



Influência de variáveis químicas e estruturais do dossel sobre a taxa de ingestão instantânea em bovinos manejados em pastagens tropicais¹

Fabiola Cristine de Almeida Rego², Júlio César Damasceno³, Elias Nunes Martins³, Cristiano Cortes⁴, Nelson Massaru Fukumoto⁵, Lauri Roeschi⁵, Geraldo Tadeu dos Santos³

¹ Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Estadual de Maringá - UEM.

² Universidade Norte do Paraná (UNOPAR, Arapongas).

³ Universidade Estadual de Maringá (UEM).

⁴ Doutor - Universidade Estadual de Maringá - UEM.

⁵ Pós-graduação em Zootecnia - UEM.

RESUMO - Avaliou-se a taxa de ingestão (TI) em bovinos em pastagens exclusivas de *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Arachis pintoii* e uma consorciação de *Brachiaria brizantha* com *Arachis pintoii* com o objetivo de selecionar as características estruturais e qualitativas da planta, de maior importância para estimativa da taxa de ingestão dos animais. Os animais pastejavam em pares, passando por todas as alturas e espécies em dias sucessivos. Após jejum de três horas, permaneciam por 60 minutos na área experimental, onde foram quantificados o tempo efetivo de pastejo e o número de bocados. A quantidade de forragem ingerida foi estimada pela técnica de dupla pesagem. As características estruturais da pastagem utilizadas na equação para determinar a TI foram altura média da pastagem (cm), proporção dos componentes morfológicos (%), massa dos componentes morfológicos (t MS/ha) e densidade de matéria seca dos componentes morfológicos (kg MS/ha/cm). As características qualitativas foram expressas em termos de PB e de FDN. As variáveis da pastagem foram selecionadas pelo procedimento estatístico *stepwise*. As equações das TI, definidas a partir das características estudadas, foram: capim-marandu: $TI = 59,8980 + 0,7299 LV + 3,5777 MF - 1,2459 FDNL + 0,2882 ALT$ (LV – proporção de lâminas verdes, MF – massa de forragem, FDNL – FDN de lâminas, ALT – altura média da pastagem). Capim-tanzânia: $TI = 111,762 - 4,1532 PBL + 0,3469 LV - 0,5207 FDNL$ (PB de lâminas, LV – proporção de lâminas verdes, FDNL – FDN de lâminas). Amendoim forrageiro: $TI = -196,589 + 12,1978 PBH + 8,3406 MF + 1,1060 HV + 17,3669 MLV$ (PBH – PB de HASTEs, MF – massa de forragem, DLV – massa de lâminas verdes). Consorciação: $TI = -7,25 + 1,15ALTA - 0,22ALTI + 18,49MA - 9,88MLM + 0,49ALTM + 1,00PBL$ (ALTA – altura amendoim forrageiro, ALTI – altura de invasoras, MA – massa de amendoim forrageiro, MLM – massa de lâminas verdes de capim-marandu, ALTM – altura capim-marandu, PBL – PB lâminas de capim-marandu).

Palavras-chave: *arachis pintoii*, *Brachiaria brizantha*, capim-tanzânia, comportamento ingestivo, estrutura da planta

Influence of structural characteristics and chemical composition of tropical grasses on the instantaneous forage intake rate

ABSTRACT - Steer forage intake rate (IR) was evaluated in pastures of *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Arachis pintoii* and a mixed of *Brachiaria brizantha* with *Arachis pintoii*. The objectives were to define sward structural characteristics and chemical composition nutrients of each pasture most determinant of forage intake rate by grazing steers. The steers grazed in pairs, passing through all grass species maintained at different sward heights in successive days. After three hours fast the animals were allowed to graze each experimental area for 60 minutes and had their grazing time and bite numbers registered. Forage intake was estimated by the double sampling technique. Sward structural characteristics used in the model for estimation of IR were: average sward height, morphological component proportion (%), morphological component mass (ton DM/ha) and density of morphological components (kg DM/ha/cm). The chemical composition was expressed as crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF). Sward variables were selected using the stepwise statistical procedure. The IR equations defined from the studied characteristics were: Marandu grass: $IR = 59,8980 + 0,7299 GL + 3,5777 DMA - 1,2459 NDFL + 0,2882 SH$ (GL - proportion of green leaves, FM – forage mass, NDFL - NDF of leaves, SH – average sward height). Tanzania grass: $IR = 111,762 - 4,1532 CPL + 0,3469 GL - 0,5207 NDFL$ (CP of leaves, GL – proportion of green leaves, NDFL - NDF of leaves). Peanut forage: $IR = -196,589 + 12,1978 CPS + 8,3406 DMA + 1,1060 GS + 17,3669 GLA$ (CPS – stem CP, DMA - dry matter availability, GLA - green leaves availability). Mixed pasture: $IR = -7,25 + 1,15HA - 0,22HI + 18,49AA - 9,88GLA + 0,49HM + 1,00CPL$ (HA – Peanut forage height, HI – weed species height, AA - Arachis availability, GLA - green leaf availability of Marandu grass, HB – marandugrass sward height, CPL – CP of leaves of marandugrass).

