

Técnicas para estudos de consumo de alimentos por ruminantes em pastejo: revisão

BARROS, C. S. De^{1*}; DITTRICH, J. R.²; MONTEIRO, A. L. G.³; PINTO, S.⁴;
WARPECHOWSKI, M. B.⁵

^{1*}Doutoranda em Nutrição e Produção Animal pela Universidade de São Paulo (FMVZ-USP-Pirassununga). e-mail: carinaveter@gmail.com.

²Prof. Adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná.

³Prof. Adjunta do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná.

⁴Médico Veterinário.

⁵Prof. Adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná.

RESUMO

O consumo dos animais em pastejo é influenciado por muitos fatores, tornando-se difícil a definição de uma metodologia adequada para avaliação. Variáveis como atividades dos animais em pastejo, digestibilidade da forragem e produção animal orientam sobre o melhor método de pastejo, que por sua vez, resulta em uma produção mais econômica. As principais formas de estimar o consumo são por meio de medidas diretas, indiretas e pelo estudo do comportamento ingestivo. As medidas diretas têm como princípio a diferença de massa pré e pós pastejo, por medida no animal ou na pastagem. As metodologias indiretas são baseadas em estudos de produção fecal e digestibilidade com uso de indicadores. A metodologia que estuda o comportamento ingestivo dos animais em pastejo utiliza como ferramentas as variáveis do bocado (profundidade, massa, tamanho) e o tempo de pastejo para estimar o consumo. São de grande importância trabalhos que têm como objetivo comparar metodologias, mas são escassos. As técnicas utilizadas para estimativa do consumo de ruminantes em pastejo são inúmeras, todas têm suas limitações e fontes de erro que devem ser bem compreendidas de forma a permitir escolha da técnica mais adequada ao objetivo da estimativa e à disponibilidade de recursos financeiros e operacionais.

Palavras-chave: bocado, comportamento ingestivo, digestibilidade, indicador, pastagem.

ABSTRACT

Techniques for studies of food consumption by grazing ruminants: a review

Intake of grazing animals is influenced by several factors, and therefore it is difficult to define an appropriate methodology for its evaluation. Variables such as the animals' activities during grazing, forage digestibility and animal production help the choice of the best grazing method, which, by its turn, results in a more economic production. The main ways for estimating animals' intake are the use of direct or indirect measures and the study of ingestive behavior. Direct measures have as a principle the difference of mass before and after grazing, by measuring either the animal or the pasture. Indirect methodologies are based on studies on fecal yield and digestibility, with use of indicators. A methodology that studies ingestive behavior of grazing animals uses as instruments the variables of bite (depth, mass, size) and the grazing time for estimating the animals' intake. Studies aiming at comparing methodologies are of great importance, but they are scarce. There are several

techniques to estimate the consumption of grazing ruminants, but all of them are limited and sources of error that must be carefully analyzed in order to allow the choice of the most appropriate technique for estimative and for the availability of financial and operational resources.

Keywords: bite, ingestive behavior, digestibility, indicator, pasture.

INTRODUÇÃO

O consumo dos animais em pastejo é influenciado por muitos fatores tornando-se difícil a definição de uma metodologia adequada para avaliação.

Variáveis como atividades dos animais em pastejo, digestibilidade da forragem e produção animal orientam sobre o melhor método de pastejo, que por sua vez, resulta em uma produção mais econômica.

O resultado da série de decisões que os animais tomam em pastejo frente ao complexo ambiente de pastagens é conhecido como estratégia de forrageamento (GORDON & ILLIUS, 1992), e essas são responsáveis pelo consumo do animal em pastejo.

Newman et al. (1994) apresentaram um modelo que explica que os animais buscam seu alimento na tentativa de uma combinação ótima do balanço digestivo, ou seja, de um balanço entre velocidade de ingestão, taxa de passagem e taxa de absorção de nutrientes. Em sistemas de criação comercial há restrição na seleção da dieta, por isso há a necessidade de compreensão do consumo dos animais em pasto de forma a disponibilizar alimentos que possam suprir suas necessidades nutricionais e resultar em adequada produtividade.

O objetivo deste trabalho é revisar as principais técnicas aplicadas ao estudo do consumo de alimentos pelos ruminantes em pastejo, de modo a abordar metodologias, aplicações, limitações e fontes de erro.

MEDIDAS DIRETAS

Diferenças de peso do animal

É uma metodologia de Erizian datada de 1932, citada por MINSON (1990) que estima o consumo em curtos períodos de tempo pela diferença entre o peso do animal antes e após o pastejo. Os animais devem permanecer com bolsas coletoras de fezes e urina para não haver perdas dessas excreções.

Allden & Whittaker (1970) utilizaram um método no qual os animais são soltos na pastagem por períodos de aproximadamente uma hora e o consumo (R) é dado pela fórmula: $R = [(\text{peso final} - \text{peso inicial}) + \text{perdas insensíveis de calor}] / \text{tempo pastejo (min)}$.

As perdas insensíveis são as perdas metabólicas e para estimá-las coloca-se no animal uma espécie de focinheira que o impeça de pastar. Pode-se deixá-lo junto com os demais avaliados na pastagem ou próximo ao local pelo mesmo período de tempo. Dessa forma, esse animal perde energia e peso, mas não ingere nada. Todos os animais avaliados devem estar com bolsas coletoras de fezes e de urina, e essas não devem ser perdidas evitando-se subestimação do consumo. Pode-se utilizar como bolsa coletora fraldas

geriátricas fixadas com fita adesiva no animal (Foto 1). Utiliza-se para pesagem dos animais uma balança de boa precisão (10 gramas).



Foto 1. Cabras com fraldas geriátricas em pastejo para avaliação do consumo. Detalhe da cabra à direita com focinheira para não ingerir alimento.

