

Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de *Cynodon* spp.⁽¹⁾

Sila Carneiro da Silva⁽²⁾ e Waldeliza Fernandes da Cunha⁽³⁾

Resumo – O planejamento e o manejo em sistemas de produção animal em pastagens utilizam como informação essencial valores de massa e taxas de acúmulo de forragem. Este trabalho avaliou dois métodos, régua e prato ascendente, para estimar a massa de matéria seca de forragem em pastagens do gênero *Cynodon*, cultivares Florakirk, Tifton 85 e Coastcross. Os pastos foram mantidos a 5, 10, 15 e 20 cm de altura por meio de lotação contínua de ovinos em um delineamento experimental de blocos completos ao acaso com 4 repetições. Durante 12 meses foram geradas curvas de calibração do tipo $y = a + bx$ entre altura do pasto (x), medida por meio de cada um dos dois métodos, e a massa de matéria seca de forragem correspondente (y), em kg ha⁻¹. Os valores do intercepto (a) foram os mais influenciados por cultivar e época do ano. Houve variação apenas moderada nos valores do coeficiente angular (b). Essa variação esteve relacionada com modificações da estrutura do dossel forrageiro, particularmente a proporção de material morto. Os métodos não diferiram em precisão, porém o método do prato ascendente mostrou-se mais rápido e ágil. A calibração dos métodos deve ser específica para cada cultivar e realizada freqüentemente para que as equações geradas sejam precisas.

Termos para indexação: manejo de pastagem, planejamento, calibração.

Indirect methods for estimating herbage mass in *Cynodon* spp. swards

Abstract – Grazing management and planning of animal production systems from pastures are essentially based on estimates of herbage mass, production and accumulation rates. This work evaluated two methods, sward stick and rising plate meter, for estimating herbage mass in pasture areas formed by *Cynodon* spp. cultivars Florakirk, Tifton 85 and Coastcross. Paddocks were maintained at 5, 10, 15 and 20 cm sward surface height through continuous stocking with sheep, according to a complete randomized block design with four replications. Over twelve months, calibration equations of stick and plate sward height versus the correspondent herbage mass were generated. As a result, four $y = a + bx$ type calibration equations (y is the herbage mass in kg ha⁻¹ and x is the sward height) were obtained. Most of the variation among cultivars and seasons of the year occurred in intercept values (a) and less in slope values (b). This variation was related to modifications in sward structure, particularly in dead material content. The methods did not differ in precision, although the rising plate meter proved to be faster and more agile. Calibration of both methods must be specific for each cultivar and carried out regularly in order to result in precise equations capable of generating reliable estimates of herbage mass.

Index terms: grassland management, planning, calibration.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 28 de abril de 2003.

Extraído da dissertação de mestrado apresentada pelo segundo autor à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Piracicaba, SP. Financiado pela Fapesp.

⁽²⁾ Esalq, Dep. de Zootecnia, Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: scdsilva@esalq.usp.br

⁽³⁾ Esalq, Dep. de Zootecnia. Bolsista da Capes. E-mail: waldeliza@yahoo.com.br

Introdução

Na agricultura brasileira, a pecuária é um dos setores mais importantes, por ocupar cerca de 185 milhões de hectares, gerar milhares de empregos diretos e indiretos e ter uma participação significativa na renda bruta da agricultura nacional. As pastagens são a principal fonte de alimento para

os animais ruminantes. Cerca de 89% da criação de bovinos é realizada exclusivamente em pastagens e o restante utiliza áreas de pasto em alguma fase do processo de criação (Anualpec, 2000).

A maioria das propriedades que pratica essa atividade, contudo, possui índices de produtividade muito baixos (Silva & Pedreira, 1996) e é caracterizada por deficiências de manejo, entre as quais ausência de monitoramento e controle da condição do pasto e produção de forragem nas áreas de pastagem (Silva & Pedreira, 1997; Silva & Sbrissia, 2000).

O monitoramento 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 (Thomson, 1986; 't Mannetje, 1987, 2000; Sanderson et al., 2001). Várias são as técnicas disponíveis para estimar a massa de forragem em áreas de pastagem: corte de toda a forragem e sua pesagem; corte de amostras em áreas de tamanho conhecido; e métodos indiretos, que relacionam outras características mais facilmente mensuráveis do dossel forrageiro com sua massa de forragem (Frame, 1981; Thomson, 1986; Shaw et al., 1987).

