



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DA FORMA DE FORNECIMENTO DA DIETA E DO
PROCESSAMENTO DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia fícus-indica*
MILL) PARA VACAS EM LACTAÇÃO**

MÁRCIO DA SILVA VILELA

**RECIFE-PE
AGOSTO - 2009**

MÁRCIO DA SILVA VILELA

**Avaliação da Forma de Fornecimento da Dieta e do Processamento da Palma
Forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) Para Vacas em Lactação.**

RECIFE-PE

AGOSTO - 2009

MÁRCIO DA SILVA VILELA

**AVALIAÇÃO DA FORMA DE FORNECIMENTO DA DIETA E DO
PROCESSAMENTO DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-
indica* Mill) PARA VACAS EM LACTAÇÃO.**

Tese apresentada ao Programa de
Doutorado Integrado em Zootecnia
da UFRPE/UFPB/UFC, como
parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Conselheiros: Prof. Dr. Marcilio de Azevedo

Prof. Dr. Airon Aparecido de Silva Melo

RECIFE-PE

AGOSTO - 2009

MÁRCIO DA SILVA VILELA

Avaliação da forma de fornecimento da dieta e do processamento da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) para vacas em lactação

Tese defendida e aprovada em 17 de Agosto de 2009

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Examinadores:

Prof^a. Dr^a. Adriana Guim

Prof^a. Dr^a. Elisa Cristina Modesto

Prof. Dr. Robson Magno Liberal Vêras

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto

BIOGRAFIA

MÁRCIO DA SILVA VILELA, filho de Julio Vilela Arantes e Maria das Graças da Silva Vilela, nasceu em 1974, na cidade de Ituiutaba – MG. Graduou-se em Zootecnia em 1999 e em Licenciatura em Ciências Agrárias em 2000 pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Em 2002, obteve o grau de Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela mesma instituição. De 2002 a 2003 foi professor substituto do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Em 2003, efetivou-se no Instituto Federal do Maranhão – Campus Codó– MA, como professor da área de Zootecnia. De 2004 a 2005, foi instrutor do SENAR-MA, na área de Ovinocaprinocultura. Em março de 2006, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, obtendo o título de Doutor em Zootecnia em agosto de 2009.

“É graça divina começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa. Mas a graça das graças é não desistir nunca.”

Dom Hélder Câmara

Aos meus pais Julio Vilela Arantes e Maria das Graças da Silva Vilela
e aos meus avôs (In Memoriam) João Maximiano da Silva e Maria Clotildes de Jesus,
*pela educação, pelos princípios morais, pelo amor e dedicação que me deram ao longo
dessa minha vida.*

As minhas filhas Márcia Cristhyne Morais Vilela e Pamella Victória Costa Vilela,
por serem, minha inspiração de entusiasmo, dedicação e luta em busca de ideais.

Aos meus irmãos Julio Vilela Júnior e Anáide da Silva Vilela,
pelo amor e carinho.

A Família Marinho,
que me acolheu como filho, pelo apoio, amor e carinho.

Ao meu amigo Marcílio de Azevedo,
pela amizade, o apoio, os conselhos, pelos conhecimentos de um verdadeiro ancião.

Dedico-lhes este trabalho, também conquistado por vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente na minha vida, e tornar tudo possível;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização deste Curso;

Ao Instituto Federal do Maranhão - Campus Codó-MA, pela liberação e oportunidade para fazer o curso;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa, ambos apoiando à pesquisa nacional;

Ao Prof. Marcelo de Andrade Ferreira, Orientador com quem aprendi muito, apesar de ser Atleticano;

Ao amigo e conselheiro, Prof. Marcílio de Azevedo;

E aos demais professores com quem tive a honra de estudar e aqueles que colaboraram de alguma forma durante o curso;

Ao amigo Prof. Airon Melo, as alunas (os) do curso de Zootecnia Unidade Garanhuns: Fábيا Simone, Ianara, Mariana e Manuel; Aos alunos do Curso de Zootecnia Luiz Henrique, Amanda Guimarães (Mestranda-UFV), Geovane, Gustavo, José Gênisson, José Tomé, Pedro Bezerra, Matheus Vasconcelos e outros;

Aos colegas da Pós-graduação, obrigado pelos momentos que passamos juntos.

