

Predição do Consumo de Pasto de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) por Vacas Mestiças Holandês x Zebu em Lactação

Fernando César Ferraz Lopes¹, Luiz Januário Magalhães Aroeira², Norberto Mario Rodriguez³, Ivan Barbosa Machado Sampaio⁴, Fermino Deresz⁵, Iran Borges⁶, Telma Teresinha Berchielli⁷

RESUMO - Foram desenvolvidas equações de predição de consumo de pasto de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação, utilizando-se procedimentos de *stepwise* em regressões múltiplas, aplicados a um banco de dados de experimentos conduzidos ao longo de três anos na Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG). As variáveis independentes disponíveis foram relacionadas a características inerentes às vacas (dias em lactação; teores de proteína, gordura e extrato seco total e produções destes componentes no leite; produção de leite *in natura* ou corrigida para 4% de gordura; ordem de lactação; peso vivo atual; peso vivo ao parto e grau de sangue Holandês x Zebu); ao manejo (dias de pastejo; disponibilidade de forragem e período de descanso da pastagem); ao ambiente (estação do ano e precipitação pluviométrica) e à alimentação (digestibilidade *in vitro* e parâmetros da composição química do pasto de capim-elefante e da cana-de-açúcar - *Saccharum officinarum* (L.) corrigida com 1% de uréia; consumos de suplemento volumoso (cana corrigida com uréia) e concentrado; concentrações fecais de proteína bruta e de fibras em detergente neutro e ácido). Efeitos linear e quadrático e transformações logarítmicas foram adicionalmente incluídos no banco de dados. Foram obtidas equações de predição de consumo de pasto de capim-elefante (expresso em kg/vaca/dia ou % do peso vivo) com coeficientes de determinação de 65,2 a 67,0%. As principais variáveis independentes incluídas nas equações foram o consumo do suplemento volumoso usado na estação seca do ano (cana corrigida com uréia); a digestibilidade *in vitro* do pasto de capim-elefante; a precipitação pluviométrica; a produção de leite corrigida para 4% de gordura; o peso vivo atual ou, em alternativa a este, o valor da pesagem realizada após o parto da vaca; além do consumo de suplemento concentrado, que evidenciou um efeito de substituição àquele do pasto de capim-elefante.

Palavras-chave: consumo de matéria seca, equações de regressão, modelos de predição, suplementação, vacas em lactação, variáveis independentes

Prediction of the Voluntary Intake of Elephantgrass (*Pennisetum purpureum*, Schumack) Grazing by Holstein x Zebu Lactating Dairy Cows

ABSTRACT - Equations for predicting elephantgrass (*Pennisetum purpureum*, Schumack) dry matter intake (DMI) by Holstein x Zebu lactating dairy cows under grazing were developed by stepwise regression analysis. The dataset consisted of results of trials carried out at Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG, Brazil). The independent variables related to animal factors (days in milk; milk protein, fat and total solids contents and yields; live weight; live weight at calving; milk and fat-corrected milk yield; Holstein x Zebu gene fraction; order of parturition); management factors (occupation day of paddock; forage allowance and availability; resting periods); environmental factors (season of the year; rainfall) and feed factors (*in vitro* digestibility and parameters of chemical composition of elephantgrass herbage and sugarcane - *Saccharum officinarum* (L.) plus 1% urea; supplement intake - concentrate and sugarcane plus urea; fecal crude protein, neutral and acid detergent fiber concentration). Logarithmic and quadratic functions for some variables were also considered. The main independent variables selected at the best-fit regressions models ($R^2 = 65.2-67.0\%$) for elephantgrass herbage DMI were roughage supplement (sugarcane plus urea) DMI; elephantgrass *in vitro* digestibility; rainfall; fat-corrected milk yield; live weight (or alternatively live weight at calving) and concentrate intake that showed substitution effect to intake of elephantgrass in supplementing grazing cows.

Key Words: dry matter intake, independent variables, intake models, lactating cows, prediction equations, supplementation

¹ Técnico de Nível Superior - Embrapa Gado de Leite - Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Juiz de Fora/MG (fernando@cnppl.embrapa.br).

² Pesquisador - Embrapa Gado de Leite (laroeira@cnppl.embrapa.br). Bolsista do CNPq.

³ Professor Titular - Escola de Veterinária da UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte/MG (norberto@vet.ufmg.br). Bolsista do CNPq.

⁴ Professor Titular - Escola de Veterinária da UFMG (ivan@vet.ufmg.br). Bolsista do CNPq.

⁵ Pesquisador - Embrapa Gado de Leite (deresz@cnppl.embrapa.br). Bolsista do CNPq.

⁶ Professor Assistente - Escola de Veterinária da UFMG (iran@vet.ufmg.br). Bolsista do CNPq.

⁷ Professora Assistente - FCAV/UNESP - Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellani, Km 05 - Jaboticabal/SP (ttberchi@fcav.unesp.br). Bolsista do CNPq.

Introdução

Os relacionamentos entre o consumo de pasto por vacas em lactação e os fatores supostamente envolvidos na sua regulação são, por demais, complexos. Em estudos desta natureza, faz-se normalmente inevitável a presença, em maior ou menor escala, de colinearidade múltipla entre as variáveis independentes de um específico banco de dados (Caird & Holmes, 1986; Vazquez & Smith, 2000), constituindo-se em obstáculo ao alcance do desejado inequívoco entendimento acerca de suas contribuições individuais na explicação do fenômeno como um todo (Freund & Littell, 1986).

As implicações decorrentes dos problemas impostos pela presença de multicolineariedade em bancos de dados estão associadas a limitações inerentes aos resultados permitidos pelo uso de técnicas estatísticas consideradas padrão, como a regressão linear múltipla ordinária (Rougoor et al., 2000). Por esta razão, estimativas de coeficientes parciais de regressão, obtidas com a aplicação deste procedimento estatístico sobre um conjunto de dados com problemas de colineariedade, podem estar sujeitas à instabilidade, sendo passíveis de desconfiança (Rook et al., 1990; Rougoor et al., 2000), por inflacionarem as variâncias tanto dos valores preditos, quanto das estimativas dos parâmetros (Freund & Littell, 1986). Além disso, estão sujeitas à interpretação duvidosa ou errônea dos processos biológicos implícitos nos termos quantitativo (magnitude) e qualitativo (sinal) de suas expressões numéricas (Freund & Littell, 1986; Rook et al., 1990).

Os procedimentos para seleção de variáveis independentes, via regressão múltipla por “análise a passo” (*stepwise*), constituem-se ferramentas úteis e efetivas no combate aos efeitos deletérios da multicolineariedade (Freund & Littell, 1986).

