,78
	3	$Y = -0,4219 + 0,7796X - 0,0867X^2$	0,84
ALT + COB	1	$Y = 0,1168 + 0,0050X + 0,0001X^2$	0,61
	2	$Y = 0,2008 - 0,0055X + 0,0003X^2$	0,59
	3	$Y = 0,2404 - 0,0067X + 0,0003X^2$	0,63
ALT x COB	1	$Y = 0,1378 + 0,1663X + 0,4944X^2$	0,79
	2	$Y = 0,1636 - 0,877X + 0,8145X^2$	0,79
	3	$Y = 0,1932 - 0,0438X + 0,6039X^2$	0,78

<sup>1</sup> Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

Este fato provavelmente ocorreu devido à dificuldade na visualização das áreas livres de forragem dentro da pastagem no momento da sua padronização quando não se conseguia detectar a área com menor quantidade de forragem.

As produções de forragem estimadas obtidas pelo Método Teste foram menores que as dos demais métodos. As maiores diferenças foram observadas nos MRVC (0-3 e 1-3), e a menor no método direto.

Os  $R^2$  observados para produção de caule (Tabela 11) foram semelhantes aos da matéria seca da planta inteira, em todos os métodos. Ressalta-se também que o MRVC (0-3) e o MRVC (1-3) proporcionaram os maiores valores de  $R^2$ .

Na produção de matéria seca de caule (Tabela 12), os valores, em todos os métodos, também mostraram-se superestimados em relação ao do Método Teste.

**Tabela 12.** Estimativas de produção de matéria seca de caule de capim-elefante, para cada observador usando seis métodos de amostragem, na primeira época de avaliação (dezembro/97).

Método	Avaliador	MS - kg/ha
MRVC (0 - 3)	1	3.862 ± 453
	2	4.558 ± 642
	3	5.252 ± 864
MRVC (1 - 3)	1	5.071 ± 1.395
	2	4.889 ± 1.246
	3	5.671 ± 1.751
ALT + COB	1	4.952 ± 1.114
	2	2.793 ± 517
	3	5.764 ± 1.498
ALT x COB	1	3.643 ± 549
	2	2.850 ± 385
	3	5.679 ± 877
Método direto	-	2.656 ± 740
Método teste	-	1.875

Nota-se que a maior diferença encontrada em produção de forragem foi para o MRVC 0-3 e 1-3, quando comparados

aos resultados pelo Método Teste, contrariando a tendência verificada pelos  $R^2$  para este.

Nas equações que estimam a produção de folhas (Tabela 13), os valores de  $R^2$  foram semelhantes aos da produção de caule.

**Tabela 13.** Equações de regressão<sup>1</sup> e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) da produção de folhas de capim-elefante (Y, kg/m<sup>2</sup>), em função de X (escore, metro, porcentagem), usando diferentes métodos e observadores.

Métodos	Avaliador	Equação	$R^2$
MRVC (0 - 3)	1	$Y = 0,0427 + 0,3875X + 0,0223X^2$	0,88
	2	$Y = 0,0851 + 0,1785X + 0,1616X^2$	0,80
	3	$Y = 0,0345 + 0,4591X - 0,0148X^2$	0,74
MRVC (1 - 3)	1	$Y = 0,3698 + 0,7347X - 0,0881X^2$	0,81
	2	$Y = -0,3955 + 0,7871X - 0,0961X^2$	0,78
	3	$Y = -0,3336 + 0,6984X - 0,0630X^2$	0,82
ALT + COB	1	$Y = 0,0539 + 0,0156X - 0,0001X^2$	0,62
	2	$Y = 0,0913 + 0,0099X - 0,00001X^2$	0,60
	3	$Y = 0,1523 + 0,0066X - 0,00002X^2$	0,58
ALT x COB	1	$Y = 0,0775 + 0,7410X - 0,2331X^2$	0,70
	2	$Y = 0,0760 + 0,6267X - 0,0889X^2$	0,73
	3	$Y = 0,1351 + 0,4775X - 0,0345X^2$	0,68

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

O MRVC (0-3) e o MRVC (1-3) apresentaram os maiores  $R^2$ , mostrando que a maior parte da forragem produzida nestes casos foi função dos escores registrados.