Key Words: *Arachis pintoii*, *Brachiaria brizantha*, intake behavior, sward structural, tanzaniagrass

Introdução

O comportamento ingestivo animal é afetado pela altura da pastagem, tanto em espécies forrageiras tropicais (Costa et al., 2001; Carvalho et al., 2001) como nas temperadas (Penning et al., 1991). Entretanto, sabe-se que as espécies tropicais caracterizam-se por grande heterogeneidade em seus perfis vertical e horizontal, enquanto as temperadas são mais homogêneas, o que possibilita alta correlação entre a altura da pastagem temperada e a ingestão de forragem, tornando-a eficiente ferramenta de manejo e indicador da ingestão de forragem (Or et al., 2004).

Para as espécies tropicais, entretanto, é necessário enfocar outras características estruturais da pastagem que podem afetar o consumo animal. De fato, a relação altura/ ingestão não se ajusta adequadamente em situações de heterogeneidade da pastagem, como em espécies tropicais (Carvalho et al., 2001).

As pastagens tropicais são marcadas pela distribuição espacial de folhas dispersas ao longo do perfil da planta (Carvalho et al., 2001), o que pode alterar o comportamento ingestivo animal. Em trabalho pioneiro nesta linha de pesquisa, Stobbs (1973) demonstrou que outras variáveis estruturais deveriam ser estudadas, como a densidade de matéria seca da forragem. A oferta de folhas verdes na pastagem também constitui parâmetro relevante no estudo do consumo animal (Prache et al., 1998). Comprova-se, portanto, a importância de se realizar varredura das características da pastagem a ser estudada, buscando explicações para o comportamento ingestivo animal.

A compreensão da regulação do consumo, relacionada à interface planta-animal, deve receber enfoque reducionista (mecanicista), desmembrando o consumo em variáveis de menor escala (Hodgson, 1982). Adicionalmente, Or et al. (2004) verificaram que a inclusão de características mais detalhadas das plantas pode melhorar a predição do consumo em ovinos.

Ressalta-se que os recursos computacionais e os métodos estatísticos atuais permitem avaliar ao mesmo tempo o efeito de um grande número de variáveis sobre a taxa de ingestão, além de possibilitar a seleção daquelas com maior relação de causa e efeito (Damasceno et al., 1997).

A hipótese central neste trabalho é que em decorrência da natureza complexa das relações planta x animal, outras características da pastagem, além da altura de manejo, devem afetar as variáveis de comportamento ingestivo dos animais, devendo, portanto, ser incluídas em modelos (equações) de predição.

Desse modo, objetivou-se selecionar algumas características estruturais e qualitativas do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo), do capim-marandu (*Brachiaria*

brizantha Stapf. cv Marandu), do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) e de uma consorciação de capim-marandu e amendoim forrageiro e gerar equações de predição da taxa de ingestão de novilhos mestiços a partir destas características estruturais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2002 a fevereiro de 2003, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, região noroeste do Paraná. O solo é classificado como latossolo vermelho escuro (distrófico) (EMBRAPA, 1999) e o clima como subtropical úmido, mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com concentração de chuvas no verão (Cfa) (Corrêa, 1996), latitude 23°22'12" sul e longitude 52°03'54" oeste.

Foram avaliadas pastagens exclusivas de capim-marandu, capim-tanzânia, amendoim forrageiro e de uma consorciação de capim-marandu e amendoim forrageiro. O plantio da leguminosa foi realizado em maio de 2001 e o das gramíneas, em novembro do mesmo ano, sendo o valor cultural das sementes de 30%. As espécies foram adubadas na ocasião do plantio com 800 kg/ha da fórmula 0-10-10 (NPK). A aplicação de nitrogênio nas gramíneas puras foi feita a lanço, sob a forma de uréia, parcelada em três vezes (70, 70 e 60 kg N/ha).

O capim-tanzânia foi estabelecido em seis parcelas de 44 x 10 m cada e o marandu, em seis parcelas de 23,5 x 9,5 m. O amendoim forrageiro foi implantado em uma área de 1.800 m², sem divisões. A consorciação ocupou uma área de 3.840 m², dividida em quatro parcelas de 12 x 80 m.

As parcelas de capim-marandu e capim-tanzânia foram reguladas em diferentes alturas, pelo uso de animais reguladores, com o intuito de se obter alturas contrastantes nas seis parcelas de cada espécie. Para isso, foi simulado o sistema de lotação contínua e carga variável.

Para o amendoim forrageiro e a pastagem consorciada, em razão da dificuldade de se obter diferentes alturas, optou-se pela utilização da técnica *grazing down*, que consiste no rebaixamento da pastagem pelo efeito do pastejo animal, simulando-se o sistema de pastejo intermitente.

As avaliações na pastagem foram realizadas diariamente, sempre no período da tarde, após as avaliações feitas nos animais.

Para aferir a altura dos capins marandu, tanzânia e amendoim forrageiro, utilizou-se uma estrutura de 1,2 m de altura e 60 cm de comprimento, composta por dois pés de madeira e uma régua de 60 cm no topo. Nesta régua, foram fixados barbantes com ponteiros de metal a cada 5 cm,

totalizando 13 pontos para medição. As ponteiras foram deslocadas no sentido vertical, tocando a pastagem, definindo-se o local para aferir a altura, realizada do topo (parte da planta tocada pela ponteira) até o solo. Para obtenção das médias, a estrutura foi alocada ao acaso em dez pontos de cada piquete nos capins marandu e tanzânia, totalizando 130 observações/parcela/dia. No amendoim forrageiro, a estrutura foi alocada em 30 pontos do piquete, totalizando 390 pontos por dia, para obtenção da média da altura.

