

Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) e uréia em substituição ao feno de capim tifton (*Cynodon* spp) em dietas de vacas da raça holandesa em lactação. 1. Digestibilidade

Carmem Valéria de Araújo Cavalcanti¹, Marcelo de Andrade Ferreira^{2*}, Mauriceia Costa Carvalho³, Antonia Sherlânea Chaves Veras², Luiz Evandro de Lima³ e Fabiana Maria da Silva²

¹Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. ³Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). *Autor para correspondência. e-mail: ferreira@ufrpe.br

RESUMO. Foi avaliado o efeito de quatro níveis (0%; 12,5%; 25%; 37,5%; e 50%) de palma forrageira e uréia em substituição ao feno de capim tifton, na ração de vacas da raça holandesa em lactação sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da matéria orgânica (DAMO), da fibra em detergente neutro (DAFDN), da proteína bruta (DAPB), dos carboidratos totais (DACHOT) e dos carboidratos não fibrosos (DACNF). Foram utilizadas cinco vacas, com peso médio de 480 kg e produção média de leite de 20 kg/dia, distribuídas em um quadrado latino 5x5. As DAMS, DAMO, DACHOT e DACNF aumentaram, a DAFDN diminuiu linearmente e a DAPB não foi influenciada com o aumento dos níveis de palma e uréia na dieta. Os nutrientes digestíveis totais de manutenção, a energia digestível de lactação, energia metabolizável de lactação e energia líquida de lactação aumentaram à medida que eram incluídas palma e uréia na dieta.

Palavras-chave: bovino leiteiro, carboidratos não-fibrosos, fibra em detergente neutro.

ABSTRACT. Forage cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) and urea in replacement of tifton hay (*Cynodon* spp) in lactating Holstein cows diet. 1. Digestibility. The effect of five levels forage cactus and urea (0.0, 12.5, 25.0, 37.5 and 50%) in replacement of tifton hay in lactating Holstein cows diets, on the apparent digestibility of dry matter (ADDM), organic matter (ADOM), neutral detergent fiber (ADNDF), crude protein (ADCP), total carbohydrates (ADTC) and nonfiber carbohydrates (ADNFC) were evaluated. Five Holstein cows weighing on average 480 kg and with an average milk yield of 20 kg of milk/day were used in a 5x5 Latin square design. The DM, OM, TC and NFC apparent digestibility increased while NDF apparent digestibility decreased linearly and the CP apparent digestibility was not affected by the inclusion of forage cactus and urea. The total digestible nutrients of maintenance, digestible energy of lactation, metabolizing energy of lactation and liquid energy of lactation increased as the forage cactus and urea levels increased.

Key words: dairy cattle, nonfiber carbohydrates, neutral detergent fiber.

Introdução

O Nordeste é uma região que possui grande potencial agropecuário, tendo em vista a diversidade de recursos naturais presentes em sua área. Isso contribui para a exploração econômica de várias culturas, dentre as quais se destaca a bovinocultura leiteira. Porém, a exploração pecuária nessa região é afetada pelas constantes secas e irregularidades das chuvas, impedindo uma exploração racional da atividade leiteira, uma vez que essa atividade exige regularidade na oferta de alimentos. Esses fatores 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, visando minimizar os custos de produção.

Nessa busca por alimentos que possibilitem a produção animal nos períodos críticos do ano há várias décadas, a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) vem se destacando devido às características morfofisiológicas que a tornam tolerante a longas estiagens (Santos *et al.*, 1997). A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos, principalmente não-fibrosos (Wanderley *et al.*, 2002), importante fonte de energia para os ruminantes (Van Soest, 1994), além de apresentar baixa porcentagem de constituintes da parede celular, alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca. Isso a caracteriza

como um alimento energético e também apresenta altas produções de matéria seca por unidade de área, desde que sejam aplicadas tecnologias de manejo (Santos *et al.*, 1997).