As estimativas da produção de folhas (Tabela 14) foram maiores que as de caules pois as folhas possuíam maior porcentagem de matéria seca que os caules.

**Tabela 14.** Estimativas de produção de matéria seca de folhas de capim-elefante (MS - kg/ha) para cada observador, usando seis métodos de amostragem, em dezembro/97.

Método	Avaliador	MS - kg/ha
MRVC (0 - 3)	1	4.533 ± 495
	2	5.083 ± 612
	3	5.946 ± 900
MRVC (1 - 3)	1	5.329 ± 1.458
	2	5.156 ± 1.219
	3	5.943 ± 1.632
ALT + COB	1	4.342 ± 998
	2	3.073 ± 584
	3	3.565 ± 728
ALT x COB	1	3.365 ± 588
	2	2.959 ± 514
	3	4.328 ± 788
Método direto	-	4.270 ± 791
Método teste	-	3.075

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

Todos os métodos superestimaram a produção de matéria seca em relação ao método direto e ao método Teste.

As equações de regressão e os respectivos  $R^2$  e CV para os diferentes métodos para a primeira época de amostragem encontram-se na Tabela 15.

**Tabela 15.** Equações de regressão<sup>1</sup>, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e de variação (CV) da produção de matéria seca total de capim-elefante (Y, kg/m<sup>2</sup>), em função de X (escore, metro, %),  $X_1$  (metro) e  $X_2$  (%), em dezembro de 1997, usando seis métodos de avaliação.

Método	Equação de regressão	$R^2$	CV
MRVC (0 - 3)	$Y = -0,3319 + 0,8997X$	0,78	29,15
MRVC (1 - 3)	$Y = -0,2757 + 0,5993X$	0,77	34,77
ALT + COB	$Y = -0,2996 + 0,1553X_1 + 1,3487X_2$	0,52	35,09
ALT x COB	$Y = -0,1951 + 0,7941X$	0,57	36,33
Direto	-	-	33,69
Teste	-	-	-

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

Observa-se que o MRVC, nas duas versões (0-3 e 1-3), apresentou os maiores valores de  $R^2$ , próximos de 0,80, significando que cerca de 80% da produção de matéria seca é devida aos padrões de rendimento estabelecidos. Pelos altos valores de  $R^2$ , aliados aos mais baixos coeficientes de variação (CV), esses métodos proporcionaram as melhores estimativas da forragem disponível. Resposta semelhante foi observada na segunda amostragem (Tabela 16), sendo verificados valores ainda mais altos de  $R^2$ , de 0,87 e 0,84, para os métodos MRVC 0-3 e 1-3, respectivamente, cujos CV foram bastante reduzidos em relação à primeira época de amostragem.

**Tabela 16.** Equações de regressão<sup>1</sup>, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e de variação (CV) da produção de matéria seca total de capim-elefante (Y, kg/m<sup>2</sup>), em função de X (escore, metro, %),  $X_1$  (metro) e  $X_2$  (%), em 2/1998, usando seis métodos de avaliação.

Método	Equação de regressão	$R^2$	CV
MRVC (0 - 3)	$Y = -0,5109 + 0,8997X$	0,87	19,9
MRVC (1 - 3)	$Y = -0,4702 + 0,8771X$	0,84	22,5
ALT + COB	$Y = -0,3645 + 0,1215X_1 + 1,4329X_2$	0,64	23,4
ALT x COB	$Y = -0,1240 + 0,9999X$	0,70	22,3
Direto	-	-	24,7
Teste	-	-	-

<sup>1</sup>Equações em que os valores de  $\beta$  (coeficiente de X) foram significativos pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

Entre esses dois métodos destaca-se o (MRVC 0-3), com a inclusão do padrão área descoberta como o método mais eficiente e confiável, para a avaliação da produção de forragem dessa espécie. Todos os métodos testados apresentaram valores altos de  $R^2$  e mais baixos CV, na segunda amostragem. Deve-se salientar que o Método Direto, muito usado na avaliação de pastagens, mostrou os mais altos valores de CV, sendo os métodos que envolvem altura da planta e cobertura do solo intermediários.