Essas técnicas, principalmente as indiretas, são bastante difundidas e utilizadas por produtores e pesquisadores em países de pecuária desenvolvida, tipicamente das regiões temperadas do globo, onde predominam pastagens formadas por plantas forrageiras de ciclo C_3 , principalmente do gênero *Lolium*, e são úteis para otimizar o uso de tempo, recursos e mão-de-obra. No entanto, no Brasil, a disponibilidade de técnicas práticas para a realização desse tipo de estimativa de massa de forragem é ainda incipiente, e agrava-se pelo grande número de espécies de plantas forrageiras utilizadas e pela carência de informação sobre a ecofisiologia dessas plantas (Silva & Sbrissia, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar dois métodos indiretos de estimativa de massa de forragem, a régua e o prato ascendente, durante um período de 12 meses em pastagens do gênero *Cynodon*, espécies *Cynodon dactylon* cv. Florakirk, *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 e *Cynodon* spp. cv. Coastcross.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, no Município de Piracicaba, SP, localizada a 22°42' S, 47°38' O e 546 m de altitude. No período experimental, 8 de junho de 1998 a 25 de maio de 1999, foram realizadas amostragens mensais para fins de calibração dos métodos indiretos de avaliação de massa de forragem.

O experimento foi instalado em um Nitossolo Vermelho eutrófico, com horizonte A moderado, e textura argilosa/muito argilosa. Análise de solo realizada no início da implantação da área experimental revelou pH (CaCl_2), 5,4; MO, 37,0 g kg^{-1} ; P, 99 mg dm^{-3} ; K, 4,6 mmol $_c$ dm^{-3} ; Ca, 75,0 mmol $_c$ dm^{-3} ; Mg, 26,0 mmol $_c$ dm^{-3} ; H+Al, 30,0 mmol $_c$ dm^{-3} ; SB, 105,6 mmol $_c$ dm^{-3} ; T, 135,6 mmol $_c$ dm^{-3} ; V (%), 77,9. A alta fertilidade do solo dispensou as práticas de calagem no momento da implantação ou durante o experimento.

Os pastos foram implantados em março de 1996 por meio de mudas e, por causa de adversidades climáticas e baixo porcentual de pegamento das mudas, realizou-se o replantio de algumas parcelas durante os meses de fevereiro e março de 1997. Ao longo de 1997, os pastos foram fertilizados com 150 kg ha^{-1} de N, na forma de sulfato de amônio. Em 1998, receberam uma adubação com 40 kg ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio, em janeiro e outra em julho. Um corte de uniformização foi realizado em março de 1998 a uma altura de cerca de 3 cm do nível do solo. Os animais foram colocados nas unidades experimentais (UE) à medida que a altura desejada do relvado era atingida (a partir de maio). Foram realizadas quatro adubações nitrogenadas, utilizando como fonte de N o sulfato de amônio. A primeira foi realizada em 19 de setembro de 1998 (40 kg ha^{-1}), a segunda, em 21 de outubro (50 kg ha^{-1}), a terceira, em 7 de dezembro (25 kg ha^{-1}) e a quarta, em 7 de março de 1999 (75 kg ha^{-1}).

O clima da região de Piracicaba pode ser classificado como Cwa (sistema Köppen), isto é, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C (Brasil, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos no Posto Meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da Esalq-USP, localizado a cerca de 500 m da área experimental (Tabela 1).

O experimento foi realizado seguindo um delineamento em blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas. Os tratamentos corresponderam a combinações en-

tre três cultivares de *Cynodon* spp. (Tifton 85, Florakirk e Coastcross), alocadas às parcelas, e quatro condições de pasto geradas por ovinos sob regime de lotação contínua e taxa de lotação variável, alocadas nas subparcelas. Cada condição de pasto correspondeu a uma altura média do relvado de 5, 10, 15 e 20 cm mantida constante pela adição ou retirada de animais das unidades experimentais durante o experimento. Nesse arranjo, foram utilizadas quatro repetições. Assim, o experimento apresentou um total de 48 unidades experimentais (4 blocos x 12 unidades/bloco) com uma área de, aproximadamente, 400 m² cada. A altura média dos pastos foi monitorada por meio de 20 leituras em cada unidade experimental com o prato ascendente duas vezes por semana. Uma vez ao mês, era feita a calibração entre a altura comprimida do pasto (prato) e a altura não comprimida (régua), e o valor obtido foi utilizado como referência para o ajuste de carga, caracterização e monitoramento dos tratamentos.