Dentre as limitações desses métodos pode-se citar a manutenção dos animais com coletores de excretas sem perdas e sem causar alterações nos hábitos normais dos mesmos, com necessidade de um período de adaptação. Além disso, há necessidade de interromper o pastejo dos animais e conduzi-los para pesagem com cuidado para não perder o conteúdo das bolsas coletoras, o que torna essa metodologia bastante trabalhosa. Os períodos de avaliação não podem ser muitos extensos para evitar perda de excretas. Se o animal beber água, essa quantidade deve ser descontada do peso final, o que é difícil e na maioria dos casos acaba-se perdendo essa medição.

As fontes de erro são: perda de excretas (urina e fezes), alteração comportamental em função do uso da bolsa coletora e incorreta estimativa de perdas insensíveis.

Diferença no peso da forragem

A metodologia de diferença no peso da forragem foi proposta por Reid (1966), sendo uma das mais antigas. A base é estimar a disponibilidade da pastagem por cortes antes do pastejo e após o pastejo, e por diferença, obtém-se a quantidade consumida pelos animais. O consumo seria então dado pela fórmula: $C = (Q1 - Q2) / (\text{número de animais} \times \text{dias de pastejo})$, onde $Q1$ = quantidade de forragem anterior ao pastejo; $Q2$ = quantidade de forragem após a retirada dos animais.

Para estimar a disponibilidade de forragem há diversas metodologias citadas a seguir.

O método de cortes para estimar a disponibilidade de forragem requer a coleta de amostras de uma área definida, por exemplo por um quadrado de 0,25 m², para obtenção da

média de matéria seca nessas amostras que será extrapolada para toda a área da coleta (Foto 2).



Foto 2. Quadrado de 0,25 m² para colheita da forragem (amostragem).

Esse método é destrutivo, pois necessita do corte de todas as amostras. É importante determinar o número de amostras necessárias que dependerão da variabilidade da vegetação e do grau de precisão exigido pelo pesquisador. É recomendável que esse número seja determinado após amostragem preliminar da pastagem para estimativa da variância. Segundo Gardner (1986), a fórmula para o cálculo do número de amostras é: $N = (K^2 \times S^2) / (\% \text{ da média})$, onde: K = coeficiente de confiabilidade (ex: 1,6 para 90%); S² = variância da amostra; % da média = precisão requerida. Para realizar essa técnica, o avaliador determina o número de amostras e segue colocando aleatoriamente um quadrado ou outro figura de área conhecida - 0,25 m² por exemplo - em diversos pontos da pastagem. Deve-se fazer o corte dessa amostra de pasto presente do interior do quadrado rente ao solo. Posteriormente, colocam-se as amostras em estufa para obter a matéria seca (MS). Faz-se então a média de todas as amostras e extrapola-se esse valor de MS da área conhecida para hectare, determinando a quantidade de MS.ha⁻¹. Essa técnica exige grande número de amostras para ter maior confiabilidade e é necessário retirar MS do campo, reduzindo assim a quantidade disponível aos animais.

A estimativa da disponibilidade de forragem pode ser feita visualmente segundo duas técnicas similares descritas por Gardner (1967), e por Campbell & Arnold (1973). Essas técnicas são consideradas simples, rápidas, não destrutivas e de baixo custo. Um observador coloca um quadrado ou figura de área conhecida em diversos pontos da pastagem e estima visualmente a massa de matéria seca no seu interior, em seguida corta essa amostra rente ao solo e coloca em estufa para obter a matéria seca. Com as diversas amostragens e valores reais e estimados de cada uma obtém-se uma equação de regressão, que seria a calibração. Posteriormente, o observador coleta visualmente diversas amostras por todo o piquete e calcula a média. Tendo esse valor, substitui na equação de regressão e obtém-se o valor real de matéria seca na área avaliada, transformando em seguida para MS.ha⁻¹. Para boa correlação é importante bom treinamento do observador e o mesmo não pode ser trocado durante a avaliação.

Outro método de estimativa da disponibilidade é a metodologia do rendimento comparativo de Haydock & Shaw (1975) na qual se atribui notas para as amostras de 1 a 5, e permite correlações altas (acima de 0,9), mesmo para observadores menos experientes.

Da mesma forma que a metodologia anterior, primeiro faz-se a regressão entre a massa seca de forragem e o escore visual atribuído à amostra, sendo necessárias em torno de 15 amostras. Em seguida faz-se de 50 a 100 avaliações por escore em amostras representativas da área para cálculo da média e estimativa da disponibilidade de matéria seca.

A metodologia da diferença no peso da forragem, quando aplicada em períodos superiores a dois dias, segundo recomendação de Corbett (1978), há necessidade de incluir a taxa de crescimento da pastagem. Essa estimativa pode ser obtida pelo método das gaiolas emparelhadas descrito por Klingman et al. (1943) acrescido das melhorias da técnica do triplo emparelhamento de Moraes et al. (1990). O procedimento para amostragem consiste na escolha, ao acaso, de três áreas semelhantes e representativas em produção e composição botânica dentro do piquete, que são demarcadas. Sorteia-se uma para receber a proteção da gaiola, uma para ser cortada rente ao solo em uma área delimitada por um quadrado de 0,25 m² e outra a ser demarcada com estacas, permanecendo acessível ao pastejo. A cada período de tempo estipulado, comumente 14 ou 21 dias, duas novas áreas semelhantes à demarcada pelas estacas são escolhidas, uma amostra dentro da gaiola é cortada e a mesma transferida para a área demarcada pelas estacas repetindo-se o processo. Posteriormente se calcula a taxa de acúmulo de acordo com CAMPBELL (1966): $Taj = (Dgi - FGi - 1) / n$, onde Taj = taxa de acúmulo diária de MS no sub-período j; DGi = quantidade de MS dentro da gaiola na data de amostragem i; FGi-1 = quantidade de MS fora da gaiola na data de amostragem i-1; n = número de dias transcorridos entre i e i-1.

