



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS TÉCNICAS DE
AMOSTRAGEM PARA AVALIAÇÃO DA MASSA
FORRAGEIRA EM PASTAGEM

Gelson dos Santos Difante

Matrícula 45901

Prof. Domicio do Nascimento Júnior

ZOO 752

VIÇOSA – MINAS GERAIS

Dezembro/2003

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE | 2 |
| INTRODUÇÃO | 3 |
| MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM..... | 4 |
| Escolha do método..... | 5 |
| Amostragem | 6 |
| Frequência de corte | 7 |
| Altura de corte | 8 |
| Número de quadros..... | 9 |
| Tamanho de quadros | 10 |
| Forma dos quadros | 11 |
| Métodos de avaliação de massa de forragem..... | 12 |
| Estimativas visuais | 12 |
| Altura comprimida | 15 |
| Altura do dossel..... | 16 |
| Sonda eletrônica | 16 |
| COMPARAÇÕES ENTRE OS MÉTODOS DE ESTIMATIVAS DE MASSA DE FORRAGEM..... | 17 |
| PRESENÇA DE ÁRVORES E ARBUSTOS | 19 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 19 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 20 |

INTRODUÇÃO

A maioria das propriedades pecuárias apresentam índices de produtividade muito baixos e são caracterizados por deficiências de manejo, dentre as quais, ausência de monitoramento e controle da condição do pasto e da produção de forragem. A estimativa da variação da massa de forragem é uma das formas mais efetivas de gerar subsídios para os diversos processos de gerenciamento e tomada de decisão sobre o manejo do pastejo.

Existem várias técnicas disponíveis para estimar a massa de forragem das pastagens, como o corte de toda a forragem e sua pesagem; cortes de áreas de tamanho conhecido e métodos indiretos que correlacionam outras características mais facilmente mensuráveis com a massa de forragem.

Estimar a massa de forragem é imprescindível para o adequado planejamento da atividade, uma vez que a partir dessas estimativas pode-se estimar a taxa de acúmulo de matéria seca, e conseqüentemente, calcular a taxa de lotação e o desempenho animal através de ajustes na quantidade de forragem disponível. Além disso, a quantificação correta fornece indicações constantes sobre a utilização da forragem produzida ou dos níveis de perdas, fatores fundamentais na determinação da produtividade de sistemas agropecuários. A estimativa e o monitoramento das variações em massa de forragem tem um papel fundamental para a organização e racionalização do manejo do sistema.

Por outro lado, de acordo com Frame (1981), em muitos experimentos envolvendo produção animal em pastagens, a falta de medições de massa forrageira significa que informações importantes sobre os efeitos do manejo sobre o acúmulo, a taxa de acúmulo ou o consumo, simplesmente não são gerados, o que compromete a interpretação dos resultados.

Neste contexto, técnicas eficientes que permitam estimativas rápidas e precisas de massa de forragem nas pastagens funcionam como ferramentas essenciais para o uso adequado dos recursos forrageiros existentes. Entretanto, existem algumas dificuldades, para se realizar estas medidas, entre elas, a variabilidade da vegetação tem sido apontada como um dos principais fatores nas pesquisas com pastagens, tornando a avaliação da produção forrageira uma

técnica difícil, que requer adequados procedimentos de amostragem, para se obter melhores estimativas de produção.

O objetivo desta revisão será abordar os principais aspectos que devem ser levados em consideração na avaliação da massa forrageira de uma pastagem, considerando a comunidade vegetal a ser amostrada, o grau de precisão das amostragens, a facilidade e disponibilidade de tempo, a condição da pastagem, e outros fatores que possam auxiliar no conhecimento da área e posterior escolha do método de amostragem.

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM

Massa de forragem, expressa como massa ou peso seco (kg MS/ha), é o total de forragem presente por unidade de área acima do nível do solo. Apesar de ser uma medida instantânea, pontual, a massa de forragem é o ponto de partida para o cálculo de outras respostas de interesse e permite estimar respostas que integram períodos de tempo, como o acúmulo de forragem durante um dado intervalo de tempo ou a taxa média diária de acúmulo de forragem, quando o acúmulo de forragem é dividido pelo número de dias de acúmulo (Pedreira, 2001).

A massa de forragem também é necessária para cálculos de respostas importantes nos ensaios de pastejo, como a oferta de forragem. Teoricamente, o método mais exato de se quantificar a massa de forragem seria cortar toda a forragem de uma pastagem ao nível do solo, secá-la e pesá-la (Burns et al., 1989). Evidentemente, embora isso se constitua numa opção factível em ensaios de corte em pequenas parcelas, quando animais fazem parte do contexto experimental e as áreas de pastagem são bem maiores surge uma dificuldade fundamental que é a necessidade de ter alimento disponível para garantir a continuidade do experimento, além de tornar-se inviável pelo tempo gasto para realização do trabalho e pelo custo com mão-de-obra e equipamentos.