Segundo Roseler et al. (1997a), consistentes equações para predição de consumo só poderão ser obtidas de banco de dados que apresentam variáveis relacionadas ao alimento, animal, manejo e às condições ambientais. Além disso, faixas razoáveis de variação dos parâmetros preditores deverão ser igualmente consideradas (Conrad et al., 1964; Holter et al., 1997), a fim de assegurarem inequívoca expressão da significância da variável nas técnicas de regressão múltipla (Curran & Holmes, 1970; Rook et al., 1991) e maior abrangência e aplicabilidade daquela equação.

Para vacas em lactação mantidas em confinamento, foram encontrados diversos estudos

visando o desenvolvimento de equações de predição de consumo, enquanto, para vacas em lactação mantidas em pastagem, principalmente de forrageiras tropicais, existem poucos estudos na literatura.

Obejtivou-se desenvolver equações de predição de consumo de pastagem de capim-elefante por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação, a partir de resultados de experimentos da Embrapa Gado de Leite. Optou-se pelo diferencial de buscar equações simultaneamente úteis em termos de predição, mas, principalmente, racionais dos pontos de vista biológico e zootécnico.

Material e Métodos

As equações de predição de consumo de pastagem de capim-elefante foram desenvolvidas a partir de dados de experimentos conduzidos (1992 a 1994) na Embrapa Gado de Leite (Coronel Pacheco, MG).

Nestes três anos, foi utilizada uma pastagem de capim-elefante, dividida em piquetes e manejada em sistema rotativo. Os tratamentos estudados foram períodos de descanso da pastagem (de 30; 36; 37,5 e 45 dias), além da adoção ou não de suplementação concentrada (2 kg/vaca/dia) ao longo do ano. Foram adotadas duas repetições de área de pastagem por tratamento e o período de três dias de ocupação dos piquetes.

Foram utilizadas 24 vacas Holandês x Zebu, distribuídas em blocos ao acaso, em grupos de seis por tratamento (três por repetição de área), de acordo com a produção de leite e o peso vivo. As vacas foram ordenhadas manualmente duas vezes por dia e pesadas quinzenalmente.

De novembro a maio, o único alimento volumoso fornecido foi o capim-elefante da pastagem. No período seco do ano (junho a outubro), após a ordenha da tarde, as vacas eram encaminhadas aos piquetes, onde permaneciam até a ordenha da manhã seguinte. No intervalo entre ordenhas, recebiam, no curral, cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) picada e corrigida com 1% de uréia:sulfato de amônio (9:1).

Durante os três anos, o consumo total individual diário de matéria seca (MS) das vacas foi estimado em 12 ocasiões na estação das chuvas e 12 na seca, a partir da fórmula: Consumo (kg de MS) = Produção fecal*100/(100 - Digestibilidade). A produção fecal total foi obtida com o uso do óxido crômico (Cr₂O₃) como indicador externo, administrado (10 g/vaca/dia) via oral às vacas durante 12 dias. Nos últimos seis dias, foram colhidas fezes, para análise dos teores de cromo.

Para amostragem da forragem selecionada na pastagem, foram utilizados dois bovinos mestiços Holandês x Zebu adultos fistulados no esôfago, adaptados, durante sete dias, ao pastejo em piquetes-reserva de capim-elefante. O tempo de permanência médio por piquete, para colheita das amostras, foi de 30 a 40 minutos. Foram colhidas, em cada um dos 24 períodos de avaliação do consumo, amostras de extrusas do primeiro, segundo e terceiro dias de pastejo de cada repetição de área por tratamento. Foram analisados os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl; de fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), segundo Silva & Queiroz (2002).

O concentrado (81,1% de MS; 19,6% de PB e 22,8% de FDN) foi fornecido a cada vaca individualmente (2 kg/vaca/dia) durante as ordenhas. Em cada período de determinação de consumo, foram feitas amostragens diárias do concentrado, transformadas em amostras compostas, analisadas do mesmo modo que a extrusa. A média do consumo de cana corrigida com uréia foi obtida por tratamento (seis vacas), por meio do registro diário do oferecido e das sobras e de sua amostragem, para as análises químicas supracitadas. Foram também anotadas as produções individuais diárias de leite e a amostragem, para determinação dos teores lácteos de proteína, gordura e extrato seco total (AOAC, 1990).

Os consumos diários de MS foram estimados a partir dos valores de DIVMS das extrusas amostradas no primeiro, segundo e terceiro dias de pastejo e a produção fecal, pelas concentrações de cromo nas fezes colhidas 48 horas após a ingestão do alimento. A análise dos teores de cromo nas fezes foi feita por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão nitroperclórica (Kimura & Miller, 1957). Nas amostras de fezes, foram ainda analisados os teores de PB, FDN e FDA.

Na modelagem das equações de predição de consumo de MS, o número inicial de variáveis independentes disponível foi 63. Esta quantidade resultou, primariamente, dos diferentes modos de expressão da variável referente à produção de leite (produção de leite *in natura* ou corrigida para 4% de gordura; produção láctea de proteína, gordura ou sólidos totais), bem como ao desmembramento, para ingestão de nutrientes (MS, PB, FDN, FDA e MS digestível) das variáveis relacionadas aos consumos dos suplementos concentrado e volumoso (cana

corrigida com uréia). Além disso, estes consumos foram expressos tanto em base absoluta (kg de MS/vaca/dia) quanto relativa ao peso vivo das vacas (% do peso vivo - %PV). Em virtude das discussões de Holter et al. (1996), foram obtidas dos parâmetros climáticos temperatura e umidade quatro novas variáveis denominadas índices de temperatura e umidade.

Por lacunas de informações em variáveis específicas, o número de observações completas foi de 3.163 entre as 3.456 originalmente pertencentes ao banco de dados.

Para obtenção das equações de predição de consumo, considerando-se as discussões e resultados obtidos por Curran & Holmes (1970) e Brown et al. (1977), duas variáveis dependentes foram consideradas – o consumo diário de MS de pasto expresso em unidade absoluta (kg/vaca/dia) ou relativa (%PV).

Em experimentos com número expressivo de animais, como aqueles que originaram os dados empregados neste presente estudo, torna-se difícil o uso de unidades experimentais simultaneamente uniformes para vários parâmetros. Portanto, para otimizar aspectos de frequência, providenciou-se a redefinição de duas variáveis – grau de sangue, definida segundo graus de sangue clássicos (1 = até 5/8; 2 = de 5/8 até 3/4; e 3 = acima de 3/4), e ordem de lactação, implementada com nova variável de classificação, considerando-se as diferenças nos requisitos de nutrientes para manutenção de vacas (1 = primeira; 2 = segunda; e 3 = além da segunda), em função da ordem de lactação (NRC, 2001).