Segundo Burns et al. (1994), o consumo diário por animal pode ser obtido a partir da redução na massa da forrageira devido ao pastejo dividido pelo produto do número de animais e dias de pastejo. Entretanto, deve-se ter certa precisão com o tamanho do quadrado e o número de amostras a serem cortadas e outro ponto importante é em relação à variabilidade individual do animal, sendo este um dos principais fatores que afetam a determinação precisa do consumo (CORDOVA et al., 1978).

Andrade & Nascimento (2001) discorre sobre a alternativa de se estimar o consumo de forragem pelo animal a pasto por meio da determinação da produção líquida de forragem (taxa de acúmulo de forragem menos a senescência) a uma determinada altura, ou a um determinado índice de área foliar do pasto, pré-estabelecido. Nesse caso, num pasto em equilíbrio sob lotação contínua, ou seja, produção líquida estável seria possível estimar consumo do animal, uma vez que, o que é produzido está sendo consumido pelo animal. Esse método revela, de maneira razoável, a quantidade de forragem ingerida pelo animal, no entanto, é difícil manter a produção líquida estável.

Os principais erros que podem ser observado nessa metodologia são os erros de amostragem, o número de amostras colhidas, a taxa de crescimento da forragem e sua variabilidade, e a seletividade do pastejo. Por isso, as melhores condições para se usar o método de diferença no peso da forragem são períodos curtos de pastejo e pastagens homogêneas. Uma fonte importante de erro que superestima o consumo é a perda por pisoteio, conforme observações de Pereira (1991).

Por esse método, conforme Stuth et al. (1981), pode-se obter também a eficiência de desfolha definida como: $ED = (DMI / DHD) \times 100$, sendo ED = eficiência de desfolha; DMI = consumo diário médio estimado durante o período de pastejo; DHD = desaparecimento diário de forragem. Esse valor também carrega os mesmos erros citados anteriormente.

Sistema Telemérico

Burns et al. (1994) citado por Carvalhos et al. (1999), relata que o método de medição direta denominado de Sistema Telemérico de Peso Animal, baseado no uso de transdutores de pressão afixados sobre os cascos do animal e preso por espécie de bota, é uma alternativa de medição do consumo animal em pasto. Entretanto, devido aos altos investimentos em equipamentos, a sua aplicabilidade prática tem sido pequena. Também há necessidade de treinamento prévio do animal para aceitação do equipamento durante sua ingestão em pasto.

MEDIDAS INDIRECTAS

Cardoso (1977) cita que os métodos indiretos são confiáveis e possuem facilidade comparativa, com estimativa do consumo a partir da mensuração de elementos diferentes daqueles ingeridos pelo animal e, normalmente, lançar mão de artifícios matemáticos para estimativa do consumo voluntário.

Método dos indicadores

O método de indicadores se baseia na relação entre a excreção fecal diária, utilizada como parâmetro básico de indigestibilidade da dieta consumida, usando artifícios indiretos de determinação da digestibilidade dietética, a fim de obter, por meio de uma relação reversa, a quantidade de matéria seca consumida diariamente (DETMANN, 1999).

Esse método necessita primeiramente do cálculo da excreção fecal. Essa pode ser medida diretamente pelo método da colheita total ou pelo uso de indicadores. A coleta total é difícil para animais em pastejo, necessita do uso constante de bolsa coletora e diversas trocas ao longo do dia. O emprego de indicadores é mais utilizado e requer cuidados no fornecimento para que a digesta esteja impregnada corretamente e que a excreção seja representativa.

O óxido crômico é o indicador mais utilizado e relatam-se alguns problemas no seu uso, como incompleta mixagem com a digesta, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso e acúmulo em algumas partes do trato digestivo (DETMANN et al., 2001).

Pode ser fornecido por infusão contínua, dessa forma admite-se que a dosagem da concentração na amostra fecal pode ser representativa da concentração em toda a matéria seca fecal (OWENS & HANSON, 1992). Pelo emprego da equação descrita por Smith & Reid (1955) obtém-se a Excreção fecal (g/dia) = indicador fornecido (g/dia)/concentração do indicador nas fezes (g/gMS). O maior entrave ao emprego dessa técnica é o fato de supor que a excreção é constante.

Outra técnica para uso do óxido crômico, mais aceita, é a utilização de cromo mordente, ligado à parede celular, usado em dose pulso ou dose única com subsequente amostragem fecal em tempos definidos que caracteriza a curva de excreção do indicador nas fezes (BURNS et al., 1994; POND et al., 1995). As vantagens da dose pulso em relação à infusão contínua são, conforme Detmann et al. (2001), a possibilidade de obtenção conjunta de parâmetros da cinética de trânsito da digesta e menor tempo para obtenção das amostras.

A determinação da excreção fecal foi, posteriormente, incorporada à rotina de utilização, como parâmetro secundário, obtida pela relação entre a dose de indicador e a área sob a curva de excreção ajustada matematicamente (HOLLEMAN & WHITE, 1989; SUSMELL et al., 1996), segundo a equação: $F = D / \int_0^t C_t \cdot dt$, onde F = excreção fecal (kg/h); D = dose de cromo (mg); e $\int_0^t C_t \cdot dt$ = integral da equação ajustada para concentração (ppm) do indicador nas fezes, em função do tempo pós-dosagem.

A digestibilidade da forragem é o segundo parâmetro a ser mensurado para cálculo do consumo. Deve-se escolher um método de estimativa dentre os diversos disponíveis, tais como ensaios *in vitro* ou pelo conteúdo de constituintes indigestíveis da pastagem, como fibra indigestível em detergente ácido ou neutro (PENNING & JOHNSON, 1983; COCHRAN et al., 1986). Essa digestibilidade pode ser aplicada à pastagem e às fezes.

