

MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE BOVINOS EM PASTEJO

Aluno: Sérgio Braz

Prof.: [Domicio do Nascimento Jr.](#)

INTRODUÇÃO

A produção animal com forragens é determinada pelo consumo de matéria seca, valor nutritivo da forragem e resposta do animal. O consumo de matéria seca constitui o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção animal, e portanto, é considerado o parâmetro mais importante na avaliação de pastagens devido sua alta correlação com a produção animal (NOLLER et al., 1996).

A avaliação do consumo a pasto é bastante complexa, pois devem ser consideradas as inter-relações solo-planta-animal. O consumo voluntário principalmente em condições de pastejo, é influenciado por uma integração de muitos fatores, inerentes ao animal, à planta, ao ambiente e ao manejo adotado. Fatores como quantidade de forragem disponível, morfologia, valor nutritivo, palatabilidade sazonal, estado fisiológico e sanitário do animal, topografia e temperatura ambiente, entre outros, exercem influência sobre o consumo animal a pasto (SANTOS, 1997).

CONRAD et al. (1964) observou que o consumo de rações de baixa densidade energética aumenta com o aumento de digestibilidade da ração, o que sugere um mecanismo de controle físico do consumo. O enchimento do rúmen ou o tempo despendido comendo e/ou ruminando são fatores limitantes, tornando o animal incapaz de consumir ração para satisfazer seu apetite. Para rações mais digestíveis, entretanto, o consumo decresce à medida que a digestibilidade aumenta. Isto indica que os animais compensam a diluição energética através do aumento do consumo, de forma a manter uma constante ingestão de energia. Sugerindo que um mecanismo metabólico seja responsável pelo controle de consumo de animais recebendo dietas de alta qualidade. O consumo parece ser limitado pelo tempo necessário para processar a forragem ingerida (mastigação) em partículas suficientemente pequenas, que possam deixar o rúmen. Tempo total de mastigação por unidade de forragem consumida, isto é, tempo gasto ruminando mais tempo gasto comendo está correlacionado com a qualidade da forragem.

Neste respeito MERTENS, (1994) propõe que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos: o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional, o físico, relacionado à capacidade de distensão do rúmen e ainda o psicogênico, que envolve o comportamento responsivo do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente.

As características estruturais do pasto, como altura, relação folha/caule e densidade afetam o consumo, por influenciarem o tamanho do bocado, a taxa de bocado e o tempo de pastejo (STOBBS, 1973).

O tamanho dos bocados apreendidos pelos bovinos em pastagens tropicais podem limitar o consumo de forragem. Em animais confinados, o peso de cada bocado é superior a 0,8 g de matéria orgânica por bocado sendo assim, teoricamente estes animais podem ingerir 10,8 kg matéria orgânica (3% de 400 kg de PV) com 13.000 bocados. Por outro lado, 216.000 bocados são necessários para atingir o mesmo consumo se a média dos bocados é de 0,05g de matéria orgânica (STOBBS, 1973). Contudo, STOBBS e COWPER, (1972) estimaram como taxa máxima de bocados, 4000 bocados/hora o que resulta num período de 24

horas, um máximo de 36.000 bocados, e desta maneira STOBBS, (1973) concluiu, que bocados com menos de 0,3 g de matéria orgânica são críticos para obtenção de quantidades satisfatórias de nutrientes pelo consumo de forragem.

ALLDEN e WHITTAKER, (1970) observaram diferenças no consumo de forragem com aumento de 7 vezes, quando o comprimento dos perfilhos passaram de 3,7 cm (1,0 g de MS/min) para 7,7cm (7,1 g de MS/min), além disso, observaram também que os animais compensaram a diminuição da forragem disponível com aumento do tempo de pastejo.

ESCOLHA DO MÉTODO

Um dos problemas nos estudos de nutrição animal, sob condições de pastejo, é a dificuldade para medir com acurácia o consumo voluntário de forragem, dada a complexidade dos fatores que afetam o consumo. Dentre os métodos utilizados pelos pesquisadores, visando a estimativa do consumo de forragem, citam-se: métodos diretos, métodos indiretos e métodos pelo comportamento animal. Na literatura observa-se grande variação dos métodos utilizados pelos pesquisadores para estimativa do consumo animal a pasto e cada método com vantagens e desvantagens é mais apropriado para uma dada condição, não existindo uma técnica mais indicada para avaliação do comportamento ingestivo dos ruminantes em pastejo. A escolha do uso de uma delas deve basear-se primeiramente nos objetivos do experimento. Outras questões, como financiamento, infra-estrutura e disponibilidade de mão de obra, etc., também devem ser levadas em consideração. Portanto, a escolha do método para estimar o consumo irá depender das características da vegetação, do tipo de animal, da disponibilidade de equipamentos e recursos, da precisão requerida, da disponibilidade de observadores treinados, etc. A utilização da combinação de mais de um método pode proporcionar maior controle dos fatores envolvidos no sistema solo-planta-animal, determinantes nas avaliações de consumo em condições de pastejo (SANTOS, 1997).

MÉTODOS DIRETOS

Métodos diretos nas pastagens também denominados métodos agrônômicos, envolvem estimativas da disponibilidade de forragem antes e após um período de pastejo, sendo a quantidade de forragem consumida pelos animais estimada pela diferença, denominada de consumo aparente por unidade de área (SANTOS, 1997).

A produção total de pastagens nativas ou cultivadas não são completamente disponíveis para os animais. Herbívoros nativos (algumas vezes presentes) além de insetos, pragas e roedores podem competir com os ruminantes domésticos no consumo de forragem, e a forragem senescente, não consumida, é decomposta pelos microorganismos no solo. O balanço da utilização do total de forragem disponível é menor que 50%, tanto para ramoneio ou pastejo (VAN SOEST, 1982). BODEY et al. (1995) estimaram a taxa de aproveitamento máxima de pastagens em condições tropicais como 30 % do total produzido.

DIFERENÇA DA DISPONIBILIDADE ANTES E APÓS O PASTEJO

Se a produção de matéria seca antes e depois de um período de pastejo puder ser precisamente medida, então o consumo dos animais que estão pastejando pode ser calculado. O método não será mais acurado que a acurácia dos métodos utilizados na estimativa da produção (McMENIMAM, 1997).

No caso de pastejo rotacionado, a matéria seca de forragem é estimada antes e após um período, para uma estimativa da matéria seca disponível e residual, respectivamente. Diversos métodos são utilizados para tal finalidade e alguns serão discutidos posteriormente. Quando o período de pastejo é de somente 1 ou 2 dias, a massa de forragem não precisa ser ajustada para o crescimento da

pastagem durante o período de pastejo. No entanto, para longos períodos de pastejo é necessário computar o crescimento da pastagem entre o período de amostragem, ou seja, antes e após o pastejo. Este ajuste pode ser acompanhado pelo cálculo da taxa de crescimento diária de forragem entre a amostragem pós-pastejo depois do prévio período de pastejo e da recente amostragem pré-pastejo. Então esta taxa de crescimento é multiplicada pelo número de dias entre os períodos de pastejo para estimar a massa de forragem a ser adicionada na estimativa da massa de forragem disponível ao longo de todo o período de pastejo. No caso do pastejo contínuo, algumas áreas da pastagem são excluídas do pastejo animal durante todo período experimental, geralmente são utilizadas gaiolas, as quais são distribuídas na pastagem, em área representativa. As taxas de crescimento de forragem nas gaiolas são estimadas por cortes periódicos. Idêntica área sob pastejo é cortada ou estimada, para determinar a massa de forragem residual. A estimativa do consumo é obtida pela subtração da massa forrageira residual na área pastejada pela massa de forragem disponível, como estimada pela acumulação da massa de forragem na área não pastejada por tempo específico. É assumido que as taxas de crescimento são similares em áreas pastejadas e não pastejadas, mas para longos períodos entre as datas de amostragem esta suposição torna-se cada vez menos verdadeira. As gaiolas podem ser movidas no final de cada período de amostragem até que as taxas de rebrota tornem-se representativas da área pastejada (MOORE e SOLLENBERGER, 1997).