O baixo teor de fibra em detergente neutro da palma (26,8%) condiciona sua associação com ingredientes fibrosos (Sosa, 2004). Quando a palma forrageira é utilizada em grande proporção na dieta, há aumento considerável na porcentagem de carboidratos não-fibrosos, o que contribui para a diminuição da digestibilidade dos nutrientes (Andrade *et al.*, 2002). Dentre esses ingredientes fibrosos, pode-se destacar o feno; sua produção, contudo, é uma prática pouco utilizada entre os produtores do Agreste de Pernambuco, principalmente pelo custo de investimento e falta de tecnologia, elevando, assim, o custo e inviabilizando seu uso. Entretanto, trata-se de uma alternativa bastante viável para o semi-árido nordestino, levando-se em consideração as condições climáticas que favorecem sua produção quando há um excedente de forragem na época chuvosa.

Conforme Grant e Mertens (1992), uma redução na digestão da fibra pode ocorrer com o aumento da quantidade de concentrado e redução de volumosos e fibra na dieta em decorrência do aumento nas proporções de carboidratos prontamente fermentáveis. Para Santini *et al.* (1992), os carboidratos não estruturais, apesar de suprirem energia para os microrganismos ruminais, podem ter efeito negativo sobre sua atividade celulolítica, inibindo a digestão da fibra, principalmente pela redução do pH ruminal.

Grande parte das informações sobre o valor nutritivo de um alimento é obtida por meio de estudos de digestibilidade (Rodrigues, 1998). Existem muitos fatores que influenciam a digestibilidade, como o consumo de alimentos, a proporção e a degradabilidade da parede celular, a composição do alimento e da dieta, o preparo dos alimentos, a relação proteína: energia, a taxa de degradabilidade e os fatores inerentes ao animal (MacDonald *et al.*, 1993; Van Soest, 1994; Ørskov, 2000), 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 quantificar a produção de matéria seca fecal (PMSF) e determinar o coeficiente de digestibilidade aparente. Mas a digestibilidade dos nutrientes 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 (Cochran *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). Outra maneira de se conhecer o valor energético dos alimentos é pelas equações utilizadas para sua estimativa, como a proposta pelo NRC (2001) que, por meio de análises químicas laboratoriais, estima os valores de NDT de manutenção.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da inclusão de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) e uréia em substituição ao feno de capim tifton (*Cynodon* spp) sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas de vacas da raça Holandesa em lactação.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, localizada no município de São Bento do Una, no período de agosto a novembro de 2003. Esse município fica localizado na mesorregião do Agreste Setentrional e microrregião do Vale do Ipojuca, tendo como coordenadas geográficas de posição 8°31'16" de latitude sul e 36°33'0" de longitude oeste, com altitude de 650 m. A precipitação pluviométrica média da região está em torno de 629,9 mm por ano, concentrada nos meses de março a julho, sendo responsável por aproximadamente 60% do volume total anual. As temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de novembro a janeiro, superiores a 30°C. A temperatura média mensal varia de 21,7 e 25°C e mínima de 15,7 e 15,2°C. A umidade relativa do ar em média é de 66% (Fidepe, 1982).

Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandesa, com aproximadamente 60 dias de lactação, todas de segunda ordem de lactação, com peso médio de 480 kg e produção média de 20 kg de leite/dia, distribuídas em um quadrado latino 5x5, sendo cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. Cada período teve duração de 17 dias, sendo 10 dias para adaptação e 7 dias para coleta de dados e amostras. Os tratamentos experimentais consistiram de uma ração completa de volumoso e concentrado com cinco níveis (0%; 12,5%; 25%; 37,5% e 50%) de palma (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição ao feno de Tifton (*Cynodon* spp). Nas dietas com inclusão de palma foi adicionada uréia para corrigir o teor de proteína.

A dieta com 0% de palma (Tabela 1) foi formulada para atender às exigências de produção diária de 20 kg de leite/dia com 3,5% de gordura e

manutenção, segundo recomendações do NRC (2001). A palma forrageira foi passada em desintegradora estacionária específica e o feno de capim tifton foi passado em máquina desintegradora de forragem para redução do tamanho das partículas.

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais, com base na matéria seca.

Table 1. Composition (%) of the experimental diets, on dry matter basis.

Alimentos Feeds	Níveis de inclusão de palma e uréia (%) Levels of forage cactus and urea (%)				
	0,0	12,5	25,0	37,5	50,0
Feno ¹					
Hay	70,0	57,5	45,0	32,5	20,0
Palma ¹					
Forage cactus	0,0	12,3	24,6	36,9	49,2
Farelo de Soja ¹					
Soybean meal	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
Milho Moído ¹					
Corn cracked	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Farelo de Trigo ¹					
Wheat bran	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Sal mineral ¹					
Mineral salt	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Uréia ¹					
Urea	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8

¹(% na MS).