Ao meu amigo Cardoso e sua família, a quem tenho muita admiração, por sua amizade a qual prezo eternamente;

A família de Dona Alzenir, a qual prezo como minha família.

Aos servidores do IF-MA – Campus Codó-MA, pela convivência e ajuda dentro e fora da instituição.

Aos servidores do Departamento de Zootecnia, pelo apoio e amizade;

Às demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho;

Meus sinceros agradecimentos a todos que colaboram para essa realização.

SUMÁRIO

	Página
Introdução	01
Capítulo I - Avaliação da forma de fornecimento da dieta e do processamento da palma forrageira (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill cv. Gigante) para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade, proteína microbiana e desempenho.....	05
Resumo.....	06
Abstrat.....	07
1. Introdução.....	08
2. Material e métodos.....	09
3. Resultados e discussão.....	13
4. Conclusões.....	21
Literatura Citada.....	22

Capítulo II - Avaliação da forma de fornecimento da dieta e do processamento da palma forrageira (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill) para vacas em lactação. Comportamento ingestivo	26
Resumo.....	27
Abstrat.....	28
1. Introdução.....	29
2. Material e métodos.....	31
2.1. Animais e instalações.....	31
2.2. Dieta e tratamentos	31
2.3. Monitoramento do ambiente.....	33
2.4. Monitoramento do comportamento ingestivo e cálculos.....	33
2.5. Análises estatísticas.....	34
3. Resultados	35
3.1. Monitoramento do ambiente.....	35
3.2. Comparação dos números de dias para as observações visuais..	35
3.3. Variáveis comportamentais e efeitos sob a gordura do leite.....	36
4. Discussão.....	39
5. Conclusões.....	43
Literatura citada.....	44

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes e da dieta experimental, com base na matéria seca.....	10
Tabela 2. Consumo e digestibilidade dos nutrientes de vacas em lactação submetidas a diferentes sistemas de alimentação.....	14
Tabela 3. Efeito da seletividade na proporção dos nutrientes da dieta efetivamente consumida em relação aos nutrientes da dieta ofertada.....	16
Tabela 4. Desempenho de vacas em lactação em diferentes sistemas de alimentação.....	17
Tabela 5. Concentração e excreção de N-uréico no leite e plasma e derivados de purina	19

CAPÍTULO II

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes e da dieta experimental, com base na matéria seca.....	32
Tabela 2. Médias variáveis climáticas (06h00min às 18h00min) durante o período experimental.....	35
Tabela 3. Comparativo entre o dia 1 (referência) e a média dos dois dias de observações visuais, das variáveis: ingestão, ruminação e ócio, expressos em minutos	36
Tabela 4. Comportamento de ingestão, ruminação, ócio e mastigação de vacas holandesas em diferentes estratégias de alimentação.....	37
Tabela 5. Taxas de ingestão e ruminação de vacas em lactação em diferentes sistemas de alimentação.....	38
Tabela 6. Efeito da seletividade na proporção dos nutrientes da dieta efetivamente consumida em relação aos nutrientes da dieta ofertada.....	39

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

	Página
Figura 1. Distribuição dos parâmetros comportamentais de ingestão, ruminação e ócio em minutos/dia, de acordo com as estratégias de alimentação.....	37

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira do Nordeste brasileiro caracteriza-se por envolver grande número de pequenos e médios produtores. Todavia, as condições climáticas, ocasionadas pelas secas periódicas de maior ou menor intensidade, afetam diretamente a potencialidade pecuária da região, especialmente, no Agreste e no Sertão, devido principalmente, a menor quantidade e qualidade de forragens. E, as condições ecológicas, por sua vez, têm limitado a produção de forragem, inviabilizando os sistemas tradicionais de produção, restando aos produtores à utilização de alimentos alternativos, adaptados à região (Ferreira, 2005).

