

Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade

Airon Aparecido Silva de Melo¹, Marcelo de Andrade Ferreira^{1*}, Antonia Sherlânea Chaves Verás¹, Mario de Andrade Lira¹, Luiz Evandro de Lima¹, Marcio da Silva Vilela¹, Elizabel Oliveira Silva de Melo² e Dulciene Karla Bezerra de Andrade¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. ²Zootecnista. *Autor para correspondência.

RESUMO. O trabalho tem como objetivo avaliar a substituição parcial do farelo de soja por palma forrageira mais uréia, sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. Oito vacas da raça Holandesa foram distribuídas em 2 quadrados latinos (4X4). A uréia representou 0,0%; 0,8%; 1,54%; e 2,40% da MS da dieta, correspondendo a 2,31%; 4,65%; 6,66%; e 8,02% de proteína bruta na forma de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP). Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido não foram influenciados pelos níveis de NNP (75,56%; 71,36%; 89,40%; 50,61%; e 57,30%, respectivamente). Os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca, de matéria orgânica e do extrato etéreo diminuíram linearmente. Os teores de NDT, determinados no ensaio de digestibilidade, e os estimados pelo NRC (2001) apresentaram alta correlação (0,91).

Palavras-chave: alimento alternativo, energia, proteína, semi-árido.

ABSTRACT. Partial replacement of soybean meal by urea and forage cactus in lactating cows diets. Digestibility. The aim of this work was to evaluate the partial replacement of the soybean meal by urea plus forage cactus on the apparent digestibility of the nutrients. Eight Holstein cows were assigned in a two (4x4) latin square design. The urea represented 0.0%, 0.8%, 1.54%, and 2.40% of dry matter (DM) of the diets, corresponding to 2.32%, 4.65%, 6.66% and 8.02% of crude protein (CP) levels in the form of non-protein nitrogen compounds (NPN). The digestibility of the crude protein, total carbohydrates, non-fiber carbohydrates, neutral detergent fiber, and acid detergent fiber was not affected by NPN levels (75.56%; 71.36%; 89.40%; 50.61%; the 57.30%, respectively). The apparent digestibility coefficients of dry matter, organic matter and ether extract decreased lineally. The TDN values determined in digestibility trial and the estimated by NRC (2001) presented high correlation (0.91).

Key words: alternative feed, energy, protein, semi-arid.

Introdução

A exploração pecuária da região Nordeste é afetada pelas constantes secas e irregularidades das chuvas, impedindo uma exploração racional da atividade leiteira, uma vez que exige uma constância na produção e na oferta de alimentos. Esses fatores, desse modo, inviabilizam os sistemas tradicionais de produção, restando aos produtores, a utilização de alimentos alternativos, adaptados à região e ou a substituição de fontes dos diferentes nutrientes, especialmente proteína e energia, visando minimizar os custos de produção.

Em relação à adaptação edafo-climática, os produtores vêm utilizando, desde a década de 30, a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) como

volumoso nos diversos sistemas de produção (Duque, 1980).

Quanto à substituição de fontes protéicas, é prática a utilização de nitrogênio-não-protéico (uréia ou cama de galinha). No entanto, quando da substituição do farelo de soja por uréia, considerando-se que ela não possui energia, apenas nitrogênio para ser incorporado pelos microrganismos para síntese de proteína microbiana, deve ser incluído na dieta um concentrado energético com baixo teor de proteína.

Tradicionalmente, utiliza-se como concentrado energético o fubá de milho, numa relação de sete partes de milho e uma de uréia, substituindo a mesma quantidade de farelo de soja. Mas a utilização do fubá de milho como fonte energética também pode comprometer os custos de produção, por não ser produzido em larga escala no Semi-Árido

Pernambucano. Assim, uma alternativa seria a utilização de uma fonte energética de menor custo e disponível na região.

Nesse contexto, a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) é um alimento rico em carboidratos, principalmente carboidratos-não-fibrosos (Wanderley *et al.*, 2002), que são a principal fonte de energia para os ruminantes (Van Soest, 1994), além de apresentar baixa porcentagem de constituintes da parede celular, o que a caracteriza como um alimento energético, sem esquecer a sua adaptação às condições edafo-climáticas da região e altas produções de matéria seca por unidade de área (Santos *et al.*, 1997).

A digestibilidade do alimento é definida como o processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples, que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal (Van Soest, 1994). Essa conversão é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente em apreço e é uma característica do alimento e não do animal. Geralmente, na avaliação de alimentos para ruminantes utiliza-se o coeficiente de digestibilidade aparente, o qual é definido como a parte de um determinado nutriente do alimento que não é excretado nas fezes (Silva e Leão, 1979).