Para a pastagem consorciada, foi utilizada uma estrutura quadrada de ferro (98 x 98 cm), com barras reguláveis, marcadas a cada 14 cm (0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 e 98 cm). Essas barras auxiliavam na combinação destes pontos, para aferição das medidas em todo o quadrado, totalizando 49 avaliações na área do quadrado. A cada ponto marcado, utilizava-se uma trena que descia do topo da estrutura até tocar em algum ponto, onde era realizada a medição da altura, especificando-se a espécie aferida (capim-marandu, amendoim forrageiro ou espécie invasora). Em cada piquete, a estrutura foi alocada em cinco pontos, totalizando 245 medidas/unidade experimental/dia.

A massa de forragem (toneladas de matéria seca/ha) das pastagens foi aferida diariamente utilizando-se um quadrado de 30 x 30 cm para as coletas, alocado aleatoriamente em seis pontos por parcela para o capim-marandu, oito para o capim-tanzânia, dez para o amendoim forrageiro e cinco para a pastagem consorciada, efetuando-se o corte rente ao solo. Após a pesagem do material, as amostras foram separadas nas frações folha, haste e material morto. A partir destas coletas, foram estimadas a massa total de forragem e a massa e proporção de cada componente.

Os componentes folha e haste foram analisados quanto ao teor de PB, conforme AOAC (1990), e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991). Para a avaliação do teor de FDN, foi utilizado o aparelho *Fiber Analyser* (Ankon).

A densidade da forragem foi estimada utilizando-se estrutura de 90 cm de altura, com dimensões de 30 x 30 cm, estratificados a cada 15 cm a partir do solo (0 a 15, 15 a 30, 30 a 60, 60 a 90 e acima de 90 cm), conforme Holderbaun & Sollenberg (1992), com algumas modificações. Foram colhidas nove amostras por parcela para o amendoim forrageiro, quatro para a pastagem consorciada e quatro para os capins tanzânia e marandu. A forragem foi colhida por estrato e submetida à separação morfológica por estrato, realizada diariamente.

O comportamento ingestivo foi avaliado em períodos sucessivos nas diferentes pastagens. As avaliações no capim-marandu foram feitas durante seis dias na primeira quinzena de dezembro de 2002 e, no capim-tanzânia, durante seis dias na segunda quinzena de dezembro de 2002. Foram

utilizados dez novilhos mestiços que pastejavam em pares, passando por todas as alturas em dias sucessivos, ou seja, os animais experimentais faziam rodízios nas parcelas, de forma aleatória. Como havia seis parcelas de cada espécie e apenas dez animais, no sexto dia experimental, os animais eram avaliados ao mesmo tempo em uma parcela.

A área de amendoim forrageiro foi avaliada durante sete dias da primeira quinzena de janeiro, utilizando-se seis novilhos mestiços que pastejavam juntos na área de leguminosa para as avaliações de comportamento ingestivo e, no restante do dia, permaneciam em outras pastagens.

A pastagem consorciada foi avaliada durante sete dias na segunda quinzena de janeiro de 2002, utilizando-se oito novilhos mestiços que permaneciam constantemente nas mesmas parcelas, pastejando aos pares. Os animais utilizados nas diferentes pastagens foram os mesmos e apresentavam peso vivo de 321,9±35,7 kg e arcada dentária de 7,95±0,64 cm.

O comportamento ingestivo animal foi avaliado em um curto período de pastejo (60 minutos), estimando-se a quantidade de forragem ingerida após jejum de três horas, utilizando-se a técnica de dupla pesagem (Penning & Hooper, 1985), que consiste em pesar o animal antes (peso inicial) e após o pastejo (peso final), em balança com precisão de 50 g. Para impedir as perdas de fezes e urina durante as avaliações, foram colocadas bolsas coletoras nos animais. Após a pesagem inicial, os animais foram distribuídos nos tratamentos de forma aleatória, sendo observados individualmente por uma pessoa previamente treinada, que quantificava o tempo efetivo de pastejo, com auxílio de um cronômetro, e o número de bocados, com auxílio de um contador. Durante esse período, os animais não tinham acesso à água.

A taxa de ingestão (TI) foi obtida pela seguinte fórmula, descrita por Prache et al. (1998):

$$TI = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) + \text{Perda metabólica}}{\text{Tempo pastejo efetivo (min)}}$$

O ganho de peso dos animais após pastejo de uma hora foi corrigido para perda de peso metabólico. Para isso, os animais foram pesados, mantidos em curral ao sol, durante uma hora (sem água e alimento) e pesados novamente.

Realizou-se previamente procedimento de seleção de variáveis por "Step wise", segundo Draper & Smith (1981). Este procedimento permitiu selecionar as variáveis de maior importância agindo sobre a taxa de ingestão nas diferentes pastagens ($\alpha=0,05$).