Detmann et al. (2001) cita que primeiro deve-se calcular a excreção fecal, parâmetro referência de indigestibilidade da dieta consumida, e em seguida determinar indiretamente a digestibilidade da dieta, a fim de se obter o consumo diário de matéria seca, por meio da equação: $CMS = EF / (1 - DIG)$, onde CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e DIG = digestibilidade da dieta. No entanto, devem-se coletar amostras da pastagem para digestibilidade representativas do consumo do animal, como coleta por animais fistulados ou pela coleta manual, sem esquecer das limitações de cada método. Uma segunda opção de cálculo proposta por Minson (1990) é: $CMS = EF \times CIF / CIFO$, sendo que CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes; CIFO = concentração do indicador na forragem e EF = excreção fecal (kg/dia).

O uso dos componentes da cera cuticular das plantas, mais precisamente os N-alcanos, é muito estudado atualmente. Os N-alcanos podem fornecer estimativas de ambos, digestibilidade e produção fecal, para o cálculo do consumo. Os alcanos das plantas são encontrados nas ceras cuticulares e consistem de cadeias de 25 a 35 carbonos (MCMENIMAN, 1997). O mesmo autor recomenda a seguinte fórmula para cálculo do consumo: $I = (F_i/F_j \times D_j) / (H_i - F_i/F_j \times H_j)$, onde: H_i e F_i são as concentrações de cadeia ímpar de N-alcanos na forrageira e nas fezes, respectivamente; H_j e F_j são as concentrações de mesma cadeia de N-alcanos na forrageira e fezes, respectivamente; D_j é a dose diária de mesma cadeia de N-alcano.

Desempenho animal

O consumo de forragem é calculado a partir dos requerimentos de energia para manutenção e produção, os quais são equacionados com a concentração energética da forragem: $CMS = (EM + EP) / EF$, em que CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); EM e EP = exigências de energia para manutenção e produção, respectivamente (unidades energéticas/dia); e EF = energia da forragem (unidades energéticas/kg MS). Essa metodologia é simples, envolve pesagem dos animais, anotações e cálculos, sendo a precisão dependente das estimativas dos sistemas energéticos e da habilidade de se medir a produção animal (BAKER, 1982).

Segundo Detmann et al. (2001), diversos sistemas de predição de energia estão disponíveis, como o americano National Research Council (NRC), o britânico Agricultural and Food Research Council (AFRC) dentre outros que fornecem dados ou equações a

respeito da quantidade de energia necessária para atingir determinado desempenho animal, e deve-se optar por um deles para avaliar o alimento e o desempenho.

Potenciais fontes de erro na avaliação de animais são as diferenças nas exigências para ganho (quanto raça, sexo e plano nutricional prévio) e animais, principalmente lactantes, que podem ter períodos de perda de peso, no qual a energia corporal é desviada para o atendimento das exigências (BAKER, 1982). Para as fêmeas deve-se levar em consideração a gestação e a lactação, sendo que nesta deve-se mensurar a produção de leite. Quando uma maior precisão é exigida, é necessário obter amostras da forragem consumida e avaliá-las por meio de análises químicas (BAKER, 1982; MOORE & SOLLEMBERGER, 1997). Detmann et al. (2001) afirma que quando a produção animal é avaliada corretamente, a técnica fornece estimativas de consumo aceitáveis para muitas finalidades, mas não é um método que pode ser recomendado para estudos críticos, particularmente em curtos períodos de tempo.

MÉTODO BASEADO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO

Os animais em pastejo estão diante de um ambiente heterogêneo, e este relacionado ao desempenho animal deve ser avaliado de modo temporal e espacial. É importante compreender o processo de pastejo para escolher um método de criação que não restrinja a variedade de estratégias que os animais têm para uso quando em pastejo. A metodologia do comportamento ingestivo determina o consumo em relação a três variáveis: tempo de pastejo, taxa de bocado e tamanho do bocado.

Tempo de Pastejo

O tempo em pastejo é definido como o tempo em que o animal está apreendendo a forragem e mastigando-a, além do tempo em que o animal move-se ao longo da pastagem com a cabeça baixa (procura) (CHACON et al., 1976). Esse tempo é manipulado pelo animal na busca pela sua dieta. Fatores como clima, memória espacial, ambiente social, entre outros, afetam a estratégia de forrageamento dos animais, segundo Carvalho et al. (1999). Bignoli (1971) também cita a palatabilidade com influência no comportamento dos animais em pastejo, que seria uma influência individual.

Silva & Nascimento (2001) relatam que o tempo de pastejo pode ser estimado com monitoração contínua ou pelo uso de técnicas de amostragem em intervalos representativos da atividade. Jamieson & Hodgson (1979) descrevem um método de avaliação do tempo de pastejo e de outras atividades, como ruminação e descanso, pela observação dos animais do nascer ao pôr do sol avaliando a cada dez minutos a atividade. Depois se faz a média das atividades durante o período avaliado para determinar o tempo de pastejo. Essa técnica também permite a realização da distribuição temporal das atividades, na qual se observa os momentos do dia em há maior tempo de pastejo. A monitoração pode ser manual ou automática.

Na avaliação dos resultados de tempo de pastejo dos animais é necessária a correlação com os dados qualitativos e quantitativos da pastagem disponível. Além disso, avaliar os fatores do animal como fonte de variação do tempo de pastejo, como estado fisiológico, tamanho do animal, sexo e idade.

Número de bocados

O bocado é a menor escala de decisão do animal representada pela ação de apreender forragem com os dentes (GIBB, 1998). O animal deve tomar uma decisão acerca da posição do bocado no perfil da pastagem, bocados no estrato superior resultam em coleta de alta qualidade e pouca massa, e bocados mais profundos colhem mais massa com menor qualidade e gastam mais energia nesse bocado específico (CARVALHO et al., 1999).

O número de bocados pode ser mensurado visualmente ou automaticamente. Forbes (1988) recomenda utilização de binóculos para melhor observação.