Na avaliação de massa da matéria seca de forragem por unidade de área (kg m⁻²), foram utilizados três círculos de 0,25 m² cada. Os círculos foram colocados em locais da unidade experimental que correspondiam aos pontos mais alto, mais baixo e na altura média da unidade experimental no dia da avaliação. Antes do corte da forragem contida dentro de cada círculo, foi realizada a determinação da altura do dossel forrageiro, por meio da régua (média entre o ponto mais alto e o mais baixo sob uma folha de transparência comumente utilizada para projeção de imagens colocada sobre a superfície de folhas do pasto) e do prato ascendente (altura comprimida). O prato ascendente utilizado era de alumínio, com diâmetro médio do disco de 35,5 cm e massa de 480,2 g. A régua utilizada possuía 30 cm e era de plástico, com graduação em

milímetros. Em seguida, a massa de forragem foi cortada no nível do solo com tosquiadoras elétricas de carneiro alimentadas por gerador a gasolina. As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico e levadas para câmara fria. Cada amostra foi lavada, colocada em bandejas de metal, levada à estufa para secagem a 65°C por dois dias e, posteriormente, pesada. Esse procedimento permitiu que, para as alturas de pasto estudadas (5, 10, 15 e 20 cm), fosse gerada uma amplitude de valores de massa de forragem e leituras correspondentes de altura comprimida e não comprimida bastante compreensiva para cada cultivar contida dentro de cada bloco.

A proposta da análise dos dados referentes aos métodos indiretos testados foi avaliar se uma equação única poderia ser utilizada para as três cultivares estudadas, por suas similaridades morfológicas e estruturais, e se uma equação única poderia ser utilizada para o ano todo, ou haveria a necessidade de equações específicas para períodos definidos do ano. Se este fosse o caso, quais seriam as épocas do ano que poderiam utilizar as mesmas equações e, portanto, orientar o agrupamento dos dados coletados de forma mensal a fim de gerar as equações de calibração desejadas.

Para tanto, os pares de dados “massa de forragem x altura não comprimida” e “massa de forragem x altura comprimida” foram tabulados separadamente e uma análise de regressão simples entre eles foi realizada por meio do PROC REG do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 6.12 para Windows (SAS Institute, 1998). Dessa forma, foram geradas equações de calibração entre massa e altura do pasto (diferentes métodos) do tipo $M = a + bH$, em que H é a altura medida e M é a massa da matéria seca de forragem (kg ha⁻¹) calculada, considerando-

Tabela 1. Temperaturas médias mensais do ar (máxima, mínima e média), precipitação pluvial e insolação diária média durante o período experimental (agosto/1998 a março/1999) e valores médios dos últimos 80 anos.

Mês/ano	Temperatura (°C)			Precipitação média (mm)	Insolação média (h dia ⁻¹)
	Máxima	Mínima	Média		
Agosto/1998	27,4	14,4	20,9	21,8	6,2
Agosto/média de 80 anos	27,3	10,9	19,1	29,4	8,1
Setembro/1998	27,6	15,3	21,5	89,3	5,7
Setembro/média de 80 anos	28,1	13,3	20,7	63,3	6,8
Outubro/1998	27,1	16,3	21,7	183,1	5,4
Outubro/média de 80 anos	28,9	15,6	22,2	111,3	6,9
Novembro/1998	30,0	16,4	23,2	26,6	7,8
Novembro/média de 80 anos	29,6	16,7	23,1	130,0	7,4
Dezembro/1998	30,0	19,2	24,6	292,6	6,1
Dezembro/média de 80 anos	29,6	18,1	23,9	200,2	6,6
Janeiro/1999	31,4	19,0	25,2	210,8	7,7
Janeiro/média de 80 anos	30,7	18,2	24,0	142,4	6,8
Fevereiro/1999	30,2	20,0	25,4	198,3	5,4
Fevereiro/média de 80 anos	31,4	19,0	24,6	185,9	6,5
Março/1999	31,4	19,0	25,2	210,8	7,7
Março/média de 80 anos	30,0	18,2	24,0	142,4	6,8

se a altura H. As equações resultantes eram específicas para cada bloco e para cada cultivar. Os valores de intercepto (valor a) e de coeficiente angular (valor b) gerados foram submetidos à análise estatística de variância pelo PROC MIXED do SAS. Esta análise foi realizada utilizando-se um modelo em que as causas de variação foram cultivar, bloco e mês do ano, respeitando um delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições, com medidas repetidas no tempo. As médias finais por cultivar e por mês do ano foram geradas e comparadas pelo LSMEANS, com um nível de significância de 5%. Com base nesta comparação das médias de intercepto e de coeficiente angular para cada cultivar em cada mês do ano, determinou-se a necessidade e a natureza do agrupamento dos dados originais para a análise final de regressão, que gerou as curvas de calibração de cada método para o período experimental considerado.