Pela Tabela 17, nota-se que todos os métodos superestimaram a produção de forragem, em comparação ao Método Teste; no entanto, o MRVC 0-3 foi o que mais se aproximou dele, superestimando a forragem disponível em 15,3 e 10,8%, na primeira e segunda amostragem, respectivamente, mostrando ser o método mais eficiente e

confiável em estudos de disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante.

**Tabela 17.** Estimativas da produção de matéria seca total de capim-elefante usando seis métodos e superestimativas (%) em relação ao Método Teste, em dezembro/97 e fevereiro/98.

Método	Produção de matéria seca (kg/ha) <sup>1</sup>		Estimativa em relação ao Método Teste (%)	
	Dezembro/97	Fevereiro/98	Dezembro/97	Fevereiro/98
MRVC (0 - 3)	6,283 b	8,235 b	15,3	10,8
MRVC (1 - 3)	7,635 a	8,881 a	40,1	19,5
ALT + COB	6,855 b	8,550 ab	25,8	15,1
ALT x COB	6,496 b	8,644 ab	19,2	16,3
Direto	7,544 a	8,997 a	38,4	21,1
Teste	5,451 c	7,430 c	-	-

<sup>1</sup> Seguidas por letras diferentes, as médias, em cada coluna, diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste de Newmann-Keuls.

A partir dos resultados pode-se concluir que o MRVC, com a inclusão do padrão área descoberta, foi o mais eficiente e confiável dos métodos, devendo ser indicado para avaliações de disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante.

## Uso do MRVC (0-3) e da técnica do pastejo simulado (PSIM)

Os objetivos deste trabalho foram comparar estimativas da forragem potencialmente consumível obtidas pelo Método do Rendimento Visual Comparativo e pela Técnica do Pastejo Simulado, em duas épocas e selecionar a metodologia de avaliação mais eficiente e confiável para a avaliação de pastagens de capim-elefante.

Em março e abril de 2001 foram realizadas estimativas da forragem potencialmente consumível pelos animais em pastagem de capim-elefante, usando-se duas metodologias de avaliação. Para o Método do Rendimento Visual Comparativo (MRVC, 0-3) foram determinados os padrões com maior e menor quantidade de forragem disponível dentro da pastagem (padrões 1 e 3) por meio de avaliações visuais (altura e densidade). Na seqüência foi definido o padrão intermediário (padrão 2), seguindo-se o corte e a pesagem para verificação dos respectivos padrões. Após isso, houve um treinamento para sua melhor fixação. O padrão 0 foi localizado em área com ausência total de forragem. Após definidos os padrões extremos e intermediários, foram realizadas as avaliações visuais por cada um dos três avaliadores em cada uma das 25 amostras que foram coletadas manualmente e pesadas. Deve-se ressaltar que essas amostras eram constituídas, basicamente, do componente folhas verdes procedentes de perfilhos aéreos e basais, sendo descartadas as folhas senescentes e

mortas. De cada amostra foi retirada uma subamostra, encaminhada ao laboratório para posterior determinação de matéria seca. Depois desta etapa, cada observador realizava 30 novas avaliações visuais dentro da área experimental em diferentes pontos, que foram convertidas em estimativas de matéria seca, a partir das equações de regressão da produção de matéria seca em função dos padrões estimados.

