INGESTÃO DE MATÉRIA SECA POR RUMINANTES EM PASTEJO

Teresa Cristina Moraes Genro, Valéria Pacheco Batista Euclides, Sérgio Raposo de Medeiros

Introdução

A importância do consumo de matéria seca como componente da qualidade da forragem e como determinante da produção animal está bem estabelecida. Várias revisões (Minson, 1990; Burns et al., 1994; Mertens, 1994; Forbes, 1995; Cosgrove, 1997, Bargo et al. 2003) demonstram que o consumo diário de matéria seca é a medida mais importante para que se façam inferências a respeito do alimento e da resposta animal. Medidas da ingestão de alimentos também são importantes para programas de melhoramento de gramíneas e leguminosas tropicais, bem como para programas de melhoramento genético de bovinos, uma vez que esta característica está diretamente relacionada com o desempenho. Além disso, medidas acuradas de ingestão de matéria seca são a base para o desenvolvimento e a validação de modelos de simulação do processo de digestão e do metabolismo de nutrientes e, por conseqüência, de sistemas de produção animal baseados em pastagens.

O consumo de nutrientes digestíveis é o produto da quantidade de forragem consumida pela digestibilidade dos nutrientes nessa forragem. Entretanto, 60% a 90% das variações na qualidade potencial entre forrageiras são atribuídas às diferenças em consumo, enquanto que apenas 10% a 40% são resultantes de diferenças em digestibilidades dos nutrientes (Mertens, 1994). De fato, Minson (1971), comparando seis gramíneas do gênero *Panicum*, no mesmo estádio de desenvolvimento, encontrou diferenças na digestibilidade de apenas três unidades percentuais, enquanto que as referentes ao consumo voluntário foram de 37%.

Os valores de consumo medidos com animais em baias refletem diferenças relativas e podem servir como guias da quantidade total que seria ingerida voluntariamente pelo animal. Contudo, esses valores podem ser pouco relacionados com o consumo de um animal em pastejo, quando fatores adicionais podem influenciar o consumo e a facilidade com que o animal apreende a forragem. Segundo Cosgrove (1997) o desempenho animal relaciona-se diretamente com o consumo diário de forragem e indiretamente com os efeitos que o processo de pastejo têm sobre a composição da forragem, a estrutura do relvado e a produtividade da pastagem.

São várias as características da pastagem que influem no comportamento ingestivo e na seletividade do animal e, portanto, na ingestão de matéria seca por ruminantes.

Para as condições tropicais, a massa e a oferta de forragem e a estrutura do dossel podem ser as características da planta que mais influência sobre o consumo dos animais em pastejo. A disponibilidade de matéria seca influencia a proporção de material que pode ser colhido pelo animal, o grau de seletividade, o consumo e, em última instância, o desempenho animal.

Relações planta-animal

Massa de forragem

Os fatores que influenciam o consumo e os mecanismos que o regulam são vários e não são completamente conhecidos (Conrad, 1966; Campling, 1970; Waldo, 1986; Mertens, 1994). O consumo voluntário por animais em pastejo, além de ser controlado por

mecanismos físicos e quimiostáticos (Balch e Campling, 1962), é influenciado pela habilidade dos animais em colher a forragem. Segundo Cosgrove (1997), em qualquer circunstância ainda é difícil predizer o consumo de forragem por animais em pastejo. Muito dessa falta de capacidade de predição deve-se ao fato de a ingestão por animais em pastejo ser influenciada por vários fatores de comportamento. O desempenho animal é diretamente dependente do consumo diário de forragem e indiretamente dos efeitos do processo de pastejo sobre a composição, as características estruturais e a produtividade da forragem.

Restrições na ingestão de nutrientes (quantidade e/ou qualidade) se constitui no principal fator limitando a produção dos animais em pastejo, especialmente em regiões tropicais, onde estes estão sujeitos a mudanças contínuas no padrão de suprimento do alimento. Qualquer decréscimo no consumo voluntário tem efeito significativo sobre a eficiência de produção. Desta forma, o entendimento dos fatores que restringem o consumo de forragem pode ser de grande importância como elemento auxiliar no estabelecimento de manejos que permitam superar tais limitações e melhorar a utilização das pastagens. Vale ressaltar que o consumo só será controlado pelo valor nutritivo da forragem se a quantidade de forragem disponível não for limitante.

A massa de forragem oferecida influi no consumo do animal, pois modifica os componentes da estrutura da pastagem como a altura e/ou a densidade. Estas alterações na estrutura da pastagem por afetarem a facilidade de preensão por parte do animal, influem na taxa de consumo e o consumo diário. A massa do bocado é a variável mais influenciada pelas condições da pastagem, especialmente por sua altura (Hodgson, 1990). Sob condições menor oferta de forragem, a massa do bocado é menor. A taxa de bocado geralmente tende a aumentar, mas o incremento não é suficiente para evitar diminuição na taxa de consumo (igual a taxa de bocado vezes tamanho do bocado). A resposta do animal a esta situação é o aumento no tempo de pastejo.

Vários trabalhos, principalmente com forrageiras tropicais, têm demonstrado que geralmente há baixa correlação entre o consumo e a produção animal com o total de forragem disponível. No entanto, esta correlação é melhorada quando a variável dependente é expressa em termos de disponibilidade de matéria verde seca (MVS). Para ratificar esta relação, podem ser citados os resultados obtidos em pastagens de *Panicum* (Euclides et al., 1999) e de *B. brizantha* e *B. decumbens* (Euclides et al., 2000). As associações foram semelhantes, mas resultaram em valores diferentes. Nos pontos máximos, os ganhos diários foram de 500g e 580g e as disponibilidades de matéria verde seca de 1000 kg/ha e 900 kg/ha, respectivamente, para os gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. Para ambos, os acúmulos de MVS alcançaram esses pontos no início do verão. Então, de outubro a dezembro, a oferta de MVS foi o fator limitante do consumo e conseqüentemente do desempenho animal. De janeiro a junho, o valor nutritivo da MVS passou a ser o limitante do ganho de peso.