Todas as equações geradas foram regressões lineares, uma vez que esse é o padrão de resposta descrito na literatura para ambos os métodos estudados. Contudo, um modelo quadrático foi testado (PROC REG do SAS), e não resultou em melhoria na significância e precisão das equações de calibração geradas.

Resultados e Discussão

Houve diferença ($P < 0,05$) entre os valores médios de intercepto e de coeficiente angular das equações de calibração relativas às cultivares geradas com os dados dos métodos do prato ascendente e da régua válidas inicialmente nos doze meses do período experimental (Tabela 2).

No método do prato ascendente, Florakirk e Tifton 85 apresentaram valores de intercepto seme-

lhantes e superiores a Coastcross. Com relação ao coeficiente angular, houve apenas diferença entre Tifton 85 e Florakirk. No método da régua, os valores de intercepto foram semelhantes entre as cultivares; a única diferença foi observada entre Coastcross e Florakirk, que revelou o valor mais alto avaliado. O coeficiente angular relativo a Tifton 85 foi superior aos de Florakirk e Coastcross. Este fato indica que a geração de uma curva de calibração comum às três cultivares não seria recomendável nem comum a qualquer agrupamento possível entre elas, razão pela qual foram realizadas análises específicas com cada cultivar durante o restante da avaliação desses métodos indiretos de estimativa de massa de forragem. Esses resultados são condizentes com os de Bransby et al. (1977), Santillan et al. (1979) e Aiken & Bransby (1992).

Diferenças em intercepto e coeficiente angular podem ser explicadas pela variação na estrutura do dossel forrageiro dos pastos. Avaliação e descrição das características estruturais dos pastos formados pelas cultivares estudadas foram realizadas por Fagundes et al. (1999a, 1999b), Carnevalli et al. (2000, 2001a, 2001b) em experimentos realizados de forma concomitante na mesma área experimental. Carnevalli et al. (2000, 2001a, 2001b) relataram valores de densidade volumétrica de matéria seca do pasto ($\text{kg cm}^{-1} \text{ha}^{-1}$) diferentes para as cultivares avaliadas, e Tifton 85 e Florakirk apresentaram valores mais elevados que Coastcross.

A variação nessa única característica estrutural poderia explicar a maior parte das diferenças observadas entre cultivares quanto aos valores de intercepto e coeficiente angular (Tabela 2), uma vez que relaciona, em um mesmo parâmetro, a massa de forragem e a altura do dossel. As variações estruturais do dossel indicam que, apesar da grande semelhança entre as cultivares, suas diferenças morfológicas e estruturais individuais, assim como seu padrão de variação ao longo do ano, condenam a prática de estratégias únicas e generalizadas de manejo do corte e do pastejo para essas plantas (Silva et al., 1998; Fagundes et al., 1999a, 1999b; Carnevalli et al., 2000, 2001a, 2001b; Carvalho et al., 2000a, 2000b, 2001; Sbrissia et al. 2001; Pinto et al., 2001).

Quanto à variação dos valores médios de intercepto e coeficiente angular (Tabela 3) ao longo do

Tabela 2. Valores médios do intercepto referente à massa de matéria seca (kg ha^{-1}) e do coeficiente angular (kg cm^{-1}) das equações de calibração do método do prato ascendente e da régua para as cultivares de *Cynodon* spp., durante o período experimental⁽¹⁾.

Cultivar	Intercepto	Coefficiente angular
Prato ascendente		
Florakirk	2.715a	133,4b
Tifton 85	2.380a	162,7a
Coastcross	1.802b	146,8ab
EPM	155,0	5,79
Régua		
Florakirk	2.336a	198,3b
Tifton 85	1.874ab	265,4a
Coastcross	1.544b	197,6b
EPM	147,8	8,70

⁽¹⁾EPM: erro-padrão da média; médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

período experimental, foram observadas diferenças entre os meses do ano ($P < 0,05$), exceção feita aos valores de coeficiente angular relativo a Tifton 85, no caso do prato ascendente, e a Florakirk, no caso da régua. Essas variações foram conseqüência da variação na estrutura dos pastos ao longo do ano, conforme já discutido. O principal componente morfológico dos pastos relacionado com as variações em estrutura ao longo do ano foi a proporção de material morto (Carnevali et al., 2000, 2001a, 2001b), particularmente concentrado na base dos pastos, razão pela qual os valores de intercepto tenderam a seguir o mesmo padrão de comportamento, independentemente de cultivar, ou seja, valores aumentando de julho a novembro, diminuindo de dezembro a fevereiro e aumentando novamente de março a junho. Segundo Carnevali et al. (2000, 2001a, 2001b), esse padrão de variação foi conseqüência da variação em temperatura e precipitação, ou seja, aumento das chuvas e da temperatura média ambiente durante a primavera, atingindo valores mais eleva-

dos durante o verão e, então, valores decrescentes durante o outono e inverno.