A técnica do pastejo simulado preconizada por Aroeira et al. (1999) foi empregada para a seleção de três touceiras de capim-elefante, representando as produções de forragem alta (3), média (2) e baixa (1) existente na pastagem antes da entrada dos animais em cada um dos seis piquetes avaliados. De cada uma dessas touceiras foram removidas manualmente as folhas e colmos macios, simulando pastejo. As amostras foram secas em estufa, para determinação da matéria seca. Após a saída dos animais, o número de touceiras existentes em 49 m<sup>2</sup> de cada piquete foi contado. A produção de matéria seca de cada amostra, em cada piquete, em cada época de amostragem, multiplicada pelo número de touceiras por piquete, resultou na estimativa da produção de matéria seca (kg/ha), originando 18 estimativas, em cada época de amostragem. Essas estimativas foram analisadas por meio de regressão linear da produção de matéria seca em função dos respectivos padrões estimados, usando-se o pacote estatístico PROC REG versão 6.12 para Windows (SAS Institute, 1998). As estimativas da forragem de capim-elefante potencialmente consumível obtidas pelos dois métodos foram comparadas usando-se o teste F a 1% de probabilidade. Da mesma forma, os valores de intercepto (a) e do coeficiente angular (b) das equações de calibração dos dois métodos foram comparadas por meio do LSMEANS (SAS Institute, 1998), usando-se um nível de significância de 1%.

As premissas básicas para recomendação do método de avaliação da forragem potencialmente consumível em pastagem de capim-elefante seriam a obtenção de valores de R<sup>2</sup> iguais ou superiores a 0,80, além de apresentar menores variações, o que significa maior precisão nas avaliações dessa gramínea.

Os resultados mostrados na Tabela 18 indicam que os dois métodos de estimativa da forragem potencialmente consumível de capim-elefante sob pastejo apresentaram valores de R<sup>2</sup> acima de 0,92 (MRVC) e de 0,83 (PSIM), o que satisfaz a premissa básica estabelecida de 0,80, como o valor de R<sup>2</sup> mínimo para serem aceitos como método para a avaliação de pastagem de capim-elefante. Esse fato possibilita afirmar que ambos podem ser utilizados para avaliação da variável proposta, embora o método do rendimento visual comparativo (MRVC) tenha permitido valores mais elevados quando comparados com a técnica

do pastejo simulado (PSIM), nas duas avaliações. Esses altos valores de  $R^2$  significam que uma proporção significativa da variação em produção de forragem potencialmente consumível pôde ser devidamente explicada pelos escores e padrões determinados pelos dois métodos de avaliação.

**Tabela 18.** Equações de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e coeficientes de variação (CV) da produção de matéria seca em função dos escores estimados, em duas épocas de amostragem, usando dois métodos de avaliação.

Método	Observador	Equação de regressão	$R^2$	CV
Época 1				
MRVC	1	$Y = 256,85 + 763,50X$	0,96	6,0
	2	$Y = 109,94 + 820,69X$	0,95	7,4
	3	$Y = 92,97 + 819,17X$	0,92	9,2
	4	$Y = 138,16 + 815,81X$	0,94	8,0
PSIM	1	$Y = -238,83 + 1.046,38X$	0,83	21,8
Época 2				
MRVC	1	$Y = -32,24 + 1.281,76X$	0,89	11,3
	2	$Y = 270,19 + 1.140,14X$	0,89	12,0
	3	$Y = 159,43 + 1.229,18X$	0,87	15,8
	4	$Y = 268,79 + 1.138,06X$	0,89	12,8
PSIM	1	$Y = -172,67 + 1.049,94X$	0,83	21,1