Oferta de forragem

O NRC (1987) contém uma revisão de dados sumarizados por Rayburn (1986) da qual pode-se concluir que, sob pastejo, o consumo máximo ocorre quando a disponibilidade de forragem é de, aproximadamente, 2250 kg de matéria seca/ha. Massa de forragem, no entanto, como foi comentado anteriormente, não tem boa correlação com a ingestão de matéria seca (IMS), sendo que a oferta de MS ou de lâmina de folha explica melhor o consumo, por exprimir a relação existente entre a massa de forragem disponível e a carga animal por unidade de área.

Muitos pesquisadores têm demonstrado que o consumo de forragem é assintoticamente relacionado com a oferta de forragem (Poppi et al. 1987; Peyraud et al. 1996; Dalley et al., 1999). Contudo, não está bem definida qual a oferta de forragem necessária para maximizar o consumo. Hodgson (1981) relatou que o consumo de forragem é maximizado quando a oferta de forragem é de três a quatro vezes a capacidade de ingestão de matéria seca do ruminante. Assim, uma IMS de 2,5 % do peso vivo do animal ocorre sob condições de oferta diária de forragem de ordem de 7,5 a 10% do peso vivo animal. Entretanto, trabalhos conduzidos com forrageiras tropicais mostram que o consumo e o desempenho animal são potencializados com ofertas bem maiores.

Ribeiro et al. (1997) observaram que o consumo de matéria orgânica variou de 2,5 a 3,7 % PV, nas ofertas de pastejo de 6,2 e 13,0 %, respectivamente, sendo essa relação linear, houve um acréscimo no consumo de 0,18% PV por kg de acréscimo na matéria seca (MS) de lâmina foliar ofertada de capim-elefante anão para cada 100 kg de peso vivo/dia. Por outro lado, Gontijo Neto (2003) observou efeito quadrático da oferta de lâmina foliar de capim Tanzânia sobre a seletividade da dieta, alteração da composição morfológica e no valor nutritivo da dieta. Portanto, conseqüentemente, sobre a quantidade de MS e FDN degradadas no rúmen, sobre o tempo diário de pastejo e sobre o consumo de forragem de novilhos. O consumo máximo de forragem, o menor tempo de pastejo e a maior quantidade de forragem degradada no rúmen foram verificados para o nível de oferta de forragem próximo a 20 kg de lâminas foliares/100 kg PV.

Estrutura do dossel

Outro fator que pode influenciar o consumo é a facilidade de preensão da forrageira. A estrutura da pastagem é um fator importante na determinação da facilidade com que a forragem é preendida pelo animal. Desta forma, estudos do comportamento de pastejo podem ajudar a explicar o consumo pelo animal. O consumo diário de forragem é o produto do tempo de pastejo pela taxa de consumo, que por sua vez é o produto da taxa de bocada pelo tamanho de cada bocado (Spedding et al., 1966). Portanto, o consumo pode ser influenciado pela variação em quaisquer desses componentes. Num esforço para selecionar uma dieta de maior valor nutritivo, animais freqüentemente apreendem quantidades pequenas de forragem em cada bocada.

Tradicionalmente, a interação entre o animal em pastejo e seu alimento tem sido estudada por meio da disponibilidade da forragem e seu consumo, mas com pouca ênfase nos mecanismos que regulam este processo (Demment et al., 1987). Geralmente, esta relação tem sido bidimensional, relacionando biomassa por unidade de área com forragem consumida por unidade de tempo por animal, porém, o valor das relações empíricas que derivam destes estudos é limitado para explicar os processos de controle envolvidos. A compreensão das causas exige maior conhecimento dos componentes da estrutura da pastagem e sua influência nos mecanismos do processo de pastejo (Carvalho, 1997).

Quanto maior a heterogeneidade da pastagem, como nas pastagens tropicais, tanto maior será a seletividade animal (Stobbs, 1973, 1975). Minson (1990) observou que quando o animal é acostumado a consumir folhas, ele continua procurando por elas mesmo quando a proporção de folhas presente na pastagem é baixa. Este comportamento leva a consumo muito baixos por rejeição da pastagem com alta proporção de caules. Este fenômeno foi relatado por Hendricksen e Minson (1980) que oservaram que o tempo de pastejo aumentou com a diminuição da proporção de folhas na pastagem até um limite de 1185 kg de biomassa de folhas. Abaixo deste valor de oferta de folhas o tempo de pastejo diminuiu e o

número de bocados inicialmente aumentou para depois diminuir, apresentando alta correlação com tempo de pastejo. A massa do bocado diminuiu linearmente com a redução na proporção de folhas na pastagem. Resultados semelhantes foram obtidos por Chacon e Stobbs (1976). Em ambos os trabalhos, os autores concluíram que a baixa densidade de folhas na pastagem causa diminuição no consumo dos animais, sendo fator determinante do consumo dos animais em pastejo.

Ingestão de matéria seca em gramíneas tropicais

Mundialmente, muitos têm sido os esforços em busca de técnicas precisas e acuradas para a obtenção de estimativas dos parâmetros do valor nutritivo em condições de pastejo. Contudo, as técnicas disponíveis até o presente momento apresentam limitações (Burns et al., 1994; Moore e Sollenberger; 1997, Genro, 1999; Brâncio, 2000). Esses autores argumentam que, embora nenhuma das técnicas para medir consumo em pastejo seja completamente adequada, cada uma delas tem valor em situações específicas e podem produzir dados valiosos se suas deficiências são conhecidas.

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre alguns métodos para estimativa de consumo em pasto, realizados em duas semanas consecutivas, sendo na primeira estimados os consumos pelo método indireto e o agronômico, e na segunda pelo método do comportamento de pastejo e o agronômico.