Também a variável mês foi redefinida segundo uma variável de classificação denominada estação (1 = período das chuvas, meses de janeiro a maio e de novembro a dezembro; 2 = período da seca, meses de junho a outubro), potencialmente útil para indicar a adoção ou não da suplementação volumosa (cana corrigida com uréia) da pastagem.

Algumas transformações logarítmicas de variáveis, bem como os efeitos quadráticos específicos, foram adicionalmente incluídas no banco de dados. O número final disponível de variáveis independentes foi 92.

Determinou-se, inicialmente (procedimento PROC CORR do SAS..., 1985), os coeficientes de correlação linear (r) entre as variáveis. Considerando, separadamente, cada variável dependente em estudo e as variáveis independentes supostamente com maior potencial para compor equações de predição, foram aplicados os procedimentos do SAS (1985): PROC REG, PROC

RSQUARE ($P < 0,05$) e PROC STEPWISE ($P < 0,05$), este último nas opções *Maximum R² Improvement* (MAXR) e *Stepwise Selection* (Freund & Littell, 1986).

Objetivou-se a otimização do valor de R^2 das equações pelo sucessivo, mas racional e limitado incremento do número de variáveis independentes de fácil mensuração e efetivamente elucidativas na predição da resposta medida. A identificação de equações comparativamente com menor valor nominal de R^2 , mas, em função da inclusão de variáveis independentes específicas, com potencial alternativo diferencial de predição foi outro aspecto observado na identificação dos relacionamentos matemáticos de regressão mais promissores. Foram também desenvolvidas equações de predição de consumo específicas para as estações chuvosa e seca e por dia de pastejo.

Resultados e Discussão

As variáveis teor e produção de proteína no leite e aquelas relacionadas às concentrações fecais de PB, FDN e FDA demonstraram pouca ou nenhuma utilidade na predição do consumo de pastagem e, por estarem associadas a perdas de observações, foram descartadas. Da mesma forma, as variáveis referentes a parâmetros climáticos (exceto precipitação pluviométrica mensal) foram desconsideradas, por apresentarem grande número de informações não coletadas.

De modo geral, as transformações logarítmicas e os efeitos quadráticos das variáveis independentes não resultaram em incrementos significativos nos valores de R^2 das equações obtidas no procedimento estatístico *stepwise*. Em razão dos procedimentos matemáticos adicionais necessários a uma eventual introdução das transformações logarítmicas, respeitando-se as aplicações mais práticas e imediatas das equações e considerando-se as dificuldades de interpretação dos efeitos implícitos nos coeficientes parciais de regressão sobre a resposta medida, decidiu-se pela exclusão dos termos logarítmicos do banco de dados.

Em regressões simples realizadas previamente, relacionamentos quadráticos significativos ($P < 0,05$) foram detectados para algumas variáveis independentes e para o consumo de pasto de capim-elefante. No entanto, nos procedimentos de *stepwise*, verificou-se apenas um generalizado efeito de substituição do termo linear pelo quadrático respectivo. Em prol de incrementos no caráter meramente preditivo da equação, Holter et al. (1996, 1997) permitiram a perma-

nência dos efeitos quadráticos de algumas variáveis, à revelia da concomitante inclusão de seus termos lineares. Entretanto, estes exemplos podem ser vistos como exceções diante dos trabalhos (Caird & Holmes, 1986; Holter et al., 1996, 1997) em que foram incluídos, simultaneamente, os termos lineares e quadráticos de variáveis específicas.

Conforme estejam relacionadas às características do animal (Tabela 1), do manejo, do ambiente (Tabela 2) e do alimento (Tabela 3), algumas das principais variáveis independentes pertencentes ao banco de dados empregado no estudo, bem como as variáveis dependentes (Tabela 3), são apresentadas e descritas estatisticamente quanto à média, o desvio-padrão e a amplitude de variação. De modo geral, a amplitude dos valores observados para a maioria das variáveis pode ser considerada de magnitude suficiente aos propósitos do estudo, assegurando a oportunidade de expressão dos eventuais efeitos destas variáveis nas técnicas de regressão múltipla. No entanto, algumas variáveis (consumo de concentrados, dias de pastejo, grau de sangue e ordem de lactação) foram consideradas de frágil amplitude, vislumbrando limitados potenciais para sua inclusão nas equações de predição de consumo.

Na formulação das equações, procura-se selecionar e incluir as variáveis independentes que apresentem maior coeficiente de correlação com a variável dependente. Neste sentido, vale ressaltar que as correlações entre múltiplos preditores podem significar dificuldades no desenvolvimento da equação (Holter et al., 1996), devendo, portanto, serem evitadas, o que nem sempre é absolutamente permissível (Conrad et al., 1964; Curran & Holmes, 1970; Holter et al., 1996). Portanto, o estudo das correlações entre as variáveis é de grande importância na percepção global dos principais relacionamentos existentes, pois auxilia na seleção das variáveis e direciona a construção da equação de predição.

Houve fortes correlações negativas entre a variável independente associada à ingestão de MS de cana corrigida com uréia e as relacionadas ao consumo de pasto ($r = -0,69$ a $-0,71$). No entanto, o decréscimo no consumo MS de capim-elefante é decorrente da sazonalidade da produção de forragem e não de um simples efeito de substituição *per se*, imposto pelo consumo do suplemento volumoso. Este quadro foi parcialmente denunciado pelas expressivas correlações entre as variáveis associadas à disponibilidade

Tabela 1 - Descrições estatísticas das principais variáveis independentes relacionadas ao animal utilizadas no desenvolvimento das equações de predição de consumo

Table 1 - Statistic descriptions of the main independent variables concerning animal factors used to develop voluntary intake prediction equations

Variável Variable	Estatística descritiva Descriptive statistic			
	Média Mean	Desvio-padrão Standard deviation	Amplitude de variação Range of values	
			Valor máximo Maximum value	Valor mínimo Minimum value
Dias em lactação Days in milk	190	85	349	31
% de gordura no leite Milk fat concentration, %	4,2	0,7	7,4	2,4
% de proteína no leite ¹ Milk protein concentration, % ¹	3,3	0,3	5,2	2,5
Produção de leite, kg/vaca/dia Milk yield, kg/cow/day	9,9	2,8	21,2	0,8
Prod. láctea de extrato seco, kg/vaca/dia Milk total solids yield, kg/cow/day	1,2	0,4	2,7	0,1
Produção láctea de gordura, kg/vaca/dia Milk fat yield, kg/cow/day	0,4	0,1	0,95	0,03
Produção láctea de proteína, kg/vaca/dia ¹ Milk protein yield, kg/cow/day ¹	0,3	0,07	0,56	0,03
Produção de leite corrigida para 4% de gordura, kg/vaca/dia 4% fat corrected milk, kg/cow/day	10,0	2,7	21,9	0,7
Ordem de lactação (1 = primeira; 2 = segunda; e 3 = além da segunda) Parity (1 = first; 2 = second; 3 = > second)	2,0	0,8	3,0	1,0
Grau de sangue Holandês x Zebu (1 = até 5/8; 2 = de 5/8 até 3/4; e 3 = acima de 3/4) Holstein x Zebu gene fraction (1 = < 5/8; 2 = from 5/8 to 3/4; 3 = > 3/4)	2,0	0,7	3,0	1,0
Peso vivo, kg Live weight, kg	494	57	667	351
Peso vivo após o parto, kg ² Post-calving weight, kg ²	484	57	620	350