Citando diversos autores, SANTOS (1997) considera o efeito inconveniente de áreas de exclusão no crescimento das pastagens, o método da gaiola apresenta resultados confiáveis quando o período de pastejo é curto. Quando a forragem é protegida por uma gaiola por longo período de tempo cria-se um microclima anormal dentro da gaiola, conseqüentemente obtêm-se uma acumulação de forragem não-típica no restante da pastagem, este microclima é mais modificado dentro de gaiolas pequenas do que dentro de gaiolas grandes e a magnitude deste efeito é diretamente relacionada à duração do período em que as gaiolas estão numa dada posição.

A acurácia das estimativas de consumo obtidas por métodos diretos na pastagem para MINSON (1990) depende de alguns fatores: do erro nas estimativas das produções de forragem inicial e final; da produção de forragem ofertada que é consumida; do crescimento da planta que ocorre enquanto a área está sendo pastejada; ou das perdas por senescência ou ataques de insetos.

A mensuração da massa de forragem no final do período de pastejo, pode ser realizada com razoável acurácia, mas a mensuração precisa da forragem que pode acumular durante o período de pastejo apresenta grande problema, conseqüentemente, métodos agrônômicos são aplicáveis em sistemas onde o período de pastejo é curto e onde a pressão de pastejo é alta, minimizando a possibilidade de erros na estimativa de consumo (SANTOS, 1997).

PEREIRA (1990) em revisão sobre o assunto conclui que o maior inconveniente do método é que na verdade ao usá-lo se mede a forragem desaparecida, a que foi consumida pelos animais experimentais mais a que foi destruída pelo animais pelo pisoteio ou consumida por predadores, resultando numa superestimativa do consumo real, lembrando que as perdas por pisoteio podem corresponder de 57 a 63% da pastagem disponível, ainda que essas são reduzidas com aumento da pressão de pastejo, mas por outro lado, o uso do método é inviabilizado na determinação comparativa de pastagens submetidas à diferentes taxas de lotação. Outra desvantagem se trata de pastagens heterogêneas, em um experimento com três ou quatro repetições se necessita de seis a doze pares de quadrados (cada um deles como gaiola) para obtenção de um coeficiente de variação de 20%. O método portanto se mostra também trabalhoso e pela baixa precisão poderia ficar restrito à utilização em pastagens extremamente uniformes.

SANTOS (1997) considera os métodos agrônômicos simples, mais facilmente aplicados e mais rápidos; desta forma, podem ser uma alternativa para obtenção de estimativas de consumo

voluntário de forragem utilizada rotineiramente, principalmente nos programas de avaliação de forragens. Enquanto as técnicas que envolvem estimativas de consumo baseadas no comportamento animal ou utilizando indicadores requerem grandes áreas, altos investimentos financeiros e maior tempo para obtenção. Além desta técnica impor um mínimo distúrbio na atividade normal do animal em pastejo e fornecer amostras que são analisáveis, podendo ser adaptado à experimentos fatoriais nos quais necessita-se examinar muitas amostras.

TÉCNICAS PARA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE FORRAGEM

MÉTODOS DIRETOS – DESTRUTIVOS

Os métodos mais precisos são os que envolvem corte direto e separação manual. Entretanto, apresentam algumas limitações, como tempo envolvido e requerem grande número de amostras e altos custos, principalmente quando se trata de áreas extensas. A amostragem direta pelo corte é destrutiva e trabalhosa; embora a amostra individual seja medida acuradamente, existe a limitação de que cada medida representa apenas uma amostra de uma população de rendimentos altamente variáveis dentro da pastagem. Assim, o problema é a variabilidade da população e não a precisão com que cada amostra individual é medida (HAYDOCK E SHAW, 1975).

MEIJS et al. (1982) considera uma das vantagens do método direto nas pastagens, seja destrutivo ou não, é que as mensurações também fornecem informações da forragem disponível e da eficiência de pastejo. Em adição, análises químicas das amostras fornecem informações da qualidade da forragem.

COLHEITA

Um método simples para estimar a produção de matéria seca (MS) é a colheita e pesagem de uma porção da área total a ser estudada e então estimar o peso para área total. O corte na pastagem é feito em um número de áreas ("quadrados") de dimensão conhecida. O tamanho do quadrado vai depender da uniformidade da pastagem a ser amostrada. Os mais comumente utilizados são quadrados de 0,5 X 0,5 m (0,25 m²), no entanto , quadrados menores têm sido utilizados por pesquisadores nas medidas de produção de pastagens uniformes. Quadrados largos (1 X 1 m, ou maiores) são recomendados quando as pastagens não são homogêneas ou quando a pastagem apresenta solo descoberto. Estes quadrados são geralmente construídos de barras de aço leve (McMENIMAM, 1997).

O número de quadrados cortados no relvado para a obtenção de determinada precisão vai depender da variabilidade da produção na área. O número de quadrados necessários para atingir os padrões estatísticos desejados são conseguidos por amostragem prévia determinando-se a variabilidade. De modo geral, é particularmente desejável que a estimativa da produção tenha um coeficiente de variação (CV) de não mais que 10-15%. Os pontos de amostragem dentro da pastagem podem ser selecionados aleatoriamente, mas isto pode não ser apropriado se a pastagem não for uniforme. Para pastagens não uniformes o processo de estratificação pode ser usado; as amostras são coletadas de áreas na pastagem que são visualmente diferentes uma da outra com um número de amostras coletadas de alguma área na proporção de sua contribuição, de modo que toda área seja representada pela amostragem. Um outro método é o estabelecimento de transeptos (aleatoriamente ou pré-determinados em que as amostras são coletadas em intervalos definidos (McMENIMAM, 1997).

A altura em que a pastagem será cortada vai depender das espécies forrageiras presentes e do comportamento dos animais que estão consumindo esta pastagem. Tradicionalmente os quadrados são cortados no nível do solo mas isto pode nem sempre ser apropriado. Por exemplo, algumas espécies forrageiras tropicais podem que ter numerosos estolões nesta camada, uma maior altura de corte pode ser mais apropriada, particularmente se as pastagens estão sendo pastejadas não próximo ao solo, como no caso de animais mais seletivos, ovelhas e cabras. Qualquer que seja a altura crítica, esta deve ser seguida

rigidamente por todos amostradores ou a estimativa da produção é incorreta. A ferramenta utilizada para o corte inclui tesoura manual, roçadeira elétrica conduzida manualmente, e para quadrados grandes, ceifadeira motorizada (McMENIMAM, 1997).

No caso de arbustos na pastagem, a quantidade de matéria seca disponível por esta fonte pode ser também determinada. O número de arbustos pode ser determinado por transeptos e o volume de arbustos disponíveis abaixo da altura de pastejo pode ser medido pelas formas geométricas dos arbustos de portes maiores e a densidade volumétrica dos arbustos menores por unidade de volume é determinada pela coleta de quadrados de volume conhecido. O peso do arbusto por unidade de área é então calculado (McMENIMAN, 1997).