Tabela 1. Estimativas de consumo (kgMS/100KgPV) pelos métodos indiretos com o uso do óxido crômico como marcador; o método agronômico do corte e do comportamento de pastejo

		Semana 1		**Semana 2**	
Cultivar	Época	Indireto	Agronômico	Comp. Pastejo	Agronômico
		Kg MS /100 kg PV			
Tanzânia	Junho/98	1.90	3.52	-	2.78
	Novembro/98	3.64	4.26	9.51	2.47
Mombaça	Junho/98	2.12	2.30	-	2.63
	Novembro/98	3.23	4.09	10.36	2.32
Massai	Junho/98	1.83	0.81	-	1.52
	Novembro/98	3.39	5.32	9.44	5.52

Adaptado de Brâncio et al. (2003)

Observa-se que o método agronômico foi bastante variável com resultados tão improváveis quanto consumo negativo (-0,28%, Brâncio et al., 2003). A estimativa da ingestão de MS baseada no comportamento ingestivo superestimou o consumo. O mesmo foi encontrado por Euclides (1985), sugerindo a limitação do uso de comportamento ingestivo para estimativa de consumo. O uso de óxido crômico como indicador da produção fecal foi menos variável, no entanto apresentou alguns valores altos (> 3%), difíceis de serem obtidos com bovinos Nelore em pastagens de *Panicum* ou mesmo com animais confinados.

Lascano et al. (1982) e Hoyos e Lascano (1985) observaram baixos consumos por novilhos pastejando *B. humidicola* nos Lhanos Colombianos durante a estação chuvosa, com resultados de 1,3% e 1,6% do peso vivo, respectivamente. Esse baixo consumo foi explicado pela deficiência de proteína na gramínea (4% de PB na MS da forragem

ingerida). Consumos superiores a esse foram observados por Euclides et al. (1999 e 2000), em Campo Grande, com novilhos pastejando *B. decumbens* e *B. brizantha*, e cultivares de *Panicum maximum*. Nesse trabalho o número de animais foi ajustado para manter uma mesma disponibilidade de matéria seca ao longo do ano, observou-se que o tempo de pastejo (TP) foi significativamente maior no período seco do que no das águas (Tabela 2). Entretanto, esse aumento não foi suficiente para impedir queda na ingestão de forragem e, conseqüentemente, no ganho de peso vivo (Tabela 2). Em geral, longo TP é indicativo de que o consumo está limitado pelas características estruturais da pastagem. Euclides et al. (1999 e 2000) encontraram correlações negativas entre TP e disponibilidades de MVS e de folhas, e na relação material morto:material verde presente em pastagens dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*.

TABELA 2. Médias de ingestão de matéria seca (IMS; kg MS/100 kg PV), dos tempos de pastejo (TP; min./dia) e dos ganhos de peso vivo (g/cabeça/dia) de novilhos pastejando cinco gramíneas, durante os períodos seco e das águas

	Período das águas				**Período seco**		
	IMS	TP	GPV		IMS	TP	GPV
Colonião	2,88	520	705		2,16	610	78
Tobiatã	2,77	490	615		1,92	580	125
Tanzânia	2,83	525	730		2,10	590	235
Marandu	2,76	465	550		2,01	605	170
B. decumbens	2,65	565	630		1,98	595	260

Adaptado Euclides et al. (1999 e 2000)

Considerando-se que o consumo voluntário por novilhos pastejando forragem de boa qualidade está em torno de 2,5 kg MS/100 kg PV, pode-se dizer que apenas os consumos obtidos durante o período das águas foram adequados. No entanto, mesmo nessa época, a ingestão de nutrientes em todas as gramíneas, provavelmente, limitou a produção animal.

Quando a quantidade de forragem por bocada é reduzida há decréscimo correspondente no consumo de forragem, a menos que haja acréscimos compensatórios na taxa de bocada e/ou no tempo de pastejo. Isso pode ser exemplificado pelos resultados da Tabela 3 (Brâncio, 2000). Observa-se que durante o período seco houve redução significativa no tamanho da bocada que, no entanto, não foi compensado pela taxa de bocada. Assim, verificou-se sensível redução no consumo de MS pelos animais. Esse autor verificou ainda, que não houve variação no tempo de pastejo.

Nas Tabelas 3, 4 e 5 estão sumarizados alguns experimentos que avaliaram a ingestão de MS de bovinos de corte mantidos em pastagens tropicais. Correlações positivas entre oferta de folhas e de matéria verde seca e relação folha:colmo com o consumo foram observados em todos esses experimentos. Com base nesses estudos, pode-se concluir que o consumo máximo ocorre quando os animais estão em pastagens com alta densidade de folhas acessíveis ao animal, e que caule e/ou material morto podem limitar o consumo, mesmo quando a disponibilidade de matéria seca é alta. Como exposto anteriormente, em pastagens tropicais, esta condição dificilmente será mantida por longo período de tempo. Segundo Walker (1995), a seleção da dieta é a chave do processo que influencia o "status"

nutricional do animal. Isso reforça a importância da seletividade para o desempenho animal, a ponto de ela ser considerada como o aspecto mais importante do comportamento de pastejo. Analisando-se os dados apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5 é possível observar o esforço animal para maximizar a participação da fração folha na sua dieta. Mesmo em condições onde a percentagem de material morto é muito alta e a de lâminas foliares é baixa, o ruminante é capaz de conseguir que mais de 80% de sua dieta seja composta de folhas. O aumento no tempo de pastejo em decorrência da maior seletividade, aumenta o desvio de energia líquida para mantença o que, junto com a baixa qualidade nutricional, resulta em baixo desempenho animal. Todavia, caso não houvesse esse aumento na seleção de folhas, a queda no ganho poderia ser ainda maior.

Esses resultados (Tabelas 3, 4 e 5) mostram que quanto melhor for a qualidade da forrageira, menor oferta de forragem é necessária para maiores ganhos de peso obtidos pelo animal. Assim, o ponto crítico para se conseguir bons desempenhos por animal se constitui na determinação da oferta de forragem que não limite o consumo pelo animal. Esse modelo, conhecido por "pull model", é o mais aceito pelos nutricionistas animais atualmente. Nele a idéia é que "o animal come porque cresce" e não como o defendido pelo modelo do "push model" que o animal responderia a ingestões forçadas de alimento. Portanto, a lógica seria que aumentos de desempenho, como conseqüência do aumento de IMS, seriam obtidos apenas quando a o consumo potencial estivesse restringido. Todavia, essa costuma ser a condição usualmente encontrada em pastejo.

Tabela 3. Médias das características do pasto, frações da planta, composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) da dieta selecionada, comportamento ingestivo, consumo diário de matéria seca e ganho de peso médio (GPD) dos animais em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, Mombaça e Massai com pastejo rotacionado.