A palma forrageira apresenta-se como recurso alimentar de extrema importância. Adaptada as condições edafoclimáticas da região, tem sido frequentemente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, notadamente nos períodos de estiagem prolongada. A palma forrageira, independente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca (MS) $11,69 \pm 2,56\%$, proteína bruta (PB) $4,81 \pm 1,16\%$, fibra detergente neutro (FDN) $26,79 \pm 5,07\%$ e fibra detergente ácido (FDA) $18,85 \pm 3,17\%$ (Santos et al. 1992, Wanderley et al. 2002). Por outro lado, apresenta teores consideráveis de carboidratos totais (CHT) $81,12 \pm 5,9\%$, carboidratos não fibrosos (CNF) $58,55 \pm 8,13\%$ e matéria mineral (MM) $12,04 \pm 4,7\%$ (Wanderley et al. 2002, Melo, 2003). A palma forrageira é muito digestível, apresentando coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da ordem de 74,4; 75,0 e 77,40% para as cultivares redonda, gigante e miúda, respectivamente (Santos et al. 1990).

A palma forrageira apresenta alta palatabilidade (Tegegne et al. 2005), desta forma, grandes quantidades podem ser voluntariamente consumidas. Todavia, embora seja uma excelente fonte de CNF (importante fonte de energia para os ruminantes), apresenta baixos teores de MS, FDN e o teor de PB, é insuficiente para o adequado desempenho animal, com valor inferior às necessidades dos microrganismos do rúmen

(Van Soest, 1994). Por apresentar baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), necessita associação a uma fonte de fibra que apresente alta efetividade (Mattos et al. 2000) a fim de evitar, diarreia, perda de peso, alterações no consumo de matéria seca ou queda no teor de gordura no leite. Apresenta ainda, as seguintes qualidades: bastante rica em água, mucilagem e resíduo mineral; e tem alta produtividade (Teixeira, 1999).

As pesquisas realizadas até o momento indicam a necessidade de se avaliar a palma forrageira associada a outros alimentos que possam corrigir deficiências nutricionais e distúrbios metabólicos, ou maximizar sua utilização. Santana et al. (1972) e Santos et al. (1990) observaram perda de peso nos animais, além de repetidos casos de diarreia, quando do fornecimento da palma forrageira separadamente dos outros ingredientes em dietas para vacas leiteiras. Porém, Wanderley et al. (2002), fornecendo palma forrageira em associação com silagem de sorgo na forma de mistura completa, e Araújo (2002), fornecendo palma forrageira em associação ao capim elefante, também na forma de mistura completa, ambos trabalhando com vacas leiteiras, ressaltaram a importância dos animais não terem apresentado distúrbios metabólicos, como diarreias, quando do fornecimento da palma sob essa estratégia alimentar, em associação adequada com fontes de alimentos ricos em fibra.

Pessoa (2004) avaliou o efeito de diferentes estratégias alimentares sobre o desempenho de vacas da raça holandesa em lactação, sob os seguintes tratamentos mistura completa = MC; ingredientes separados = IS; silagem de sorgo + concentrado juntos e palma separada = S+C/P; palma + concentrado juntos e silagem de sorgo separada = P+C/S; palma + silagem de sorgo juntos e concentrado separado = P+S/C. O autor verificou que apesar da seleção de alimentos, o consumo de nutrientes e a produção de leite não foram alterados pelas diferentes estratégias de fornecimento das dietas. Todavia, o teor de gordura do leite e a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura foram alterados em função das estratégias de fornecimento das dietas. Ainda observou maior uniformidade na relação alimento fornecido: consumido da dieta quando a palma foi fornecida sob a forma de MC.

De acordo com Ferreira (2005), além da forma de fornecimento, outro aspecto que merece atenção é a forma de picar a palma. Quando picada com faca, a mucilagem não é exposta, fato característico quando a palma é passada em máquina forrageira apropriada. Com a exposição da mucilagem, no caso de fornecimento de alimentos

associados com a palma, estes ficam aderidos, facilitando o consumo, inclusive de alimentos pouco palatáveis.

O conhecimento dos efeitos do sistema de alimentação vem a auxiliar na otimização do emprego da palma forrageira, visto que não há um consenso sobre qual estratégia alimentar proporciona melhor benefício ao binômio animal-produtor. É prática comum à maioria, o fornecimento desta forrageira separadamente dos outros ingredientes da ração e picada com faca.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da forma de fornecimento da dieta e processamento da palma forrageira sobre o consumo e a digestibilidade dos diferentes nutrientes, a produção e a composição do leite, produção de proteína microbiana, excreção de N-uréia, o comportamento ingestivo e número de dias para as observações visuais das variáveis comportamentais, em vacas holandesas em lactação, com dietas à base de palma.