MÉTODOS INDIRETOS – NÃO-DESTRUTIVOS

Os métodos de corte são dispendiosos e trabalhosos e em alguns casos requerem equipamentos também. Isto é entretanto, uma operação cara e muitas vezes o custo pode ser proibitivo, quando se tem muitos tratamentos e extensas áreas a serem amostradas. Neste caso, os pesquisadores podem ser induzidos a coletar o menor número de amostras e isso pode conduzir a uma inadequada amostragem, resultando em baixa precisão. O método destrutivo pode também não ser aplicado em certas circunstâncias, por exemplo, onde a produção é determinada sem interferência de intervalos na mesma área, e em pequenas parcelas pastejadas onde a quantidade total de forragem colhida pode representar larga proporção da quantidade de alimento. Estas razões têm conduzido ao grande número de métodos não-destrutivos. Apesar destes métodos não serem acurados como os de corte quando considerado um mesmo número de amostra, eles freqüentemente oferecem a possibilidade de aumento na precisão líquida devido ao grande aumento no número de amostras (t'MANNETJE, 1978).

Os métodos indiretos de medidas da produção forrageira envolvem o desenvolvimento de equações de regressão entre algumas características das pastagens e a produção (técnicas de dupla amostragem). De modo geral, tem-se encontrado menor acurácia com a utilização destes métodos do que com os métodos de colheita e pesagem, por esta razão requerem mais intensiva amostragem para obter a acurada estimativa (McMENIMAM, 1997).

ALTURA

Relação direta entre a altura da pastagem e a produção tem sido desenvolvida, mas este método não dá acurácia suficiente para determinar o consumo por mensurações antes e após um período de pastejo. Entretanto, estas estimativas podem ser usadas para outros extensos propósitos (McMENIMAM, 1997).

ALTURA DO DISCO ("RISING PLATE METER")

Um refinamento para o uso da altura da pastagem na estimativa da produção é a utilização da relação da produção com a avaliação da resistência da pastagem a uma força descendente constante, a resistência de compressão é proporcional à massa da pastagem que está sendo comprimida. O aparato comumente utilizado para estimar a produção é denominado algumas vezes "Ellenbank Pasture Meter" que consta de uma barra graduada, que de uma altura constante é posto a deslizar um disco o qual comprimirá a área da forragem em toda sua projeção (com uma relação peso área de 40 kg/m²) e então a medida inferior que o disco atingiu é registrada (FULKERSON e SLACK, 1993), entretanto tem sido encontrada aplicabilidade para este método somente em relvados homogêneos, sendo seu uso limitado para condições de pastagens naturais (McMENIMAM, 1997).

A calibração entre a medida obtida e a produção da pastagem tem sido desenvolvida para cada tipo de pastagem. Curvas separadas podem também ser necessárias dentro de uma mesma pastagem se a produção foi determinada em diferentes estádios de crescimento, ou por instância antes ou após

um período de pastejo. As curvas de calibração são desenvolvidas pelo processo de dupla amostragem, processo onde utiliza-se a regressão entre a medida obtida dentro do quadrado contra o peso da pastagem coletada na delimitação do quadrado. O número de pontos necessários para se obter uma equação de predição acurada pode ser de aproximadamente 80 e o número de medidas rápidas necessárias para se obter estimativa acurada da produção no relvado é de aproximadamente 100 (FULKERSON e SLACK, 1993). A acurácia (desvio padrão) da técnica para pastagens temperadas tem sido encontrada de 240 kg MS/ha (FULKERSON e SLACK, 1993), os quais citam resultados de 370 MS/ha (Earle e McGowan, 1979) e de 410 MS/ha (L'Huillier e Thompson, 1988).

MEDIDA DA CAPACITÂNCIA

As medidas de capacitância são mensurações na variação da capacitância devido à introdução na vegetação de um aparelho medidor de capacitância, essas medidas são proporcionais ao peso da forragem presente. Um número de medidores foi desenvolvido que variam em tamanho, forma e elementos de percepção, tipos de osciladores e tipos de sistemas de medidas (t'MANNETJE, 1978)

A relação entre a produção da pastagem e a capacitância tem sido desenvolvida para cada tipo de pastagem. Essas são medidas pela quantidade lida no medidor dentro de uma pastagem a ser amostrada. Depois de cada medida obtida na pastagem contida dentro de um quadrado centrado sobre um ponto onde se obteve a medida é cortado, seco e pesado. O número de pontos requeridos na calibração da curva para equação de predição acurada da produção é 80 e um número de medidas escritas para predição da produção é 100. Segundo FULKERSON e SLACK (1993), tanto para o medidor de pressão descendente quanto a medida de capacitância, quando usadas para espécies tropicais estoloníferas ou decumbentes, as equações de predição mais acuradas são obtidas se a medida obtida é regredida contra o material verde, ao contrário da matéria seca total coletada do quadrado e o quadrado deve ser cortado a uma altura de 5 cm para gramíneas estoloníferas e 6 cm para gramíneas "decumbentes". Eles afirmaram que a acurácia da predição (\pm SE) da produção de pastagens de kikuiyu e setária em estado precoce e tardio de crescimento foram: 163, 168 e 232, 263 kg MS/ha, respectivamente. FULKERSON e SLACK, (1993) e outros autores têm reportado que a acurácia da predição da produção da pastagem com medidas de capacitância são menores que aquelas conseguidas com o medidor de pressão descendente.

ESTIMATIVA VISUAL

A estimativa visual há muito vem sendo utilizada pelos pesquisadores em manejo de pastagens naturais para estimar a densidade, a composição florística, o peso e outros parâmetros. No entanto, a variação das amostras, sobretudo no peso é muito acentuada. Muitas tentativas tem sido feitas para superar tal dificuldade. A maneira mais comum de minimizar estes problemas é a combinação de dois métodos de amostragem para obter uma estimativa mais confiável no parâmetro de interesse. Neste caso, o método é conhecido como dupla amostragem, que consiste basicamente na avaliação do peso, para obter primeiro estimativas visuais e medidas de peso da forragem em unidades de amostragem. Essas duas variáveis são usadas para determinar uma linha de regressão. Na segunda fase, é produzida uma amostra maior e mais representativa de toda população, no caso por estimativa visual (NASCIMENTO JR. et al, 1982). HAYDOCK e SHAW (1975) desenvolveram o método do rendimento comparativo para estimar a produção de matéria seca da pastagem em que os rendimentos dos quadrados ao acaso são taxados com respeito à localização dos quadrados de referência pré-selecionados para promover uma escala. É um método bastante preciso, usa técnicas não destrutivas, possibilita maior número de estimativas e sua precisão é função da calibração dos quadrados de referência. A diferença essencial existente, discutida por HAYDOCK e SHAW (1975), é que ao invés de

estimar o rendimento do quadrado pelo peso, ele é estimado como sendo um ponto na escala visual, por acreditarem que é mais fácil estimar peso, em valores relativos do que em absolutos.

Um programa computacional, desenvolvido na Austrália, denominado **BOTANAL**, combina um número de procedimentos usados para calibrar estimativas visuais de produção de matéria seca e composição botânica. O método do peso seco escalonado (t'MANNETJE e HAYDOCK, 1963), para estimativa da composição botânica e o método do rendimento comparativo (HAYDOCK e SHAW, 1975), para estimativa da matéria seca são processados pelo programa BOTANAL (HARGREAVES e KERR, 1978).

McMENIMAM, (1997) considera que o uso do método da estimativa visual sem a utilização de calibração tal como se faz no método da altura, é provavelmente um método satisfatório para práticas de extensão ou proposta para manejo de fazendas, mas não é bastante acurado para o uso na estimativa do consumo da pastagem antes e após um período de pastejo. L'huillier e Thonpson (1988) citados pelo mesmo autor reportaram que o desvio padrão da estimativa da produção da pastagem usando método visual não calibrado e calibrado foi de 767 e 398 kg MS/ha, respectivamente.