		Características do Pasto				**Dieta Selecionada**			**Valor nutritivo da dieta**			**Consumo forragem**	**Comportamento ingestivo**			**GDP**
Período		Disponibi-lidade (kg/ha)	Lâmina Foliar (%)	Colmo (%)	Material morto (%)	Lâmina foliar (%)	Colmo (%)	Material morto (%)	PB (%)	DIVMO (%)	FDN (%)	Kg MS/ 100 kg PV	Tamanho bocado (g)	Número bocadas (nº/min)	Tempo pastejo (h)	g/dia
Março	Tanzânia	4420	51,6	22,9	25,5	93,4	2,9	3,7	4420	51,6	22,9	2,53	491	31,8	536	390
Junho	Tanzânia	2842	30,7	18,9	50,5	86,9	9,7	3,4	2842	30,7	18,9	1,92		32,0	545	38
Setembro	Tanzânia	3075	38,8	10,9	50,3	80,5	5,4	14,1	3075	38,8	10,9	2,98	413	38,2	560	313
Novembro	Tanzânia	3419	51,9	12,3	35,9	96,5	2,1	1,4	3419	51,9	12,3	3,85	762	39,0	528	615
Março	Mombaça	2528	52,3	26,2	21,5	93,4	2,9	3,7	2528	52,3	26,2	2,75	466	36,8	598	442
Junho	Mombaça	2483	35,4	26,4	38,2	86,9	9,7	3,4	2483	35,4	26,4	2,12		33,9	574	27
Setembro	Mombaça	1863	42,8	10,5	46,7	80,5	5,4	14,1	1863	42,8	10,5	2,65	462	35,8	622	286
Novembro	Mombaça	2341	50,6	13,1	36,3	96,5	2,1	1,4	2341	50,6	13,1	3,23	975	37,4	498	646
Março	Massai	4424	56,3	14,5	29,2	93,4	2,9	3,7	4424	56,3	14,5	2,38	553	30,9	693	253
Junho	Massai	3549	36,2	17,2	46,6	86,9	9,7	3,4	3549	36,2	17,2	1,95		34,9	567	-10
Setembro	Massai	2882	38,4	5,6	56,0	80,5	5,4	14,1	2882	38,4	5,6	2,75	359	38,4	667	161
Novembro	Massai	4988	43,6	6,4	50,0	96,5	2,1	1,4	4988	43,6	6,4	3,41	797	36,2	627	502

Brâncio (2000)

Tabela 4. Médias e desvios-padrão das características do pasto, frações da planta, composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) da dieta selecionada, amostras de extrusa, e ingestão diária de matéria seca (IMS) pelos animais em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *B. brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia com lotação contínua.

			Características dos pastos				**Dieta selecionada**			**Valor nutritivo da dieta**			**IMS**
Período	Ano	Gramínea	Disponibilidade (kg/ha)	Lâmina Foliar (%)	Colmo (%)	Material morto (%)	Lâmina foliar (%)	Colmo (%)	Material morto (%)	PB (%)	DIVMO (%)	FDN (%)	kg/100 kg PV
Fevereiro	1989	*B.decumbens*	4150±274	16,8± 1,7	18,9±1,1	64,3±0,6	89,6±1,2	5,2±2,4	5,2±1,2	7,7±0,2	56,6±1,9	70,6±0,1	2,55±01,3
Maio	1989	*B.decumbens*	2593±190	18,7±1,3	12,9±3,6	68,4±4,8	88,9±0,8	9,2±0,8	1,9±1,5	7,0±0,2	49,6±1,6	74,0±0,5	2,03±0,15
Setembro	1989	*B.decumbens*	3299±55	23,8±0,1	13,1±2,7	63,1±2,6	90,5±2,7	3,6±1,0	5,9±1,7	8,4±0,7	47,8±1,7	73,2±1,7	1,93±0,23
Novembro	1989	*B.decumbens*	2952±107	20,9±0,2	19,9±0,4	59,2±0,2	86,8±0,7	11,6±0,7	1,6±0,1	9,0±1,7	63,6±1,5	70,1±1,0	2,75±0,10
Fevereiro	1989	Marandu	3146±264	28,7±1,1	22,4±0,3	49,0±1,3	92,0±0,2	4,8±0,1	3,2±0,1	8,7±0,8	56,4±0,5	71,0±1,5	2,88±0,14
Maio	1989	Marandu	2404±30	19,3±1,0	10,8±1,5	69,9±0,5	82,9±2,2	12,0±0,5	5,1±1,8	7,6±1,5	52,9±1,6	73,5±3,2	2,03±0,20
Setembro	1989	Marandu	2692±59	19,7±1,4	9,6±0,2	70,7±1,3	85,5±1,3	5,6±0,3	9,0±1,0	8,9±0,8	50,9±0,6	72,6±2,7	1,97±0,16
Novembro	1989	Marandu	2704±205	33,4±1,9	13,4±1,4	53,2±0,5	90,2±6,1	4,9±3,5	4,9±2,6	8,9±0,2	63,1±1,1	70,1±0,8	2,68±0,10
Fevereiro	1989	Tanzânia	2834±264	45,2±0,2	24,1±2,1	30,7±2,2	93,4±3,8	2,9±1,3	3,7±2,5	9,1±1,6	58,7±1,1	73,3±2,3	2,83±0,17
Maio	1989	Tanzânia	3078±60	21,4±1,7	12,7±0,9	65,9±2,6	86,9±3,3	9,7±2,9	3,4±0,5	7,3±1,8	50,4±2,1	73,5±1,8	2,08±0,11
Setembro	1989	Tanzânia	2733±43	24,4±1,5	10,6±3,0	65,0±4,5	80,5±1,4	5,4±2,3	14,1±0,9	7,7±0,6	57,2±3,6	71,2±3,3	2,09±0,13
Novembro	1989	Tanzânia	2890±64	60,5±1,5	16,9±1,4	22,6±0,5	96,5±0,4	2,1±0,3	1,4±0,1	9,8±0,3	63,6±1,1	68,8±0,3	2,83±0,23
Fevereiro	1996	*B.decumbens*	2873±203	47,8±1,6	11,5±1,6	40,7±2,6	95,5±0,8	2,5±0,4	2,0±0,9	11,9±0,7	59,1±1,2	71,5±1,5	2,67±018
Abril	1996	*B.decumbens*	3021±333	34,7±3,1	13,0±0,8	52,3±2,9	89,3±1,6	4,1±0,4	6,6±1,5	8,7±0,4	54,0±0,8	73,8±1,0	2,22±0,17
Agosto	1996	*B.decumbens*	2881±237	12,9±2,1	10,5±1,1	76,6±3,3	88,1±2,4	2,4±0,4	9,5±2,2	7,4±0,3	52,8±0,9	75,7±0,8	2,00±0,25
Outubro	1996	*B.decumbens*	2864±152	41,8±2,7	11,0±1,7	47,2±2,4	93,1±1,9	1,6±0,6	5,3±1,6	9,6±0,8	56,6±1,5	72,1±1,9	2,61±0,12
Fevereiro	1996	Marandu	3014±135	48,7±2,2	12,0±1,4	39,3±2,1	95,0±0,9	3,6±0,6	1,4±0,6	11,5±1,4	58,4±1,7	72,1±1,8	2,65±0,08
Abril	1996	Marandu	3081±194	40,4±1,9	14,8±1,3	44,8±1,8	91,7±1,1	3,5±0,4	4,8±1,3	8,7±0,3	53,2±0,7	74,3±1,3	2,19±0,21
Agosto	1996	Marandu	3006±220	13,8±1,6	11,2±2,8	75,0±4,2	89,1±1,9	2,9±0,4	8,0±2,0	6,6±0,4	53,2±1,0	75,8±2,3	1,88±0,23
Outubro	1996	Marandu	2953±208	41,3±2,7	11,8±1,3	46,9±1,9	93,5±1,2	1,3±0,4	5,2±1,1	8,4±0,8	56,0±1,0	73,2±0,5	2,77±0,11
Fevereiro	1996	Tanzânia	3035±221	50,5±4,0	13,9±4,3	35,6±2,6	93,5±1,3	4,4±1,2	2,1±1,1	13,3±0,8	63,9±1,2	73,0±1,0	2,57±0,12
Abril	1996	Tanzânia	2783±301	47,1±4,5	15,5±8,8	37,4±11,7	89,8±1,1	6,4±1,4	3,8±1,9	10,9±1,1	56,4±2,7	74,5±1,0	2,10±0,09
Agosto	1996	Tanzânia	2680±240	13,5±3,9	15,4±3,5	71,1±4,8	83,7±3,2	5,0±0,9	11,3±3,8	7,6±0,6	52,0±1,8	79,4±1,3	1,83±0,11
Outubro	1996	Tanzânia	2811±269	43,7±5,8	8,4±3,6	47,9±4,9	94,4±1,7	2,0±0,2	3,6±1,8	12,3±0,9	63,0±1,7	72,3±0,7	2,36±0,19