O método da régua avalia a altura não comprimida do pasto, respeitando o arranjo e a orientação original das partes morfológicas das plantas no dossel. Assim, a cultivar com maior densidade de área foliar e com maiores taxas de acúmulo de forragem (Tifton 85) tende a gerar valores de coeficiente angular mais elevados. No caso do prato ascendente, que mede a altura comprimida do dossel, a variação nos valores de coeficiente angular foi menor, provavelmente pelo efeito de compressão gerado pelo peso do prato ascendente utilizado. Esse resultado está de acordo com o obtido por Gonzalez et al. (1990), que também trabalharam com plantas do gênero *Cynodon* (capim-bermuda).

Com relação aos coeficientes angulares, pelo método do prato, foi observada uma variação discreta das avaliações em Florakirk e Coastcross ao longo do ano, e a cultivar Tifton 85 comportou-se de

Tabela 3. Valores médios do intercepto relativo à massa de matéria seca (kg ha^{-1}) e do coeficiente angular (kg cm^{-1}) das curvas de calibração dos métodos do prato ascendente e da régua para avaliações da massa de forragem de pastagens do gênero *Cynodon*, cultivares Florakirk, Tifton 85 e Coastcross, durante o período experimental⁽¹⁾.

Mês/ano	Intercepto			Coeficiente angular		
	Florakirk	Tifton 85	Coastcross	Florakirk	Tifton 85	Coastcross
Prato ascendente						
Junho/1998	4.063a	3.090ab	2.146bc	164,7a	187,5a	219,1a
Julho/1998	2.776bcd	3.016ab	2.115bc	108,0ab	135,0a	114,8b
Agosto/1998	2.628bcd	2.452bc	1.809bcd	136,0ab	157,2a	152,3b
Setembro/1998	2.749bcd	2.815b	1.874bcd	119,4ab	152,3a	137,1b
Outubro/1998	3.528ab	2.475bc	2.325b	90,1b	179,3a	111,5b
Novembro/1998	4.049a	3.949a	3.251a	142,5ab	137,8a	130,3b
Dezembro/1998	3.265abc	2.665bc	1.947bcd	127,5ab	177,4a	139,8b
Janeiro/1999	1.642ef	1.801bcde	764e	142,0ab	137,7a	158,1ab
Fevereiro/1999	1.519f	1.142e	816e	146,1ab	163,8a	164,3ab
Março/1999	1.854def	1.435de	1.349cd	146,3ab	183,3a	142,3b
Abril/1999	2.019def	1.364de	1.139de	127,6ab	169,0a	144,3b
Mai/1999	2.484cde	2.360bcd	2.088bcd	150,4ab	172,6a	148,0b
EPM	359,5	359,5	359,5	21,96	21,96	21,96
Régua						
Junho/1998	3.792a	2.887ab	2.063abc	190,4a	248,6ab	245,5a
Julho/1998	2.431bc	2.512abc	1.885abc	158,5a	227,2ab	145,1b
Agosto/1998	2.269bc	1.892bcd	1.701bc	205,4a	271,2ab	193,2ab
Setembro/1998	2.656ab	2.235bcd	1.518cdef	158,7a	262,1ab	182,7ab
Outubro/1998	2.803ab	1.522cde	2.848ab	177,3a	321,0a	62,3b
Novembro/1998	3.719a	3.607a	3.042a	199,8a	216,1b	186,8ab
Dezembro/1998	2.734ab	2.504abc	1.670cd	206,3a	268,9ab	205,3ab
Janeiro/1999	1.354cd	1.210de	512def	212,9a	236,2ab	229,1ab
Fevereiro/1999	906d	766de	233f	231,5a	244,2ab	246,1a
Março/1999	1.315cd	689e	1.134cdef	231,9a	302,0ab	188,0ab
Abril/1999	1.891bcd	892de	397ef	184,6a	293,4ab	248,1a
Mai/1999	2.165bc	1.769bcde	1.527cde	221,5a	294,3ab	236,7ab
EPM	426,0	426,0	426,0	34,72	34,72	34,72