Chacon et al. (1976) propuseram um sistema de avaliação do número de bocados a partir de um vibracorder e dois contadores, os quais medem o número de movimentos da mandíbula. O contador A funciona continuamente, enquanto que o contador B somente é ativado junto com o vibracorder, ou seja, quando em atividade de pastejo.

Stobbs (1975) recomenda a contagem do número de bocados em intervalos de cinco minutos, já Erlinger et al. (1990) mencionam observações em sessões de um a dois minutos de observação distribuídas ao longo do dia.

Deve-se tomar cuidado ao interpretar os dados de comportamento ingestivo na literatura mais antiga, porque esta tratava o bocado como movimentos de mandíbulas, incluindo, por exemplo, os movimentos de mastigação (ANDRADE & NASCIMENTO, 2001). É de grande importância nesse contexto, o estudo de Chacon et al. (1976) que separou número de bocados em: Pd = bocado de apreensão; Md = bocado de mastigação com cabeça baixa; Mu = bocado de mastigação com cabeça alta e Ru = bocado de ruminação, sendo o número de bocados (N) definido pela equação: $N = Pd + Md + Mu + Ru$.

Taxa de bocado

A taxa de bocado é o número de bocados em determinado período de tempo. Hodgson (1985) recomenda calcular a taxa de bocados (GR) dividindo-se o número total de bocados (B) pelo tempo total de pastejo (GT): $GR = B / GT$. Esse mesmo autor cita que Jamieson & Hodgson (1979) desenvolveram um método pela mensuração do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados consecutivos, descartando-se os registros em que o animal levanta a cabeça antes de completar os 20 bocados e aqueles em que o animal deixa de abocanhar por mais de um minuto. Essa metodologia verificou média superior a 16% às estimativas do número total de bocados registrados no intervalo de dois minutos, portanto, pode superestimar a taxa de bocados. Pode-se corrigir o valor obtido para expressar como número de bocados por minuto. Essa técnica tem sido amplamente utilizada pelos pesquisadores para obtenção da taxa de bocados.

Profundidade do bocado

A medição da profundidade do bocado é normalmente obtida pela diferença entre altura da pastagem medida antes e após o pastejo conforme metodologia descrita por CARVALHO (1997). Marcam-se na pastagem perfis numerados ligados por uma transecta (linha), que ficam acessíveis ao pastejo (Foto 3).



Foto 3. Perfilho no centro marcado e numerado (indicação da seta) preso na transecta.

Com uma régua medem-se os perfilhos estendidos antes e após o pastejo obtendo por diferença a profundidade do bocado (Foto 4). Entretanto, muitas vezes os animais não pastejam os perfilhos marcados. É uma forma bastante trabalhosa de obter-se a profundidade do bocado.



Foto 4. Medição de altura do perfilho.

Illius & Gordon (1999) propuseram uma relação entre as variáveis profundidade do bocado e massa corporal dos animais, pois entre os seus logaritmos existe uma relação linear (alometria) expressa pela equação: $P_iB = 0,19H^{1,26}M^{0,089}$, onde P_iB é a profundidade

do bocado (cm); H é a altura da pastagem (cm); M= massa corporal (kg), o que significa que animais mais pesados pastejam mais profundamente no perfil da pastagem que aqueles mais leves.

A profundidade do bocado e a altura das plantas na pastagem apresentam relação positiva, enquanto que em relação à densidade da pastagem é negativa (GORDON & LASCANO, 1993).

Tamanho de Bocado

O tamanho do bocado se refere à sua área, volume e massa. A área do bocado é determinada por características anatômicas e comportamentais dos animais, e significa a superfície horizontal da pastagem abrangida por um bocado (GIBB, 1998). Essa medida depende de características anatômicas, a largura da arcada dentária tem função alométrica em relação ao tamanho do animal e pode ser calculada da seguinte forma: $AD = 8,6 M^{0,36}$, onde AD é a largura da arcada dentária em mm e M é a massa corporal em kg. A partir de AD pode-se determinar a área de potencial de cada bocado: $AB = AD^{1,97}$, onde AB é a área do bocado em mm², e há pouca variação entre as espécies de herbívoros (ILLIUS & GORDON, 1999). Parsons et al. (1994), em seu modelo, utilizaram uma área de bocado máximo de ovinos de 12 cm² e de bovinos, 50 cm². Segundo Gordon & Lascano (1993), a área do bocado diminui linearmente com a densidade da pastagem e aumenta de forma quadrática com sua altura. Carvalho et al. (1999) relatam que essa tendência ocorre em diferentes espécies, como bovinos, ovinos, caprinos e eqüinos.

A massa do bocado pode ser mensurada pelo uso de animais fistulados no esôfago com coleta da extrusa e registro do número de bocados durante a coleta em curtos períodos de tempo (CHACON et al., 1976). A massa do bocado (TB) é o produto do peso seco da extrusa (E) dividido pelo número de bocados (B), $TB = E * B$. Stobbs (1973) recomenda que após a secagem da extrusa deve ser feita a correção pela contaminação com saliva. Uma das dificuldades do método é a recuperação incompleta do material ingerido, o mesmo autor, com a utilização de um tampão bem ajustado no esôfago observou uma recuperação média de 95% do material ingerido no cocho. No entanto, Both et al, (1999), utilizaram como tampão uma bucha de espuma no esôfago e observaram evidente desconforto e alteração comportamental. Portanto, o tampão deve ser bem adequado. Pode-se citar também o inconveniente da exigência de animais fistulados, os quais nem sempre estão disponíveis e necessitam de aprovação para seu uso por comitês de bem estar animal. Embora amplamente apontada como o melhor indicativo da dieta selecionada pelo animal (DETMANN, 1999) há algumas fontes de erro, como contaminação por nitrogênio salivar ou perda de materiais solúveis, o que pode comprometer a digestibilidade e a acurácia das análises (MINSON et al., 1976) e, o pouco tempo de colheita de grande volume tornam as amostras não representativas da forragem consumida durante todo o período de pastejo (McMENIMAN, 1997).