¹ 2.803 observações (2,803 observations).² 3.121 observações (3,121 observations).

de forragem com o consumo de MS de cana corrigida com uréia ($r = -0,74$ a $-0,77$) ou com a estação do ano ($r = -0,80$ a $-0,82$). Apesar da importância e da contribuição individual de cada uma no consumo de MS de capim-elefante, os aspectos de multicolineariedade entre essas variáveis foram determinantes em restringir, nos procedimentos de *stepwise*, sua inclusão simultânea nas equações de predição de consumo.

A variável precipitação pluviométrica mensal parece responder por um parcial efeito sobre o consumo de pasto ($r = 0,42$ a $0,49$), que não se superpõe aos efeitos representados pelas variáveis supracitadas, o que foi comprovado pelos medianos coeficientes de correlação que assume com as variáveis de ingestão diária de MS

de cana corrigida com uréia ($r = -0,41$) e de disponibilidade de pasto ($r = 0,50$ a $0,52$), conferindo-lhe habilidade potencial para inclusão, pelos processos de seleção de variáveis, nas equações de predição de consumo.

Na literatura, foram encontrados valores de 0,43 a 0,76 para coeficientes de correlação entre o consumo voluntário de MS por vacas e produção de leite *in natura* (Vadiveloo & Holmes, 1979; Caird & Holmes, 1986) ou corrigida para 4% de gordura (Curran & Holmes, 1970; Holter et al., 1996, 1997; Vazquez & Smith, 2000). No presente estudo, os coeficientes de correlação das diferentes variáveis associadas à produção de leite com o consumo de pasto variaram de 0,46 a 0,57. Por razões óbvias de multicorrelação, a eleição de uma destas variáveis para representar o

Tabela 2 - Descrições estatísticas das principais variáveis independentes relacionadas ao manejo e ao ambiente utilizadas no desenvolvimento das equações de predição de consumo

Table 2 - Statistic descriptions of the main independent variables concerning management and environmental factors used to develop voluntary intake prediction equations

Variável Variable	Estatística descritiva Descriptive statistic			
	Média Mean	Desvio-padrão Standard deviation	Amplitude de variação Range of values	
			Valor máximo Maximum value	Valor mínimo Minimum value
Variáveis independentes relacionadas ao manejo Independent variables concerning management factors				
Dias de descanso da pastagem Resting periods of pasture, days	35,5	6,2	45,0	30,0
Dias de pastejo Occupation days of paddock	2,0	0,8	3,0	1,0
Disponibilidade de pasto, kg/ha Pasture availability, kg/ha	1.647	943	4.240	176
Disponibilidade de pasto, kg/vaca/dia Forage allowance, kg/cow/day	9,6	5,4	22,3	0,8
Variáveis independentes relacionadas ao ambiente Independent variables concerning environmental factors				
Estação do ano (1 = chuvosa - novembro a maio; 2 = seca - junho a outubro) Season of the year (1=rainy season=from November to May; 2=dry season=from June to October)	1,5	0,5	2,0	1,0
Precipitação mensal de chuvas, mm Monthly rainfall ,mm	111	123	524	0

efeito da produção de leite sobre o consumo de pasto é definitivamente necessária no processo de construção das equações de predição. Neste sentido, as variáveis produção de leite *in natura* e produção de leite corrigida para 4% de gordura se destacaram por apresentarem maiores correlações com as variáveis dependentes ($r = 0,55$ a $0,57$).

No presente estudo, a variável relacionada à composição química da extrusa que apresentou maior correlação ($r = 0,34$ a $0,37$) com o consumo de pasto foi a digestibilidade *in vitro* da MS. Caird & Holmes (1986) relataram correlação de 0,68 entre o consumo de MS e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da forragem selecionada por vacas em lactação em pastagem rotacionada de azevém perene (*Lolium perenne*, L.). Os baixos níveis de correlação entre a variável digestibilidade *in vitro* da MS da extrusa com aquelas supostamente importantes na predição do consumo de forragem de capim-elefante (variáveis referentes ao consumo de cana corrigida com uréia, à disponibilidade de forragem, à produção de leite etc) sugerem sua potencial utilidade no desenvolvimento das equações.

Na Tabela 4, são apresentadas algumas das equações alternativas obtidas e consideradas de interesse na predição do consumo de MS de pastagem de capim-elefante. Optou-se por apresentar apenas aquelas com quatro a seis variáveis independentes, permitindo que somente os principais parâmetros preditores que influenciaram o consumo de pasto fossem incluídos e, simultaneamente, evitando, conforme discutiram Freund & Littell (1986), valores de R^2 artificialmente construídos por inflação no número de variáveis retidas nos modelos. Acréscimos sempre inferiores a 0,5% nos valores de R^2 não justificaram a inclusão de mais do que seis variáveis nas equações de predição de consumo.

Os coeficientes de determinação das equações (Tabela 4) estiveram entre 65,25 e 67,02%, ocupando valores intermediários de 33,3 a 41,8%, em equações com duas a cinco variáveis (Curran & Holmes, 1970), de 39,3 a 86,3%, em equações com cinco a nove variáveis (Caird & Holmes, 1986); e de 78 e 91%, em equações com sete a oito variáveis (Vazquez & Smith, 2000). Nestes trabalhos, foram desenvolvidas equações alternativas de predição de consumo de MS de pasto de forrageiras de clima

Tabela 3 - Descrições estatísticas das variáveis dependentes e das principais variáveis independentes relacionadas aos alimentos utilizadas no desenvolvimento das equações de predição de consumo

Table 3 - Statistic descriptions of the dependent variables and main independent variables concerning feed factors used to develop voluntary intake prediction equations