Para o amendoim forrageiro, com o objetivo de obter uma análise de trilha completa, foram consideradas as

seguintes variáveis: altura média da pastagem (ALT), proporções de folhas verdes (FV), de hastes verdes (HV) e de material morto (MM), relação folha:haste (FH), massas de forragem total (MF), de folhas verdes (MFV), de hastes verdes (MHV) e de material morto (MMM), densidades de matéria seca total da forragem (DEF), de folhas verdes (DEFV), de hastes verdes (DEHV) e densidade de material morto (DEMM), teores de proteína bruta das folhas (PBF), das hastes (PBH) e da planta inteira (PBpi) e teores de fibra insolúvel em detergente neutro de folhas (FDNF), de hastes (FDNH), e da planta inteira (FDNpi).

Para os capins marandu e tanzânia, foram avaliadas a altura média da pastagem (ALT), as proporções de lâminas verdes (LV), de hastes verdes (HV) e de material morto (MM), a relação lâmina:haste (LH), as massas de forragem total (MF), de lâminas verdes (MLV), de hastes verdes (MHV) e de material morto (MMM), as densidades de forragem total (DEF), de lâminas verdes (DELV), de hastes verdes (DEHV) e de material morto (DEM), os teores de proteína bruta das lâminas (PBL), das hastes (PBH) e do material morto (PBM) e os teores de fibra em detergente neutro de lâminas (FDNL), de hastes (FDNH) e do material morto (FDNM), para obtenção dos coeficientes de trilha.

Na pastagem consorciada de capim-marandu e amendoim forrageiro, foram consideradas as alturas médias de todas as espécies encontradas na pastagem (ALTT), do capim-marandu (ALTM), do amendoim forrageiro (ALTA) e das plantas invasoras (ALTI), as massas de forragem total (MF), de lâminas do capim-marandu (MLV) e de hastes do capim-marandu (MHV), a massa de MM (MMM), a massa de amendoim forrageiro (MA), as densidades de forragem total (DEF), de lâminas verdes da gramínea (DEL) e de hastes verdes da gramínea (DEH), a densidade de material morto (DEM), os teores de proteína bruta das lâminas (PBL), das hastes (PBH) e do material morto (PBM) e os teores de fibra em detergente neutro de lâminas (FDNL), de hastes (FDNH) e do material morto (FDNM), para obtenção dos coeficientes de trilha. Os teores de PB e FDN determinados na pastagem consorciada são referentes ao capim-marandu.

Os dados de altura são expressos em cm, os de proporção em %, os de massa em toneladas de MS por ha, os de densidade em kg MS/ha/cm e os dos teores de PB e FDN, em % da MS.

Posteriormente ao *step wise*, foi realizado um estudo dos efeitos das variáveis selecionadas (x) sobre a variável-resposta do animal (taxa de ingestão), por meio da análise de coeficiente de trilha de acordo com Silva (1980) e Cruz & Regazzi (1994).

Para a interpretação dos resultados, deve-se considerar quatro situações: a variável independente (x) pode apresentar

alto efeito direto e estar significativamente correlacionada à variável dependente (y), indicando ser determinante da variação em y; a variável independente pode apresentar efeito direto elevado, mas pouca correlação com y, indicando que esta variável não deve ser usada isoladamente para incrementar a acurácia das estimativas; a variável x pode apresentar alta correlação com y, mas efeito direto reduzido, indicando que seus efeitos ocorrem principalmente por meio de outras variáveis do modelo (indiretamente) e que seu uso é de pouca relevância na variável resposta; a variável independente pode apresentar baixos valores tanto para o efeito direto como para a correlação com y, indicando ser de pouca utilidade para as estimativas (Damasceno, 1996).

Esta análise permitiu determinar o modelo que melhor explica a variação na taxa de ingestão do animal para cada espécie forrageira estudada. As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAEG - UFV (1993).

Resultados e Discussão

O procedimento *step wise* permite selecionar, para cada pastagem estudada, as características de maior relevância sobre a TI. Por sua vez, a análise de trilha, que estuda os efeitos diretos e indiretos de variáveis independentes sobre uma variável dependente, permite realizar os desdobramentos do coeficiente de correlação, visto que este coeficiente, apesar de ser de grande utilidade na avaliação de variáveis complexas, não fornece a exata importância dos efeitos diretos e indiretos destes fatores. Cruz & Regazzi (1994) afirmam que a análise de trilha constitui expansão da regressão múltipla e permite que as variáveis presentes na equação sejam expressas na mesma unidade, facilitando a interpretação dos resultados.

Pelo procedimento *step wise* foi possível selecionar para o amendoim forrageiro as características: HV (hastes verdes, %), PBH (PB de hastes, %), MFV (massa de folhas verdes, ton MS) e MF (massa de forragem, t MS), definindo a seguinte equação para a taxa de ingestão dos animais:

$$\hat{Y} = -96,589 + 12,1978PBH + 8,3406MF + 1,1060HV + 17,3669MFV \quad (R^2 = 0,62).$$

Os efeitos diretos e indiretos destas variáveis foram estimados pelo coeficiente de trilha (Tabela 1). Todas as variáveis selecionadas apresentaram efeitos diretos positivos sobre a TI, indicando que a taxa de ingestão em uma pastagem de amendoim forrageiro é ampliada, como resultado dos incrementos na proporção de hastes (HV), na massa de folhas verdes (FV), na massa de forragem total (MF) e no teor de PB de hastes (PBH).