A tese é composta de dois (2) capítulos, o capítulo I foi redigido segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia, e o capítulo II segundo as normas do Journal Applied Animal Behaviour Science.

LITERATURA CITADA

- ARAÚJO, P.R.B. **Substituição do milho por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em dietas completas para vacas em lactação.** 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2002.
- FERREIRA, M.A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros.** 1.ed., Recife:UFRPE, 2005, 68p.
- MATTOS, L. M. E.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, D. C. et al. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.
- MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C. et al. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 339-345, 2003
- PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; LIMA, L.E., et al. Respuesta de vacas lecheras sometidas a diferentes estratégias de alimentación. **Archivos Zootecnia**, v.53, n. 203, p.309-320, 2004.
- SANTANA, O. P., ESTIMA, A.L., FARIAS, I. Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.1, n.1, p.31- 40, 1972.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.6, p.777-783, 1992.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990.
- TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K.J. Study on the effects of incorporating various levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) on the performance of sheep. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT. **Anais...** Tropentag: Conference on international Agricultural Research for development, p.1-5, 2005.
- TEIXEIRA, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; PEREZ, J. R.O. et al. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons-Cactaceae) em bovinos e caprinos. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.23, n.1, p.179-186, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Cornell University Press, 1994. 47p.
- WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus idica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

CAPÍTULO I

Avaliação da forma de fornecimento da dieta e do processamento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill cv. Gigante) para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade, proteína microbiana e desempenho

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da forma de fornecimento da dieta e processamento da palma forrageira sobre o consumo, a digestibilidade dos diferentes nutrientes, a produção e a composição do leite, a concentração de N-uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL), e produção de proteína microbiana em vacas da raça holandesa em lactação. Foram utilizadas oito vacas com peso vivo médio de 453 ± 75.8 kg, produção de 14 kg de leite/dia e 20 semanas de lactação ao início do experimento, distribuídas em dois quadrados latinos 4×4 , de acordo com a ordem de lactação (primíparas e pluríparas). Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial, com duas formas de processamento da palma picada a faca (PF) e máquina forrageira (MF) e duas de fornecimento da dieta, concentrado separado (CS) e mistura completa (MC). Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram menores quando a palma foi processada com a faca. A digestibilidade dos nutrientes, a produção de leite, e as produções de proteína e gordura (expressos em kg/dia) não foram alteradas ($P > 0,05$) pela forma de fornecimento da dieta e processamento da palma. As médias para a produção de leite foram (14,8 e 14,6 kg/dia) para o processamento da palma PF e MF, respectivamente, e (14,8 e 14,5 kg/dia) para fornecimento da dieta CS e MC, respectivamente. O teor de gordura foi menor (36 g/kg, $P = 0,01$) quando a palma foi picada com faca. Os derivados de purina e as concentrações de N-uréico não foram influenciados ($P > 0,05$) pela forma de fornecimento da dieta e processamento da palma. As médias observadas para eficiência da síntese de proteína microbiana (98,9 g/kg NDT), concentrações de NUP (21,3 mg/dL) e NUL (18,2 mg/dL) foram semelhantes para o processamento da palma e a forma de fornecimento da dieta. Recomenda-se o uso do processamento da palma na máquina forrageira para maximizar o consumo MS e o uso da mistura completa a fim de evitar a seletividade.

Palavras Chaves: derivados de purina, manejo, mistura completa, produção e composição do leite, semi-árido

Assessment of feeding strategy and spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill cv. Gigante) processing for lactating cows. Intake digestibility, microbial protein and performance