Outra maneira de estimar a massa do bocado é dividir a ingestão diária de forragem (I) pelo número de bocados diários (B), $TB = I/B$ (JAMIESON & HODGSON, 1979). Pode-se também estabelecer intervalos menores de tempo, cerca de uma hora para melhor avaliação, conforme realizado por Barros et al. (2006), nesse caso se usa a ingestão e o peso do bocado na avaliação, e há necessidade de repetições ao longo do dia para estimar diferenças de massa de bocado conforme o período do dia. Quando não se usa animais

fistulados estima-se a matéria seca do bocado com base naquela encontrada na pastagem, o que pode ser fonte de erro.

Erlinger et al. (1990) descrevem a técnica de pesagem-pastejo-pesagem, na qual o animal é pesado em intervalos de tempo suficientes para realização de 1000 bocados. Pesa-se o animal e divide-se o peso acrescido por 1000, obtendo-se o peso do bocado. Essa metodologia fornece o tamanho do bocado em matéria verde de forragem e extrapola-se para matéria seca com base na matéria seca disponível. No entanto, essa técnica exige uma balança portátil precisa (10 gramas) e repetidas pesagens do animal, sendo bastante trabalhosa.

Ultimamente, estima-se o tamanho do bocado pelo método de *hand plucking* ou coleta manual citado por Both et al. (1999) e Vries (1995), no qual observa-se o animal pastejando e faz-se coletas da pastagem com as mãos imitando o animal. Esse método exige treinamento do observador, de modo que o animal permita devida aproximação para observação do seu modo de pastejo. É interessante para estudar a qualidade do bocado coletado pelo animal (Vries, 1995). No entanto, McMeniman (1997) comenta que o método é efetivo em pastagens homogêneas, mas apresenta limitações em pastagens com mais de uma espécie de forragem.

A massa do bocado pode ser decomposta de forma geométrica, segundo Illius & Gordon (1999), em: $MB = P_fB \times AB \times DV_{ep}$, sendo P_fB a profundidade do bocado, AB a área de cada bocado e DV_{ep} a densidade volumétrica do estrato pastejado. Woodward (1998) expressa o volume do bocado como o resultado do produto de P_fB e AB . P_fB e AB , determinam o volume de forragem apreendida na boca e DV_{ep} determina a massa da forragem existente neste volume (HOBBS, 1999).

Avaliação do perfil do bocado

Burlison et al. (1991) criaram gaiolas de pastejo, onde os animais eram colocados em gaiolas semelhantes às de digestibilidade, porém em cima das parcelas de forragem com diferentes taxas de semeadura e manejo de cortes. Uma área frontal de 0,56 x 0,46m ficava disponível para o animal para uma seqüência de 20 bocados e esses serem analisados. Dessa forma foram analisadas profundidade, área e volume do bocado.

O trabalho desenvolvido por Laca et al. (1992) permitiu um controle total sobre a estrutura da pastagem. Esses autores elaboraram micro pastagens em pranchas furadas para se introduzir partes da planta, permitindo que a densidade e a altura da pastagem pudessem ser avaliadas de forma independente, utilizando a mesma oferta de matéria seca. O comportamento ingestivo, avaliado em uma seqüência de seis bocados, foi gravado em uma câmera filmadora. Para se distinguir os movimentos de mandíbula, esses autores utilizaram uma espécie de gravador que foi colocado na frente do animal. Um programa de computador diferenciou os movimentos de apreensão, mastigação e os compostos.

Consumo em pastejo

O consumo pode ser obtido baseado em três variáveis: tempo de pastejo (GT), taxa de bocado no pastejo (RB) e consumo de forragem por bocado (IB), assim: $I = GT * RB * IB$ (HODGSON, 1985).

Allden & Whittaker (1970) iniciaram os estudos de consumo em pastejo e propuseram a seguinte equação: $C = PB \times NB \times TP$, onde: C é o consumo diário, PB é o peso de cada bocado, NB a frequência média dos bocados e TP o tempo de pastejo. CARVALHO et al. (1999) avançaram essa proposição, sendo os parâmetros da equação decompostos em: $C = MB \times NB_a \times (N_r \times T_r)$ (2), onde MB é a massa de cada bocado, NB_a é o número de bocados de apreensão, N_r é o número de refeições e T_r é o tempo médio das refeições (PENNING et al., 1998). NB_a representa uma frequência no tempo e pode ser expresso como: $TB = a + bMB$, sendo TB o tempo por bocado, "a" seria o tempo de apreensão de cada bocado, independente da massa do bocado, e bMB seria o tempo de mastigação proporcional a massa do bocado (PRACHE & PEYRAUD, 1997).

A taxa de consumo (RI), expressa em gramas de matéria seca por hora, de acordo com Hodgson (1985) pode ser obtida pelo valor médio do consumo diário estimado (I) em gramas de matéria seca por dia dividido pelo tempo de pastejo diário (GT) em horas por dia: $RI = I/GT$.

A observação direta contínua do processo de pastejo é cansativa e desconfortável e quando necessária deve ser realizada por procedimentos automatizados (HODGSON, 1982). As maiores limitações para avaliações diretas contínuas manuais citadas por Detmann et al. (2001) são restrições à duração do período de observação, devido a alta demanda de trabalho e a dificuldade de manter a concentração por longos períodos, com necessidade de troca de observadores e possíveis variações individuais na coleta dos dados.

Dougherty et al. (1987) estudaram o *eating drive*, ou seja, fome para comer, e demonstraram que o jejum modifica o padrão de ingestão, com o aumento tanto do tamanho do bocado quanto do seu número. Para todas as técnicas é importante salientar, segundo Forbes (1988), que o tempo de restrição alimentar prévio à avaliação altera o apetite e a seleção da dieta.