Variável <i>Variable</i>	Estatística descritiva <i>Descriptive statistic</i>			
	Média <i>Mean</i>	Desvio- padrão <i>Standard deviation</i>	Amplitude de variação <i>Range of values</i>	
			Valor máximo <i>Maximum value</i>	Valor mínimo <i>Minimum value</i>
	Variáveis independentes <i>Independent variables</i>			
Teor de MS na extrusa, % <i>Forage extrusa DM content, %</i>	12,8	2,6	23,6	8,6
Teor de PB na extrusa, % <i>Forage extrusa CP content, %</i>	12,1	2,7	22,6	5,2
Teor de FDN na extrusa, % <i>Forage extrusa NDF content, %</i>	71,5	3,9	89,2	57,4
Teor de FDA na extrusa, % <i>Forage extrusa ADF content, %</i>	40,7	3,7	56,5	22,0
Digestibilidade in vitro da MS da extrusa, % <i>Forage extrusa in vitro DM digestibility, %</i>	56,9	9,3	73,3	25,5
Consumo de MS de concentrado, kg/vaca/dia <i>Concentrate DMI, kg/cow/day</i>	0,9	0,8	1,80	0
Consumo de MS de cana corrigida com uréia, kg/vaca/dia <i>Sugarcane plus urea DMI, kg/cow/day</i>	3,0	3,4	9,7	0
Consumo de MS de cana corrigida com uréia, %PV <i>Sugarcane plus urea DMI, %BW</i>	0,60	0,68	2,08	0
	Variáveis dependentes (<i>Dependent variables</i>)			
Consumo diário de MS de pasto de capim-elefante, kg/vaca/dia <i>Daily DMI of elephantgrass pasture, kg/cow/day</i>	9,4	4,6	22,1	0
Consumo diário de MS de pasto de capim-elefante, %PV <i>Daily DMI of elephantgrass pasture, %BW</i>	1,92	0,92	3,98	0

¹2.879 observações (2,879 observations).

temperado por vacas em lactação, a partir de banco de dados com informações obtidas de vários experimentos.

Com dados de um único experimento, Peyraud et al. (1996) apresentaram equações alternativas (com três a seis variáveis) de predição de consumo de pasto de forrageira de clima temperado com R² variando de 51 a 72%, ou seja, com valores próximos aos deste estudo.

No trabalho de Vazquez & Smith (2000), os coeficientes de variação (CV) das equações de predição de consumo de pasto, desenvolvidas a partir de banco de dados com médias de resultados de vários experimentos foram de 8,3 a 11,9%. Os valores obtidos neste estudo foram de 27,9 a 28,6% (Tabela 4). Para vacas em lactação mantidas em confinamento, equações de predição de consumo com CV em torno de 10% foram apresentadas por Rayburn & Fox (1993) e Holter et al. (1996, 1997). Entretanto, para animais em pastejo, este valor pode ser aumentado

pela incorporação de diversos outros fatores que afetam o consumo, além das dificuldades e dos erros inerentes às metodologias para a estimativa desse parâmetro. Stockdale (1985) apresentou equações alternativas para predição de consumo de pasto de forrageira de clima temperado por vacas em lactação com coeficientes de variação de até 22%.

Apenas nove variáveis foram empregadas na predição do consumo de pasto de capim-elefante (Tabela 4). Evidentemente, atributos de multicolinearidade influenciaram para que este pequeno número de variáveis representasse um banco de dados inicialmente tão expressivo. No entanto, nas equações obtidas com o uso dos procedimentos de *stepwise*, houve seleção de, no mínimo, uma variável correspondente a características dos alimentos, das vacas e do ambiente. As variáveis que mais se destacaram, respondendo por expressivas parcelas das somas de quadrados dos

Tabela 4 - Equações gerais alternativas de predição de consumo diário de matéria seca de pasto de capim-elefante por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação

Table 4 - General alternative prediction equations of daily elephantgrass DMI by lactating Holstein x Zebu cows

Equações alternativas de predição da variável dependente em função das variáveis independentes selecionadas (observações, n = 3.163) Alternative equations of prediction of dependent variable regarding selected independent variables (observations, no. = 3,163)								
Variável ¹ Variable ¹	kg de MS/vaca/dia kg of DM/cow/day						% do peso vivo % of live weight	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Intercepto <i>Intercept</i>	-4,4838	-4,4793	-1,9101	-1,6068	-6,7095	-6,5558	-0,1523	-0,1535
PVPARTO	0,0121	-	-	-	-	-	-	-
PVMEDIO	-	0,0119	-	-	0,0101	0,0103	-	-
DIVEXTRUSA	0,1743	0,1738	0,1773	0,1765	0,1746	0,1700	0,0349	0,0339
MSkgCAN	-0,8402	-0,8642	-	-	-0,7461	-0,7183	-0,1558	-0,1506
MSpvCAN	-	-	-3,5742	-3,5955	-	-	-	-
MSkgCON	-	-	-	-	-	-0,4247	-	-0,0839
KGLEICOR	-	-	0,2844	-	0,2522	0,3153	0,0414	0,0536
KGLEITE	-	-	-	0,2671	-	-	-	-
PPMES	0,0056	0,0060	0,0046	0,0043	0,0050	0,0050	0,0012	0,0012
Variáveis, n <i>Variables, n.</i>	4	4	4	4	5	6	4	5
R ² (%)	65,32	65,33	65,39	65,25	66,55	67,02	66,02	66,48
R ² ajustado ²	65,27	65,29	65,34	65,20	66,49	66,96	65,98	66,43
Adjusted R ² (%) ²								
DP ³	2,68	2,68	2,68	2,69	2,64	2,62	0,54	0,54
CV (%) ⁴	28,4	28,6	28,6	28,6	28,1	27,9	28,1	27,9

¹ Variáveis independentes (P<0,0001): PVPARTO = peso vivo após o parto (kg) – usado na Equação 1 (3.121 observações); PVMEDIO = peso vivo médio (kg); DIVEXTRUSA = Digestibilidade *in vitro* da MS da extrusa (%); MSkgCAN = consumo de MS de cana corrigida com uréia (kg/vaca/dia); MSPvCAN = consumo de MS de cana corrigida com uréia (%PV); MSkgCON = consumo de MS de concentrado (kg/vaca/dia); KGLEICOR = produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/vaca/dia); KGLEITE = produção de leite *in natura* (kg/vaca/dia); PPMES = precipitação mensal de chuvas (mm).

¹ Independent variables (P<.0001): PVPARTO = Post-calving weight (kg) – used in Equation no. 1 (3,121 observations); PVMEDIO = Live weight (kg); DIVEXTRUSA = Pasture extrusa *in vitro* DM digestibility (%); MSkgCAN = Sugarcane plus urea DMI (kg/cow/day); MSPvCAN = Sugarcane plus urea DMI (%BW); MSkgCON = Concentrate DMI (kg/cow/day); KGLEICOR = 4% fat corrected milk (kg/cow/day); KGLEITE = Milk yield (kg/cow/day); PPMES = Monthly rainfall (mm).

² Valor de R² ajustado para número de parâmetros da equação (Freund & Littell, 1986).

² Adjusted R² to number of variables (Freund & Littell, 1986).

³ DP = desvio-padrão da regressão (standard deviation of regression).