SANTOS (1997) obteve bons resultados na estimativa da produção de forragem pela utilização do programa BOTANAL em condições críticas de pastagem natural, com intensa diversidade de espécies.

MÉTODOS INDIRETOS DE ESTIMATIVA DO CONSUMO

MUDANÇAS NO PESO DO ANIMAL

Outro método de determinação do consumo de pastagem é a medida do peso do animal antes e após o pastejo, atribuindo o aumento do peso ao consumo de forragem. Esta técnica requer acurado peso do animal antes e após o pastejo, estimativas insensíveis de peso perdido (EIPP) e peso perdido devido a excreção de urina e fezes durante o pastejo. EIPP, que é devido a respiração e outros vapores de água perdidos, são determinados durante curto espaço de tempo (1 hora) imediatamente antes da medida de consumo de pastagem ser feita. Os animais são privados do alimento durante este tempo observando-se tais alterações refletidas no peso, e então é adaptada uma focinheira e algumas vezes as fezes e urina excretadas são coletadas por bolsas coletoras de fezes e urina. Os animais são então liberados ao pastejo por um curto tempo (1 hora) e a mudança no seu peso é acuradamente registrada (McMENIMAN, 1997). O consumo de forragem (CF) é então determinado:

$$CF \text{ (g/dia)} = TC \times \text{tempo de pastejo}$$

$$TC \text{ (g/min)} = MPCiT + (PPI) \times t1 / t2$$

Onde TC é taxa de consumo (g/min), MPCiT mudança no peso em curto intervalo de tempo de pastejo (g), PPI perda de peso insensível (g/min), t1 tempo necessário para estimativa da MPCiT, e t2 é o tempo gasto em pastejo durante a estimativa de MPCiT. Tempo de pastejo é determinado, entretanto, pode ser determinado com os instrumentos vibracorder ou telemetry que serão descritos mais a frente. Romney et al. (1996) citado por McMANIMAN (1997) compararam este método de medida do consumo com o método n-alcanos e concluíram que a mudança de peso em curto intervalo de tempo superestima o consumo, porque a taxa de consumo decresce com o período de pastejo e o cálculo do consumo utiliza uma taxa de consumo determinada para todo o período de pastejo. Entretanto, estes autores consideram que este método, devido a simplicidade, pode ser usado onde não se dispõe de processos analíticos sofisticados como os requeridos para a análise de n-alcanos.

COMPORTAMENTO ANIMAL OU TAXA DE INGESTÃO A CURTO TEMPO.

Na teoria, a estimativa do consumo através da quantificação dos componentes do comportamento ingestivo,

taxa de bocados, peso dos bocados e tempo de pastejo, podem fornecer uma estimativa acurada do consumo de forragem sobre todas as condições de qualidade e quantidade. Todas as três variáveis podem ser estimadas utilizando um mesmo animal, mas os animais usados para estimar as características dos bocados, podem ser diferentes daqueles usados para estimar o tempo de pastejo (MOORE e SOLLENBERGER, 1997). A equação para estimativa do consumo pelos componentes do comportamento ingestivo é:

$$\text{Consumo MS, kg/dia} = (\text{Taxa de bocado, min}^{-1} \times \text{Peso do bocado, g} \times \text{Tempo de pastejo min d}^{-1}) / 1000$$

Várias técnicas tem sido utilizadas por um grande número de pesquisadores para estimar o consumo animal pelo seu comportamento de ingestão, em alguns casos, estes resultados têm sido extrapolados para o consumo diário. McMANIMAN (1997) resumidamente, discute os procedimentos para determinar os parâmetros comportamentais. O *tamanho* do bocado pode ser determinado em animais fistulados no esôfago pela contagem do número de bocados consumidos para produzir determinada amostra de extrusa, e então dividindo o peso seco desta amostra pelo número de bocados teremos o tamanho do bocado. Este pode ser determinado também por medidas de diferentes quantidades de pastagens consumidas numa pequena área de pastagem ("canteiro") enquanto, ao mesmo tempo, por observação visual conta-se o número de bocados consumidos. A *taxa* de bocados pode ser determinada por observação visual, por contadores eletrônicos de bocados sensíveis aos movimentos ou sons da mandíbula similares aos descritos por Stobbs e Cowper (1972) e por telemetry (Laca et al., 1992) este equipamento transmite os sons dos movimentos mandibulares que são gravados em "receivers" e posteriormente analisados. O *tempo de pastejo* pode também ser determinado por observação visual, vibracorders que mede o tempo que o animal fica com a cabeça baixa em posição de pastejo e com telemetry.

Chacon et al. (1976) citado por PEREIRA (1991), compararam o método com o do corte direto (agronômico) em pastagens de aveia e verificaram que o consumo foi superestimado em 29% e subestimado em 2%, respectivamente, quando considerou todos os movimentos mandibulares (preensão + mastigação) ou somente aqueles relacionados com a ingestão do alimento. O coeficiente de variação foi de 10,1 % para o primeiro caso e de 11,2% para o método agrônomo, demonstrando similar precisão. Os autores afirmaram ter havido problemas de ordem prática relacionados com a computação diferenciada de movimentos utilizados na mastigação e na preensão. No entanto, concluem que o consumo de forragens pode ser estimado com razoável precisão usando medição do comportamento alimentar, tendo como vantagens o uso mínimo de análises de laboratório.

Apesar de que o tempo de pastejo é registrado continuamente por vários dias, o peso e a taxa de bocados são registrados durante somente poucos minutos a cada dia. Esta técnica pode fornecer dados aproximados aplicados ao relvado no período em que as observações são feitas. Isto pode entretanto, não dar uma acurada estimativa do total consumido para um conjunto de dias ou longo período de tempo. O comportamento ingestivo durante os períodos de observação pode não refletir o comportamento durante cada evento de pastejo através do dia, e o comportamento ingestivo de um dia pode não refletir sobre um outro dia. Se os animais pastejarem seletivamente, como em pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, a dieta selecionada e a taxa de consumo durante o período observado pode ser diferente daquele do resto do dia ou período de pastejo. Além disto, os animais usados na estimativa das variáveis do comportamento ingestivo podem comportar-se diferentemente dos outros animais pastejando o local, pois eles são constantemente manipulados e não permanecem sobre a mesma pastagem por todo período experimental. Entretanto, igualmente satisfatório a técnica é baseada em estreitos princípios, o erro na extrapolação das observações a curto tempo para longo-tempo na estimativa do consumo podem ser inaceitáveis (MOORE e SOLLENBERGER, 1997).

ESTIMATIVAS EMPÍRICAS

Alguns métodos têm sido desenvolvidos para estimativa do consumo de animais em pastejo que utilizam a resposta do animal em relação a cálculo anterior de estimativa do requerimento diário. Por exemplo, a unidade de alimentação efetiva (UAE) - uma estimativa da média diária da UAE (que pode ser expressa como

digestibilidade da matéria seca, energia bruta, energia digestível, energia metabolizável, energia líquida, nutrientes digestíveis totais, etc.) consumida por animais testes. Este valor pode ser convertido em uma estimativa do consumo diário de matéria seca usando esses valores. Em ambos os casos, fatores de conversão para manutenção e ganho de peso ou perda de peso são necessários. A UAE não é melhor que os fatores de conversão empregados. Equações de regressão têm também sido desenvolvidas fornecendo estimativas do consumo de matéria seca (BURNS et al., 1994).

A estimativa do consumo de forragem usando o reverso do requerimento energético para manutenção, crescimento, lactação e etc., requer que a energia contida na dieta consumida seja conhecida ou possa ser estimada. E isto não é sempre possível (McMANIMAN, 1997).