Existem muitos fatores que influenciam a digestibilidade, como o consumo de alimentos, a proporção e a digestibilidade da parede celular, a composição da dieta, o preparo dos alimentos e os fatores dependentes dos animais e do nível nutricional (Macdonald, 1993), o local da digestão, a natureza dos produtos finais absorvidos e a extensão dos nutrientes perdidos durante o processo (Merchen, 1997).

O método convencional de coleta total de fezes é utilizado para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente. Mas a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, pode ser estimada por meio de indicadores internos, presentes nos alimentos e nas fezes. Segundo Astigarra (1997), o método se baseia no fato de que, à medida que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente, pela remoção de outros componentes, por digestão e absorção. Nesse contexto, a fibra indigestível em detergente neutro ou ácido, após 144 horas de incubação *in vitro* ou *in situ*, tem sido largamente utilizada em estudos de digestibilidade (Cochram *et al.*, 1986; Berchielli *et al.*, 2000).

A digestibilidade dos nutrientes é a forma primária de determinação do valor energético dos alimentos, na forma de nutrientes digestíveis totais (NDT), a partir do qual pode-se estimar as concentrações de energia digestível, metabolizável e líquida. Outra maneira de conhecer o valor energético dos alimentos é por meio de equações utilizadas para sua estimativa, dentre as quais a proposta pelo NRC

(2001), que através das análises químicas laboratoriais, estima os valores de NDT de manutenção.

Oliveira *et al.* (2001), trabalhando com vacas da raça Holandesa em lactação, não observaram diferença significativa nos coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (MS), de matéria orgânica (MO), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE), de fibra em detergente neutro (FDN) e de carboidratos totais (CHT), quando da substituição de parte do farelo de soja por uréia e milho.

Em outro experimento, utilizando vacas mestiças holando-zebu no início da lactação, Silva *et al.* (2001) também não observaram diferença significativa nos coeficientes de digestibilidade aparente das variáveis MS, MO, PB, FDN, e CHT. Apenas a digestibilidade aparente do EE apresentou comportamento quadrático, quando do aumento dos níveis de nitrogênio não-protéico (NNP) na dieta.

Já Andrade *et al.* (2002), ao substituírem a silagem de sorgo por palma forrageira (0% a 36%), em dieta para vacas da raça Holandesa em lactação, com relação volumoso/concentrado de 57:43, observaram comportamento quadrático para os coeficientes de digestibilidade aparente de todas as variáveis estudadas. Resende *et al.* (2001) ao trabalharem com níveis crescentes de concentrado na dieta de bovinos mestiços em crescimento, também observaram comportamento quadrático para os coeficientes de digestibilidade aparente de todos os nutrientes estudados.

Pesquisa conduzida por Santos *et al.* (1998) com vacas da raça Holandesa em lactação, testou fontes de proteína com diferentes degradações no rúmen (uréia, farelo de soja e farinha de peixe), e indicou menor digestibilidade da PB para farinha de peixe e maior para dietas com uréia.

Cavalcanti *et al.* (2002) ao substituírem de 0% a 100% do fubá de milho por farelo de palma, em dietas para carneiros mestiços em crescimento, observaram uma diminuição nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, CHT, e CNF.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da substituição de parte do farelo de soja por palma e uréia, sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHT, CNF, e teor de NDT, além da correlação dos teores de NDT estimados pelas equações do NRC (2001) e os teores determinados no ensaio de digestibilidade.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de São Bento do Una, pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), no período de 04 de janeiro a 28 de março de 2001.

Foram utilizadas 8 vacas da raça Holandesa, com peso vivo médio inicial de 600kg e produção média de 20kg de leite/dia. No início do experimento, as vacas estavam em média com 91 dias de lactação. Os animais foram mantidos em baias individuais com piso de terra, separadas entre si por cerca de arame farpado, com área coberta de 3m², cochos para controle do consumo de alimentos e bebedouro para fornecimento de água. Nos horários mais quentes do dia, foi reservado um galpão de alvenaria, coberto com telha de barro, onde os animais permaneceram no período das 10h às 15h, com acesso apenas à água.

A alimentação foi oferecida 2 vezes ao dia, à vontade, às 6h (50%) e 16h (50%), na forma de ração completa e, para manter os níveis dos diferentes ingredientes nas rações experimentais, foi permitida uma sobra de 5% a 10% do total da MS fornecida, que foi recolhida 1 vez por dia antes do fornecimento dos alimentos, pela manhã.