Adaptado de Euclides e Medeiros (2003)

Tabela 5. Médias das características do pasto, frações da planta, composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) da dieta selecionada, comportamento ingestivo, consumo diário de matéria seca e ganho de peso médio (GPD) dos animais em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon com pastejo rotacionado.

			Características dos pastos					**Valor nutritivo da dieta**			**Consumo de forragem**	**GDP**
Período	Ano	Gramínea	Massa de forragem (kg/ha)	Lâmina foliar (%)	Colmo (%)	Material morto (%)	Oferta MSV kg/100 kg PV	PB (%)	DIVMO (%)	FDN (%)	kg/100 kg PV	g/dia
Agosto	1997	Marandu	5010	17,7	37,3	45,0	9,8	9,4	53,4	68,6	2,54	300
Novembro	1997	Marandu	3927	47,3	34,2	18,5	8,5	13,5	52,5	67,2	2,08	500
Março	1998	Marandu	6557	29,1	43,7	27,2	5,9	14,8	60,2	74,4	1,57	300
Agosto	1997	Mombaça	3050	11,9	29,8	58,3	4,6	15,5	54,4	68,3	2,26	0
Novembro	1997	Mombaça	5272	46,7	44,3	9,0	12,3	15,9	50,3	74,0	2,72	400
Março	1998	Mombaça	4591	35,0	41,9	23,1	12,8	14,6	55,5	77,7	1,97	400
Agosto	1997	Cameroon	4265	20,5	49,5	30,0	12,6	12,1	60,4	74,2	2,22	100
Novembro	1997	Cameroon	4764	28,1	44,1	27,8	7,0	16,0	61,9	71,0	1,70	300
Março	1998	Cameroon	5242	16,6	62,7	20,7	3,3	17,6	63,7	75,4	1,31	600

Fonte: Genro (1999)

Além da disponibilidade, outras características da estrutura da pastagem podem tornar-se importantes. Nesse sentido, a taxa de lotação ou a oferta de forragem exercem influência marcante, não só por interferirem na disponibilidade do pasto, mas também pelo seu efeito sobre a sua densidade e sua estrutura.

Para se obter manejo adequado das pastagens, torna-se necessário conhecer não apenas as características físicas, estruturais e anatômicas das espécies forrageiras, a quantidade de forragem oferecida aos animais e o valor nutritivo, mas também a quantidade de forragem consumida pelo animal e o valor nutritivo da forragem efetivamente consumida.