Reeves et al (1996) citado por AROEIRA (1997) compararam esta técnica com n-alcanos e a estimativa de consumo antes e após o pastejo de vacas em lactação e concluíram que as estimativas derivadas dos cálculos da energia reversa fornece estimativas sensíveis sobre um extenso período de tempo.

Minson e McDolnald (1987) citados por McMANIMAN (1997) demonstraram uma variação do método acima, por meio do qual as estimativas da digestibilidade da dieta não eram necessárias. A equação de predição para o crescimento de bovinos foi:

$$I = (1,185 + 0,00454 L - 0,0000026 L^2 + 0,315 G)^2 ; r^2 = 0,995$$

Onde I é o consumo (kg MS / dia), L é o peso vivo (kg) e G é a taxa de crescimento (kg/dia). Eles concluíram que o consumo dos bovinos pode ser predito com esta equação com um coeficiente de variação de aproximadamente 8,7%.

Uma inovada aproximação para estimativa do consumo são as taxas *in vitro* de produção de gás para estimar o tempo de retenção médio e a digestibilidade. A produção fecal e o consumo também são estimados. Esta técnica é dependente da disponibilidade de um apropriado equipamento para medir a produção de gás. O uso da produção de gás permite uma estimativa mais real e estável da taxa de digestão que os tradicionais procedimentos gravimétricos e tem sido considerada por alguns autores como uma técnica bastante acurada e bastante rápida (BURNS et al., 1994).

RELAÇÃO DIGESTIBILIDADE – PRODUÇÃO FECAL.

Determinação da produção fecal diretamente:

A coleta total de fezes associada com uma estimativa da digestibilidade da matéria seca da pastagem, tem sido usada para a determinação do consumo animal. A produção fecal pode ser medida diretamente pelo uso de arreio associado a uma bolsa de coleta. A vantagem da bolsa de coleta para determinar a produção fecal é que ela dá um rápido resultado e requer somente a determinação da matéria seca. A maior desvantagem são as significantes reduções da performance animal, e a incompleta coleta das fezes devido às perdas (especialmente em dietas com baixo teor de matéria seca), distorção nas patas traseiras devido ao peso das fezes na bolsa, maior trabalho requerido e grande influência no comportamento ingestivo. E ainda esta técnica requer uma estimativa da qualidade da dieta necessária para obtenção de um marcador de digestibilidade (BURNS et al.1994). McMENIMAN (1997) detalha estes variados problemas associados com este método. Comentando que os animais usados devem ser condicionados a caminhar com as bolsas ou seu comportamento de pastejo será anormal. Um período de no mínimo duas semanas de treinamento é necessário. Bolsas de coleta adaptadas em ovelhas (e carneiros) precisam ser esvaziadas no mínimo duas vezes por dia ou o peso e/ou o volume de fezes excederá a capacidade da bolsa com risco de perda de material fecal. Em bovinos, que usualmente tem maior conteúdo de umidade nas fezes que ovelhas e carneiros, a coleta de fezes precisa ser feita quatro ou mais vezes por dia. Se este método é destinado a fêmeas é necessário prevenir a contaminação das fezes pela urina. A bolsa coletora de fezes tem fundo telado

permitindo a drenagem da urina tem sido usada em ovelhas e carneiros, entretanto, a concentração do nitrogênio fecal pode ser elevada devido a contaminação por resíduo de urina. A bolsa coletora com fundo telado não é apropriada para bovinos devido ao grande volume de urina poder provocar a lavagem (carreamento) de certa quantidade de fezes, que já tem alto conteúdo de umidade. O caminho para resolver este problema é adaptar um tubo plástico coletor na parede da vulva com adesivo cimentante e desviar o fluxo de urina da bolsa coletora. Considerando as dificuldades associadas ao método da coleta total de fezes é de se esperar que este não é comumente utilizado.

Determinação indireta da produção fecal:

A produção fecal pode ser baseada na relação entre a quantidade de um marcador ministrado ao animal e a sua concentração nas fezes [$\text{Produção Fecal (g/dia)} = (\mu \text{ g de marcador administrado}) / (\mu \text{ g de marcador por g de fezes})$]. A equação da estimativa do consumo de matéria seca requer uma acurada estimativa da digestibilidade da dieta e a somente não perfeita e correta graduação da forragem sendo testada. É importante ter em mente que o uso de marcadores inertes é mais apropriado para estimativa da produção fecal que para o consumo de forragens (BURNS et al. 1994). Um grande número de substâncias têm sido utilizado como marcadores indigestíveis mas o mais comumente utilizado tem sido o óxido crômico (Cr_2O_3). Mais recentemente, tem sido utilizado alcanos como indicadores da produção fecal (McMENIMAN, 1997). Outros marcadores também são tradicionalmente utilizados nesta metodologia, como o Itérbio (Yb), Dispórium (Dy), Érbium (Er) ou cromo mordente (FDN marcada com dicromato de sódio) (AROEIRA, 1997).

Administração diária de marcador inerte

A administração de uma ou duas doses do marcador inerte a cada dia é comumente utilizada para determinação da produção fecal. Para isto precisa-se de um trabalho intensivo. Cada vez que é ministrado o marcador aos animais, eles precisam ser removidos da pastagem e contidos a não ser que se utilize de animais treinados que permitem a administração através de cânula no rúmen sem contenção. Se o animais necessitarem serem contidos além do intensivo trabalho estes animais tornam-se estressados e o estresse pode alterar o comportamento ingestivo, a produção fecal e o consumo de forragem. Também a variação diurna tem sido observada na concentração do marcador nas fezes quando os animais recebem uma única dose diária. Isto pode ser reduzido, mas não eliminado, pela administração de duas doses diárias, entretanto o trabalho requerido e o estresse provocado no animal aumentam proporcionalmente. O sesquióxido crômico impregnado em papel tem sido empregado para reduzir a variação diurna, mas ele não é extensamente disponível no comércio. Várias modificações de equipamentos e modelos experimentais podem reduzir o estresse animal e o trabalho requerido. Freqüente amostragens de fezes e composição podem ser utilizadas para superar a variação diurna na concentração do marcador. Duas amostras fecais diárias não são sempre suficientes para estimar a média da concentração do marcador no dia considerando que ocorre variação do marcador. Mas embora se tenha estas muitas dificuldades com este procedimento, uma vantagem é que as propriedades cinéticas do marcador não influenciam a estimativa da produção fecal (BURNS, et al. 1994).

Administração em pulso do marcador

Ao contrário da administração diária, o marcador pode ser administrado uma só vez ao animal promovendo freqüente coleta de fezes seguindo o pulso da concentração do marcador nas fezes. As características da curva de excreção podem ser possíveis para estimar a taxa de passagem da digesta, o tempo médio de resistência e o enchimento do trato digestivo, bem como a produção fecal e com uma estimativa da digestibilidade, pode-se obter o consumo de forragem. A taxa de passagem e o tempo médio de resistência são exatamente inversos em alguns métodos de análise, mas o adicional poder exploratório deste método é que a utilização de uma única dose diária é substancial em alguns casos. Entretanto, tem-se maior risco de erro com este método do que com uma dose diária. Primeiramente, porque este método é intensamente trabalhoso como o método de uma dose diária. Enquanto o estresse no animal é menor que no caso da dose diária, os

animais são perturbados durante os dois ou três dias pela coleta das amostras (retal). O programa de amostragem pode alterar o comportamento do animal e conseqüentemente a estimativa dos parâmetros cinéticos da curva de excreção devendo ser interpretada com precaução. O grande número de análises químicas que são necessárias para o desenvolvimento da curva de excreção e a complexidade de modelagem do fluxo do marcador para calcular os parâmetros cinéticos e exata interpretação dos dados resultantes, adicionam mais um grau de dificuldade ao método. Os problemas da estimativa da dieta são os sérios problemas que este método fornece da mesma forma que para a administração diária. Um outro problema deste método é que as propriedades cinéticas do material ministrado devem ser semelhantes com aquelas da digesta. Conseqüentemente, ao contrário da simples ministração do cromo inorgânico, deve ser utilizado o cromo mordente como componente de interesse na dieta. Tipicamente o componente da dieta de interesse são as fibras da forragem e a amostra mordente pode ter tamanhos de partícula distribuindo de modo similar com a fibra ingerida. A coleta da extrusa por fístula esofágica seguindo de extração de detergente neutro e processamento do cromo mordente é recomendado. Isto também é importante porque mesmo pequenas concentrações de cromo mordente são passíveis de quantificação. Isto é importante para prevenir o cromo mordente de sérias alterações de peso das partículas de forragem e suas propriedades cinéticas e para minimizar a dissociação do cromo das partículas de forragem (BURNS et al. 1994).