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

Não há grande disponibilidade de trabalhos de campo que visem comparar e correlacionar metodologia de estimativa de consumo de ruminantes em pastejo.

Chacon et al. (1976) compararam estimativas de consumo pelo método do comportamento animal com a diferença de peso da forragem e observaram uma maior estimativa (29,0%) para o primeiro, devido a um alto número de bocados de mastigação com a cabeça alta e uma grande variação diurna no tamanho do bocado, entretanto, após a correção dessas fontes de erro a diferença foi de apenas 2,0%. O método de diferença de peso da forragem não permite uma informação por indivíduo, a menos que se coloque um animal por parcela.

Both et al. (1999) compararam os métodos do óxido de cromo e da coleta manual da forragem, e obtiveram valores de $2,12 \pm 0,73$ quilogramas de matéria seca por animal por dia (kg/MS/animal/dia) e $1,48 \pm 0,17$ kg/MS/animal/dia, respectivamente para as técnicas não havendo diferença significativa ($p < 0,05$).

Vries (1995) comparou os métodos de coleta manual da forragem (*hand plucking*) com o método de canulação esofágica, com novilhas, para determinar o tamanho do bocado. Não houve diferença entre os teores de nitrogênio e de cálcio das amostras colhidas com as duas metodologias, entretanto, somente esses dois parâmetros foram avaliados. O autor concluiu que a metodologia de coleta manual da forragem foi bem sucedida na obtenção de amostras representativas do bocado. No entanto, os estudos de Detmann (1999), comparando extrusa

esofágica e *hand plucking*, relataram que em termos quantitativos, o uso desta técnica forneceria consumos de forragem inferiores à extrusa, com base no teor de FDN indigestível, e concluíram ser a extrusa, quantitativamente, mais confiável.

Macon et al. (2003) comparou para vacas leiteiras três métodos de estimativa de consumo de forragem: desempenho animal, excreção fecal e digestibilidade da dieta com indicador em dose pulso e diferença pelo peso da forragem. A maior correlação encontrada foi entre as técnicas de diferença pelo peso da forragem e desempenho animal, tendo o método da dose pulso do indicador maior variação dos resultados obtidos nos métodos anteriores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura da pastagem está intimamente relacionada ao comportamento dos animais em pastejo, e os dados obtidos devem ser atrelados aos dados do ambiente de pastejo.

As técnicas utilizadas para estimativa do consumo de ruminantes em pastejo são inúmeras, todas têm suas limitações e fontes de erro que devem ser bem compreendidas de forma a permitir a escolha da técnica mais adequada ao objetivo da estimativa e à disponibilidade de recursos financeiros e operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, M. C. D. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, p.755-766, 1970.

ANDRADE, A. C.; NASCIMENTO, JR. D. Avaliação da Digestibilidade e do Consumo de Pasto. **Forragicultura e Pastagens**, 2001. Disponível em: <<http://www.tdnet.com.br/domicio/digest.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2005.

BAKER, R. D. Estimating herbage intake from animal performance. In: Leaver, J.D. (Ed.) Herbage intake handbook. Dumfries: **The British Grassland Society**, p.77-94, 1982.

BARROS, C. S.; SILVA, C. J. A.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; ROCHA, C. Comportamento Ingestivo De Caprinos E Estrutura Das Pastagens Perenes De Verão Aruana ('Panicum Maximum' Cv. Aruana) E Hemarthria ('Hemarthria Altissima' Cv. Florida). In: 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, João Pessoa. **Anais....** João Pessoa : SBZ : UFPB. 2006.

BIGNOLI, D. P. Comportamiento de los animales em pastoreo. **Dinâmica Rural**, Bs. As., v. 36, p.104-106. 1971. Disponível em: <<http://www.produccionbovina.com>>. Acesso em 21 out. 2004.

BOTH, M. C.; SILVA, M. A.; FISCHER, V.; SEIDEL, E. Utilização da técnica de coleta manual para estimativa de consumo de forragens por ovinos em pastejo. In: XXVI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Porto Alegre, **Anais...**, 1999.

BURLINSON, A. J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. **Grass and Forage Science**, v.46, p.29-38. 1991.

BURNS, J. C.; POND, K. R.; FISHER, D. S. Measurement of forage intake. In: Fahey Jr., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Winsconsin: **American Society of Agronomy**, p.494-532, 1994.

CAMPBELL, A. G. Grazed pastures parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.67, n.2, p.211-216, 1966.
CAMPBELL, N.A. & ARNOLD, G.W. The visual assessment of pasture yield. **Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb.** v.13, p.263-67, 1973.

CARDOSO, R.M. **Efeito da adubação da pastagem de capim gordura (Melinis minutiflora, Beauv), sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite.** Viçosa, 1977. 61p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.

CARVALHO, P. C. F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p. 25-52.

CARVALHO, P.F.C.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: XXVI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Porto Alegre, **Anais...** 1999. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/PortoAlegre/homepagesbz>>. Acesso em: 09 mai. 2006.

CHACÓN, E.; STOBBS, T. H.; SANDLAND, R. L. Estimation of herbage consumption by grazing using measurements of eating behaviour. **Journal of the British Grassland Society**, v. 31, n.2, p. 81-87, 1976.

COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.

CORBETT, F. L. **Measuring animal performance**. In: t'Mannetje, L. (ed.) Measurement of grassland vegetation and animal production. Bucks, Cab, 1978. 163-231. (CAB bulletin 52).

CORDOVA, F.J.; WALLACE, J.D.; PIEPER, R.D. Forage intake by grazing livestock: A review. 1. **Of range management**, v. 31, n. 6: 430-38, 1978.

DETMANN, E. **Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período das águas**. Viçosa, 1999. 115p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

DETMANN, E.; CECON, P. R.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; ARAÚJO, C. V. Estimação de parâmetros da cinética de trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes seqüências amostrais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.220-230, 2001.

DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT, L.M. Herbage intake rates of beef cattle grazing alfalfa. **Agronomy Journal**, v. 79, p.1003-1008, 1987.

ERLINGER, L. L.; TOLLESON, D. R.; BROWN, C.J. Comparison of bite, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. **Journal of Animal Science**, v. 68, p.3578-3587, 1990.

FORBES, T. D. A. Researching the plant-animal interface: The investigation on ingestive behaviour in grazing animals. **Journal of Animal Science**, v. 66, p.2369-2379, 1988.

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

GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília: **IICA/EMBRAPA-CNPGL**, 1986. p.10-197.

GIBB, M.. Animal grazing/intake terminology and definitions. In: PASTURE ECOLOGY AND ANIMAL INTAKE, 3, 1996, Dublin. **Proceedings...** Dublin, 1998. p. 21-37.

GORDON, I. J.; LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: potential and constraints. IN: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, **Proceedings...** Palmerston North, New Zealand, 1993, v.17, p.681-690.

GORDON, I. J.; ILLIUS, A. W. Foraging strategy: From monoculture to mosaics. In: Speedy, A.W.(Ed.). **Progress in sheep and goat research**. Wallingford: CAB International, 1992, p.153-178.

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**., v.15, p. 63-70, 1975.

HOBBS, N. T. Responses of large herbivores to spatial heterogeneity in ecosystems. In: JUNG, H.J.G.; FAHEY JR., G.C. (Eds.). Nutritional Ecology of herbivores. **Proceedings...** Vth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES. San Antonio, USA, 1999, p.97-129.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 1985, Kioto, **Proceedings...** Kioto, 1985. L, p.63-65.

HOLLEMAN, D. F.; WHITE, R. G. Determination of digesta fill and passage rate from nonabsorbed particulate phase markers using the single dose method. **Canadian Journal of Zoology**., v.67, p.488-494, 1989.

ILLIUS, A. W.; GORDON, I. J. The physiological ecology of mammalian herbivory. In: JUNG, H.J.G., FAHEY JR., G.C. (Eds.). Nutritional Ecology of herbivores. **Proceedings** of the Vth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES. San Antonio, USA, 1999, p.71-96.

JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. **Grass Forage Science**, v.34, p.273-82, 1979.

KINGLIMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of American Society of Agronomy**, v. 35: n.9, Geneva, NY, p.739-46, 1943.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N. G. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. **Grass and Forage Science**, v.47, p.91-102, 1992.

MACOON, B. ; SOLLENBERGER, L. E. ; MOORE, J. E. ; STAPLES, C. R. ; FIKE, J. H. ; PORTIER, K. M. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2357-2366, 2003.

McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 33., 1997. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, 1997, p.133-168.

MINSON, D. J.; STOBBS, T. H.; HEGARTY, M. P. Measuring the nutritive value of pasture plants. In: SHAW, N.H.; BRYAN, W.W. (Eds.) **Tropical pasture research**. Oxford: CAB International, 1976, p. 308-338.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press. 1990.483p.

MOORE, J. E. ; SOLLEMBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL SOB PASTEJO, 1997. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.81-96.

MORAES, A. D. E.; MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27. 1990. Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p.332.

NEWMAN, J. A.; PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; HARVEY, R. J.; ORR, R. J. Fasting affects intake behaviour and diet preference of grazing sheep. **Animal Behaviour**, v.47, p.185-193, 1994.

OWENS, F. N.; HANSON, C. F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75: p.2605-2617, 1992.

PARSONS, A. J.; NEWMAN, J. A.; PENNING, P. D.; HARVEY, A.; ORR, R. J. Diet preference of sheep: Effects of recent diet, physiological state and species abundance. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.465-478, 1994.

PENNING, P. D.; JOHNSON, R. H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **Journal of Agricultural Science**, v. 100, p.133-138, 1983.

PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; NEWMAN, J. A.; ORR, R. J.; HARVEY, A. Behavioural and physiological factors limiting intake in grazing ruminants. In: PASTURE ECOLOGY AND ANIMAL INTAKE, 3, 1996, Dublin. **Proceedings...** 1998, p.10-20.

PEREIRA, J. M. Utilização do consumo e a composição da dieta na avaliação de pastagens. In: XXVIII **REUNIÃO ANUAL SBZ. SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS**. João Pessoa, 68. 1991.

POND, K. R.; BURNS, J. C.; FISHER, D. S. Intake monitoring systems: electronic and markers. Raleigh: **Department of Animal Science**. 15p. 1995.

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et les ovins. **INRA Productions Animales**, v.10, p.377-390. 1997.

REID, J. T.. El valor relativo de los resultados agronómicas y con animales en investigaciones sobre pasturas. In: Empleo De Animales En Las Investigaciones Sobre Pasturas, 1964, La Estanzuela. **Simpósio...** Montevideo: Osvaldo Paladines, 1966, p.31-60.

SILVA, P. R. DE C. & NASCIMENTO, JR. D. **Aspectos do consumo em pastejo**. 2001.

SMITH, A. M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5: p.515-524, 1955.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. Variation in the bite of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 24: p.809-819, 1973.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. III. Influence of fertilizer nitrogen of the size of bite harvested by jersey cows grazing *Setaria anceps* cv. kazungula swards. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.26, p.997-1007, 1975.

STUTH, J. W.; KIRBY, D. R.; CHMIELEWSKI, R. E. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. **Grass and Forage Science**, v.36, n.1, p.9-15, 1981.

SUSMEL, P.; STEFANON, B.; SPANGHERO, M. Ability of mathematical models to predict faecal output with a pulse dose of indigestible marker. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.521-532, 1996.

VRIES, M. F. W. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. **Journal Of Range Management**, v.48, p.370-375, 1995.

WOODWARD, S. J. Bite mechanics of cattle and sheep grazing grass-dominant swards. **Applied Animal Behavior Science**, v.56, p.203-222, 1998.