¹% of DM)

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia (às 5 e às 15 horas) e suas produções foram registradas individualmente. Os animais foram mantidos em baias individuais com piso de terra, separadas entre si por cerca de arame farpado com área coberta de 6 m², dotadas de cochos e bebedouros para controle do consumo de alimentos e água.

A ração completa foi fornecida duas vezes ao dia, às 6 e às 16 horas, e foi ajustada diariamente, de forma que as sobras representassem de 5% a 10% do total ofertado. Durante o período de coleta, as sobras e os alimentos fornecidos foram pesados e amostrados. As amostras foram mantidas em sacos plásticos e armazenadas em freezer e no final do período foi retirada uma amostra composta por período e por animal. No primeiro e no último dia de cada período experimental, todos os animais foram pesados.

As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal, por duas vezes em cada período experimental (às 7 horas do 11º dia e às 14 horas do 16º dia) e congeladas. Ao término do período de coletas, todas as amostras foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada a 65°C e moídas em moinho para análises posteriores.

A Tabela 2 apresenta a composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), carboidratos não fibrosos (CNF), matéria mineral (MM), lignina (LIG), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida de lactação (ELI) dos ingredientes.

Table 2. Contents of dry matter (DM), organic matter (OM) crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for crude protein (NDFcp), acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (TCH), acid detergent insoluble protein (ADIP), neutral detergent insoluble protein (NDIP), nonfiber carbohydrates (NFC), mineral matter (MM), lignin (LIG), total digestible nutrients (TDN) and net energy of lactation (NEL) of the ingredients.

Item	Alimentos (Feeds)				
	Palma Forage cactus	Feno Hay	Farelo de Soja Soybean meal	Milho Moído Corn cracked	Farelo de Trigo Wheat bran
MS (%)	9,80	91,47	89,93	88,82	89,89
DM					
MO ¹	91,49	91,83	93,27	98,20	92,89
OM					
PB ¹	4,53	8,53	51,83	9,68	16,58
CP					
EE ¹	1,50	1,70	2,30	4,12	4,15
EE					
FDN ¹	34,37	76,43	15,21	15,63	44,83
NDF					
FDNcp ¹	31,93	72,05	11,66	13,88	40,3
NDFcp					
FDA ¹	20,88	39,45	8,94	3,88	13,37
ADF					
CHOT ¹	85,46	85,01	39,14	84,40	72,17
TCH					
PIDA ¹	0,75	0,87	1,01	0,87	0,81
ADIP					
PIDN ¹	2,45	4,38	3,55	1,75	4,59
NDIP					
CNF ¹	53,53	9,55	27,48	70,52	31,87
NFC					
MM ¹	8,51	8,17	6,73	1,80	7,11
MM					
LIG ¹	4,27	4,92	2,29	1,10	4,41
LIG					
NDT ^(1,2)	66,16	52,41	78,90	86,28	68,29
TDN					
ELI (Mcal/kg MS) ⁽²⁾	1,43	1,14	2,11	1,87	1,58
Nel (Mcal/kg DM)					

¹ – (% na MS) (% of DM).

² – (NRC, 2001)

A Tabela 3 demonstra a composição química das dietas experimentais.

As análises foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Para as determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram utilizadas as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foi utilizada a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991), utilizando-se sacos de TNT.

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), carboidratos não fibrosos (CNF), matéria mineral (MM), lignina (LIG), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida de lactação (ELI) das dietas experimentais.

Table 3. Contents of dry matter (DM), organic matter (OM) crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for crude protein (NDFcp), acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (TCH), acid detergent insoluble protein (ADIP), neutral detergent insoluble protein (NDIP), nonfiber carbohydrates (NFC), mineral matter (MM), lignin (LIG), total digestible nutrients (TDN) and net energy of lactation (NEL) of the experimental diets.