A alternativa, então, passa a ser a amostragem, a partir da quantificação da massa de forragem de uma pequena proporção da pastagem e a partir dessa estimar a massa de forragem de toda a área. Qualquer um dos métodos de

avaliação deve representar de forma precisa as condições e/ou estado das pastagens, sem gerar quantidade excessiva de trabalho e mão-de-obra (Lopes et al.,2000).

Escolha do método

Muitos métodos de avaliação de massa forrageira estão disponíveis e o pesquisador deve estar ciente de sua existência, sua aplicabilidade, e suas limitações para poder realizar a melhor escolha para o tipo de pastagem e de trabalho realizado (Mannetje, 2000). Este autor também relaciona alguns critérios que devem ser levados em consideração para escolha do método de avaliação como: uniformidade, densidade, altura, composição botânica, forma de crescimento das espécies forrageiras, tamanho e forma da área, tempo necessário para a realização das avaliações, infra-estrutura e mão-de-obra disponíveis, precisão requerida, e as particularidades específicas da pastagem que está sendo avaliada.

Um dos fatores que irá influenciar grandemente na escolha do método de amostragem, é a acurácia desejada nas avaliações e a escala de operação. Grande acurácia pode ser requerida para comparação de tratamentos em experimentos que utilizam por exemplo: nível de fertilizantes e avaliação de germoplasmas (Mannetje, 2000).

Para que as medidas sejam significativas e mais acuradas é necessário que os procedimentos de amostragem sejam feitos em um menor tempo possível. Trabalhos em pequenas parcelas, podem ser mais acurados quando são feitos cortes manuais das amostras, entretanto, em grandes áreas, a metodologia mais eficiente será pelos métodos indiretos. Cóser et al. (1998) relataram que a caracterização da pastagem, dos recursos humanos e da infra-estrutura disponível determinará o método de amostragem a ser utilizado.

Sanderson et al. (2001) explicaram que dentre as razões para as correlações pobres (baixos coeficientes de determinação e altos erros-padrão de regressão) entre as amostragens diretas e indiretas, estão a irregularidade do solo (protuberâncias e buracos), pisoteio e acamamento da vegetação,

composição botânica (Karl e Nicholson, 1992), e efeitos de observador (Aiken e Bransby, 1992), e tudo isso aumenta a variabilidade tanto na medição direta como na indireta.

Amostragem

Várias são as propostas de técnicos e pesquisadores como sendo "a melhor" ou a "mais correta" maneira de se amostrar uma área de pastagem para estimar a massa forrageira. Enquanto que alguns insistem na casualização das estações de amostragem, outros argumentam que o mais correto seria a escolha de locais no pasto onde a massa de forragem seria representativa da média. Em ambos os casos os locais seriam, então, cortados e as massas de forragem individuais usadas no cálculo de um valor médio, que seria a estimativa da massa de forragem do pasto. É evidente que há argumentos em favor de um método e do outro, o que, em última análise está associado com a heterogeneidade da vegetação e à dispersão dos valores pontuais de massa de forragem na área a ser amostrada, conforme discutido por Guzman et al. (1992).

De acordo com Mannetje (2000), dependendo do objetivo do estudo deve ser feita a escolha da estratégia de distribuição de amostras, podendo ser casualizada, sistemática ou estratificada.

Na amostragem casualizada, cada unidade tem a mesma chance de ser incluída na amostra e cada unidade é escolhida independentemente da outra. A amostra é capaz de fornecer uma estimativa não tendenciosa das características da população e ainda o erro pode ser estimado satisfatoriamente, desde que um número razoável de unidades seja incluído na amostra .

A distribuição sistemática é objetiva e dá uma representação para cada seção do campo e, para um dado número de amostras, fornecerá maior acurácia do que aquelas alocadas ao acaso, sendo vantajosa quando a vegetação é uniforme ou em estudos da vegetação em função de um determinado gradiente ambiental. O problema desta amostragem é que não se pode ter uma estimativa válida do erro de amostragem, devendo-se reduzir a acurácia, que poderá ser

compensada por um aumento no tamanho da amostra, de forma a obter uma estimativa da acurácia real.

A amostragem estratificada permite reduzir o erro sem aumentar o trabalho, e é mais apropriado quando a área pode ser dividida em estratos, cada um diferente do outro, com maior uniformidade possível dentro deles. Esta distribuição apresenta maior acurácia, em relação às amostragens casualizadas e sistemáticas.