ABSTRACT

The aim of the present study was to assess the feeding strategy effect and the spineless cactus processing on intake and digestibility of different nutrients, milk production and composition, urea concentration in plasma and milk, and microbial protein production in lactating Holstein cows. Eight cows with a mean live weight of 453 ± 75.8 kg, production of 14 kg of milk/day and 20 weeks of lactation at the beginning of the experiment were distributed in two 4 x 4 Latin squares based on lactation order (primiparous and pluriparous). The treatments were distributed in a factor arrangement, with two forms of cactus processing knife-chopped (KC) and fodder machine (FM) and two different feeding strategies separate concentrate (SC) and total mixed ration (TMR). The intake of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) was lower when the spineless cactus was chopped by knife. Neither feeding strategy nor type of spineless cactus processing affected the digestibility of nutrients; milk, protein and fat production ($P > 0,05$), in kg/day. Milk production average values were 14,8 and 14,6 kg/day for KC and FM spineless cactus processing, and 14,8 and 14,5 kg/day for SC and MC feeding strategies, respectively. However, fat content was lower (36 g /kg, $P = 0,01$) when the spineless cactus was chopped by knife. Purine derivatives and N-urea concentration were not influenced ($P > 0,05$) by feeding strategy and the way the spineless cactus was processed. The averages observed for efficiency of microbial protein synthesis (98.9g/kg TDN), NUP concentrations (21,3mg/dL), and MUN (18,2mg/dL) were the same for spineless cactus processing and feeding strategy. The use of forage machine is recommended to spineless cactus processing in order to maximize DM intake, and the use of total mixed ration to avoid selectivity.

Keywords: management, milk production and composition, purine derivatives, total mixed ration, semi-arid

1. INTRODUÇÃO

O semi-árido nordestino é caracterizado pela escassez de chuvas, por sua irregularidade e má distribuição, pelas altas temperaturas e elevados índices de evaporação. A produção sazonal de forragens, concentra-se em 3 a 4 meses correspondente ao período da estação das chuvas, e o baixo valor nutritivo destas forragens são os principais obstáculos para aumentar a produtividade animal desta região, onde se concentra a população de bovinos leiteiros (Dubeux Jr. et al. 2006).

Assim, os produtores têm por alternativa a utilização de alimentos adaptados à região. A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) vem sendo bastante utilizada para o gado leiteiro na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, fornecida tradicionalmente picada a faca, para aumentar o consumo e evitar desperdício. Este manejo exige muita mão-de-obra, principalmente para maiores quantidades de palma, o que é também hábito comum dos produtores fornecerem os ingredientes da dieta de forma separada.

A palma destaca-se por sua adaptação fisiológica a escassez de água, uma vez que é bastante tolerante à seca. Sua mais notável característica é sem dúvida, seu enorme potencial para a produção de grande quantidade de forragem verde e succulenta, mesmo relativamente sob condições desfavoráveis (Nobel, 2001). Além disso, possui alta palatabilidade, altos teores de mucilagem e de umidade, que serve de fonte de água potável para os animais (Nefzaoui & Ben Salem, 2001; Ben Salem et al. 2002). É também, rica em carboidratos solúveis, cálcio e vitamina A, mas possui baixos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e sódio (Le Houérou, 1992).

A ração mistura completa (MC) ou Total Mixed Ration (TMR) tem sido utilizada com a finalidade de regular a composição da dieta para animais de alta produção (Van Soest, 1994). Além de contribuir para o fornecimento da dieta, que, teoricamente deve prover todos os nutrientes de forma balanceada, o seu fornecimento possibilita alimentar um grande número de animais com uma dieta homogênea. De maneira oposta, em alguns sistemas de alimentação o alimento concentrado é fornecido individualmente em uma ou mais porções ao dia. Neste caso, as possíveis mudanças bruscas no ambiente ruminal ocasionam o aparecimento de distúrbios digestivos (Nocek, 1997). Neste sentido, segundo o NRC (2001), quando os ingredientes são

consumidos na forma de ração completa observa-se fermentação ruminal mais uniforme e melhor utilização dos nutrientes, que quando a alimentação é fornecida na forma de ingredientes separados.

Objetivou-se avaliar o efeito da forma de fornecimento da dieta e processamento da palma forrageira sobre o consumo e a digestibilidade dos diferentes nutrientes, a produção e a composição do leite, produção de proteína microbiana e excreção de N-uréia em vacas da raça holandesa em lactação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de São Bento do Una, Pernambuco, Brasil, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, no período de janeiro a março de 2007, localizado na mesorregião do Agreste Setentrional e microrregião do Vale do Ipojuca, a 8°31'16" de latitude sul e 36°33'0" de longitude oeste e 650 m de altitude. A precipitação pluviométrica média da região é de 601,6 mm por ano e se concentra nos meses de março a julho, quando corresponde a aproximadamente 60% do volume total anual. As temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de novembro a janeiro e são superiores a 30°C. A temperatura média mensal varia de 21,0° a 24,6°C, com média anual de 23,0°C. A umidade relativa do ar em média de 66% (Fidepe, 1982).