Item	Níveis de inclusão de palma e uréia (%)				
	Levels of forage cactus and urea (%)				
Item	0,0	12,5	25,0	37,5	50,0
MS (%)	91,07	45,12	29,98	22,45	17,95
DM					
MO ¹	90,85	90,63	90,40	90,18	89,95
OM					
PB ¹	14,16	14,37	14,26	14,42	14,40
CP					
EE ¹	2,14	2,11	2,08	2,06	2,03
EE					
FDN ¹	59,87	54,55	49,22	43,89	38,57
NDF					
FDNcp ¹	55,92	50,84	45,76	40,68	35,61
NDFcp					
FDA ¹	29,93	27,57	25,21	22,84	20,48
ADF					
CHOT ¹	77,21	77,10	76,98	76,87	76,75
TCH					
PIDA ¹	3,9	3,72	3,47	3,23	2,99
ADIP					
PIDN ¹	4,12	4,03	3,94	3,85	3,76
NDIP					
CNF ¹	20,58	25,52	30,71	35,64	40,74
NFC					
MM ¹	7,15	7,17	7,20	7,22	7,25
MM					
LIG ¹	0,86	0,84	0,83	0,81	0,79
LIG					
NDT ^(1,2)	58,76	60,35	61,93	63,52	65,10
TDN					
ELI (Mcal/kg MS) ⁽²⁾	1,33	1,36	1,40	1,44	1,47
NEI (Mcal/kg DM)					

¹ - (% na MS)(% of DM) - ² - (NRC, 2001).

Na análise de FDN, as amostras de concentrado e palma forrageira foram mergulhadas em solução de alfa-amilase e uréia a 8 molar, aquecidas até 90°C, antes de serem submetidas à digestão no aparelho específico. Todas as amostras de FDN foram corrigidas para proteína. Para correção da cinza, o resíduo da digestão em detergente neutro foi incinerado em mufla a 600°C por 3 horas, e a correção para proteína foi efetuada submetendo o resíduo da digestão a análise de proteína bruta, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Para a análise da proteína bruta insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína bruta insolúvel em detergente ácido (PIDA), foi empregada a metodologia descrita por Licitra *et al.* (1996). Para estimativa dos carboidratos totais (CHT), foi usada a equação proposta por Sniffen *et al.* (1992), CHT = 100 - (%PB + %EE + %MM) e na determinação dos carboidratos-não-fibrosos (CNF) foi utilizada a metodologia descrita por Hall (2001), na qual CNF = 100% - (PB% + FDN% - FDNPB + EE% + Cinzas%), e FDNPB é a proteína bruta insolúvel em detergente neutro. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) e o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), segundo Sniffen *et al.* (1992), foram calculados através das seguintes equações: NDT = PBD + CHTD + 2,25 (EED) e CNDT = (PBingerida - PBfecal) + 2,25 (EEingerido - EEfecal) + (CHOTingerido - CHOTfecal).

A lignina (LDA) foi determinada utilizando-se metodologia descrita por Van Soest e Wine (1967), utilizando-se ácido sulfúrico a 72% no resíduo da FDA. O resíduo da FDA foi submerso em ácido

sulfúrico, por três horas, revolvendo-se a cada hora. Após esse procedimento, os saquinhos foram filtrados com o auxílio de vácuo e lavados em água quente, sendo colocados em estufa a 105°C por uma noite. No dia seguinte, foram retirados, pesados e incinerados em mufla a 450°C por 3 horas. Os nutrientes digestíveis totais e a energia líquida de lactação foram calculados utilizando-se as seguintes equações propostas pelo NRC (2001):

$$\text{NDTm} = \text{CNFvd} + \text{PBvd} + 2,25 * (\text{EEvd}) + \text{FDNvd} - 7$$

Em que:

CNFvd (carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis) = $0,98 * (100 - (\text{FDNcp}) - \text{PB} - \text{EE} - \text{MM}) * \text{PAF}$

PAF = fator de ajuste para efeitos mecânicos ou calor de processamento na disponibilidade de CNF e proteínas em certos alimentos.

PBvd (proteína verdadeiramente digestível) para forragens = $\text{PB} * (\text{EXP}^{(-1,2 * \text{PIDA} / \text{PB})})$ e para concentrado = $\text{PB} * [1 - (0,4 * \text{PIDA} / \text{PB})]$.

AGvd (ácidos graxos verdadeiramente digestíveis) = $(\text{EE} - 1) * 100$.

FDNvd (fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível) = $0,75 * (\text{FDNcp} - \text{LDA}) * (1 - (\text{LDA} / \text{FDNcp}))^{0,667}$ e, 7 é o fator de ajuste da fração metabólica fecal.