O tamanho, formato, e número das áreas a serem cortadas na amostragem, também têm sido objeto de debate. Do ponto de vista operacional, fica claro que amostras menores são cortadas mais rapidamente, são mais facilmente processadas (caso se deseje a separação de seus componentes), e secam mais depressa do que grandes quantidades de forragem. Aqui também, no entanto, parece que a heterogeneidade espacial da vegetação irá determinar o tamanho da área da amostra, que deverá ser representativa também da estrutura (densidade e variações pontuais de massa de forragem) da área total sendo amostrada. Em outras palavras, todos os componentes estruturais e a variabilidade do pasto deveriam, idealmente, estar representados, na mesma proporção, na área da amostra (Pedreira, 2002).

Freqüência de corte

Os resultados de cortes pouco freqüentes, de duas a três vezes por ano, não devem ser comparados com resultados onde se tem pastejo rotativo intenso nem com pastejo contínuo. Deve-se ficar atento para comparações feitas entre diferentes espécies de gramíneas ou cultivares, onde a data de corte pode apresentar efeito marcante nos resultados, devido a uma interação com a fase de crescimento das gramíneas (Gardner, 1986). Entretanto, uma das formas para se evitar este tipo de comparações, levando a erros de interpretações, seria pelo corte das gramíneas em mesma fase de desenvolvimento.

Altura de corte

A altura que a amostra será cortada, vai depender da espécie presente e do comportamento de pastejo dos animais consumidores. Tradicionalmente, quando se utiliza quadros o corte tem sido feito ao nível do solo, mas isto nem sempre é apropriado. Por exemplo, algumas espécies de gramíneas tropicais e subtropicais tem hábito de crescimento estolonífero e o corte em alturas mais elevadas pode ser mais apropriado, particularmente se as pastagens são consumidas por bovinos que não pastejam tão perto do solo, como os caprinos e ovinos.

Quando se realiza o corte mais próximo ao solo, existe uma maior concentração de peso, devido ao material mais próximo ao solo ser mais denso e pesado, a fim de suportar a parte aérea, significando que uma variação mínima na altura do corte nesta região pode alterar consideravelmente a estimativa de produção. Isto leva a considerações acerca das possíveis interações entre altura do corte e hábito de crescimento das plantas. Gardner, (1986) reporta resultados de trabalhos anteriores de um experimento com *Dactylis glomerata*, com corte manual e mecânico. As produções com corte mecânico mais alto que o manual, mostraram que os cultivares de hábito mais ereto eram mais produtivos. Quando a altura de corte diminuiu, com a utilização de tesouras, as diferenças entre cultivares praticamente desapareceram.

Uma outra consideração a ser feita acerca do corte é devido a menor acurácia na condução da colheita com o uso de máquinas, na inicialização e finalização do corte, assim cuidado especial deve ser dado quando se utiliza máquinas para fazer o corte das unidade amostrais (Mannetje, 2000). O mesmo autor chama a atenção para a dificuldade em se definir o limite da unidade amostral, devido ao distúrbio da vegetação pela alocação do quadro, que poderá empurrar para dentro ou para fora parte da vegetação. Para vegetações baixas e densas, o mais adequado é incluir todo o material presente dentro do limite do quadro. Entretanto para vegetação alta há problema com os limites verticais, já que as plantas não crescem para cima em um plano rigorosamente vertical, e o

material estará presente dentro e fora do quadro. Isto pode ser minimizado pelo corte no plano vertical e depois na horizontal.

A maior ocorrência de viés em experimentos são introduzidos pelos operadores, devido a diferentes técnicas na alocação dos quadros, na técnica do corte, na capacidade de observação ou pela fadiga. Para que o viés seja evitado, cada um poderá selecionar um igual número de unidades amostrais dentro de cada tratamento, ou na repetição, assim as diferenças de operador são eliminadas ou confundidas no efeito dos blocos. A consulta entre operadores antes da amostragem acerca das técnicas a serem utilizadas poderá reduzir o erro entre eles (Mannetje, 2000).

Número de quadros

O número de quadros irá depender da variabilidade da vegetação e do grau de precisão exigido pelo pesquisador, sendo que este número só poderá ser determinado após uma amostragem preliminar da pastagem para a estimativa da variância (Gardner, 1986). Alguns trabalhos estatísticos reportam que dependendo do número de quadros amostrados, poderá se fazer a determinação da variabilidade (Mc Meniman, 1997).

Pacheco (1986) reporta alguns trabalhos que consideram que alguns testes estatísticos requerem um mínimo de 30 amostras, e isto deverá ser utilizado como indicador na ausência de outro critério. E um outro indicativo útil é que a variância dentro da área amostrada deverá ser menor que a variância entre as áreas amostradas.