⁴ CV = coeficiente de variação da regressão (coefficient of variation of regression).

erros das regressões, foram o consumo de MS de cana corrigida com uréia e a digestibilidade *in vitro* da extrusa. De interesse secundário e nível de importância em função do modo de expressão da variável dependente (kg/vaca/dia ou %PV), destacaram-se precipitação pluviométrica mensal, produção de leite corrigida para 4% de gordura e peso vivo das vacas (Tabela 4).

Variáveis relacionadas à precipitação pluviométrica não foram relatadas em nenhum dos trabalhos consultados cujo objetivo foi o desenvolvimento de equações de predição de consumo de pastagem por vacas em lactação, embora, em termos conceituais, pareça inequívoca sua importância. Além disso, é uma variável de fácil mensuração nas fazendas. Supõe-se que parâmetros mais correlacionados à variável dependente foram usa-

dos nas equações apresentadas nestes trabalhos em detrimento à precipitação pluviométrica, por representarem efeitos parciais comuns à esta variável. Como exemplo, têm-se as correlações positivas entre precipitação pluviométrica mensal e as variáveis de disponibilidade de forragem (r = 0,50 a 0,52), sendo as últimas mais correlacionadas com o consumo de MS de capim-elefante (r = 0,53 a 0,57) que a primeira (r = 0,39 a 0,42). No entanto, a importância da precipitação pluviométrica prevaleceu nos procedimentos de *stepwise*, diante das maiores correlações das variáveis associadas à disponibilidade de forragem e da referente ao consumo de MS de cana corrigida com uréia (r = -0,74 a -0,77), preferencialmente incluída nas equações alternativas de predição de consumo constantes na Tabela 4.

Segundo Roseler et al. (1997b), para vacas em lactação, o peso vivo respondeu por 17% da variação associada ao consumo de MS. Neste estudo, o efeito das variáveis relacionadas ao peso vivo das vacas foi sempre incluído, direta ou indiretamente, nas equações de predição de consumo de pasto (Tabela 4).

A variável peso vivo após o parto, utilizada por Rook et al. (1991) e Roseler et al. (1997b) em equações de predição de consumo voluntário de MS de vacas em lactação mantidas em confinamento, demonstrou (Tabela 4, Equações 1 e 2) potencial preditivo semelhante à variável relacionada ao peso vivo das vacas, credenciando-a como alternativa útil para peso vivo da vacas.

Coppock et al. (1974), Brown et al. (1977) e Rayburn & Fox (1993) apresentaram equações com valores de R^2 superiores quando utilizaram variável dependente expressa em base absoluta (kg/vaca/dia), em comparação àquela em base relativa ao peso vivo (%PV). Em relação às equações em que o consumo de pasto foi expresso em base absoluta (kg/vaca/dia), pequenos acréscimos no valor do R^2 foram observados apenas naquelas com quatro variáveis (Tabela 4, Equações 2 e 7), em que a inclusão de uma variável adicional (produção de leite corrigida para 4% de gordura) foi possível em função do efeito do peso vivo estar implícito na variável dependente.

Segundo Emmans et al. (1998), parâmetros de composição e de produção de leite são efetivamente conseqüências, ao invés de prováveis causas que influenciam o consumo. O NRC (2001) considerou produção de leite como agente causativo sobre o consumo voluntário, apesar da polêmica acerca do tema. De modo geral, para vacas em lactação, constatou-se, nas equações para predição de consumo de MS presentes na literatura, a inclusão de alguma variável ou combinações de variáveis concernentes à produção de leite.

Entre os diversos parâmetros relativos à produção de leite do banco de dados (Tabela 1), verificou-se que produção de leite corrigida para 4% de gordura foi mais eficiente em promover acréscimos nos valores de R^2 das equações (Tabela 4). Brigstocke et al. (1982), trabalhando com vacas Jersey, substituíram, em uma das equações de Vadiveloo & Holmes (1979), a produção de leite por aquela corrigida para 4% de gordura e verificaram melhoria na predição de consumo de MS. Trabalhando com a mesma raça, Holter et al. (1996) relataram a inclusão da variável produção

de leite corrigida para 4% de gordura na predição do consumo voluntário de MS de vacas em lactação. Brigstocke et al. (1982) discutiram a importância de se incluir, em equações de predição de consumo para vacas produtoras de leite com altos teores de gordura (como da raça Jersey), uma variável intimamente relacionada ao teor de energia no leite. Na Tabela 1, percebe-se o potencial das vacas mestiças para produção de leite com altos teores de gordura, justificando a relação de dependência observada entre o consumo e a produção de leite corrigida para 4% de gordura. Evidentemente, o sistema de produção baseado em pastagem contribui para a obtenção de leite com elevados teores de gordura.

Na Equação 4 (Tabela 4), quando o efeito do peso vivo foi combinado ao consumo de cana corrigida com uréia em um único parâmetro preditor, os procedimentos de *stepwise* permitiram a inclusão da variável produção de leite *in natura*, que se destaca por sua imediata acessibilidade na fazenda. Quando comparada à Equação 3 (Tabela 4), que incluiu variáveis semelhantes, houve perdas mínimas em termos de R^2 .

Para vacas em lactação, ajustes linear e quadrático de variáveis relacionadas à digestibilidade de forrageiras foram relatados em várias equações de predição de consumo de MS (Stockdale, 1985; Rook et al., 1991) ou de MO (Caird & Holmes, 1986). O efeito linear, no entanto, é mais comumente empregado. No presente estudo, obteve-se ajuste linear, com resposta positiva no consumo de pastagem, e decorrência dos acréscimos nos valores de digestibilidade *in vitro* da MS da extrusa (Tabela 4).

A importância da estratégia nutricional de suplementação volumosa fornecida às vacas neste sistema de produção de leite baseado em pastagem de capim-elefante foi demonstrada com a inclusão de variável relacionada ao consumo de cana corrigida com uréia, em todas as equações apresentadas (Tabela 4).

Nos procedimentos de *stepwise* adotados no desenvolvimento das equações, o efeito da variável consumo de MS prevaleceu sobre aquelas relacionadas a ingestões de específicos nutrientes (PB, FDN, FDA e MS digestível) da cana corrigida com uréia, principalmente por causa da maior correlação que a variável consumo de MS assume com as variáveis, representando o consumo diário de pastagem.

Mesmo sob amplitude de variação frágil (Tabela 3), a ingestão de suplemento concentrado evidenciou sua

importância sobre o consumo de MS de pasto de capim-elefante (Equações 6 e 8, Tabela 4). Trabalhando com novilhas de raças leiteiras, Hillesheim & Corsi (1990) apresentaram equações de predição de consumo de pasto de capim-elefante com coeficientes parciais de regressão de -0,41 para a variável consumo de concentrados, indicando um efeito de substituição muito próximo àquele de -0,42 da Equação 6 (Tabela 4).