As correlações entre as variáveis componentes da equação e a TI são apresentadas na Tabela 1. A variável independente de maior correlação com TI foi a PBH, que apresentou elevado efeito direto e reduzido efeito indireto em relação às demais variáveis. Além disso, o efeito direto da variável PBH foi 4,7 vezes maior que os efeitos indiretos, comprovando sua relevância na equação e demonstrando que o animal em pastagens de amendoim forrageiro acelera sua taxa de ingestão quando há disponibilidade de hastes com maior teor de PB, o que sugere que os animais preferem hastes com maior teor de PB, que provavelmente são mais jovens, menos lignificadas, de maior degradabilidade e com menor tempo de retenção no rúmen (Baumont et al., 2000).

A massa de folhas verdes (MFV, t/ha) proporcionou aumentos na TI e apresentou o efeito direto 3,2 vezes maior que o indireto (Tabela 1), além de elevada correlação com TI (0,44), indicando que a massa de folhas verdes na pastagem de amendoim forrageiro é um parâmetro importante para a equação, assim como observado por Barret et al. (2001), em azevém perene, e Prache et al. (1998), que encontraram respostas funcionais entre a massa de folhas e a taxa de ingestão dos animais.

O maior efeito direto sobre a TI foi ocasionado pela proporção de hastes verdes (HV) (0,8176). Entretanto, esta variável não apresentou elevada correlação, pois seus efeitos indiretos foram negativos e também elevados (Tabela 1), demonstrando que seus efeitos são, em grande parte, decorrentes de outras características, como a PBH, MF e MFV. Em outros trabalhos, foi demonstrada a importância da proporção e da distribuição das hastes no horizonte de pastejo e o efeito causado nas dimensões do bocado (Flores et al., 1993). Ressalta-se, entretanto, que, embora o efeito direto de HV seja positivo, sua correlação com a TI é negativa (-0,31), demonstrando que o aumento da proporção de hastes na pastagem proporciona reduções na taxa de ingestão pelos animais.

A massa de forragem (MF), apesar da elevada correlação com a TI, apresentou elevado efeito indireto, indicando que está associada a outras características da pastagem. A variável MF apresenta limitações nas estimativas de consumo, principalmente por não especificar que componentes estão disponíveis na pastagem, mas sim a massa total em oferta. Muitas vezes, o aumento excessivo na oferta de forragem ou na altura da pastagem pode ser fator limitante ao consumo (Carvalho et al., 2001), tendo em vista as mudanças estruturais ocorridas na pastagem (aumento na proporção de hastes, redução na qualidade).

Para o capim-marandu, as variáveis componentes da equação de taxa de ingestão selecionadas foram: LV (proporção de lâminas verdes, %), MF (massa de forragem, t MS), FDNL (FDN de lâminas, %) e ALT (altura da pastagem, cm). A equação para estimar a TI é determinada por:

$$\hat{Y} = 59,8980 + 0,7299LV + 3,5777MF - 1,2459FDNL + 0,2882ALT \quad (R^2 = 0,44)$$

Esta equação permite evidenciar que as variáveis LV, MF e ALT influenciaram positivamente a TI, como descrito por alguns autores, que afirmam que a massa de folhas (Prache et al., 1998) e a altura da pastagem (Flores et al., 1993) proporcionam incrementos na taxa de ingestão dos animais, principalmente por aumentarem a massa de bocado do animal. O teor de FDN das lâminas influenciou de forma negativa, como esperado, ocasionando maior tempo de retenção no rúmen e, conseqüentemente, menor taxa de passagem de porções mais fibrosas (Van Soest et al., 1991).

A LV foi a variável de maior efeito direto e maior correlação com TI, indicando ser a de maior importância para a equação (Tabela 2). A quantidade de folhas na pastagem, sobretudo na porção efetivamente pastejada (estratos superiores), são características importantes para aumentar o consumo animal (Stobbs, 1973). A massa de

Tabela 1 - Estimativas dos efeitos diretos (diagonal, em negrito) e indiretos, da soma dos efeitos indiretos (IND), da correlação (COR) e da razão entre efeitos diretos e indiretos (DIR/IND) das características da pastagem sobre a taxa de ingestão em pastagens de amendoim forrageiro

Table 1 - Estimates of direct (diagonal, boldface word) and indirect effects, sum of indirect effects (IND) correlation (COR), and direct and indirect (DIR/IND) relationship of sward variables on Intake rate of Peanut forage swards

Variável Variable	Efeitos diretos e indiretos Direct and indirect effects				IND IND	COR COR	DIR/IND DIR/IND
	PBH CPS	MF FM	HV GS	MFV MGL			
PBH (CPS)	0,5562	0,1974	-0,5024	0,4229	0,1181	0,6742	4,7136
MF (FM)	0,2858	0,3828	-0,4209	0,3314	0,1963	0,5802	1,9431
HV (GS)	-0,3418	-0,1971	0,8176	-0,5974	-1,1363	-0,3187	-0,7197
MFV (MGL)	0,3652	0,1970	-0,7584	0,6441	-0,1962	0,4480	-3,2862

** Significativo a 1%

PBH (PB de hastes), MF (massa de forragem, t/ha), HV (proporção de hastes verdes, %), MLV (massa de folhas verdes, t/ha), PBF (PB da folha, %). CPS (CP of stems), FM (forage mass, t/ha), GS (green stem proportion, %), MGL (mass of green leaves, t/ha), CPL (CP of leaves, %).

folhas verde tem mostrado ser o melhor preditor da massa de bocado e da taxa de ingestão (Prache et al., 1998).