Gardner (1967) sugere uma fórmula simples para o cálculo do número de amostras:

$$n = \frac{K^2 \times S^2}{(D)^2}, \text{ onde:}$$

n = número de amostras necessárias;

K = coeficiente de confiabilidade (1,6 para 90%, 2 para 95%, 3 para 99%);

S² = variância da amostra;

D = percentagem da variação em torno da média; ex: 10%

precisão requerida

Um exemplo da utilização da fórmula é dado em Gardner (1986), em um exemplo onde foi requerido um erro de $\pm 10\%$, com uma probabilidade de 95%, onde se teria:

$$n = \frac{z^2 \times S^2}{(\text{média}/10)^2}$$

Entretanto, esse cálculo resulta em um número de amostras muito elevado, o que dificultaria a execução do experimento desejado, assim, alguns pesquisadores utilizam da experiência própria e da troca de informações com outros pesquisadores para se determinar um número mais apropriado de amostras.

Tamanho de quadros

O tamanho dos quadros irão depender da uniformidade da área amostrada. Comumente são utilizados quadros de 0,5m x 0,5m (0,25m²), porém, quadros menores tem sido utilizados por pesquisadores em áreas uniformes. Quadros grandes (1,0m x 1,0m) são recomendados em pastagens não homogêneas e em áreas que apresentam solo descoberto (Mc Meniman, 1997).

Walley e Hardy (2000) reportam que a forma circular reduz o efeito de bordadura e que para se reduzir o efeito do corte, o perímetro do quadro pode ser reduzido tanto quanto seja possível dentro da área de amostragem. Porém, Papanastasis (1977) trabalhando com forrageiras no norte da Grécia, com cinco tamanhos de quadros (0,0625; 0,125; 0,250; 0,500 e 1 m²), reporta que os quadros maiores são mais eficientes estatisticamente, porém menos eficientes no tempo de amostragem que os quadros menores. Porém, quando associou-se a eficiência estatística com a eficiência de tempo, verificou-se que o melhor tamanho de quadro foi o de 0,0625 m² (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação da eficiência estatística x eficiência de tempo em pastagens no norte da Grécia.

| Tamanho do quadro (m ²) | Eficiência estatística | Eficiência de Tempo | Eficiência Estatística X Eficiência de Tempo |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|--|
| 0,0625 | 0,21 | 1,00 | 0,21 |
| 0,125 | 0,14 | 0,66 | 0,09 |
| 0,250 | 0,38 | 0,42 | 0,15 |
| 0,500 | 0,32 | 0,22 | 0,07 |
| 1,000 | 1,00 | 0,15 | 0,15 |

Papanastasis, (1977)

Forma dos quadros

A forma das unidades amostrais é determinada principalmente pela forma com que os indivíduos encontram-se distribuídos na área. Quando os indivíduos são distribuídos ao acaso, as formas mais apropriadas são a quadrada e a circular. Caso as espécies encontrem-se amontoadas ou em linhas, a forma retangular resultará em um menor coeficiente de variação (Kershaw, 1964, citado por Walley e Hardy, 2000).

Entretanto, Papanastasis (1977), não observou-se diferenças estatísticas entre diferentes formas de quadro (Tabela 2) o que foi atribuído a grande variabilidade da vegetação.

Tabela 2. Médias de peso das forragens para diferentes formas e tamanhos de quadros e seus respectivos erros (Papanastasis, 1977).

| Tamanho do quadro (m ²) | Forma do Quadro | | |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| | Quadrado (g) | Retangular (g) | Circular (g) |
| 0,0625 | 20,3 +- 4,72 | 25,0 +- 3,15 | 15,4 +- 1,83 |
| 0,125 | 42,4 +- 10,5 | 50,6 +- 8,48 | 43,1 +- 7,27 |
| 0,250 | 89,0 +- 9,44 | 94,6 +- 14,29 | 91,4 +- 9,66 |
| 0,500 | 172,5 +- 19,53 | 145,7 +- 13,96 | 207,6 +- 30,43 |
| 1,000 | 317,9 +- 26,85 | 292,2 +- 22,34 | 325,4 +- 28,35 |

Dentre as unidades de amostragem disponíveis a mais utilizada é o quadro, e de acordo com Papanastasis (1977), o quadro ideal para amostragem é aquele que estima eficientemente a quantidade de forragem com o menor custo, o qual está diretamente relacionado com o tempo de amostragem.

Métodos de avaliação de massa de forragem

Uma alternativa que permita uma melhor representação espacial da área amostrada exige que muitos valores de massa de forragem sejam medidos na área avaliada. Isso só é possível se cada "leitura" de massa de forragem puder ser feita de maneira rápida e não destrutiva. Assim, passa a ser importante identificar características da vegetação que estejam altamente correlacionadas com massa de forragem e que possam ser medidas rápida e facilmente. Neste caso, a quantificação da massa de forragem passa a ser baseada em amostragens indiretas usando técnicas que devem ser calibradas contra valores reais de massa de forragem medidos por amostragem direta (destrutiva).

A calibração deve ser feita abrangendo a maior amplitude possível de valores de massa de forragem para que, através de análise de regressão, seja possível estabelecer a relação funcional entre a leitura fornecida pelo método indireto e a massa de forragem, o que envolve a avaliação dos parâmetros da regressão como coeficiente de determinação e erro padrão da regressão (Pedreira, 2001). Nesses locais, portanto, faz-se a dupla amostragem.