Foram utilizadas oito vacas da raça holandesa em lactação com peso vivo médio de $453 \pm 75,8$ kg e produção média de 14 kg de leite/dia. Os animais foram alojados em baias individuais, com cerca de arame farpado e piso de terra batida, com área coberta de 6m², dotadas de cocho para fornecimento de alimentos e bebedouro para fornecimento de água à *ad libitum*. Os animais permaneceram nos horários mais quentes do dia das 10h00min às 16h00min, em um galpão de alvenaria (local onde foi realizada a ordenha), coberto com telha de barro.

A alimentação foi fornecida, *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 7h00min (50%) e às 16h00min (50%), com todos os ingredientes fornecidos no mesmo horário. A dieta experimental (Tabela 1) foi composta de palma forrageira *Opuntia ficus indica* Mill cv. Gigante (47,3%), bagaço de cana (32,4%), farelo de soja (18,8%) e mistura mineral

(1,5%) com base na matéria seca. Foram colhidos diariamente os cladódios da palma, a partir do 2º cladódio com idade de dois anos. Posteriormente foram armazenados em área sombreada, para seu beneficiamento, imediatamente antes da alimentação. O bagaço de cana foi adicionado à dieta, apesar de tratar-se de um alimento de baixa palatabilidade é largamente usado nas bacias leiteiras de Pernambuco na época de escassez de forragens. O delineamento experimental foi o quadrado latino (QL) 4 x 4, utilizando-se dois simultaneamente, de acordo com a ordem de lactação das vacas (primíparas e pluríparas). O experimento consistiu em quatro períodos, cada um teve duração de 15 dias; dez dias para adaptação dos animais às formas de fornecimento da dieta e processamento da palma, e cinco dias para a colheita dos dados. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial, duas formas de processamento da palma forrageira: picada a faca = PF, em pedaços de maior dimensão, aproximadamente de 12 x 5 cm e processado em máquina forrageira = MF e duas de fornecimento da dieta: concentrado separado = CS e mistura completa = MC.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes e da dieta experimental, com base na MS

Item	Ingredientes			Composição da Dieta
	Farelo de Soja	Palma Forrageira	Bagaço Cana-de-açúcar	
Composição				
MS ¹	88,9	9,2	66,5	42,6
PB ²	52,5	4,4	1,4	12,4
EE ²	3,2	2,3	0,9	2,0
CHT ²	35,8	82,9	93,4	76,2
CNF ²	22,9	51,4	9,7	31,8
FDN ²	13,0	31,4	83,7	44,4
FDNcp ²	9,9	30,2	80,1	42,1
FDA ²	6,1	15,5	60,5	28,1
Lignina ²	0,3	3,2	11,9	5,4
PIDN ³	5,3	26,7	78,1	38,9
PIDA ³	0,6	11,3	65,1	26,5
MM ²	6,4	9,6	3,2	8,3
NDT ⁴	84,1	68,6	41,1	61,6

¹ %, ² % da MS, ³ % da PB, ⁴ Estimado pelo NRC - 2001

Matéria Seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidrato total (CHT), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente neutro (corrigida cinza e proteína) (FDNcp), fibra detergente ácido (FDA), proteína insolúvel detergente neutro (PIDN) proteína insolúvel detergente ácido (PIDA), matéria mineral (MM), nutrientes digestíveis totais (NDT).