⁽¹⁾EPM: erro-padrão da média; médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

maneira uniforme (Tabela 3). Já com o método da régua, foi observado comportamento semelhante nas cultivares Tifton 85 e Coastcross, e ausência de variação significativa na Florakirk. Excetuando-se os valores de coeficiente angular em junho, relativos às cultivares Florakirk e Coastcross, mês de intenso florescimento (Carvalho et al., 2000a, 2000b, 2001) e alteração em estrutura do pasto por alteração do estágio fisiológico das plantas (Carnevali et al., 2000, 2001a, 2001b; Sbrissia et al., 2001), e relativo à cultivar Tifton 85, em novembro, mês em que ocorreu a menor quantidade de precipitação dos últimos 40 anos, os valores de coeficiente angular nos demais meses do ano também mostraram-se bastante semelhantes, como para Tifton 85 e Florakirk nos métodos do prato e da régua, respectivamente. Assim, o efeito de época do ano foi maior sobre o intercepto das curvas de calibração do método do prato ascendente, com pequena influência sobre os valores de coeficiente angular nos pastos formados pelas cultivares de *Cynodon* spp. durante seu estágio vegetativo de desenvolvimento. Resultados semelhantes foram encontrados por Thomson (1986) na avaliação de diferentes métodos de estimativa de massa de forragem em pastagens consorciadas de azevém-perene e trevo-branco na Nova Zelândia. Esses dados corroboram, também, os de Griggs & Stringer (1988), relativos à estimativa de massa de forragem em áreas de alfafa (*Medicago sativa* L.) por meio de três métodos indiretos.

O padrão de comportamento dos valores de intercepto, portanto, indica a possibilidade de agrupamento dos dados originais de massa de forragem e altura correspondente do prato ascendente e da régua que pôde ser associado às estações do ano, ou seja, primavera (setembro a dezembro), verão (janeiro a março), outono (abril a junho) e inverno (julho e agosto), muito embora não tenham sido observadas diferenças marcantes entre os meses correspondentes ao inverno e início e meio de primavera. Esta orientação de agrupamento foi utilizada na análise de regressão final que resultou nas equações de calibração do prato ascendente e da régua no período experimental (Tabelas 4 e 5). A maior diferença aparente foi referente aos valores de intercepto.

Quanto ao coeficiente angular, independentemente do método estudado, Tifton 85 apresentou os valores mais altos nas quatro estações do ano, provavel-

mente em consequência de sua maior densidade volumétrica de forragem (Carnevali et al., 2001b), maior índice de área foliar e menor coeficiente de extinção luminosa (Fagundes et al., 2001) relativamente a Florakirk e Coastcross. Essas diferenças morfológicas e de arquitetura das cultivares de *Cynodon* spp. estudadas também explicam os valores relativamente mais baixos de intercepto e de coeficiente angular obtidos com o método do prato ascendente comparados aos do método da régua.

Tabela 4. Equações de calibração para a estimativa de massa de matéria seca de forragem em pastos formados por cultivares de *Cynodon* spp. pelo método do prato ascendente⁽¹⁾.

Cultivar	Equação	R ²	CV (%)	EPR	Prob>F
Primavera					
Florakirk	M = 3570 + 120H	0,54	28	1.576	0,0001
Tifton 85	M = 3055 + 165H	0,73	23	1.445	0,0001
Coastcross	M = 2480 + 125H	0,49	33	1.532	0,0001
Verão					
Florakirk	M = 1660 + 145H	0,80	24	1.025	0,0001
Tifton 85	M = 1515 + 160H	0,77	26	1.174	0,0001
Coastcross	M = 995 + 155H	0,86	21	745	0,0001
Outono					
Florakirk	M = 2760 + 135H	0,52	31	1.529	0,0001
Tifton 85	M = 2125 + 175H	0,65	30	1.557	0,0001
Coastcross	M = 1885 + 150H	0,63	31	1.334	0,0001
Inverno					
Florakirk	M = 2790 + 115H	0,68	24	1.214	0,0001
Tifton 85	M = 2855 + 145H	0,73	23	1.275	0,0001
Coastcross	M = 1965 + 135H	0,68	27	1.192	0,0001

⁽¹⁾M: massa de matéria seca de forragem em kg ha⁻¹; H: altura do pasto em unidades de leitura do prato; CV: coeficiente de variação; EPR: erro-padrão da regressão (raiz quadrada do quadrado médio do resíduo da regressão).