Para o cálculo da energia digestível dos alimentos ao nível de manutenção (EDm) foi utilizada a equação: $\text{EDm} = \text{CNFD} * 4,2 + \text{FDND} * 4,2 + \text{PBD} * 5,6 + (\text{EE} - 1) * 9,4 - 0,3$. Em que 4,2; 5,6 e 9,4 são os valores de energia de combustão para carboidratos, proteína e ácidos graxos digestíveis, respectivamente.

Na estimativa da energia digestível ao nível de produção (EDp), foi usado um fator de correção com base no consumo de energia acima da manutenção dos animais experimentais = $\text{NDTm} - [(0,18 * \text{NDTm} - 10,3) * \text{I}] / \text{NDTm}$, onde I é o nível de consumo de energia expresso acima da manutenção - 1.

Para a estimativa da energia metabolizável ao nível de produção foi utilizada a equação $\text{EMP} = (1,01 * \text{EDp}) - 0,45 + 0,0045 * (\text{EE} - 3)$, e para a energia líquida de lactação ao nível de produção $\text{ELp} = (0,703 * \text{EMP}) - 0,19$.

Para a obtenção da ED a partir dos valores de NDT obtidos segundo Sniffen *et al.* (1992) foi utilizada a equação de acordo com o NRC (1989):

$$\text{ED (Mcal/kg)} = 0,04409 * \text{NDT} \%$$

Amostras de fezes, alimentos e sobras, moídas em peneira de 2 mm, foram incubadas em um bubalino macho, com fistula permanente no rúmen, por um período de 144 horas (Craig *et al.*, 1984), em sacos tipo ANKON[®]. A quantidade de amostras incubadas foram as seguintes: alimento fornecido (milho moído, farelo de soja, farelo de trigo e palma forrageira), 1,0

g; feno de tifton, sobras e fezes, 0,5 g. O material remanescente da incubação foi submetido à lavagem com detergente ácido, sendo o resultado considerado FDAi. Para a determinação da produção de matéria seca fecal, com o uso de indicador interno foi utilizada a seguinte equação:

PMSF = indicador consumido/concentração de indicador nas fezes

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado segundo Silva e Leão (1979):

CDA = (nutriente ingerido – nutriente excretado/nutriente ingerido) x 100.

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância e regressão em função dos níveis de palma forrageira e uréia em substituição ao feno de capim tifton, tendo sido utilizado para análise dos dados o “software” sistemas de análises estatísticas e genéticas - SAEG (UFV, 1998). O coeficiente de determinação foi calculado pela relação entre a soma de quadrados devido à regressão e soma de quadrados de tratamento.

Resultados e discussão

As digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS) e matéria orgânica (DAMO) aumentaram linearmente ($p < 0,05$) com a inclusão de palma e uréia na dieta (Tabela 4). Valadares Filho (2000) explicou que geralmente ocorre aumento linear na DAMS quando há redução do conteúdo menos digestível da FDN e aumento nos teores de carboidratos não fibrosos, o que realmente ocorreu nas dietas experimentais deste trabalho.

Apesar de o CMS não ter sido influenciado, (16,50 kg/dia), pode-se verificar um aumento na DAMS, provavelmente por ter aumentado a proporção de nutrientes mais digestíveis via palma, e esse fato contribuiu para que houvesse aumento da produção de leite (14,31 a 18,72 kg/dia).

O aumento na DAMO pode ser explicado pelo aumento bastante significativo da DACHOT à medida que se incluía palma e uréia na dieta.

Tabela 4. Médias, equações de regressão (ER), coeficiente de determinação (r^2) e coeficiente de variação (CV) da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), carboidratos totais (DACHOT) e carboidratos não fibrosos (DACNF); digestibilidade verdadeira da fibra em detergente neutro (DVFDN) e teores de NDT, em função dos níveis de inclusão de palma e uréia nas dietas experimentais.

Table 4. Means fitted regression equations (RE), coefficient of determination (r^2) and coefficient of variation (CV) of the apparent digestibility of dry matter (ADDM), organic matter (ADOM), crude protein (ADCP), total carbohydrates (ADTCH) and nonfiber carbohydrates (ADNFC); true digestibility of the neutral detergent fiber (TDNDF) and contents of TDN, as a function of the forage cactus and urea levels.