Existem vários métodos de dupla amostragem, que vão desde estimativas visuais, até a utilização de aparelhos mais sofisticados, entretanto, independente do método utilizado, este deverá ser calibrado pelo corte de amostras.

Estimativas visuais

Podem ser feitas de diversas maneiras são muito sujeitas ao efeito do observador. Exige treinamento prévio para que seja exata e precisa. Uma variação que pode reduzir a subjetividade ao se tentar atribuir um valor absoluto de massa de forragem a um ponto da pastagem foi proposta por Haydock e Shaw

(1975). Nesse procedimento, faz-se a seleção de pontos abrangendo a amplitude de massa de forragem da pastagem que são classificados com notas (cinco pontos, classificados de 1 a 5, por exemplo) conforme a massa forrageira. Esses locais, após receberem suas notas são cortados e a massa de forragem de cada um deles é posteriormente medida após secagem em estufa. Após o corte o observador estabelece um caminhamento onde periodicamente ele pára e dá uma nota a um grande número de estações, de acordo com o critério estabelecido. Com a calibração que dá a correspondência entre "nota" e massa de forragem, o observador calcula a nota média de todas as estações avaliadas visualmente e entra com esse valor na equação de regressão, chegando assim ao valor médio de massa de forragem para a pastagem.

Aqui a variação de observador para observador pode ser muito grande e observadores pouco ou mal treinados tendem a fazer observações pouco exatas e pouco precisas (Frame, 1981). Isto, de acordo com Mannetje (2000), pode fazer com que a técnica de avaliação visual possa ter seu uso restrito a aplicações práticas em propriedades, sendo de valor limitado em situações de pesquisa.

Segundo Gardner (1986), este é o método mais simples para se estimar a quantidade de forragem disponível. Este método pode parecer impreciso, porém com o treinamento do observador se obtêm resultados confiáveis. Em termos gerais estas técnicas necessitam de um grande número de estimativas visuais de amostras e em poucos casos são feitos corte.

Nascimento Junior et al. (1982) determinando a estimativa de peso de forragem pelo método de dupla amostragem, mostrou que a técnica de estimativa visual apresentou relação linear significativa entre matéria verde real e matéria verde estimada visualmente, em épocas, pedopaisagens e áreas distintas na região de Viçosa. Mc Meniman (1997) reporta que no mínimo 50 quadros são necessários para assegurar acurácia, entretanto avaliações com mais de 100 quadros, não apresentaram melhora na acurácia.

Um outro método de estimativa visual pode ser usado para se determinar tanto a composição botânica, feita com base na área coberta por cada espécie, quanto a contribuição de cada espécie para a produção total de matéria seca.

Segundo Gardner (1986), trata-se de técnicas a serem utilizadas quando a pastagem for composta de 2 a 3 espécies. Uma simplificação da técnica do peso seco escalonado foi introduzida por Mannetje e Haydock (1963) e sofreu algumas adaptações até chegar em um refinamento do método que tem sido utilizado em trabalhos com pastagens. Esta técnica consiste na classificação das espécies em primeiro, segundo e terceiro lugar, dependendo de sua participação na produção total de matéria seca. Assim, a espécie que apresentar maior participação apresentará uma contribuição de 70%, a segunda 20% e a terceira 10%, correspondendo à estimativa da contribuição das mesmas à produção total. Qualquer outra espécie presente seria excluída desta estimativa, sendo sua contribuição considerada ínfima. Caso alguma espécie dominante ocupe o primeiro e segundo lugar na classificação, ou, o primeiro, segundo e terceiro lugar, a espécie poderá ocupar os dois ou os três primeiros lugares (100% da produção), respectivamente, conforme descrito por Jones e Hargreaves (1979), denominada classificação cumulativa. Outra possibilidade é a de duas ou três espécies ocuparem a mesma contribuição, ou seja, haverá empate entre elas.

Para obtenção de melhores estimativas é necessário que o observador faça um auto-treinamento, onde ele irá selecionar dois quadros similares no campo. Assim, ele fará estimativas visual dentro de um quadro e no outro procederá o corte, separação manual das espécies, secagem e determinação da percentagem de cada uma. É necessário também que o observador determine também o material morto da planta, para que este não seja incluído na composição botânica (Gardner, 1986).

Porém, a técnica do peso seco escalonado sozinha não apresenta relação com a produção de matéria seca, sendo necessário se fazer uma estimativa da produção, assim Hargreaves e Kerr (1978), desenvolveram um pacote de computação para fazer cálculos de estimativa da produção da pastagem pelo método do rendimento comparativo (Haydock e Shaw, 1975), da composição botânica pelo método do peso seco escalonado (Mannetje e Haydock, 1963), da presença de todas as espécies pela análise de frequência e da porcentagem de solo descoberto pelo método visual.