Na Tabela 5 são apresentadas equações alternativas de predição de consumo de capim-elefante desenvolvidas para cada dia de pastejo. Procurou-se selecionar os melhores modelos de cinco parâmetros preditores, dentro de cada modo de expressão da variável dependente, para permitir a oportunidade de expressão dos principais agentes causativos sobre o consumo de capim-elefante. De modo geral, os valores dos coeficientes de determinação e de variação foram próximos aos obtidos nas equações da Tabela 4.

O efeito das variáveis relacionadas ao peso vivo das vacas (média de peso vivo ou peso vivo após o parto) manifestou-se de forma direta, quando o consumo foi expresso em kg/vaca/dia, ou indireta, implícito na variável dependente.

A digestibilidade *in vitro* da extrusa, juntamente com o consumo de cana corrigida com uréia, à semelhança do observado nas equações da Tabela 4, responderam por expressiva parcela das somas de quadrados dos erros das regressões. No entanto, a partir do segundo dia de pastejo, os procedimentos de *stepwise* adotados no desenvolvimento das equações selecionaram a variável concernente ao consumo de FDN da cana corrigida com uréia em detrimento do consumo de MS da mesma. A representação do consumo da cana corrigida com uréia, na figura de um dos componentes mais relacionados ao aspecto negativo de seu valor nutricional (Aroeira et al., 1995), sugere que, a partir do primeiro dia de pastejo, maior contribuição do suplemento volumoso à dieta total do período da seca estaria associada ao efeito de repleção ruminal da FDN da cana.

Para responder pelo efeito da produção de leite sobre o consumo de pasto de capim-elefante, variáveis relacionadas ao teor ou à produção de sólidos totais foram incluídas pelos processos de *stepwise* nas equações da Tabela 5. Na literatura, apenas Coppock et al. (1974) incluíram uma variável de produção de sólidos totais no leite em equações de predição de

consumo voluntário de MS de vacas. Rook et al. (1991) relataram melhorias na predição de consumo de silagem por vacas em lactação, quando uma variável referente à produção de proteína + gordura no leite foi incluída, em detrimento do uso de produção de leite *per se*. Por agregar, além dos teores de gordura, aqueles referentes a proteína e carboidratos, as variáveis teor e produção de sólidos totais no leite constituem-se boas representações da concentração de energia do leite, expressando de forma sinérgica seu valor preditivo sobre o consumo de pasto.

Em todas as equações da Tabela 5, houve a inclusão da variável precipitação pluviométrica mensal, confirmando sua importância na predição do consumo de pastagem. O efeito de substituição imposto pelo consumo de concentrados também foi manifestado nas equações com a variável dependente expressa em relação ao peso vivo das vacas.

Equações alternativas para predição de consumo diário de MS de capim-elefante por vacas Holandês x Zebu em lactação, de acordo com a estação do ano, também foram desenvolvidas. As equações obtidas para o período das chuvas apresentaram valores de R^2 próximos a 60%, ou seja, menores que aqueles obtidos nas equações da Tabela 4. Os coeficientes de variação, porém, foram muito inferiores ($CV = 18,6\%$), indicando que incrementos à capacidade preditiva das equações gerais poderiam ser alcançados pela disponibilidade de banco de dados com estimativas individuais de consumo de suplemento volumoso, em detrimento do uso da média dos valores observados. Os altos coeficientes de variação ($CV = 44\%$) observados nas equações desenvolvidas para o período da seca auxiliam na confirmação desta assertiva.

As variáveis incluídas nos modelos obtidos para a estação das chuvas foram, de modo geral, semelhantes às selecionadas no processo de desenvolvimento das equações gerais de predição de consumo (Tabela 4), exceto pela concentração fecal de FDA. Para vacas em lactação, Conrad et al. (1964) incluíram em equação de predição de consumo de MS, variável relacionada à indigestibilidade da dieta, representada pela produção de MS fecal. Neste estudo, o efeito da variável concentração de FDA nas fezes pode ser associado à fração menos digestível da dieta. Seu coeficiente positivo parece responder por uma interação entre o consumo e os teores de FDA no pasto, visto que ambos se elevam no início da estação chuvosa, decrescendo com a aproximação do período seco do ano.

Tabela 5 - Equações alternativas de predição de consumo diário de matéria seca de pasto de capim-elefante por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação, em função do dia de pastejo

Table 5 - General alternative prediction equations of daily elephantgrass DMI by lactating Holstein x Zebu cows, regarding occupation day of paddock

Variável ¹ Variable ¹	Consumo de pasto em kg/vaca/dia Pasture DMI, kg/cow/day			Consumo de pasto em % do peso vivo Pasture DMI, %BW		
	Dia de pastejo Occupation day of paddock			Dia de pastejo Occupation day of paddock		
	Primeiro First	Segundo Second	Terceiro Third	Primeiro First	Segundo Second	Terceiro Third
Intercepto Intercept	-7,6641	-11,4478	-6,3891	-0,2498	-1,3770	-0,1831
PVPARTO	-	0,0135	0,0104	-	-	-
PVMEDIO	0,0114	-	-	-	-	-
DIVEXTRUSA	0,1766	0,2005	0,1680	0,0335	0,0392	0,0324
MSkgCAN	-0,7426	-	-	-0,1493	-	-
FDNkgCAN	-	-1,7396	-1,2940	-	-0,3291	-0,2614
MSkgCON	-	-	-	-0,0972	-	-0,1127
KGLEITE	-	-	-	-	0,0342	-
KGELEITE	2,3587	-	2,2352	0,5265	-	0,5194
ELEITE	-	0,3746	-	-	0,0831	-
PPMES	0,0053	0,0048	0,0046	0,0012	0,0010	0,0011
R ² (%)	65,35	68,48	66,69	65,02	68,56	67,29
DP ²	2,73	2,57	2,57	0,56	0,52	0,52
CV ³ (%)	28,3	27,5	27,8	28,3	27,5	27,5
Observações, n ^o Number of observations	1.026	1.047	1.062	1.026	1.061	1.076

¹ Variáveis independentes (P<0,0001): PVPARTO = Peso vivo após o parto (kg); PVMEDIO = Peso vivo médio (kg); DIVEXTRUSA = Digestibilidade *in vitro* da MS da extrusa (%); MSkgCAN = Consumo médio de MS de cana corrigida com uréia (kg/vaca/dia); FDNkgCAN = Consumo médio de FDN de cana corrigida com uréia (%PV); MSkgCON = Consumo de MS de concentrado (kg/vaca/dia); KGLEITE = Produção de leite *in natura* (kg/vaca/dia); KGELEITE = Produção de extrato seco total no leite (kg/vaca/dia); ELEITE = Teor de extrato seco total no leite (%); PPMES = Precipitação mensal de chuvas (mm).