As outras três variáveis selecionadas apresentaram efeitos diretos semelhantes e a que apresentou maior correlação com TI foi a ALT e, portanto, consiste em uma variável de grande relevância. Entretanto, os coeficientes de trilha permitem visualizar que grande parte do efeito da ALT ocorre por meio de outras variáveis, ou seja, apresenta elevado efeito indireto, indicando que a altura da pastagem não deve ser utilizada isoladamente para estimar a TI em pastagens de capim-marandu, como descrito em alguns trabalhos realizados com outras gramíneas tropicais.

A altura (ALT) apresenta elevados efeitos indiretos (Tabela 2) por meio da proporção de lâminas verdes (LV) e da massa de forragem (MF), quando comparados aos efeitos indiretos das demais variáveis. Portanto, seu efeito sobre a TI ocorre pela variação da TI sobre a composição da planta (folha, haste e material morto) e a massa de forragem. Há correlações estabelecidas entre a altura de planta e a proporção de folhas ou a massa de forragem (Rego et al., 2002).

A MF também apresentou elevado efeito indireto (Tabela 2), comprovado pela baixa relação entre os efeitos diretos e indiretos (0,8719), demonstrando que esta variável não deve ser usada isoladamente em estudos de consumo animal.

Para o capim-tanzânia, foram selecionadas as variáveis: PBL (PB de lâminas), FDNL (FDN de lâminas), LV (proporção de lâminas verdes), que geraram a equação: $\hat{Y} = 111,762 - 4,1532 \text{PBL} + 0,3469 \text{LV} - 0,5207 \text{FDNL}$ ($R^2 = 0,38$).

Esta equação demonstrou resultados aparentemente incoerentes, como a influência negativa do teor de PB das lâminas sobre a TI (Tabela 3). Entretanto, está confirmado na literatura que o alongamento da planta de gramíneas tropicais proporciona decréscimos no seu teor de PB (Rego et al., 2003), ou seja, quanto maior a altura, menor o teor de

PB das folhas e maior a TI dos animais. Neste estudo, esse efeito foi confirmado pela correlação negativa entre estas variáveis observadas neste estudo (0,6590).

A análise de trilha realizada com as variáveis definidas pelo *step wise* (PBL, LV e FDNL) permitiu concluir que a característica de maior importância para a equação foi a PBL, com elevado efeito direto, 25,9 vezes maior que a soma dos efeitos indiretos (Tabela 3). Sua correlação negativa com a TI pode ser explicada pela correlação negativa entre a PBL e ALT (-0,6590) e positiva entre TI e ALT, (0,4830), conforme explicado anteriormente.

A correlação entre a FDNL e a TI não foi significativa (Tabela 3), mas seu efeito direto foi negativo e 1,4 vezes maior que os efeitos positivos (indiretos). Além disso, a FDNL apresentou correlação negativa com a PBL (-0,2810), demonstrando que as folhas com maior teor de PB possuem menor teor de FDN. Considerando que a altura teve correlação negativa com a PBL, pode-se afirmar que as plantas mais altas eram compostas por folhas com menor teor de PB e maior de FDN, mas, ainda assim, proporcionou incrementos na taxa de ingestão do animal, comprovada pela correlação positiva entre ALT e TI (0,4830). Deve-se ressaltar, no entanto, que, no caso do capim-tanzânia, apesar da correlação positiva entre a altura e a TI, esta variável não foi considerada de grande relevância na determinação da equação. Assim, como descrito por Prache et al. (1998), a altura da pastagem não deve ser utilizada na predição da ingestão em pastagens com diferentes estádios de maturidade, ou seja, diferentes estruturas morfológicas.

As variáveis selecionadas pelo procedimento estatístico *step wise* realizado com as variáveis da pastagem consorciada (capim-marandu e amendoim forrageiro) foram: ALTA (altura do amendoim forrageiro), ALTI (altura de espécies invasoras), MA (massa de amendoim forrageiro), MLM (massa de lâminas de capim-marandu), ALTM (altura

Tabela 2 - Estimativas dos efeitos diretos (diagonal, em negrito) e indiretos, soma dos efeitos indiretos (IND), da correlação (COR) e da razão entre efeitos diretos e indiretos (DIR/IND) das variáveis da pastagem sobre a taxa de ingestão em pastagens de capim-marandu

Table 2 - Estimatives of direct (diagonal, boldface word) and indirect effects, sum of indirect effects (IND) correlation (COR), and direct and indirect (DIR/IND) relationship of sward variables on Intake rate of marandugrass

Variável Variable	Efeitos diretos e indiretos Direct and indirect effects				IND IND	COR COR	DIR/IND DIR/IND
	LV GL	MF FM	FDNL NDFL	ALT HS			
LV (GL)	0,3493	0,0395	0,0370	0,0800	0,1565	0,5060**	2,2291
MF (FM)	0,0671	0,2057	0,0337	0,1350	0,2358	0,4416**	0,8719
FDNL (NDFL)	-0,0643	-0,0344	-0,2013	-0,0282	-0,1269	-0,3283**	1,5850
ALT (HS)	0,1312	0,1303	0,0266	0,2130	0,2881	0,5013**	0,7388