Altura comprimida

O desenvolvimento e uso do prato ascendente foi descrito por Castle (1976) e Early e Mc Gowan (1979). Este método consiste em um disco de alumínio (0,25 m²) com um orifício no meio, pelo qual passa uma barra marcada em centímetros. O disco pode ser suavemente abaixado até tocar a forragem, ou cair de uma altura predeterminada, sendo a altura do disco anotada. Para calibrar o disco, um arco de metal com mesmo diâmetro do disco é colocado sobre o solo e a forragem dentro do arco é cortada, secada e pesada. A relação entre a altura do disco e a produção de matéria seca é estabelecida por meio de uma análise de regressão, que deverá ser feita para cada espécie forrageira e/ou fase de crescimento (Gardner, 1986).

Esta técnica é atraente, pois é baseada no princípio de que as leituras do instrumento são influenciadas por combinações de altura e densidade da cobertura vegetal, isto é, tem a vantagem de combinar duas características do dossel (altura e densidade) que, em conjunto, estão mais fortemente associadas com massa de forragem que a altura sozinha (Mannetje, 2000).

Gardner (1986) reporta correlações muito altas ($r > 0,9$) em pastagens de *Brachiaria mutica*. O disco ou prato ascendente é uma técnica indireta considerada eficiente para medir a massa de forragem de dosséis de porte médio a baixo, de espécies folhosas e de colmos macios. Em dosséis com colmos muito grandes e rígidos a leitura pode não levar em conta a densidade, mas responder apenas à altura, resultando em correlações fracas entre altura do prato e massa de forragem. A técnica do disco ou prato medidor não é indicada para dosséis de porte alto ou onde grande parte da vegetação está "acamada" (Mannetje, 2000)

De acordo com Fulkerson e Slack (1993), o número de pontos necessários para a obtenção da acurácia das curvas preditas são de aproximadamente 80 e o número de leituras de medidores então requeridas para obter estimativas acuradas de produção de pastagem é de aproximadamente 100.

Altura do dossel

Procedimento semelhante à avaliação visual. Calibra-se a altura como indicador de massa de forragem e mede-se a altura da forragem com uma régua em um grande número de estações. A altura média é usada na equação de calibração para estimar a massa de forragem da área. Esse método tem a vantagem de ser simples e de não requerer equipamento sofisticado (apenas uma régua graduada). Todavia, o uso da altura para estimar a massa de forragem está, em geral, associado com baixa precisão e baixa exatidão por medição, pois apenas uma aproximação é conseguida em relação ao valor real de massa de forragem (Pedreira, 2001).

A relação entre altura e a massa de forragem não é constante dentro da amplitude normalmente observada em comunidades de plantas forrageiras principalmente as gramíneas tropicais. Em geral, a densidade varia menos em dosséis de leguminosas do que de gramíneas e varia mais dentro de dosséis de gramíneas de clima temperado do que nos de gramíneas de clima tropical (Sollenberger e Burns, 2001).

O uso da altura do dossel como medida indireta é, portanto, melhor relacionado com a massa de forragem se a densidade do dossel for uniforme e constante ao longo de todo o perfil. Como isso é improvável, mesmo nos dosséis mais homogêneos, a massa de forragem será, não raramente, superestimada quanto mais alto for o dossel, porque as maiores densidades são freqüentemente encontradas nos estratos inferiores, próximo à base da vegetação.

Sonda eletrônica

Outros métodos indiretos incluem o uso da capacitância medida por uma sonda eletrônica. Alguns modelos comerciais estão disponíveis no mercado e, apesar de pouco utilizada no Brasil, a técnica é conhecida e usada em outros países há pelo menos 40 anos (Mannetje, 2000). A quantificação da massa de forragem é baseada no fato de que a capacitância do ar é baixa, enquanto que a da forragem é alta. Similarmente aos outros métodos indiretos, a sonda eletrônica

deve ser calibrada antes do uso para que se possa, então fazer várias leituras de maneira rápida e eficiente abrangendo a variabilidade espacial da pastagem.

Uma das desvantagens da técnica é que a capacitância da massa de forragem depende da espécie e da concentração de água da massa (Mannetje, 2000), o que torna necessário fazer muitas calibrações envolvendo espécies, estádios de maturidade dentro de espécies, e horas do dia (Burns et al., 1981). Em pastagens tropicais, Gardner (1986) reporta que este tipo de medição não é apropriado, devido às forrageiras tropicais apresentarem alta proporção de tecido vegetal morto e senescente, já que o medidor mede a quantidade de água presente e não diretamente a matéria seca, e isto irá interferir na estimativa.