Item <i>Item</i>	Níveis de inclusão de palma e uréia (%) <i>Levels of forage cactus and urea (%)</i>					ER <i>RE</i>	r ²	CV (%)
	0	12,5	25,0	37,5	50,0			
DAMS <i>ADDM</i>	50,80	51,46	55,25	56,29	59,84	1	0,96	6,41

DAMO	52,78	53,62	57,14	58,31	61,86	2	0,96	6,02
ADOM								
DAPB	51,36	56,22	59,34	60,32	56,78	$\bar{Y} = 56,81$	-	14,41
ADCP								
DACHOT	55,58	55,87	59,46	60,92	65,64	3	0,93	5,93
ADTCH								
DACNF	65,56	71,07	80,00	81,91	88,70	4	0,97	7,65
ADNFC								
DVFDN	52,29	48,96	46,26	43,11	40,22	5	0,99	9,98
TDNDF								
NDT	55,75	56,46	59,67	60,93	63,88	6	0,97	5,06
TDN								

1 - $\bar{Y} = 50,1510 + 0,183199 * P$; 2 - $\bar{Y} = 52,1750 + 0,182653 * P$; 3 - $\bar{Y} = 54,4603 + 0,201449 * P$; 4 - $\bar{Y} = 66,0257 + 0,456977 * P$; 5 - $\bar{Y} = 52,1662 - 0,239909 * P$; 6 - $\bar{Y} = 55,1921 + 0,165843 * P$; * $p < 0,05$ e P = nível de palma e uréia. (P = Levels of forage cactus and urea).

O mesmo comportamento pode ser observado para DACNF. Isto pode ser devido à maior quantidade de carboidratos solúveis nas dietas à medida que se substituiu o feno pela palma com adição de uréia. A DAPB não foi influenciada ($p > 0,05$) pela inclusão de palma na dieta. Isto ocorreu, provavelmente, pelo fato de os teores de proteína bruta das dietas serem semelhantes. Estes resultados diferiram dos encontrados por Andrade *et al.* (2002), trabalhando com quatro níveis (0%; 12%; 24% e 36%) de substituição de silagem de sorgo por palma forrageira, que observaram comportamento quadrático para todos os nutrientes.

Já a DVFDN diminuiu linearmente ($p < 0,05$) com o aumento de palma e uréia nas dietas. Esse comportamento pode ter ocorrido pelo fato de a palma apresentar alto teor de CNF, que é fermentado rapidamente. Uma dieta rica nesse composto pode ocasionar abaixamento do pH ruminal e aumento na taxa de passagem, diminuindo a atividade celulolítica e, conseqüentemente, a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994; Rodrigues, 1998; Ørskov, 2000).

Avaliando quatro níveis de palma em substituição à silagem de sorgo (0%; 12%; 24% e 36%) sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes em vacas da raça Holandesa, Andrade *et al.* (2002) encontraram comportamento quadrático para todos os nutrientes estudados. Os autores explicaram que esse comportamento deveu-se à alta porcentagem de carboidratos não-fibrosos contidos na palma. Também ressaltaram que a redução da fração de fibra em detergente neutro pode ter causado menor salvação, influenciando o pH ruminal, evidenciando a importância do equilíbrio entre as concentrações de CNF e FDN da dieta.

Em relação ao NDT, pode-se observar que aumentou linearmente ($p < 0,05$) à medida que eram incluídas palma e uréia na dieta. Isso se deve à maior quantidade de carboidratos não fibrosos presentes nas dietas com maiores quantidades de palma e uréia, como mostrado na Tabela 3.

Na Tabela 5 são apresentados os teores de energia dos ingredientes e das dietas experimentais.

Pode ser verificado que o teor de NDT do feno de capim tifton utilizado ficou abaixo da média citada na literatura, que é de 60,97% (Valadares

Filho, 2000). Já para o teor de NDT da palma forrageira, pode-se constatar que o valor foi superior ao valor citado por Melo *et al.* (2003) de 63,73%, ressaltando, assim, a riqueza da palma em energia, podendo ser observado pelo aumento linear dos nutrientes digestíveis totais. O NRC (2001) estimou os teores de NDT para o milho, farelo de trigo e farelo de soja, em 85%; 71,5% e 80,0%, respectivamente, ficando bem próximas às encontradas neste trabalho.