** Significativo a 1%

LV (lâminas verdes, %), MF (massa de forragem, t/ha), FDNL (FDN de lâminas, %), ALT (altura da pastagem, cm)
GL (green leaf, %), FM, (forage mass, t/ha), NDFL (NDF of leaf, %), HS (sward height, cm)

Tabela 3 - Estimativas dos efeitos diretos (diagonal, em negrito) e indiretos, soma dos efeitos indiretos (IND), correlação (COR) e razão entre efeitos diretos e indiretos (DIR/IND) das variáveis da pastagem sobre a taxa de ingestão em pastagens de capim-tanzânia
 Table 3 - Estimates of direct (diagonal, boldface word) and indirect effects, sum of indirect effects (IND) correlation (COR), and direct and indirect (DIR/IND) relationship of sward variables on intake rate of tanzaniagrass

Variável Variable	Efeitos diretos e indiretos Direct and indirect effects			IND IND	COR COR	DIR/IND DIR/IND
	PBL CPL	FDNL NDFL	LV GL			
PBL (CPL)	-0,5209	0,0492	-0,0693	-0,0201	-0,5410**	25,9154
FDNL (NDFL)	0,1420	-0,1805	-0,0137	0,1283	-0,0522	-1,4068
LV (GL)	0,1565	0,0107	0,2308	0,1673	0,3981**	1,3795

** Significativo a 1%.

PBL (PB de lâminas, %)FDNL (FDN de lâminas, %), LV (lâminas verdes, %).
 CPL (CP leaf, %), NDFL (NDF of leaf, %), (green leaf, %).

do capim-marandu) e PBL (proteína bruta de lâminas foliares de capim-marandu). A equação para estimar a TI foi a seguinte:

$$\hat{Y} = -7,2512 + 1,1545ALTA - 0,2245ALTI + 18,4942MA - 9,8893MLM + 0,4930ALTM + 1,0083PBL (R^2 = 0,73)$$

Pela equação, constatou-se que a altura de ambas as espécies exerceu efeito positivo sobre a TI, ou seja, quanto maior a altura da pastagem, maior o consumo animal, conforme constatado por outros autores (Flores et al., 1993). Por outro lado, a ALTI provocou decréscimo na TI, o que era esperado, pois estas espécies invasoras constituíam-se principalmente por pragas, que não eram consumidas pelos animais. O aumento na MA e na PBL na pastagem também proporcionou incrementos, mas o aumento na MLM reduziu a TI, o que não era esperado.

A análise de trilha (Tabela 4), realizada somente com as variáveis selecionadas no “step wise”, permitiu melhor entendimento das relações entre as variáveis e a TI. Por exemplo, a MLM, apesar do efeito negativo sobre a TI,

apresentou correlação baixa e positiva. Além disso, seus efeitos indiretos foram maiores que o direto.

As variáveis ALTA e ALTI apresentaram alta relação entre os efeitos diretos/indiretos (Tabela 4), o que demonstra sua importância para a TI de animais em pastagens consorciadas. Esse resultado indica que, quanto maior a altura do amendoim forrageiro na consorciação, maior a TI, provavelmente em razão da maior facilidade de acesso quando a leguminosa está mais alta.

A variável MA, apesar de seu elevado efeito direto (Tabela 4), não pode ser considerada de relevância, pois não teve correlação com TI em virtude de seus elevados efeitos indiretos. A mesma situação pode ser atribuída à variável MLM, que teve efeito direto negativo sobre a TI. Entretanto, a soma dos efeitos indiretos é elevado e a correlação com a TI é baixa (0,2058), demonstrando que as massas de amendoim forrageiro e de lâminas de capim-marandu não podem ser usadas isoladamente, pois muitas outras variáveis podem influir por meio delas (efeitos indiretos).

Tabela 4 - Estimativas dos efeitos diretos (diagonal, em negrito) e indiretos, soma dos efeitos indiretos (IND), correlação (COR) e razão entre efeitos diretos e indiretos (DIR/IND) das variáveis da pastagem sobre a taxa de ingestão em uma pastagem consorciada
 Table 4 - Estimates of direct (diagonal, boldface word) and indirect effects, sum of indirect effects (IND) correlation (COR), and direct and indirect (DIR/IND) relationship of sward variables on Intake rate of a mixed sward

Variável Variable	Efeitos diretos e indiretos Direct and indirect effects						IND IND	COR COR	DIR/IND DIR/IND
	ALTA HA	ALTI HI	MA MA	MLM MML	ALTM HM	PBL CPL			
ALTA (HA)	0,6723	0,0260	0,0005	-0,1962	0,2675	0,0080	0,1059	0,7782**	6,3484
ALTI (HI)	-0,0777	-0,2251	0,0765	0,0050	0,0024	0,0092	0,0154	-0,2097**	-14,6169
MA (MA)	0,0006	-0,0281	0,6126	-0,5646	0,1264	-0,0457	-0,5115	0,1011	-1,1977
MLM (MML)	0,1917	0,0016	0,5028	-0,6880	0,2403	-0,0428	0,8938	0,2058**	-0,7697
ALTM (MHM)	0,4733	-0,0014	0,2039	-0,4351	0,3800	-0,0375	0,203	0,5830**	1,8719
PBL (CPL)	0,0390	-0,0120	-0,1689	0,1689	-0,0819	0,1723	-0,0549	0,1194	-3,1749

** Significativo a 1%

ALTA (altura amendoim forrageiro, cm), ALTI (altura de invasoras, cm), MA (massa de amendoim, t MS/ha), MLM (massa de lâminas de capim-marandu, t MS/ha), ALTM (altura do capim-marandu, cm), PBL (PB de lâminas de capim-marandu, %).