COMPARAÇÕES ENTRE OS MÉTODOS DE ESTIMATIVAS DE MASSA DE FORRAGEM

Cóser *et al.* (2002) comparando seis métodos de estimativa de massa forrageira em pastagem de capim elefante com o objetivo de avaliar a eficiência e confiabilidade em duas épocas do ano (Tabela 5) concluiu que o método do rendimento visual comparativo, com a inclusão do padrão “área descoberta” foi o mais eficiente e confiável dos métodos, devendo ser indicado para as avaliações de disponibilidade de forragem em pastagem de capim elefante.

Tabela 3: Coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) da produção de matéria seca estimada pelos diferentes métodos de avaliação em pastagem de capim elefante. (MRVC = Mét. Rendimento visual comparativo)

| Método | Dezembro | | Fevereiro | |
|--------------|----------|-------|-----------|-------|
| | R^2 | CV | R^2 | CV |
| MRVC (0 – 3) | 0,78 | 29,15 | 0,87 | 19,95 |
| MRVC (1 - 3) | 0,77 | 34,77 | 0,84 | 22,47 |
| ALT + COB | 0,52 | 35,09 | 0,64 | 23,39 |
| ALT X COB | 0,57 | 36,33 | 0,70 | 22,31 |
| Mét. direto | - | 33,69 | | 24,69 |

Ao testar dois métodos indiretos de estimativa de massa forrageira em pastagens de diferentes cultivares de *Cynodon spp.* Cunha (2002) concluiu que as equações de calibração para ambos os métodos devem ser específicas para cada cultivar, as variações na estrutura do dossel ao longo do ano implicam na necessidade de calibração freqüente dos métodos, o número de amostragens para fins de calibração (20 para o disco ascendente e 12 para a régua graduada) deve ser aumentado para que as equações geradas sejam mais robustas e precisas, e que os dois métodos não diferiram em eficácia de predição como pode ser observado na Tabela 5 através da análise dos coeficientes de determinação e coeficiente de variação das equações de calibração.

Tabela 4: Coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV%) das equações de calibração para a estimativa de massa de forragem em pastos formados por cultivares de *Cynodon spp.* através do preto ascendente e régua graduada.

| Cultivar | Prato ascendente | | Régua graduada | |
|------------|------------------|-----|----------------|-----|
| | R^2 | CV% | R^2 | CV% |
| Primavera | | | | |
| Florakirk | 0,54 | 28 | 0,60 | 26 |
| Tifton 85 | 0,73 | 23 | 0,72 | 23 |
| Coastcross | 0,49 | 33 | 0,40 | 36 |
| Verão | | | | |
| Florakirk | 0,80 | 24 | 0,77 | 25 |
| Tifton 85 | 0,77 | 26 | 0,81 | 24 |
| Coastcross | 0,86 | 21 | 0,85 | 22 |
| Outono | | | | |
| Florakirk | 0,52 | 31 | 0,60 | 28 |
| Tifton 85 | 0,65 | 30 | 0,71 | 27 |
| Coastcross | 0,63 | 31 | 0,64 | 30 |
| Inverno | | | | |
| Florakirk | 0,68 | 24 | 0,61 | 26 |
| Tifton 85 | 0,73 | 23 | 0,69 | 25 |
| Coastcross | 0,68 | 27 | 0,64 | 29 |

PRESENÇA DE ÁRVORES E ARBUSTOS

Em áreas de pastagem, freqüentemente são encontradas espécies nativas que variam de pequenos arbustos a grandes árvores e estes podem servir de alimento para os animais. Para se chegar a uma aproximação da estimativa de matéria seca a unidade amostral pode ser desde uma simples árvore/arbusto, a uma linha transecta no solo, ou uma área contendo árvores e arbustos (Mannetje, 2000).

Para se obter a produção total de matéria seca, uma opção é pela técnica destrutiva, com o corte total do arbusto/árvore até uma certa altura acima do nível do solo e se fazer a separação deste material em lenhas ($\varnothing > 5$ mm), gravetos ($\varnothing < 5$ mm), frutas e folhas, que deverão ser secas e pesadas. Deverá se considerar somente as partes comestíveis pelos animais (Mannetje, 2000).

Métodos de produção comparativa têm sido adaptados por Rootthaert e Mannetje (citados por Mannetje, 2000) para estimar a massa de forragem comestível de arbustos de um banco de proteína no Kenya. Eles usaram padrões de arbustos individuais 1 (alto) a 5 (baixo) para produção comestível. A produção de forragem disponível do padrão foi colhido e as médias de produção foram calculadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estimativa da variação da massa de forragem é uma das formas mais efetivas de gerar subsídios para os diversos processos de gerenciamento e tomada de decisão sobre o manejo do pastejo.

Para a tomada de decisão acerca do método a ser utilizado, o pesquisador deverá estar ciente dos requisitos necessários para sua correta escolha entre eles o objetivo do estudo, a comunidade vegetal a ser avaliada, o grau de precisão das amostras e a condição da pastagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKEN, G.E. & BRANSBY, D.I. 1992. Observer variability for disk meter measurements of forage mass. **Agronomy Journal**. 84:603-605.