Amostragem da dieta e estimativa da digestibilidade

Associado com o uso dos marcadores inertes a estimativa do consumo de matéria seca ingerida pelo animal em pastejo necessita do conhecimento da digestibilidade da dieta consumida. Obter amostragens que representem a dieta selecionada pelo animal em pastejo pode ser freqüentemente o maior fator limitante da acurácia da técnica de marcadores.

As duas aproximações na obtenção da dieta representativa são a coleta manual de forragem por um observador experimental com prática ou pelo uso de fistula esofágica. No primeiro caso, o observador caminha junto com o animal e coleta amostras na pastagem de modo semelhante a dieta selecionada pelo animal. Este processo é em algumas vezes criticado sendo considerado subjetivo. O uso de animais fistulados é a alternativa que fornece os resultados mais semelhantes com as características da dieta selecionada pelo animal. Entretanto, estimativas viciadas da dieta pelos animais fistulados pode resultar em inadequada amostragem (BURNS et al. 1994).

Digestibilidade *in vitro* ou *in situ* da matéria seca (matéria orgânica). Depois que uma amostra representativa da dieta é coletada, a acurácia da técnica do marcador depende do método utilizado para estimativa da digestibilidade absoluta da dieta. O método *in vitro* com dois estágios é o principal método para estimativa da qualidade da dieta e tem sido intensamente utilizado. Freqüentemente se utiliza 48 horas de fermentação, mas 72 horas pode ser mais adequado para o caso de gramíneas C₄. Em outro caso, os valores da digestibilidade *in vitro* podem resultar em sérios erros. É possível então, o desenvolvimento de equações para conversão das estimativas *in vitro* para *in vivo*. Se propriamente validada, esta aproximação pode ser usada para o fornecimento da estimativa do consumo baseado na produção fecal.

Marcadores internos. Marcadores internos são constituintes naturais das plantas que não são digeridos nem absorvidos pelo animal. Eles podem ser utilizados para estimar a digestibilidade da matéria seca (DMS) da dieta pelo conhecimento da relação do marcador na dieta (Md) e fezes (Mf)

$$\text{DMS (\%)} = 100 - [100 \times (\text{Md/Mf})]$$

Os marcadores comumente avaliados são a sílica, lignina, N fecal, comogênio, FDN-indigestível, e as cinzas insolúveis em ácido. A sílica ocorre naturalmente na forragem e é indigestível, sendo liberada nas fezes. A concentração de sílica na forragem tem sido variável e inconsistente e sujeita a contaminação pelo solo. Este problema dificulta a recomendação da utilização da sílica como marcador. A lignina naturalmente ocorre na porção indigestível da parede celular e realmente resulta num marcador que tem sido muito utilizado A

variação diurna na concentração de lignina nas fezes pode ser alta, porém muitas amostras podem ser coletadas e analisadas. O N fecal foi associado com a digestibilidade da forragem e uma equação foi desenvolvida para determinação da digestibilidade da matéria seca usando a concentração da proteína bruta na dieta e nas fezes. Este método não tem sido avaliado para um grande número de espécies de forragem. Cromogênios são pigmentos das plantas, os quais são completamente liberados nas fezes. A FDN-indigestível (após 144 a 196 horas de fermentação *in vitro*) tem sido utilizada com sucesso como marcador interno. O variável fluxo de liberação e o tamanho das partículas liberadas são potenciais problemas. As cinzas insolúveis em ácidos (cinzas após hidrólise ácida) tem sido usada como um marcador interno, entretanto a concentração em muitas forragens é baixa requerendo análises de grandes amostras de forragem e fezes com outros marcadores. A lignina tem sido o mais comum marcador utilizado dos discutidos acima. Desta maneira, um marcador interno pode fornecer grande contribuição para estimativa da digestibilidade da dieta e conseqüentemente uma estimativa do consumo de matéria seca dos animais em pastejo (BURNS, et al. 1994).

Os métodos para se determinar DMO tem sido intensamente discutidos. A produção fecal pode ser medida diretamente ou então estimada utilizando marcadores externos. E pode ser visto pela equação acima que o consumo é calculado como função da indigestibilidade da dieta e pequenos erros na estimativa deste valor, por exemplo 1%, resulta em erros no consumo calculado de 3,3%, 2,5% e 2,0% para as DMOs de 70%, 60% e 50%, respectivamente (McMENIMAN, 1997).

ALCANOS

Apesar de usualmente apresentarem em concentrações diminutas, os hidrocarbonetos aparecem na constituição da cera cuticular de plantas superiores. Estes hidrocarbonetos predominantes em muitas plantas são n-alcenos, que usualmente ocorrem como misturas, variando no comprimento da cadeia de 21-37 átomos de carbono. Em 90% dos n-alcenos das plantas superiores têm diferentes números de átomos de carbono, como nonacosano (C₂₉), hentriacontano (C₃₁) e tritriacontano (C₃₃) que usualmente têm maior concentração nas forragens, mas sua concentração e proporção variam consideravelmente entre espécies. A relativa simplicidade da análise deste hidrocarbonetos pelo método da cromatografia gasosa e sua inatividade foi a principal razão para considerar o uso de n-alcenos como marcadores, inicialmente com o objetivo de determinar a digestibilidade da dieta (MAYES, 1995).

MAYES e LAMB (1984) observaram que os alcenos da forragem não foram completamente recuperados nas fezes de ruminantes. Isto foi compatível com observações anteriores feitas em ratos com alcenos da cera cuticular de couve e alcenos artificiais de cadeia longa, indicando que esses hidrocarbonetos podem ser absorvidos em algum grau.

A recuperação de n-alcenos, ministrados em ovelhas é incompleta nas fezes, e a recuperação aumenta com o aumento da cadeia, mas esta recuperação é similar tanto para os alcenos "artificiais" de comprimento de cadeia semelhante ao encontrado nos vegetais, o qual foi ministrado aos animais quanto para os alcenos comumente presentes nas ceras da folha da forragem consumidas pelos animais, isto é, C₃₂ (0,868 ± 0,0175) e C₃₃ (0,872 ± 0,125). MAYES et al. (1986) demonstraram que a recuperação do par de n-alcenos adjacentes (da planta e o ministrado), foi incompleta, mas o fato de que a proporção de recuperação similar, permite o cálculo do consumo de forragem, pelo fornecimento de uma dose de n-alceno artificial não encontrado nos vegetais mas, com similar comprimento de cadeia aos n-alcenos comumente encontrados na dieta, pela simples determinação de suas concentrações nas fezes.