Os tratamentos consistiram de níveis crescentes de nitrogênio não-protéico (NNP) como porcentagem dos teores de proteína bruta (PB), ou seja, 2,32%; 4,65%; 6,66%; e 8,02%, resultante da substituição do farelo de soja por palma forrageira mais uréia.

O delineamento experimental foi o quadrado latino (4X4), com 4 animais, 4 períodos e 4 níveis substituição do farelo de soja por palma e uréia. Foram utilizados 2 quadrados latinos de acordo com a ordem de lactação, 1 com animais de 5^a e o outro de 6^a e 7^a ordem. Cada período teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais às rações e 7 dias para colheita de dados e amostras.

Durante o período de coleta, foram recolhidas amostras da dieta fornecida e das sobras, que foram levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C, para pré-secagem e, armazenadas em sacos, devidamente identificados, para posterior processamento e análises laboratoriais. No final do experimento foi feita uma amostra composta por período e por animal.

Na Tabela 1 é apresentada a proporção dos ingredientes das dietas experimentais e, na Tabela 2, a proporção dos ingredientes dos concentrados.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes usados nas dietas experimentais, na base da matéria seca e relação volumoso:concentrado (V:C)

Ingredientes	% PB na forma de NNP			
	2,31	4,65	6,66	8,02
Silagem sorgo	30,44	30,64	31,20	30,98
Palma forrageira	31,94	34,93	37,77	40,88
Concentrado 1	37,62	-	-	-
Concentrado 2	-	34,43	-	-
Concentrado 3	-	-	31,03	-
Concentrado 4	-	-	-	28,14
V:C	62,38 :37,62	65,57:34,43	68,97:31,03	71,86:28,14

Tabela 2. Proporção dos ingredientes usados nos concentrados, com base na matéria seca

Ingredientes	Concentrados			
	C1	C2	C3	C4

Farelo de soja	58,36	52,36	45,11	36,75
Fubá de milho	37,94	40,98	44,73	48,72
Uréia	0,00	2,33	5,08	8,50
Minerais	3,70	4,33	5,08	6,03

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para as determinações de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas metodologias descritas por Silva (1990), exceto para a determinação da FDN da palma e concentrados, em que foi utilizada a metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991) com amilase e uréia a 8 molar. Para determinação da lignina (LDA), foi usada metodologia descrita por Van Soest (1967), utilizando ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 72%. Na análise de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), foram empregadas metodologias descritas por Sniffen *et al.* (1992), enquanto para a correção da fibra em detergente neutro (FDN) para cinza e proteína, o resíduo da digestão em detergente neutro foi incinerado em mufla a 600°C por 3 horas e a correção para proteína foi efetuada utilizando a PIDN.

Na Tabela 3 é apresentada a composição química dos ingredientes das dietas experimentais, com base na matéria seca.

Na estimativa da produção de matéria seca fecal e da determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAI) como indicador interno (Cochran *et al.*, 1986), sendo que amostras do alimento fornecido, sobras e fezes foram colocadas em sacos de ANKOM, incubadas *in situ* por 144 horas (Craig *et al.*, 1984), em bovino com fistula permanente no rúmen, determinando-se, em seguida, a FDA remanescente, que foi considerada como FDAI.

Tabela 3. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais, na matéria seca

Item	Ingredientes					
	Silagem	Palma	C 1	C 2	C 3	C 4
PB ¹	5,89	5,09	33,48	37,59	42,54	46,68
EE ¹	1,62	2,06	1,67	1,65	1,50	1,30
CHT ¹	37,62	78,60	57,92	52,61	48,19	48,39
CNF ¹	10,72	53,23	44,44	39,78	34,82	34,11
CNF _{cp} ¹	14,10	55,01	46,70	41,58	36,14	35,05
FDN ¹	76,89	25,37	13,47	12,83	13,37	14,28
FDN _{cp} ¹	73,52	23,59	11,22	11,03	12,05	13,35
FDA ¹	46,69	21,79	8,53	8,55	8,06	7,65
LIG ¹	7,26	4,27	1,38	1,43	0,64	0,36
PIDN ¹	1,57	0,92	1,77	1,38	1,24	0,87
PIDA ¹	1,03	0,46	0,54	0,42	0,41	0,40

1. % na MS, C = concentrado e cp = corrigido para cinza e proteína

A coleta de amostras de fezes foi realizada diretamente na ampola retal dos animais no 16º dia pela manhã e no 20º dia à tarde de cada período experimental. As fezes foram colocadas em estufa de

ventilação forçada, pré-secas a 65°C, e, posteriormente, moídas em moinho de peneira com crivo de 1mm de diâmetro, para futuras análises.