¹ Independent variables (P<.0001): PVPARTO = Post-calving weight (kg); PVMEDIO = Live weight (kg); DIVEXTRUSA = Pasture extrusain vitro DM digestibility (%); MSkgCAN = Sugarcane plus urea DMI (kg/cow/day); FDNkgCAN = Sugarcane plus urea NDF intake (kg/cow/day); MSkgCON = Concentrate DMI (kg/cow/day); KGLEITE = Milk yield (kg/cow/day); KGELEITE = Total solids milk yield (kg/cow/day); ELEITE = Milk total solids concentration (%); PPMES = Monthly rainfall (mm)

² DP = desvio-padrão da regressão (standard deviations of regression)

³ CV = coeficiente de variação da regressão (coefficient of variation of regression).

As equações desenvolvidas para o período da seca apresentaram baixos coeficientes de determinação (R² = 36%) e altos coeficientes de variação, apresentando baixa capacidade preditiva. Para o primeiro dia de pastejo, os valores de R² das equações foram, de modo geral, mais elevados que aqueles obtidos nas equações desenvolvidas para os demais dias de pastejo. As variáveis relacionadas ao consumo de cana corrigida com uréia e as referentes à digestibilidade dos alimentos volumosos responderam pela maior parcela da variância dos modelos desenvolvidos para a estação da seca. Produção de gordura no leite e um efeito temporal relacionado à inclusão da variável mês foram parâmetros preditores que diferiram daqueles incluídos nas equações constantes nas Tabelas 4 e 5.

As equações desenvolvidas neste estudo evidenciaram a importância de variáveis independentes

consagradas na literatura, além de outras, geralmente não consideradas na predição de consumo voluntário por vacas em lactação.

O uso dessas equações na predição de consumo de matéria seca de pastagem de capim-elefante deve ser restrito às condições de produção relatadas neste estudo, atentando-se para a necessidade de validação adicional, visando, em termos comparativos, a melhor percepção de sua capacidade preditiva.

Pela importância evidenciada em algumas equações, é necessária melhor compreensão dos efeitos de diferentes níveis de suplementação concentrada sobre o consumo de capim-elefante e o desempenho de vacas Holandês x Zebu. Estudos para estimativas de consumo de capim-elefante, em função do grau de sangue das vacas mestiças, e seu relacionamento com aspectos produtivos deveriam ser igualmente investigados.

Conclusões

As equações alternativas globais para predição de consumo de pastagem de capim-elefante por vacas em lactação desenvolvidas podem ser potencialmente utilizadas em condições semelhantes de produção e manejo. As variáveis incluídas nestas equações podem, adicionalmente, direcionar a obtenção de bancos de dados mais abrangentes, que possibilitem, em estudos similares, o desenvolvimento de equações de predição de consumo de forrageiras tropicais sob pastejo mais específicas (como por exemplo, por estação do ano) e, conseqüentemente, mais precisas, acuradas e condizentes às realidades regionais de sistemas intensivos de produção de leite baseados em pastagem.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists Inc., 1990. 1298p.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. et al. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.
- BRIGSTOCKE, T.D.A.; LINDEMAN, M.A.; CUTHBERT, N.H. et al. A note on the dry-matter intake of Jersey cows. **Animal Production**, v.35, n.2, p.285-287, 1982.
- BROWN, C.A.; CHANDLER, P.T.; HOLTER, J.B. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.60, n.11, p.1739-1754, 1977.
- CAIRD, L.; HOLMES, W. The prediction of voluntary intake of grazing dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.107, n.1, p.43-54, 1986.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, n.1, p.54-62, 1964.
- COPPOCK, C.E.; NOLLER, C.H.; WOLFE, S.A. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.57, n.11, p.1371-1380, 1974.
- CURRAN, M.K.; HOLMES, W. Prediction of voluntary intake of food by dairy cows. 2. Lactating grazing cows. **Animal Production**, v.12, n.2, p.213-224, 1970.
- EMMANS, G.C.; FRIGGENS, N.C.; VEERKAMP, R.F. Prediction of food intake of dairy cows. Variation between cows on the same food. In: SOCIETY ANNUAL MEETING, 1998, Scarborough. **Proceedings...** Scarborough: British Society of Animal Science, 1998. p.6.
- FREUND, R.J.; LITTELL, R.C. **SAS[®] system for regression**. Cary: 1986. 167p.
- HILLESHEIM, A., CORSI, M. Capim-elefante sob pastejo. I. Fatores que afetam o consumo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.3, p.409-419, 1990.
- HOLTER, J.B.; WEST, J.W.; MCGILLIARD, M.L. et al. Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.5, p.912-921, 1996.
- HOLTER, J.B.; WEST, J.W.; MCGILLIARD, M.L. Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2188-2199, 1997.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Chromic oxide measurement. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemical**, v.5, p.216, 1957.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy of Science, 2001. 408p.
- PEYRAUD, J.L.; COMERON, E.A.; WADE, M.H. et al. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. **Annales de Zootechnie**, v.45, n.3, p.201-217, 1996.
- RAYBURN, E.B.; FOX, D. G. Variation in neutral detergent fiber intake of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.544-554, 1993.
- ROOK, A.J.; DHANOA, M.S.; GILL, M. Prediction of voluntary intake of grass silages by beef cattle. 2. Principal component and ridge regression analyses. **Animal Production**, v.50, n.3, p.439-454, 1990.
- ROOK, A.J.; GILL, M.; WILLINK, R.D. et al. Prediction of voluntary intake of grass silages by lactating cows offered concentrates at a flat rate. **Animal Production**, v.52, n.3, p.407-420, 1991.
- ROSELER, D.K.; FOX, D.G.; CHASE, L.E. et al. Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.878-893, 1997b.
- ROSELER, D.K.; FOX, D.G.; PELL, A.N. et al. Evaluation of alternative equations for prediction of intake for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.864-877, 1997a.
- ROUGOOR, C.W.; SUNDARAM, R.; Van ARENDONK, J.A.M. The relation between breeding management and 305-day milk production, determined via principal components regression and partial least squares. **Livestock Production Science**, v.66, n.1, p.71-83, 2000.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS[®] User's guide: statistics**. 5.ed Cary: 1985. 956p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- STOCKDALE, C.R. Influence of some sward characteristics on the consumption of irrigated pastures grazed by lactating dairy cattle. **Grass and Forage Science**, v.40, n.1, p.31-39, 1985.
- VADIVELLOO, J.; HOLMES, W. The prediction of voluntary intake of dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.93, n.3, p.553-562, 1979.
- VAZQUEZ, O.P.; SMITH, T.R. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.10, p.2301-2309, 2000.

Recebido em: 26/04/04

Aceito em: 17/11/04