HA (peanut forage height, cm), HI (invader specie height, cm), MA (peanut forage mass, t DM/ha, MLM (Marandu grass leaf mass, t DM/ha, HM (marandu height, cm), CPL (CP of leaves of Marandu grass, %).

A altura do capim-marandu (ALTM) apresentou efeito direto positivo e elevada correlação com TI (0,5830), indicando que a altura desta espécie na consorciação também proporciona incrementos na TI, entretanto, a altura do amendoim forrageiro foi de maior relevância.

A variável PBL foi a última a ser incluída na equação e pouco contribuiu para explicar as variações na TI, ou seja, o aumento no coeficiente de determinação da equação foi de apenas 3%.

Conclusões

Os procedimentos estatísticos utilizados permitiram selecionar as características de maior relevância para estimação da taxa de ingestão. A alternância de importância variou conforme a pastagem estudada: capim-marandu = massa de folhas verdes na pastagem; capim-tanzânia = teor de PB das folhas; amendoim forrageiro = teor de PB das hastes; pastagem consorciada = altura do amendoim forrageiro.

A proporção de lâminas verdes (%) e a massa de lâminas verdes (t/ha) podem ser consideradas determinantes da taxa de ingestão, independentemente da espécie forrageira.

Literatura Citada

- BARRET, P.D.; LAIDLAW, A.S.; MYNE, C.S. et al. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. **Grass and Forage Science**, v.56, p.362-373, 2001.
- BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M. et al. How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v.54, p.15-28, 2000.
- BRANCIO, P.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P.B. et al. Avaliação de três variedades de *Panicum maximum* Jacq sob pastejo: composição da dieta, ingestão de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1037-1044, 2003.
- CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2001] CD-ROM. Forragicultura. FOR-0834.
- CORRÊA, A.R. Forrageiras: Aptidão climática do Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.; MORAES, A.; CORRÊA, E.A.S. et al. (Eds.) **Forragicultura no Paraná**. 1.ed. Londrina: CPAF, 1996. p.15-22.
- COSTA, R.Z.M.; YABUTA, F.H.; BALSALOBRE, M.A.A. et al. Comportamento ingestivo de machos castrados da raça nelore utilizados em pastagem irrigada de *panicum maximum* cv. Tanzânia sob pastejo rotacionado com diferentes níveis de resíduo pós-pastejo In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Salvador. **Anais...** Salvador: Gmosis (Forragicultura. FOR-0650).
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 390p.
- DAMASCENO, J.C. **Efeito das condições climáticas de verão sobre variáveis produtivas, fisiológicas e comportamentais de vacas da raça Holandesa, com acesso a abrigos com sombreamento total e parcial**. Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo, 1996. 142p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, 1996.
- DAMASCENO, J.C.; TARGA, L.A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas Holandesas em um sistema "Free stall". **Energia na Agricultura**, v.12, n.2, p.12-25, 1997.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1981. 709p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- FLORES, E.R.; LACA, E.A.; GRIGGS, T.C. et al. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, v.85, n.3, p.527-532, 1993.
- HODGSON, J. Ingestive behaviour. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurlay: The British Grassland Society. 1.ed. 1982. p.113-138.
- HOLDERBAUN, J.F.; SOLLENBERG, K.H. Canopy structure and nutritive value of limpgrass pastures during mid-summer to early autumn. **Agronomy Journal**, v.84, p.11-16, 1992.
- ORR, R.J.; RUTTER, S.M.; YARROW, N.M. et al. Changes in ingestive behavior of yearling dairy heifers due to changes in sward state during grazing down of rotationally stocked ryegrass or white clover pastures. **Applied Animal Behavior Science**, v.87, p.205-222, 2004.
- PENNING, P.D.; PARSONS, A.J. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, v.40, n.15, p.15-28, 1991.
- PENNING, P.D.; HOOPER, G.E. An evaluation of the use of short-term weight changes in sheep to estimate herbage intake. **Grass and Forage Science**, v.40, p.79-84, 1985.
- PRACHE, S.; GORDONS, I.J.; ROOK, A.J. Foraging behavior and diet selection in domestic herbivores. **Annals Zootechnie**, v.47, p.1-11, 1998.
- REGO, F.C.A.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C. Valor nutritivo do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado em alturas de pastejo **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.363-370, 2003.
- REGO, F.C.A.; CECATO, U.; CANTO, M.W. et al. Características morfológicas e índice de área foliar do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia- 1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1931-1938, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0, Viçosa, MG: 1993.
- SILVA, M.A. **Melhoramento animal** (conceitos básicos da análise de dados). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 81p.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal Agricultural Research**, v.24, n.6, p.821-829, 1973.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0, Viçosa, MG: 1993.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. In: SYMPOSIUM CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CATTLE. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.