Valores de  $R^2$  entre 0,80 e 0,85 foram obtidos por Cóser et al. (2000), estimando a disponibilidade de forragem de capim-elefante com o uso do índice altura da planta x cobertura do solo. Segundo Thomson (1986), valores de  $R^2$  inferiores a 0,75 são considerados insatisfatórios para predição da forragem disponível em pastagens. Nesse sentido, Cóser et al. (2002) preconizam valores de  $R^2$  iguais ou superiores a 0,80 para que o método seja recomendado. Deve-se ressaltar que essas avaliações anteriormente eram realizadas pelo método direto (corte) que, além de trabalhoso e destrutivo, era mais demorado e apresentava, em geral, maior variação, chegando a atingir valores de CV duas vezes superior aos obtidos com os métodos acima. Além disso, verificou-se que o MRVC apresentou menores valores de coeficiente de variação (6,0 a 9,2% e 11,3 a 15,8%, nas épocas 1 e 2, respectivamente) quando comparado ao PSIM (21,8 e 21,1%, nas épocas 1 e 2, respectivamente).

Deve-se ressaltar que o modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados. Embora fossem testados os modelos quadrático, cúbico e exponencial, esses últimos não ofereceram ajustes tão bons quanto o linear, não possibilitando melhoria em significância e precisão das equações geradas.

Os resultados apresentados na Tabela 19 mostram que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os observadores, para o método MRVC, nem entre os métodos de estimativa estudados, demonstrando que os métodos estimam a forragem disponível de maneira semelhante. Nota-se que, na segunda amostragem, ocorrida em abril, houve um aumento significativo na forragem potencialmente

consumível em pastagem de capim-elefante. Essa maior produção de forragem verificada nesta amostragem deve ter ocorrido, provavelmente, devido às condições climáticas favoráveis ao crescimento do capim-elefante nesta época.

**Tabela 19.** Médias estimadas da produção de forragem potencialmente consumível (kg/ha), em pastagem de capim-elefante sob pastejo, em duas épocas de amostragem, usando dois métodos de avaliação.

Método	Observador	Época 1	Época 2
MRVC	1	1.663	2.146
	2	1.551	2.138
	3	1.535	2.192
	4	1.592	2.230
PSIM	1	1.754	2.027

Os resultados apresentados na Tabela 19 mostram não haver diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os observadores, para o método MRVC, nem entre os dois métodos de estimativa estudados, demonstrando que os métodos estimam a forragem disponível de maneira semelhante.

Os valores de intercepto (a) e do coeficiente angular (b) das equações de calibração para os dois métodos são encontrados na Tabela 20.

**Tabela 20.** Valores de intercepto ( $\alpha$ ) e do coeficiente angular ( $\beta$ ) por observador, das equações de calibração do Método do Rendimento Visual Comparativo (MRVC) e da Técnica do Pastejo Simulado (PSIM), em pastagem de capim-elefante, em duas épocas de amostragem.

Método	Observador	Intercepto ( $\alpha$ )		Coeficiente angular ( $\beta$ )	
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
MRVC	1	256,85b	-32,34a	763,50b	1.281,76a
	2	109,94b	270,19a	820,69b	1.140,14a
	3	92,97b	159,43a	819,17b	1.229,18a
	4	138,16b	268,79a	815,81b	1.138,06a
PSIM	1	-238,83b	-172,67a	1.046,38a	1.049,94a

Em geral, tanto os valores de intercepto (a) quanto os valores de coeficiente angular (b) foram influenciados pelas épocas de amostragem (Tabela 20), sendo mais elevados na segunda época de amostragem. Essas variações devem estar relacionadas com a estrutura do dossel vegetativo, principalmente devido a modificações causadas pelas condições climáticas em cada época, bem como pelo resíduo foliar remanescente pós-pastejo. Dessa maneira pode-se sugerir que, embora os métodos tenham proporcionado estimativas semelhantes em cada época, torna-se necessária a calibração dos métodos com mais frequência, ou seja, a cada amostragem, de modo que as equações geradas sejam mais precisas e possibilitem a obtenção de valores confiáveis das estimativas da forragem potencialmente consumível em pastagem de capim-elefante maneja-

da sob pastejo rotativo. Entretanto, a grande vantagem da técnica do PSIM, do ponto de vista prático, é a necessidade de menor tempo de treinamento para sua execução.