Tabela 5. Equações de calibração para a estimativa de massa de matéria seca de forragem em pastos formados por cultivares de *Cynodon* spp. pelo método da régua⁽¹⁾.

Cultivar	Equação	R ²	CV (%)	EPR	Prob>F
Primavera					
Florakirk	M = 3080 + 195H	0,60	26	1.471	0,0001
Tifton 85	M = 2600 + 265H	0,72	23	1.462	0,0001
Coastcross	M = 2590 + 150H	0,40	36	1.675	0,0001
Verão					
Florakirk	M = 1260 + 220H	0,77	25	1.091	0,0001
Tifton 85	M = 895 + 265H	0,81	24	1.058	0,0001
Coastcross	M = 710 + 215H	0,85	22	773	0,0001
Outono					
Florakirk	M = 2360 + 205H	0,60	28	1.389	0,0001
Tifton 85	M = 1695 + 280H	0,71	27	1.412	0,0001
Coastcross	M = 1520 + 210H	0,64	30	1.303	0,0001
Inverno					
Florakirk	M = 2720 + 155H	0,61	26	1.329	0,0001
Tifton 85	M = 2470 + 230H	0,69	25	1.355	0,0001
Coastcross	M = 1755 + 170H	0,64	29	1.265	0,0001

⁽¹⁾M: massa de matéria seca de forragem em kg ha⁻¹; H: altura do pasto em centímetros; CV: coeficiente de variação; EPR: erro-padrão da regressão (raiz quadrada do quadrado médio do resíduo da regressão).

O nível de significância de todas as equações geradas ($\text{Prob}>F$) foi elevado (Tabelas 4 e 5). No entanto, os valores de coeficiente de determinação obtidos foram relativamente baixos, indicando que uma proporção significativa da variação em massa de forragem não pôde ser devidamente explicada pela variação em altura correspondente, caracterizando a limitação dos modelos matemáticos gerados para a predição de massa de forragem nas circunstâncias deste experimento. Geralmente, valores de coeficiente de determinação inferiores a 0,75 são considerados insatisfatórios (Thomson, 1986).

Os coeficientes de variação das equações podem ser considerados relativamente baixos em virtude da natureza dos dados e do tamanho da área de amostragem. No entanto, os valores de erro-padrão da regressão foram elevados, variando de 745 a 1.576 e de 773 a 1.675 kg ha^{-1} de matéria seca com os métodos do prato e da régua, respectivamente. Isso implicaria um erro médio de estimativa de massa de matéria seca de forragem de cerca de 1.100 a 1.200 kg ha^{-1} com o prato e a régua, respectivamente. Esses números são suficientemente grandes para causar distorções significativas em exercícios de planejamento estratégico de uso e alocação da forragem disponível em situações de campo, e podem comprometer o nível de precisão de avaliações de massa de forragem em condições experimentais. Resultados semelhantes foram obtidos por Sanderson et al. (2001). Valores superiores a 400 kg ha^{-1} são considerados altos e podem comprometer estimativas de massa de matéria seca de forragem em pastagens de azevém perene (Thomson, 1986).

Nenhum dos métodos mostrou-se superior ao outro na predição da massa de forragem considerando-se uma medida da altura do dossel do pasto, uma vez que as equações de calibração de ambos os métodos apresentaram valores de erro-padrão da regressão relativamente altos e com coeficientes de determinação modestos (Tabelas 4 e 5). Contudo, o método do prato ascendente, desde que devidamente calibrado, permite uma maior velocidade de trabalho e economia de tempo e de mão-de-obra do que o método da régua, permitindo que uma maior proporção da área total de cada unidade experimental seja amostrada, reduzindo, conseqüentemente, o erro de amostragem. O mesmo raciocínio é válido na comparação entre os métodos indiretos e o dire-

to, baseado no corte e pesagem de todas as amostras de forragem, revelando a praticidade e o potencial de uso dos métodos indiretos de avaliação no monitoramento de campos experimentais e pastagens em condições de fazenda.

Conclusões

1. A calibração de métodos de avaliação de massa de forragem deve ser feita com cada cultivar.
2. Variação na estrutura do dossel forrageiro ao longo do ano pressupõe a necessidade de calibração periódica dos métodos.
3. Os dois métodos estudados não diferem em eficácia de predição e sua acurácia depende de curvas de calibração geradas com um conjunto significativo de dados, com amplitude suficiente para descrever as condições de pasto que serão avaliadas.