Para estimativa dos carboidratos totais (CHT), foi utilizada equação proposta por Sniffen *et al.* (1992), como $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e para estimativa dos carboidratos-não-fibrosos (CNF), foi usada equação proposta por Mertens (1997), como $CNF = \%CHT - \%FDN$.

Para o cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada equação proposta por Sniffen *et al.* (1992): $NDT = PBD + CHTD + 2,25 * (EED)$, onde PBD, CHTD, e EED correspondem a PB, CHT e EE digestíveis, respectivamente. Para a estimativa dos nutrientes digestíveis totais de manutenção (NDTm) e energia líquida de lactação (ELI) das dietas experimentais, foram utilizadas as equações propostas pelo NRC (2001).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o sistema de análise estatística e genética -SAEG (UFV, 1998). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (r^2) e a significância observada, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Resultados e discussão

Os coeficientes de digestibilidade aparente e equações de regressão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de NNP das dietas, com seus respectivos coeficientes de variação, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Médias e equações de regressão e coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCHT), carboidratos não-fibrosos (CDCNF), fibra detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), em função da porcentagem de PB na forma de nitrogênio não-protéico (NNP)

Item	% PB na forma de NNP				Equações	r^2/R^2	CV
	2,31	4,65	6,66	8,02			
CDMS	70,61	68,53	67,88	67,09	$\hat{Y} = 71,7718 - 0,6130**NNP$	0,91	4,97
CDMO	72,04	70,17	68,98	68,61	$\hat{Y} = 73,2627 - 0,6116**NNP$	0,92	4,66
CDPB	75,04	75,24	75,51	76,45	$\hat{y} = 74,3711$	-	2,93
CDEE	63,67	61,04	58,85	60,33	$\hat{Y} = 64,6858 - 0,6857**NNP$	0,61	5,69
CDCHT	73,20	70,78	70,75	70,70	$\hat{y} = 73,6155$	-	4,81
CDCNF	90,32	89,44	89,54	88,30	$\hat{y} = 91,0256$	-	2,03
CDFDN	52,48	48,81	51,00	50,32	$\hat{y} = 52,0198$	-	11,00
CDFDA	62,47	54,63	55,16	56,94	$\hat{y} = 62,4300$	-	11,04
NDT	68,48	66,04	65,67	66,88	$\hat{y} = 66,7800$	-	4,20

** $p < 0,01$ pelo teste t

À medida que os níveis de NNP nas dietas, se elevaram, os coeficientes de digestibilidade de MS, MO e EE diminuíram linearmente ($p < 0,01$). A redução na digestibilidade de MS e MO pode ter sido provocada pela substituição do farelo de soja, por palma forrageira, que apresenta quantidade de parede

celular três vezes superior comparada ao farelo de soja. Corroborando com esta hipótese, Cavalcanti *et al.* (2002) observaram redução nos coeficientes de digestibilidade da MS e MO, quando da substituição do fubá de milho pelo farelo de palma, em ensaio de digestibilidade com ovinos. Já Andrade *et al.* (2002) observaram comportamento quadrático para os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO e EE, à medida que substituíram a silagem de sorgo forrageiro, que apresenta alta quantidade de parede celular, pela palma, em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação, este efeito quadrático foi atribuído aos altos teores de CNF, uma vez que apresentavam quantidade superior às recomendadas pelo NRC (2001) para vacas em lactação. Comportamento semelhante foi observado por Resende *et al.* (2001), quando utilizaram níveis crescentes de concentrado na dieta de bovinos mestiços, cujos valores máximos para os coeficientes de digestibilidade de MS e MO foram de 67,70 e 70,51, correspondentes aos níveis de 54% e 58% de concentrado. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2001) e Silva *et al.* (2001) não observaram diferença significativa nas digestibilidades de MS e MO, quando substituíram parte do farelo de soja por milho mais uréia na dieta de vacas em lactação.

Não houve efeito ($p > 0,05$) dos níveis de NNP das dietas experimentais sobre os coeficientes de digestibilidade aparentes de PB, CHT, CNF, FDN e FDA. Esta ausência de significância poderá ser atribuída à correta quantidade de nitrogênio nas dietas bem como, ao balanceamento dos CNF e carboidratos estruturais, não prejudicando o desenvolvimento dos microrganismos ruminais.