BURNS, J.C.; LIPPKE, H. & FISHER, D.S. 1989. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. p. 7-19. In: Marten, G.C. (ed.) *Grazing research: design, methodology, and analysis*. CSSA Special Publication no. 16. CSSA-ASA, Madison, WI, USA.

CASTLE, M.E. A simple disc instrument for estimating herbage yield. **Journal of the British Grassland Society**. 31:37-40. 1976.

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. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, 26(3): 589-597. 2002.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; ALVIM, M. J.; TEIXEIRA, F. V. Altura da planta e cobertura do solo com estimadores da produção de massa de forragem em pastagens de capim-elefante. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 27(4): 676-680. 1998.

CUNHA, W. F. da. **Métodos indiretos para estimativa de massa de forragem em pastagens de *Cynodon spp.*** .Dissertação de Mestrado, Piracicaba-Esalq, 2002. 58 p.

DIOGO, J. M. da S. **Avaliação da composição botânica e da produção de matéria seca de pastagens naturais de Viçosa-MG**. Dissertação de Mestrado, Viçosa-UFV, 72 p. 1985.

EARLY, D.F.; Mc GOWAN, A.A. Evaluation and calibration of na automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**. 19:337-343. 1979.

FRAME, J. 1981. HERBAGE MASS. P. 39-69. IN: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S. & LEAVER, J.D. (eds.) Sward measurement handbook. British Grassland Society/Grassland Research Institute, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK.

FULKERSON, W. J.; SLACK, K. Estimating mass of temperate and tropical pastures in the subtropics. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 33:865-869. 1993.

GARDNER, A. L. Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas. Montivideo, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 80 p. 1967.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília, IICA/EMBRAPA – CNPGL. 197 p. 1986.

GUZMAN, G.A.B.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J.; OBEID, J.A. & QUEIROZ, A.C. 1992. Estudo do tamanho e forma ideal da unidade amostral na avaliação da disponibilidade de matéria seca em pastagens. I. Método da máxima curvatura do coeficiente de variação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** . 21:396-405.

HARGREAVES, J.N.G.; KERR, J.D. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield composition. II. Computacional Package Brisbane: CSIRO, Division of Tropical Crops and Pastures, 1978. 88p. (Tropical Agronomy Technical Memorandum, 9)

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**, 15:663-667. 1975.

KARL, M.G. & NICHOLSON, R.A. 1987. Evaluation of the forage disk method in mixed grass rangeland in Kansas. **Journal of Range Management** . 40:467-471.

LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; COSER, A. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; MARTINS, C. E.; OBEID, J. C. Avaliação de métodos para estimação de disponibilidade de forragem em pastagem de capim elefante (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

MANNEJTE, L.; HAYDOCK, K.P. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. **J. Brit. Grassl. Soc.**, Oxford, v.18, n.4, p.268-275, 1963.

MANNETJE, L. Measuring biomass of grassland vegetation. In: FIELD AND LABORATORY METHODS FOR GRASSLAND AND ANIMAL PRODUCTION RESEARCH. Wallingford: CABI Publishing. p. 151-177. 2000.

Mc MENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA. XXXIV. **Anais...** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Juiz de Fora-MG. 1997. p.133-168.

NASCIMENTO JUNIOR, D. do; LUDWIG, A.; MOREIRA, J. O. .Avaliação do método da dupla amostragem na estimativa da matéria verde disponível em pastagens naturais de Viçosa, MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 11(3): 502-511. 1982.

PACHECO, B. M. **Utilização do método da estimativa visual na avaliação de parâmetros vegetativos, em pastagens naturais da zona da mata de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Viçosa-UFV, 1986. 88 p.

PAPANASTASIS, V. P. Optimum size and shape of quadrat for sampling herbage weight in grasslands of Northern Greece. **Journal of Range Management**, 30(6): 446-449. 1977.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2000. **Anais de Palestra**. Recife: SBZ, 2000.

SANDERSON, M.A.; ROTZ, C.A.; FULTZ, S.W. & RAYBURN, E.B. 2001. Estimating forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter, and pasture ruler. **Agronomy Journal**. 93:1281-1286.

SOLLENBERGER, L.E. & BURNS, J.C. 2001. Canopy characteristics, ingestive behavior, and herbage intake in cultivated tropical grasslands. p. 321-327. In: International Grassland Congress, 19., 2001. São Pedro, SP. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001.

WHALLEY, R.D.B.; HARDY, M. B. Measuring botanical composition of grasslands. In: FIELD AND LABORATORY METHODS FOR GRASSLAND AND ANIMAL PRODUCTION RESEARCH. Wallingford: CABI Publishing. p. 67-102. 2000.