A fórmula para calcular o consumo é:

Consumo diário de forragem (kg MS/dia) $I = (F_i/F_j \times D_j)/(H_i - F_i/F_j \times H_j)$

Onde, H_i e F_i são as concentrações do n-alcano natural comum na forragem (dieta) e fezes, respectivamente, H_j e F_j são as concentrações na forragem e nas fezes respectivamente de n-alcenos " artificiais " ministrados aos animais com cadeias similares ao encontrado na planta, e D_j é a dose diária do n-alceno artificial de cadeia similar oferecido aos animais. Os pares de n-alcenos que são usualmente utilizados com esta técnica são C_{32} e C_{33} .

Várias suposições precisam ser feitas quando esta técnica é utilizada (McMENIMAN, 1997). A **primeira** é que a recuperação do par de n-alcenos é similar. Embora isto tenha sido mostrado ser verdadeiro para ruminantes, estudos preliminares com cavalos indicaram que nesta espécie a recuperação do alceno adjacente não é similar. Isto significa que se a técnica é para ser usada em espécies de outros herbívoros que não bovinos e ovelhas, então estudos de recuperação são necessários. A **segunda** suposição é que nas amostras fecais obtidas por amostragem "spot", a concentração do marcador n-alceno dosado nas fezes permanece constante. DOVE e MAYES. (1991) mostraram que para ovelhas duas dosagens diárias destas foram verdadeiras, mas os dados para bovinos não foram conclusivos, outros autores mostraram pequena variação na concentração de C_{32} em fezes de cavalo sete dias após o começo da dupla dosagem diária. Isto sugere que a concentração do marcador fecal tenha atingido um platô, o nível do marcador n-alceno pode ser dado em duas doses diárias ou em cápsulas de liberação lenta por sete dias antes do início da amostragem fecal. A **terceira** suposição é que a concentração de n-alceno na dieta seja acuradamente conhecida. Quando os animais consomem pastagem contendo somente uma espécie forrageira, então a concentração na dieta pode ser relativamente fácil para se determinar por amostragem das espécies. Entretanto, uma vez que a pastagem tenha mais que uma espécie, a concentração dos n-alcenos na dieta será desconhecida, a não ser que a composição da dieta seja conhecida. Isto pode ser determinado pela média visual e amostras tiradas das espécies nas pastagens igualmente a que os animais consomem, como já discutido previamente. A concentração de n-alcenos na extrusa coletada por fístula esofágica pode ser também determinada, mas como tem sido pontuado por numerosos autores, a amostragem por fístula esofágica reflete somente o que o animal consumiu durante relativo curto período de pastejo e não pode representar a composição da dieta durante todo o dia de pastejo. Outro caminho alternativo para determinar a composição botânica da dieta é o uso da concentração dos próprios n-alcenos nas espécies da pastagem e nas fezes, como será visto a seguir.

AROEIRA (1997) comenta que para estimativa acurada do consumo de forragem é recomendado, que o teor de alcenos naturais ocorrendo na planta seja superior a 50 mg/kg de matéria seca, e pode se revelar como principal problema deste método, uma vez que algumas gramíneas tropicais apresentam baixas concentrações de alcenos. E citando os dados de Laredo et al. (1991) mostra que o alceno C_{33} não está presente em quantidades suficientes, em todas as forrageiras tropicais avaliadas, para se fornecer uma estimativa adequada da matéria seca ingerida, usando-se a técnica C_{32}/C_{33} . Sugerindo que para algumas espécies podem ser utilizados alcenos de cadeia mais curta, no entanto isso pode gerar erros nas estimativas de consumo.

Reeves et al (1996) também citado por AROEIRA (1997) estimaram a matéria seca ingerida por vacas em lactação, em pastagens da capim kikuiu, a partir de 3 metodologias: peso da forragem cortada com rising forrage plate (RFP); medições da variação do peso, produção e composição do leite em intervalos de 2 a 7 dias para posterior cálculo dos requerimentos de energia (RS) *in vitro* e também *em vivo* e o método dos alcenos (C_{32}/C_{33}), obtendo os seguintes resultados 13,5; 14,3; 12,3 e 12,6 kg MS/vaca/dia respectivamente para RFP, RS (*in vitro*), RS (*in vivo*) e alcenos.

Composição botânica e digestibilidade

DOVE e MAYES (1991) mostraram como, concentração n-alcenos nas fezes e nas plantas são úteis tanto para determinar o consumo, como também permitir o cálculo da composição botânica da dieta.

Como já mencionado a recuperação dos n-alcenos nas fezes não é completa e o uso do método mencionado anteriormente pode ser adaptado para o calcular a composição da dieta, torna-se necessário entretanto

estimar o conteúdo total de n-alcenos e não somente utilizar os dados da recuperação incompleta. Padrões de recuperação como as sumariados para ovelhas e bovinos publicados por DOVE e MAYES (1991) podem ser usados. Entretanto, estes valores tornam-se incorretos em casos particulares quando os dados de recuperação são extrapolados para dieta ou espécie animal diferente.

O número de espécies de plantas que podem ser identificadas usando a técnica acima pode ser maior que o número de n-alcenos que tem sido detectados nas plantas, que é 10-15. Isto pode representar um problema quando os animais pastejam um complexo de pastagem com numerosas espécies de plantas presentes. O caminho possível para superar este problema pode ser observar muito exatamente quais as plantas que os animais estão consumindo e somente usar a concentração dos seus n-alcenos para o cálculo da composição da dieta. A análise da composição botânica por fistula esofágica pode ser possivelmente utilizada neste caminho.

A técnica acima calcula a concentração de cada n-alceno na dieta. E a partir da exata concentração nas fezes, pode-se determinar a digestibilidade:

$$\text{Digestibilidade (proporção)} = 1 - i / f$$

Onde i e f são a concentração de n-alcenos na dieta e nas fezes, respectivamente. Entretanto, para cada estimativa da composição da dieta 10 – 15 estimativa da digestibilidade podem ser obtidas, o número vai depender do número de n-alcenos que será utilizado para determinar a composição botânica. Entretanto, é sugerido que a estimativa da digestibilidade obtida usando os C_{29} , C_{31} e C_{33} pois, a concentração destes alcenos são usualmente significativamente maiores em algumas plantas que outras e permitindo uma estimativa mais real.

CONSIDERAÇÕES

PEREIRA (1991) em revisão sobre os métodos de estimativa do consumo de animais em pastejo, considera um dos fatores que mais afeta a precisão das medidas de consumo é a elevada variabilidade de consumo dos animais. Em condições de pastejo, essa variabilidade aumenta em função da complexidade de fatores envolvendo o sistema solo-planta-animal. Desta forma, um grande número de animais é necessário para detectar diferenças significantes no consumo entre tratamentos.

Nesta mesma revisão (PEREIRA, 1991) detalha os pontos críticos de cada método, como pode ser observado abaixo:

No caso da determinação do consumo pela relação produção fecal/indigestibilidade, as maiores fontes de variação estão na determinação da produção fecal, além dos erros analíticos e de amostragem, existem erros causados pela irregularidade de excreção do indicador, os quais são inversamente proporcionais ao período de coleta. Para determinar a digestibilidade com 10% de variação em relação à média e com um nível de confiança de 95% são requeridos 1 a 3 bovinos, dependendo da disponibilidade da forragem. Já para estimar a produção de fezes são necessários 2 a 9 animais para obter os mesmos índices de precisão.