A partir dos resultados pode-se concluir que tanto o MRVC quanto a técnica do PSIM podem ser recomendados para avaliações da forragem potencialmente consumível em pastagem de capim-elefante.

## Conclusões gerais

- .. Tanto a altura da planta como a cobertura do solo, quando usados de forma isolada, não possibilitam boas estimativas da forragem disponível em pastagem de capim-elefante manejadas sob pastejo. Já a utilização do índice altura x cobertura permitem estimativas confiáveis.
- .. O método do rendimento visual comparativo, sem a inclusão do padrão zero (área sem cobertura vegetal) superestima a produção de forragem em pastagens dessa forrageira, embora suas estimativas sejam confiáveis. Com a inclusão do padrão 0 (zero), o MRVC proporciona as melhores e mais confiáveis estimativas da produção de matéria seca de capim-elefante sob pastejo.
- .. A técnica do Pastejo Simulado apresenta-se eficiente para estimar a forragem potencialmente consumível em pastagem de capim-elefante, mas as estimativas obtidas pelo método do rendimento visual comparativo são mais confiáveis.
- .. O treinamento dos observadores torna-se decisivo, principalmente no uso do método do rendimento visual comparativo e em áreas manejadas sob pastejo.

## Referências bibliográficas

ABRAMIDES, P.L.G.; ALCÂNTARA, P.B.; STAFUZZA, J.A.; FOSCHINE, A.; DOWER, J.B. Estimativa da quantidade de forragem em pastagens de capins prostrados tropicais, através da medida da altura média da vegetação. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.20, n.1, p.17-41, 1982.

ABRAMIDES, P.L.G.; FRANZINI, W. Utilização de quatro variáveis, isoladas ou associadas, na estimativa de quantidade de forragem em duas pastagens de capins tropicais de hábito cespitoso. **Zootecnia**, Nova Odessa,

v.19, n.2, p.115-139, 1981.

AIKEN, G.E.; BRANSBY, D.I. Observer variability for disk meter measurements of forage mass. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.4, p.603-605, 1992.

AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R. S.; MALDONADO VASQUEZ, H.; MATOS, L. L.; VITTORI, A. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdã, v.78, p.313-324, 1999.

BAKHUIS, J.A. Estimating pasture production by use of grass length and sward density. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.8, p.211-224, 1960.

CAMPBELL, N.A.; ARNOLD, G.W. The visual assessment of pasture yield. **Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry**, Melbourne, v. 13, n.62, p.263-267, 1973.

COELHO, R.W. **Técnicas de estimativa de disponibilidade de forragem**. São Carlos: EMBRAPA – UEPAE, 1984. 28p. (EMBRAPA - UEPAE. Circular Técnica, 2).

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; ALVIM, M.J.; TEIXEIRA, F.V. Altura da planta e cobertura do solo como estimadores da produção de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.4, p.676-680, 1998.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, C.A.B.; GERÔNIMO, O.J.; FREITAS, V.P.; SALVATI, J.A. Avaliação de metodologias para a estimativa da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2002 (No prelo).

CÓSER, A.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MARTINS, C.E.; VERNEQUE, R.S. Relação cobertura:peso em pastagens do planalto de Viçosa, MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.18, n.1, p.48-53, 1989.

CÓSER, A.C.; TEIXEIRA, F.V.; CAMPOS, O.F.; MARTINS, C.E. Utilização das co-variáveis altura da planta e cobertura do solo para a estimativa da forragem disponível em pastagem de capim-elefante. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.804-814, 2000.

DANN, P.R. A calibration method for estimating pasture yield. **Journal of Australian Institute of Agricultural Science**, Melbourne, v.32, n.1, p.46-49, 1966.