Predição de IMS de animais em pastejo

Para determinação das exigências e da eficiência de utilização de forragem, bem como para a formulação de suplementos concentrados visando aumentar a produção em pasto, a informação de consumo precisa ser conhecida *a priori*, implicando na necessidade de bons modelos de predição de ingestão de matéria seca por animais em pastejo. Os manuais de alimentação mais utilizados no Brasil são aqueles editados pelo National Research Council (NRC) americano. No caso do NRC para gado de corte (NRC, 1996), a predição da IMS, basicamente, depende da concentração de energia do alimento expressa como energia metabolizável de mantença, e do peso vivo em jejum do animal. Há duas equações, uma para animais em crescimento e acabamento e outra para vacas. Apesar da razoável acurácia da equação para animais em crescimento e acabamento (r^2 = 73% e 1,86% de viés), reconhecidamente pelos próprios propositores deste modelo, equações de predição de IMS devem ser entendidas apenas como um indicativo, pois a IMS pode ser grandemente influenciada por efeitos ambientais, manejo alimentar (incluindo manejo e características das pastagens), tipo do animal (raça, idade, condição corporal) e características intrínsecas dos alimentos (presença de estruturas resistentes à digestão, presença de fatores anti-nutricionais, etc.). A predição de IMS pelo Sistema de Carboidratos e Proteína Líquidos de Cornell, o CNCPS (Fox et al., 2004) se baseia nas equações do NRC de gado de corte (1996), mas procura, por meio de uma melhor caracterização do ambiente e do animal, com o uso de fatores de ajustes, aumentar a acurácia do valor predito. Há fatores para ajuste da gordura corporal, raça, uso de aditivos, temperatura e presença de lama. Nas situações prevalentes de produção em pasto no Brasil, em geral, são utilizados apenas os ajustes para efeitos de gordura corporal e aditivos. Para raça, apesar de necessário para Nelore, como há apenas ajuste sugerido para animais da raça Holandesa e seus mestiços, não é feito nenhum ajuste. Já o efeito de temperatura é pequeno e pode ser desprezado. No caso de aditivos, o ajuste seria necessário pelo fato de não haver implantes anabólicos, o que implica em redução de 6% no consumo previsto.

Um problema inerente a estes modelos é que o banco de dados com os quais eles foram gerados é de animais *Bos taurus* consumindo, na maior parte, dietas mistas cujos volumosos são forragens temperadas ou produzidas sob condições de clima mais frio. Em sendo assim, poder-se-ia esperar que o seu uso para predizer a ingestão de animais Nelore (*Bos indicus*) pastejando forragens tropicais fosse bastante inacurado. Na Figura 1, pode ser visualizada a regressão do consumo estimado pelo de óxido crômico em pastagens tropicais no Brasil-Central sobre os respectivos valores preditos pelo CNCPS.

Os dados da Figura 1 são de 25 determinações de IMS realizadas, tanto na seca como nas águas, em três trabalhos (Euclides et al., 2000; Brâncio et al., 2003; Genro, 1999) abrangendo algumas das principais forragens tropicais brasileiras (Tanzânia, Mombaça,

Massai, Marandu, Decumbens e Cameroon). A IMS destes trabalhos e a porcentagem do peso vivo (% PV), variaram de 1,22% a 3,85 %, com média e desvio padrão de 2,27 ± 0,67% PV. A disponibilidade média de forragem foi de aproximadamente 3 t/ha de MS. A elevada disponibilidade favorece a seletividade, o que explica o fato de o menor teor de PB ter sido 7,30% da MS, acima do valor crítico para o fornecimento de PB para os microrganismos ruminais. Se houvesse valores de PB que limitassem o consumo, a regressão seria drasticamente influenciada, pois o modelo de predição de IMS do CNCPS não considera restrições ou desbalanços na dieta, uma vez que a única informação relacionada com a dieta é a densidade energética. Ainda assim, o coeficiente de determinação foi de apenas 46% e o desvio médio entre o valor de IMS predito pelo CNCPS e aquele estimado com o uso de cromo como marcador foi -750 g/cab./dia, com valores variando entre +1,82 a -4,11 kg/cabeça/dia.

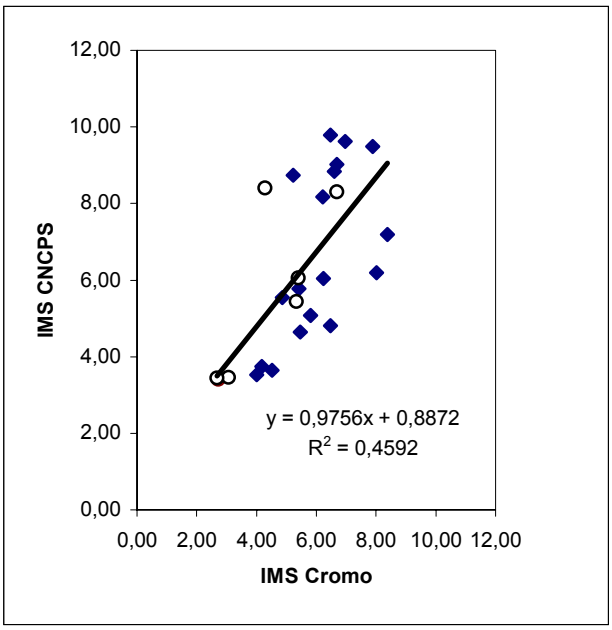

Figura 1 - Regressão do consumo medido pelo uso de óxido crômico em pastagens tropicais no Brasil-Central sobre os valores preditos pelo CNCPS.

Utilizando os dados obtidos por Genro (1999), em que a IMS foi estimada pelo uso de n-alcanos e de óxido crômico como marcadores, procedeu-se a mesma regressão. As curvas, as equações e os coeficientes de determinação podem ser visualizados na Figura 2.

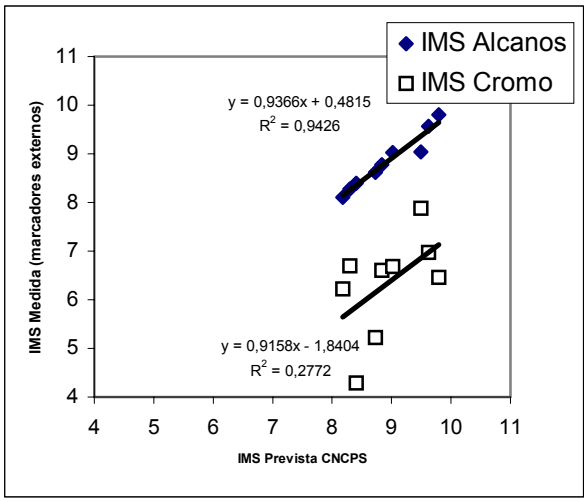

Figura 2. Regressão entre os valores de consumo preditos pelo CNCPS e os consumos medidos por marcadores externos óxido crômico e n-alcanos em pastagens tropicais no Brasil-Central (Genro, 1999).