De acordo com a literatura revisada pelo autor, este concluiu que a precisa determinação do consumo de forragem por animais em pastejo é ainda um desafio para os estudiosos na nutrição animal. A própria natureza da variável medida e sua inter-relação com uma série de fatores ligados ao animal (espécie, idade, estado fisiológico, seletividade, etc.) e a pastagem (composição botânica, palatabilidade, estrutura, disponibilidade, etc.) faz com que a precisão dos dados obtidos seja bastante menor do que aquela obtida para digestibilidade e composição botânica, por exemplo. Assim, torna-se quase impossível a existência de um método que detecte pequenas diferenças entre tratamentos.

Os métodos agrônômicos, conforme visto, tem sua aplicabilidade mais ligada a pastagens uniformes, mas

mesmo assim com o agravante de se ter uma medida superestimada em função da inclusão de forragens destruídas pelo pisoteio. A proporção de forragem destruída, aumenta com a pressão de pastejo. Assim, o método é ineficiente para comparações de consumo em pastagens submetidas a diferentes taxas de lotação. Sua utilização teria validade como instrumento para determinação da forragem perdida por pisoteio em combinação com o método mais eficiente para determinação do consumo. A grande maioria dos trabalhos que utilizam deste método é de curto prazo, em pastagem de clima temperado, geralmente uniforme e com baixo nível de seleção pelo animal. Em pastagens tropicais ou naturais, as variações encontradas têm sido bem maiores.

Quanto ao método de determinação do consumo baseado no comportamento animal ao pastejar, ou seja, medição da taxa de pastejo (número e tamanho de bocado) associado ao tempo total de pastejo, parece ter grandes perspectivas de utilização, principalmente em estudos dos efeitos da morfologia, estrutura e densidade do pasto sobre o consumo. A utilização deste método requer pouca análise química, o que é vantajoso, mas depende do uso de equipamentos relativamente sofisticados e talvez ainda inacessível para muitas instituições brasileiras. Por outro lado, o método parece ainda requerer algum refinamento na computação dos movimentos mandibulares efetivamente envolvidos na ingestão do alimento. De qualquer forma, por ser um método praticamente mecânico, com análises químicas restritas a determinação da matéria orgânica, as fontes de erro podem se concentrar na variação do próprio animal, as quais são inevitáveis a qualquer método. O uso do método, no entanto, pelas suas características parece destinado a animais em pastagens melhoradas.

O método de determinação através da produção fecal/indigestibilidade é o mais utilizado em todo o mundo e em vários tipos de pastagens. É um método com maior afinidade com os parâmetros nutricionais ligados diretamente ao consumo e também com maior possibilidade de erros não controláveis. A opção que melhores resultados tem apresentado e também com maior operacionalidade é a combinação da produção fecal, determinada através de Cr_2O_3 com a digestibilidade *in vitro*, realizada em amostras coletadas através de fístula esofágica. Esse parece ser a preferência dos pesquisadores, evidenciada na grande maioria dos resultados experimentais.

Conforme o citado, o Cr_2O_3 é o indicador ainda mais utilizado na estimativa da produção fecal. Apresenta baixa variabilidade de excreção. A redução na variação é obtida com aumento do número de dosagem diária, isto no entanto se torna difícil em experimentos de maior porte, com um número maior de animais que possibilite mais precisão no método. Nestas condições seria ideal um indicador que permitisse uma única dosagem/coleta diária, para que o próprio consumo medido tenha exatidão, pois, duas ou mais dosagens em condição de pastejo, ainda poderia alterar o comportamento do animal. Neste sentido o uso do Yb desponta como promissor. Parece ter maior uniformidade de excreção, pois sendo solúvel se impregna mais na digesta, podendo ser excretado no mesmo ritmo. No entanto, ainda são poucas as evidências dessas vantagens e até que elas se concretizem, deverá ser o Cr_2O_3 o indicador mais usado nos ensaios para determinação do consumo.

Segundo McMENIMAN (1997) recentemente a técnica mais promissora para estimativa acurada do consumo que combina também estimativa da composição botânica é a utilização de n-alcanos. Obviamente, mais trabalhosos são necessários para avaliar esta técnica, particularmente com respeito à habilidade para estimar acuradamente a composição botânica da dieta. Onde não se dispõe de equipamentos analíticos sofisticados (cromatografia gasosa) este método não é apropriado. Outro fator a se considerar é a baixa concentração de n-alcanos de cadeias longas nas espécies de clima tropical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLDEN, W.G., WHITTAKER, I.A.McD. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.*, v.21, n.5, p.755-766, 1970.

- AROEIRA, L.J.M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: TEIXEIRA, J. C. (Ed.). Digestibilidade em ruminantes. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. P.127-163.
- BURNS, J. C., POND, K.R., FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY Júnior, G. (Ed.). Forage quality evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. P. 494-532.
- CONRAD, H. R., PRATT, A.D. e HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. J.Dairy Sci., 47: 54-62. 1964.
- DOVE, H., MAYES R. W., The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. Aust. J. Agric. Res. 42: 913-952. 1991.
- FULKERSON, W. J., SLACK, K. Estimating mass of temperate and tropical pasture in subtropics. Aust. J. Exp. Agric. 33: 865-9. 1993.
- HARGREAVES, J. N., KERR, J.D. BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. II. Computational package. St. Lucia: CSIRO, Division of Tropical Crops and Pasture, 1978. 88p. (Tropical agronomy technical memorandum, 9).
- HAYDOCK, K.P., SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Anim. Husb., v.15, n.76, p.663-670,1975.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora SBZ, 1997. P. 133-168.
- MEIJS, J.A.C., WALTERS, R.J.K., KEEN, A. Sward methods. In: LEAVER, J.D. (ED.). Herbage Intake Handbook. Hurley: The British Grassland Society, 1982. p.11-36.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JÚNIOR, G. (Ed.). Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. P. 450-493.
- MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academic, 1990. 483p.
- MOORE, J. E. , SOLLENBERGER, L. E. Techniques to predict pasture intake. In: Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo 1997. Viçosa-MG. Anais... Gomide, J. A.(Ed). SBZ. Viçosa –MG p.81-96.1997.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D., LUDWING, A., MOREIRA, J.O. Avaliação do método da dupla amostragem na estimativa da matéria verde disponível em pastagens naturais de Viçosa, MG. R. Soc. Bras. Zoot., v.11, n.3, p.502-511, 1982.
- NOLLER, C. H., NASCIMENTO JÚNIOR, D., QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE PASTAGENS, 13, 1996, Piracicaba. Anais ... Piracicaba: FEALQ, 1996. P. 319-352.
- PEREIRA, J. M. Utilização do consumo e da composição da dieta na avaliação de pastagens. In: XXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1991 João Pessoa- PB. Anais... Viçosa SBZp.49-69. 1991.

SANTOS, V.F. dos. Métodos Agronômicos para estimativa de consumo e de disponibilidade de forragem na Zona da Mata, Viçosa-MG. Viçosa: UFV, 1997. 155p Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 1997.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on intake of tropical pasture. I. variation in bite size of grazing cattle. Aust. J. Agric. Res., v. 24, n.6, p. 809-819, 1973.

STOBBS, T.H., COWPER. L. J. Automatic mensurament of the jaw movements of dairy cows during grazing and rumination. Trop. Grassl., v.6, n.2, p.107-112, 1972.

t'MANNETJE, L. Measuring quantity of grassland vegetation. In: t'MANNETJE, L. (ED). Mensurement of grassland vegetation and animal production. Bucks: CAB, 1978. P.63-95. (CAB Bulletin, 52).

t'MANNETJE, L., HAYDOCK, K.P. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. J. Brit. Grassl. Soc., v.18, n.4, p. 268-275, 1963.

 [Voltar para UFV](#)

 [Voltar para Forragicultura e Pastagens](#)

 [Voltar para Zoo-752 - Métodos de Avaliação de Pastagens](#)