A digestibilidade média da PB no presente experimento foi de 75,56%, ficando próxima à observada por Silva *et al.* (2001) de 77,77%; porém superior à obtida por Oliveira *et al.* (2001), que foi de 70,56%, quando da substituição do farelo de soja por milho mais uréia. Apesar de não ter sido observada diferença significativa, a PB apresentou, em termos de valores absolutos, digestibilidade crescente (Tabela 4) em função da maior digestibilidade da uréia comparada à proteína da soja. Santos *et al.* (1998), comparando fontes de proteína degradada no rúmen (uréia, farelo de soja e farinha de peixe), observaram maior digestibilidade da PB para a dieta com uréia.

As variáveis CHT, CNF, FDN e FDA apresentaram digestibilidade aparente de 71,36%; 89,40%; 50,61%; e 57,30%, respectivamente. Como discutido anteriormente, o correto balanceamento dos carboidratos pode ter favorecido o desenvolvimento dos microrganismos celulolíticos, responsáveis pela degradação da parede celular. Os valores da digestibilidade aparente para os CNF e CHE estão próximos às afirmações de Valadares Filho (2000), segundo o qual CNF possuem coeficiente de

digestibilidade aparente acima de 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%.

Normalmente, o coeficiente de digestibilidade aparente da FDA é menor do que o coeficiente da digestibilidade da FDN. Isso pode ser observado nos trabalhos conduzidos por Rodrigues *et al.* (1997) e Resende *et al.* (2001), porém neste experimento observam-se valores de digestibilidade da FDA superiores aos da FDN, fato este também observado por Andrade *et al.* (2002), quando da substituição da silagem de sorgo por palma forrageira. Isso, provavelmente, deve-se ao procedimento metodológico utilizado para determinação das fibras em detergente neutro e detergente ácido, pois as mesmas são comumente determinadas em amostras separadas (comum), e não na mesma amostra (seqüencial), como descrito por Van Soest (1967). Portanto, quando da determinação da FDA do alimento pelo método comum, estaria sendo incorporada, além da celulose e da lignina, a pectina presente na palma forrageira. Essa substância é pouco solúvel em detergente ácido, uma vez que faz parte da parede celular; porém, solúvel em detergente neutro e altamente digestível pelos microrganismos do rúmen. Este comportamento foi verificado quando da composição de FDN e FDA determinados pelos métodos comum e seqüencial, cuja diferença resultou em 4,6% na MS, ou 23,3% a menos do total de FDA, que, presume-se, seja relativo ao teor de pectina. Diante do exposto, sugere-se que, quando da análise dos teores de fibra da palma forrageira, ou material com elevada concentração de pectina, deve-se adotar a metodologia descrita por Van Soest (1967).

Na Tabela 5 são apresentados os teores médios estimados, segundo o NRC (2001), dos nutrientes digestíveis totais de manutenção (NDTm) dos ingredientes das dietas, bem como os nutrientes digestíveis totais de manutenção (NDTm), energia digestível de manutenção (EDm), energia digestível de produção (EDp), energia metabolizável de produção (EMp) e energia líquida de lactação (ELI) das dietas experimentais.

Tabela 5. Nutrientes digestíveis totais de manutenção (NDTm) dos ingredientes (NDTm), energia digestível de manutenção (EDm), energia digestível de produção (EDp), energia metabolizável de produção (EMp) e energia líquida de lactação (ELI) das dietas experimentais

Item	Ingredientes					
	Silagem	Palma	C 1	C 2	C 3	C 4
NDTm ¹	52,07	63,73	78,67	77,66	78,95	83,10
	Dietas					
	% PB na forma de NNP					
	2,31	4,65	6,66			8,02
NDTm ¹	65,79	64,93	64,79			65,62
Edm ²	2,97	2,94	2,94			2,97
Edp ²	2,77	2,77	2,77			2,81
Emp ²	2,34	2,35	2,35			2,39
ELI ²	1,46	1,46	1,46			1,49

1.%; 2. Mcal/kg MS; C. concentrado

Como se pode observar, a silagem de sorgo utilizada no experimento apresentou baixa porcentagem de NDT, comparada à composição média citada na literatura de 59,5% (Valadares Filho, 2000) e 60% (Lana, 2000). Quanto aos teores de NDT da palma forrageira, não há dado algum que possa confirmar essa estimativa, apenas suposições baseadas em ensaios de digestibilidade com dietas completas.