Na Figura 2, observa-se excelente concordância entre o predito pelo CNCPS e o estimado com uso de n-alcanos. No entanto, houve baixa relação entre a IMS predita pelo modelo com aquela estimada pelo óxido crômico. Os valores obtidos com Cr_2O_3 foram sistematicamente inferiores aos preditos pelo CNCPS e aos estimados com n-alcano. Além disso, é evidente o comportamento errático desta variável. Apesar de esses resultados estarem de acordo com a reconhecida superioridade do método de n-alcanos sobre o óxido crômico (Dove e Mayes, 1996), a grande diferença entre os resultados de ganho diário de peso real (GDP real) com os GDP preditos pelo modelo (Figura 3) são um bom indicativo da necessidade de cautela na aceitação de validade da relação entre a predição de IMS pelo CNCPS e aquela ingestão obtida pelo método de n-alcanos. Na verdade, o modelo seria realmente adequado apenas se, além da IMS estimada concordar com a observada, o desempenho observado também tivesse concordância com o desempenho predito pelo modelo.

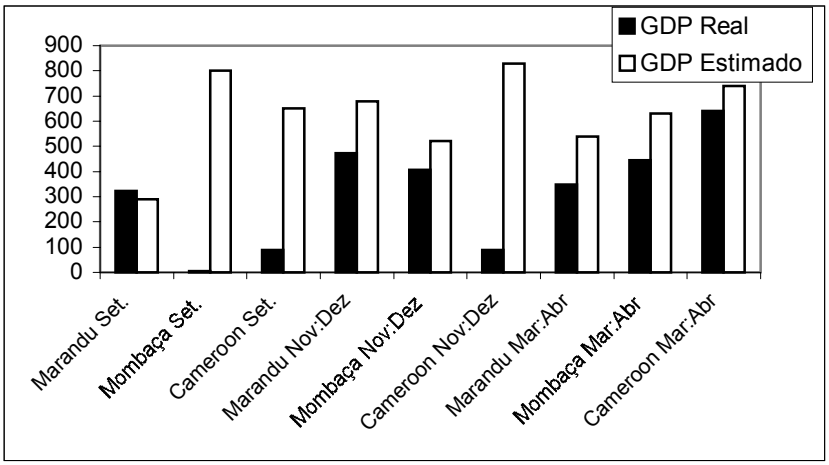

Figura 3. Comparação dos valores de Ganho Diário de Peso real (GDP real) com o GDP estimado pelo modelo com o consumo obtido pelo método dos n-alcanos.

Ainda que parte da diferença seja facilmente explicada por eventuais deficiências do modelo em prever adequadamente o aumento de energia de mantença por atividade de pastejo, há diferenças muito grandes que devem envolver outros fatores. Alterações no metabolismo protéico do animal poderiam explicar quebras de ganho sem redução de IMS, desde que não houvesse prejuízo para a digestibilidade da dieta. Por exemplo, um excesso de proteína degradável em relação à energia fermentescível pode acarretar no aumento da perda de nitrogênio pela uréia, desviando para esta atividade parte da energia que iria para ganho (custo uréia). Esse mesmo desbalanço pode fazer com que haja menor produção de proteína microbiana, resultando em menor aporte de proteína microbiana e, conseqüentemente, em um perfil de aminoácidos potencialmente de menor valor biológico que pode limitar o ganho. Como ambos aspectos são contemplados pelo modelo, o mais provável é que os valores nutricionais das forragens, tais como, proporção de cada fração de carboidratos e/ou proteína, taxa de fermentação de cada uma destas frações e outros, não estariam sendo adequadamente descritos. Outras características da forragem, como arranjo da parede celular ou estruturas anatômicas (Estrutura Girder, por exemplo), que influenciam a resistência à degradação, também contribuem para a menor acurácia, pois não são consideradas pelo modelo. Se, nas regressões acima, fosse feita a descrição da forragem de forma mais acurada e, em função disso, o valor da densidade energética diminuísse, o resultado seriam estimativas de GDP mais próximas às observadas, mas o modelo prediria também uma menor IMS, deixando de ocorrer à boa concordância apresentada na Figura 2 para alcanos. Assim, fica patente a necessidade de aperfeiçoamento no modelo. Almeida e Lanna (2003) apresentam dados que demonstram a necessidade de um fator de ajuste para animais da raça Nelore.

No Brasil, existem dois programas de formulação de ração com modelos próprios de IMS (Lana et al., 2001, Lanna et al., 2002) que são mais ajustados às condições locais, mas que ainda prescindem de validação com bases de dados numerosas e abrangentes.

Conclui-se serem necessárias mais estimativas acuradas de IMS de modo a possibilitar melhor parametrização do modelo CNCPS, de outros modelos existentes ou mesmo o desenvolvimento de novos modelos para se obter melhor descrição de consumo das forragens tropicais. Para ser um modelo de uso prático, ainda será necessário: a) prever

o efeito de substituição da forrageira quando se utilizam suplementos; b) permitir a inclusão do efeito de aumento de consumo para animais em ganho compensatório; c) incorporar entradas que permitam descrever a massa e a oferta de forragem e características estruturais da planta relacionadas com a IMS.

Referências Bibliográficas

ALMEIRA, R,; LANNA, D.P.D. Ifluence of genotype on performance and dry matter intake by feedlot steers in brazil. In: IX World Conference On Animal Production, Porto Alegre, RS, Brasil, 2003 (CD-ROM).

BALCH, C.C., CAMPLING, R.C. Regulation of voluntary intake by ruminants. **Nutrition Abstracts Review**, v.32, n.3, p669-686, 1962.

BARGO, F., MULLER, L.D., KOLVER, E.S., DELAHOY, J.E. Production and digestion of supplemented dairy caws on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003.

BRÂNCIO, P.A. **Comportamento animal e estimativas de consumo por bovinos em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai).** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 277 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

BRÂNCIO, P.A., NASCIMENTO Jr, D.N., EUCLIDES, V.P.B. et al., Avaliação de três cultivares de P. maximum Jacq. Sob pastejo: Composição da Dieta, Consumo de Matéria Seca e Ganho de Peso Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.32, n.5, p.1037-1044, 2003.

BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In:FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization.** Lincoln: American Society of Agronomy, University of Nebraska, 1994. p.494-532.

CAMPLING, R.C. Physical regulation of voluntary intake. In: PHILLIPSON, A.T. (Ed.) **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. Newcastle Upon Tyne: Oriel Press, 1970. p.226-234.

CARVALHO, P.C. de 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: CCA/UEM, p. 1997. 25-52.

CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal Agricultural Research,** Victoria, v.27, n.5, p.709-727, 1976.

CONRAD, H.R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: physiological and physical factors limiting intake. **Journal of Animal Science**, v.25, n.1, p227-235, 1966.

COSGROVE, G.P. Grazing behaviour and forage intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.59-80.

DALLEY, D.E., ROCHE,J.R. GRAINGER, C. et al. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different hebarge allowances in spring**. Australian Journal Experimental Agriculture**, v.41, p.593-599, 1999.

DEMMENT, M.W.; LACA, E.A.; GREENWOOD, G.B. Intake in grazing ruminants: a conceptual framework. In: **Feed intake by cattle**. Oklahoma: Oklahoma State University, 1987. p.208-225.

DOVE, H.;MAYES, R.W. Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. **Journal Nutrition,** London, v.126, p.13-26, 1996.

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.29, n.6, p.2200-2208, 2000.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. S.; MACEDO, M. C. M. Consumo Voluntário de forragem de três cultivares de Panicum maximum sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.

EUCLIDES, V.P.B. **Quality evaluation and cattle grazing behavior on bahiagrass and limpograss pasture.** Gainesville: University of Florida, 1985. 176 p. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Florida, Gainesville, 1974.

EUCLIDES, V.P.B., MEDEIROS, S.R. de. Valores nutritivos das principais gramíneas cultivadas no Brasil. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2003. (Comunicado Técnico).

FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford: CAB International, 1995. 532p.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.T., TYLUKTI, M.E. et al. The Cornell net carbohydrate an protein model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Ani. Fee. Sci. Tech.** vol. 112, p. 29-78, 2004.

GENRO, T.C.M. **Estimativas de consumo em pastejo e suas relações com os parâmetros da pastagem em gramíneas tropicais.** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 183 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

GENRO, T.C.M., PRATES, E.R., HERRERO, M., S. Et al. Estimativas de consumo de bovinos em pastejo utilizando n-alcanos como indicadores em gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. Nutrição de Ruminantes - 0532.

GONTIJO NETO, M.M. **Características e qualidade do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) sob pastejo em diferentes ofertas de forragem.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 69 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

HENDRICKSEN, R.; MINSON, D.J. The intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus* cv. Rongai. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v.95, p.547-554, 1980.

HODGSON, J. **Grazing Management:** Science into practice. London: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HODGSON, J. Variations in the surface characteristics of the sward and short-term rate of herbage intake by calves and lambs. **Grass and Forage Science**, v.36, p.49-57, 1981.

HOYOS, P.Y., AND C.E. LASCANO. Calidad de Brachiaria humidicola en pastoreo en um ecossistema de bosque semi-siempre vierde estacional. **Pasturas Tropicales**, v.7, p.3-5, 1985.

LANA, R.P., FREITAS, A.W.P., OLIVEIRA, M.V.M., SILVA, A.V., EIFERT, E.C., PEREIRA, O.G. Sistema de suplementação alimentar para bovinos de corte em pastejo. 2. Validação. In: Anais...Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, 2001 (CD-ROM).

LASCANO C.E., EUCLIDES V.P.B. Nutritional quality and animal production of Brachiaria pastures. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE C.B. do, ed. **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT / Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. p.106-123, 1996.

LASCANO, C. E.; HOYOS, P., VELÁSQUEZ, J. Aspectos de calidad forrajera de Brachiaria humidicola (Rendle) Schweickt. En la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. In: Simpósio Sobre o Cerrado, 6., 1982, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 1982. 17p.

MERTENS, D.R. (1994). Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C., (Ed.) .) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization.** Lincoln: American Society of Agronomy: University of Nebraska, 1994. p.450-493.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MINSON, D.J. The digestibility and voluntary intake of six varieties of panicum. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.11, n.48, p.18-25, 1971.

MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.81-96.

NATIONAL RESEACH COUNCIL. **Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals.** Washington: National Academy Press, 1987.

NOLLER, C.H..; NASCIMENTO JR, D.; QUEIROZ, D.S. Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo. 1996. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 319-352.

NRC, Nutrient Requirement of Beef Cattle, 7th revised edition. National Research Council. National Academy Press, Washington, 1996. 242 p.

PEYRAUD, J.L., COMERÓN, E.A., WADE, M.H., et al. The effect of daily herbage alllowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. Annales de Zootechnie, v.45, p.201-217, 1996.

POPPI, D.P., HUGHES, T.P., L´HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: New Zealand Society of Animal Science. **Livestock feeding pasture**. Wellington: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.55-63.

POPPI, D.P., McLENNAM, S.R. Protein and energy utilization by ruminats at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.

RIBEIRO FILHO, H.M.N., ALMEIDA, E.X., HATHMANN, O.E.L., et al. Consumo de forragem de bovines submetidos a diferentes ofertas de capim elefante anão cv. Mott. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. v.2, p.???. Forragicultura.

SPEDDING, C.R.W., LARGE,R.V., LYDD, D.D. The evaluation of herbage species by grazing animals. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 10., 1966, Helsinki. **Proceedings…** 1966. p. 479-483.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and in the bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures.III. Influence of fertilizer nitrogen on the variation in the bite size of bite harvested by jersey cows

grazing *Setaria anceps* cv. Kazungula swards. **Australian Journal Agricultural Research,** Melbourne, v.26, p.997-1007, 1975.

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.4, p.617-631, 1986.

WALKER, J.W. Viewpoint: grazing management and research now and in the next millenium. **Journal of Range Management**, v.48, n.4, p.350-357, 1995.

BARIONI, L.G.; TEDESCHI, L.O.; LANNA, D.P.D. Using a combined linear and non-linear optimisation algorithms to maximise net return in feedlots. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MODELLING AND SIMULATION, 4., 1999,Waikato, **Proceedings…** Waikato, 1999. p.1–6.