- DESPAIN, D.W.; SMITH, E.L. The comparative yield method for estimating range production. Mimeo. 1987.
- ESTRADA, C.L.H.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J. Efeito do número e tamanho do quadrado nas estimativas pelo Botanal da composição botânica e disponibilidade de matéria seca de pastagens cultivadas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.5, p.483-493, 1991.
- FRIEDEL, M.H.; CHEWINGS, V.H.; BASTIN, G.N. The use of comparative yield and dry-weight-rank techniques for monitoring arid rangeland. **Journal of Range Management**, Denver, v.41, n.5, p.430-435, 1988.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA-CNPGL, 1986. 197p.
- GIRARDI-DEIRO, M.G; GONÇALVES, J.A.N. 1987. Determinação do tamanho e número de amostras da vegetação do campo natural em Bagé, RS. EMBRAPA, CNPO-Coletânea de Pesquisas Forrageiras. I - DT - Bagé, RS.
- GUZMAN, G.A.B.; NASCIMENTO JR.; D., REGAZZI, A.J. et al. Estudo do tamanho e forma ideal da unidade amostral na avaliação da disponibilidade de matéria seca em pastagens. I. Método de máxima curvatura do coeficiente de variação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.3, p.396-405, 1992.
- HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.15, n.76, p.663-670, 1975.
- LOPES, R.S. **Avaliação de métodos para a estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante**. Viçosa – MG: Departamento de Zootecnia – UFV, 1998. 60p. (Tese Mestrado).
- LOPES, R. S.; FONSECA, D.M.; CÓSER, A.C.; NASCIMENTO JR., D.; MARTINS, C.E.; OBEID, J.A. Avaliação de métodos para estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.40-47, 2000.
- MORLEY, F. H. W.; BENNETT, D.; CLARK, K. W. The estimation of pasture yield in large grazing experiments. CSIRO. **Field Station Record**, v.3, n.2, p.43-47, 1964.
- O'ROURKE, P.K.; McCOSKER, T.H.; TEITZEL, J.K. et al. Application and appraisal of a visual estimation technique for composition and yield sampling of grasslegume pastures in the wettropics of north-eastern Australia. **Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry**, Melbourne, v.24, n.127, p.535-542, 1984.
- PASTO, J.K.; ALLISON, J.R.; WASHKO, J.N. Ground cover and height of sward as a means of estimating pasture production. **Agronomy Journal**, Madison, v.49, n.8, p.407-409, 1957.
- PAYNE, G.F. Cover-weight relationships. **Journal of Range Management**, Denver, v.27, n.5, p.403-404, 1974.
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide: release. 6.03, Cary, 1998. 1028p.
- SPEDDING, C.R.W.; LARGE, R.V. A point-quadrat method for the description of pasture in terms of height and density. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v.12, n.4, p.229-234, 1957.
- THOMSON, N.A. **Techniques available for assessing pasture**. Dairy Farming Annual, Massey University, New Zealand, p.113-121, 1986.
- WHITNEY, A.S. Measurement of foliage height and its relationships to yields of two tropical forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, n.2, p.334-336, 1974.

**Circular  
Técnica, 71**

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Gado de Leite**  
Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom Bosco  
36038-330 Juiz de Fora – MG  
**Fone:** (32)3249-4700  
**Fax:** (32)3249-4751  
**E-mail:** sac@cnppl.embrapa.br

**1ª edição**  
1ª impressão (2002): 500 exemplares

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** *Mário Luiz Martínez*  
**Secretária-Executiva:** *Inês Maria Rodrigues*  
**Membros:** *Aloísio Torres de Campos, Angela de Fátima A. Oliveira, Antônio Carlos Cóser, Carlos Eugênio Martins, Edna Froeder Arcuri, Jackson Silva e Oliveira, João César de Resende, John Furlong, José Valente, Marlice Teixeira Ribeiro e Wanderlei Ferreira de Sá.*

**Expediente**

**Supervisão editorial, tratamento das ilustrações e editoração eletrônica:** *Angela de Fátima Araújo Oliveira*  
**Revisão de texto:** *Newton Luís de Almeida*