Agradecimentos

Aos integrantes do Grupo de Estudos com Plantas Forrageiras (GEPF); à Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo financiamento da pesquisa; à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de mestrado.

Referências

- AIKEN, G. E.; BRANSBY, D. I. Observer variability for disk meter measurements of forage mass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, p. 603-605, 1992.
- ANUALPEC 2000: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria/Argos, 2000. 392 p.
- BRANSBY, D. I.; MATCHES, A. G.; KRAUSE, G. F. Disk meter for rapid estimation of herbage yield in grazing trials. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, p. 393-396, 1977.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p. (Boletim, 12).
- CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C. da; CARVALHO, C. A. B.; SBRISIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; PINTO, L. F. M.; PEDREIRA, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 981-989, ago. 2003

- quisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 919-927, jun. 2001a.
- CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C. da; CARVALHO, C. A. B.; SBRISIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; PINTO, L. F. M.; PEDREIRA, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 53-63, 2000.
- CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C. da; FAGUNDES, J. L.; SBRISIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M.; PEDREIRA, C. G. S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001b.
- CARVALHO, C. A. B.; SILVA, S. C. da; CARNEVALLI, R. A.; SBRISIA, A. F.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Perfilamento e acúmulo de forragem em pastagens de Florakirk manejadas em quatro alturas de pasto. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 39-51, 2000a.
- CARVALHO, C. A. B.; SILVA, S. C. da; SBRISIA, A. F.; PINTO, L. F. M.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Demografia do perfilamento e acúmulo de matéria seca em capim Tifton 85 submetido a pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000b.
- CARVALHO, C. A. B.; SILVA, S. C. da; SBRISIA, A. F.; PINTO, L. F. M.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Demografia do perfilamento e acúmulo de matéria seca em Coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 567-575, mar. 2001.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S.; CARNEVALLI, S. A.; CARVALHO, C. A. B.; SBRISIA, A. F.; PINTO, L. F. M. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 897-908, 1999a.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISIA, A. F.; CARNEVALLI, S. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 187-195, jan. 2001.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISIA, A. F.; CARNEVALLI, S. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1141-1150, 1999b. Suplemento.
- FRAME, J. Herbage mass. In: HODGSON, J.; BAKER, R. D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A. S.; LEAVER, J. D. (Ed.). **Sward measurement handbook**. Berkshire: British Grassland Society, 1981. p. 39-67.
- GONZALEZ, M. A.; HUSSEY M. A.; CONRAD, B. E. Plant height, disk, and capacitance meters used to estimate Bermudagrass G. herbage mass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 861-864, 1990.
- GRIGGS, T. C.; STRINGER, W. C. Prediction of alfalfa herbage mass using sward height, ground cover, and disk technique. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 204-208, 1988.
- PINTO, L. F. M.; SILVA, S. C. da; SBRISIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001.
- SANDERSON, M. A.; ROTZ, C. A.; FULTZ, S. W.; RAYBURN, E. B. Estimating forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter, and pasture ruler. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 1281-1286, 2001.
- SANTILLAN, R. A.; OCUMPAUGH, W. R.; MOTT, G. O. Estimating forage yield with a disk meter. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, p. 71-74, 1979.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS user's guide**: release. 6.03. Cary, 1998. 1028 p.
- SBRISIA, A. F.; SILVA, S. C. da; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 655-665, 2001.
- SHAW, N. H.; 'T MANNETJE, L.; JONES, R. M. Pasture measurements. In: 'T MANNETJE, L. (Ed.). **Measurement**

- of grassland vegetation and animal production.** Berkshire: CAB International, 1987. p. 63-95.
- SILVA, S. C. da; PASSANEZI, M. M.; CARNEVALLI, R. A.; PEDREIRA, C. G. S.; FAGUNDES, J. L. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* spp. para pastejo e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1998. p. 129-150.
- SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p. 317-327.
- SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1997. p. 1-62.
- SILVA, S. C. da; SBRISSIA, A. F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2000. p. 3-21.
- THOMSON, N. A. Techniques available for assessing pasture. **Dairy Farming Annual**, Palmerston North, v. 38, p. 113-121, 1986.
- 'T MANNETJE, L. Measuring biomass of grassland vegetation. In: 'T MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research.** Wallingford: CABI Publishing/CAB International, 2000. p. 151-177.
- 'T MANNETJE, L. Measuring quantity of grassland vegetation. In: 'T MANNETJE, L. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production.** Berkshire: CAB International, 1987. p. 63-95.