Com base nos resultados dos NDT estimados, foi efetuada regressão entre os valores estimados e determinados (Tabela 4), cuja equação foi $NDT_{det} = - 83,912 + 2,3081NDT_{est}$, com r^2 de 0,84 e coeficiente de correlação r de 0,91. Como pode ser verificado, houve elevada correlação entre os valores estimados e determinados, o qual permite sugerir o uso dessas equações em condições onde haja dificuldade de condução de ensaio de digestibilidade.

A estimativa da energia líquida (EL) dos alimentos torna-se necessária quando da formulação de dietas para o rebanho leiteiro, uma vez que a exigência preconizada pelo NRC (2001) é expressa dessa forma.

O consumo de MS dos animais neste experimento foi de 19,42; 18,57; 19,02; e 17,25 kg/dia, para os níveis de 2,31%; 4,65%; 6,66% e 8,02% de NNP nas dietas, portanto, o consumo de ELI foi de 28,35; 27,55; 27,76; e 25,70 Mcal/dia, respectivamente, considerando-se os valores de EL estimados.

A exigência segundo o NRC (2001) para animais com 600kg de PV e produção de 25kg/leite/dia com 3,5% de gordura, é de 27,18 Mcal/dia. Portanto, apenas os animais do tratamento 8,02% de NNP, apresentaram consumo de ELI abaixo da exigência.

Conclusão

A substituição parcial do farelo de soja por nitrogênio não-protéico e por palma forrageira em dietas de vacas em lactação influenciou negativamente a digestibilidade aparente de matéria seca (MS), de matéria orgânica (MO) e de extrato etéreo (EE), sem, contudo, afetar a digestibilidade dos demais nutrientes. Os nutrientes digestíveis totais determinados apresentaram boa correlação com os valores preditos pela equação preconizada pelo NRC (2001).

Referências

- ANDRADE, D. K. B. *et al.* Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n.5, p. 2088-2097, 2002.
- ASTIGARRA, L. Técnica para la medición del consumo de ruminantes en pastoreo. *In: SIMPOSIO SOBRE*

- AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 1997. p. 1-23.
- BERCHIELLI, T. T. *et al.* Avaliação de indicadores internos em ensaio de digestibilidade. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n.3, p. 830-833, 2000.
- CAVALCANTI, C. V. A. *et al.* Farelo de palma forrageira como fonte de energia para ovinos em crescimento. 1. digestibilidade aparente. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UFRPE, 11., 2002, Recife, *Anais...* Recife: UFRPE, 2002. p. 403-404.
- COCHRAN, R. C. *et al.* Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 63, n.5, p. 1476-1483, 1986.
- CRAIG, W. M. *et al.* In vitro inoculum enriched with particle-associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.67, n.12, p. 2902-2909. 1984.
- DUQUE, J. G. *O Nordeste e as lavouras xerófilas*. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980.
- LANA, R. P. *Sistema viçosa de formulação de rações*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- MACDONALD, P. *et al.* *Nutrition animal*. 4. ed. Zaragoza: Acribia, 1993.
- MERCHEN, N. K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 75, n.8, p. 2223-2234, 1997.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of the dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C., 2001.
- OLIVEIRA, A. S. *et al.* Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.
- RESENDE, F. D. *et al.* Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.1, p. 261-269, 2001.
- RODRIGUES, L. R. R. *et al.* Digestibilidade de rações contendo quatro níveis de concentrado em bovino (taurinos e zebuinos) e bubalinos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.26, n.4, p. 844-851, 1997.
- SANTOS, F. A. P. *et al.* Milk yield and composition of lactation cows fed steam-flaked Sorghum and graded concentrations of ruminal degradable protein. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.81, n. 1, p. 215-222, 1998.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II carbohydrate and protein availability. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979.
- SILVA, R. M. N. *et al.* Uréia para vacas em lactação. 1 consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.5, p. 1639-1649, 2001.
- UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG-*Sistema de análise estatística e genética, versão 8.0*. Viçosa-MG (manual do usuário), 1998.
- VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa-MG, *Palestras...* Viçosa: SBZ, 2000. p.267-338.
- VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 26, n.1, p. 119-128, 1967.
- VAN SOEST, P. J. *et al.* Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and starch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.83, n.1, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.
- WANDERLEY, W. L. *et al.* Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas em lactação. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.31, n.1, p. 273-281, 2002.

Received on March 17, 2003.

Accepted on September 15, 2003.