Os valores de energia dos alimentos concentrados encontram-se próximos aos encontrados por Valadares Filho (2000), que reuniu dados sobre a composição de alimentos determinados no Brasil e encontrou os seguintes valores para milho, farelo de trigo e farelo de soja: 85,65%; 72,74% e 81,04%, respectivamente.

A Tabela 6 apresenta os teores e consumos de NDT estimados (NRC, 2001) e observados no ensaio de digestibilidade (Sniffen *et al.*, 1992), além das concentrações de energia digestível para manutenção, energia metabolizável de produção e energia líquida de lactação.

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

Table 5. Total digestible nutrients of maintenance (TDNm) of the ingredients and experimental diets, digestible energy of maintenance (DEM), digestible energy of lactation (DEI), metabolizable energy of lactation (MEI) and net energy of lactation (NEL) of the experimental diets.

Item	Ingredientes (Ingredients)				
	Feno Hay	Palma Forage cactus	Milho Moído Corn cracked	Farelo de Soja Soybean mea	Farelo de Trigo Wheat bran
NDTm ¹	52,41	66,16	86,28	78,9	68,29
TDNm					
	Dietas Diets				
	Níveis de inclusão de palma e uréia em substituição ao feno (%) Levels of forage cactus and urea (%)				
	0	12,5	25,0	37,5	50,0
NDTm ¹	58,76	60,35	61,93	63,52	65,10
TDNm					
EDm ²	2,66	2,72	2,79	2,85	2,92
DEM					
EDI ²	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76
DEI					
EMI ²	2,16	2,22	2,26	2,31	2,37
MEI					
ELI ²	1,33	1,36	1,40	1,44	1,47
NEI					

¹ - %; ² - Mcal/kg MS

Tabela 6. Teores e consumos NDT e concentrações de energias digestível para manutenção (EDm), metabolizável para produção (EMp), líquida para lactação (ELI) das dietas e consumo de energia líquida de lactação (CELl), segundo o NRC (2001) e Sniffen *et al.* (1992).

Table 6. Contents and intakes of TDN and contents of digestible energy of maintenance (DEM), metabolizable energy of production (MEP), net energy of lactation (NEL) of the diets and net energy of lactation intake (NELI), according to the NRC(2001) and Sniffen *et al.*(1992).

Itens	Níveis de inclusão de palma em substituição ao feno (%)				
	0	12,5	25,0	37,5	50,0

NRC (2001)					
NDT (%)	58,76	60,35	61,93	63,52	65,10
TDNm (%)					
NDT (kg/dia)	9,32	10,7	10,32	10,32	10,38
TDN (kg/day)					
EDm (Mcal/kg MS)	2,66	2,72	2,79	2,85	2,92
DEM (Mcal/kg DM)					
EMp (Mcal/kg MS)	2,16	2,22	2,26	2,31	2,37
MEp (Mcal/kg DM)					
ELI (Mcal/kg MS)	1,33	1,36	1,40	1,44	1,47
NEL (Mcal/kg DM)					
CELl (Mcal/dia)	20,85	24,11	23,35	23,4	23,46
NEII (Mcal/day)					
Sniffen <i>et al.</i> (1992)					
NDT (%)	55,75	56,46	59,67	60,93	63,88
TDNm (%)					
NDT (kg/dia)	8,82	10,03	9,94	9,85	10,16
TDN (kg/day)					
EDm (Mcal/kg MS)	2,46	2,49	2,63	2,69	2,82
DEM (Mcal/kg DM)					
EMp (Mcal/kg MS)	2,03	2,06	2,21	2,27	2,40
MEp (Mcal/kg DM)					
ELI (Mcal/kg MS)	1,24	1,26	1,36	1,40	1,50
NEL (Mcal/kg DM)					
CELl (Mcal/dia)	19,68	22,34	22,68	22,75	23,94
NEII (Mcal/day)					

As concentrações de ED calculadas segundo o NRC (1989) foram menores do que as estimadas segundo as recomendação do NRC (2001), refletindo nas concentrações energéticas das dietas. Esses menores teores de energia observados, calculados segundo Sniffen *et al.* (1992), podem ser explicados pelo fato de que os cálculos recomendados para a energia dos alimentos e dietas pelo NRC (2001) são baseados apenas nas características químicas.

A estimativa da energia líquida (EL) dos alimentos é necessária, pois a formulação de dietas para gado leiteiro através do NRC (2001) exige que a mesma seja expressa dessa forma. De acordo com as características dos animais utilizados, 480 kg de peso vivo e produção de 20 kg/leite/dia, com 3,5% de gordura, a exigência de ELI, conforme o NRC (2001) seria de 22,18 Mcal/dia. Observou-se que todas as dietas que continham palma supriram a exigência de energia líquida, tanto para os consumos de energia calculados quanto para os estimados.

A equação proposta por Hall (2001) para o cálculo dos CNF evita que a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) seja subtraída duas vezes (como parte da PB e da FDN). Para o cálculo do NDT segundo o NRC (2001), deve-se corrigir a FDN, para que o valor do NDT não seja superestimado.

Pelos resultados obtidos de NDT estimados (NRC, 2001) e determinados (Sniffen *et al.*, 1992), foi realizada uma correlação resultando na seguinte equação:

$NDT_{Sniffen} = 18,06 + 0,7394 NDT_{NRC}$, com coeficiente de correlação de 0,98 (Figura 1).

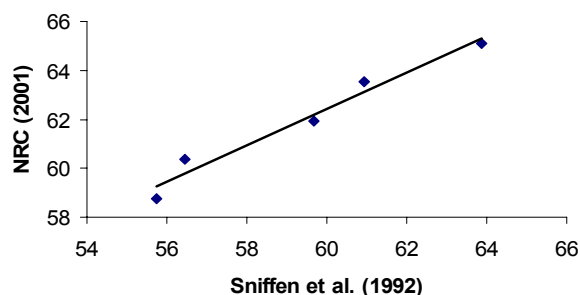


Figura 1. Relação entre os teores NDT determinados (Sniffen *et al.*, 1992) e estimados (NRC, 2001).

Figure 1. Relationship between contents of TDN determined (Sniffen *et al.*, 1992) and estimated (NRC, 2001).

O que pode ser observado é que houve uma correlação elevada entre os valores estimados e determinados, o que permite sugerir a utilização dessas equações para bovinos de leite quando não é possível a determinação através de ensaio de digestibilidade.

Conclusão

As dietas com maior nível de palma forrageira e uréia influenciam positivamente a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos e negativamente a fibra em detergente neutro. Os nutrientes digestíveis totais aumentaram à medida que eram incluídas palma e uréia na dieta.

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.
- 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.
- FIDEPE-FUNDAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO, 1982. São Bento do Una. Recife, 1982. (*Monografias Municipais*).
- GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Development of buffer systems for pH control and evaluation of pH effects on

fiber digestion In vitro. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 75, n. 5, p. 1581-1587, 1992.

HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2, 2001, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2001. p. 149-159.

LICITRA, G. *et al.* Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 57, n. 11, p. 347-358, 1996.

MACDONALD, P. *et al.* *Nutrition animal*. 4. ed. Zaragoza: Acribia, 1993.

MELO, A.A.S. *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. *Acta Sci.*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 339-345, 2003.

MERCHEN, N.K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 75, n. 8, p. 2223-2234, 1997.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of dairy cattle*. 6. ed. Washington, D.C., 1989.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of the dairy cattle*. 7. ed. Washington, D.C., 2001.

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 13, n. 1, p. 128-136, 2000.

RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em dietas de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 141-169.

SANTINI, F.J. *et al.* Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfafa hay. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 75, n. 1, p. 209-219, 1992.

SANTOS, D.C. *et al.* A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em Pernambuco: Cultivo e utilização: Recife: IPA, 1997.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livrocere, 1979.

SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOSA, M.Y. *Efeitos de diferentes formas de fornecimento de dieta à base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio da lactação*. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

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. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000. p. 267-338.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed.

New York: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P.J. *et al.* Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and mostarch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 83, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant-cell constituents. *J. Assoc. Off. Analyt. Chem.*, Gaithersburg, v. 50, n. 1, p. 50-55, 1967.

WANDERLEY, W.L. *et al.* Palma forrageira (*Opuntia ficus idica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n.1, p. 273-281, 2002.

Received on May 27, 2005.

Accepted on April 27, 2006.