Foram realizadas duas ordenhas diárias, às 5h00min e às 15h00min, registrando-se a produção individual de cada animal durante todo o período experimental. Foram coletadas amostras de leite, no 12º dia de cada período, na ordenha da manhã e da tarde, e foram feitas amostras compostas, para determinação dos teores de proteína e gordura, proporcionais às produções da manhã e da tarde (40 mL). Para determinação da uréia e derivado de purina (alantoína), o leite foi desproteínizado com ácido tricloroacético (10 mL de leite + 5 mL do ácido a 25%), filtrado em papel filtro e posteriormente armazenado a -20°C. As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Durante o período de coleta, amostras “spot” (coleta única) de urina foram obtidas no 13º dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação, durante micção espontânea, a qual foi homogeneizada e filtrada (Valadares et al. 1999). Desta, foi retirada uma alíquota de 10 mL que foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N). Em seguida foi aferido o pH (ajustado para < 3) e armazenadas à -20°C, para posteriores análises dos derivados de purina (DP). Para o valor da excreção diária de creatinina por kg de PV foi adotado o valor (24 mg/kg PV) proposto por Chizzotti et al. (2008). A excreção total dos DP na urina (mmol/dia) foi estimada com a soma do ácido úrico e alantoína. Para excreção endógena dos DP foi assumida a constante de $0,385 PV^{0,75}$ (Chen & Gomes, 1992).

As purinas absorvidas (PA) (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia) por intermédio da equação $X = [Y - (0,385 \times PV^{0,75})]/0,85$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e $0,385 PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al. 1990).

A síntese ruminal de nitrogênio (Y, gN/dia) foi estimada em função das PA (X, mmol/dia), mediante modificação da equação descrita por Chen & Gomes (1992), onde substituiu-se a relação Npurina:Ntotal nas bactérias de 0,116 por 0,134, conforme Valadares et al. (1999). Desta forma, resultou na equação $Y = 70X/0,83 \times 0,134 \times 1000$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mol); 0,134, a relação N purina:N total das bactérias e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas. A estimativa da proteína bruta microbiana (EPBmic) foi obtida multiplicando-se a SNmic

x 6,25. A eficiência de síntese foi calculada utilizando-se a fórmula: $ESPBmic (g/kg) = EPBmic (g) / CNDT (kg)$, em que CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

O teor de carboidratos totais (CHT) foi estimado de acordo com a seguinte equação proposta por Sniffen et al. (1992): $\%CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF) utilizou-se a diferença entre $\%CHT - \%FDN$.

Para o cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação proposta por Weiss (1999): $NDT = (PBD + CNFD + FDND + (EED \times 2,25))$, onde PBD; CNFD; FDND e EED significam, respectivamente, consumos de PB, CNF, FDN e EE digestíveis.

Para cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes, foi estimada a produção de matéria seca fecal, utilizando o LIPE[®] (Hidroxifenilpropano modificado e enriquecido - lignina purificada de eucalipto) como indicador externo (Rodriguez et al. 2006), administrado diariamente pela manhã às 6h00min em dose única, na forma de cápsulas (500 mg/animal/dia), por um período de seis dias (dois dias para adaptação e quatro dias do período de colheita). As amostras de fezes foram obtidas diretamente na ampola retal, nos dias 1^o, 2^o, 3^o e 4^o do período de colheita, nos seguintes horários 6h00min, 9h00min, 12h00min e 15h00min, respectivamente, a cada dia e posteriormente foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados. As amostras foram secas a 65°C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, moídas a 1 mm e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Saliba, 2005).

Ao término do período de coleta, as amostras dos ingredientes fornecidos, sobras e fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, e acondicionadas em recipientes, devidamente identificados, para posterior moagem em moinho usando peneira de malha de 1 mm e armazenadas para posteriores análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). As determinações da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas em aparelho ANKON Technology[®], utilizando-se metodologia descrita por Van Soest et al. (1991), com modificação em relação aos sacos, nas quais se utilizaram sacos de (TNT) com medidas semelhantes ao saco Ankon.

Na determinação da FDN dos alimentos (farelo soja e palma) foi utilizada a solução de alfa -amilase e uréia a 8 molar. A FDN dos alimentos foi corrigida para cinza e proteína, obtendo-se a fibra em detergente neutro isenta de cinza e proteína (FDNcp). Os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e em detergente ácido (PIDA) dos alimentos foram estimados nos resíduos obtidos após a extração nas amostras dos detergentes neutro e ácido, respectivamente (Licitra et al. 1996), por intermédio do procedimento de Kjeldahl. Para determinação da Lignina (Lignina determinada pela solubilização da celulose com ácido sulfúrico), foi usada metodologia descrita por Van Soest (1967), utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 72%.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o pacote de análises estatísticas do software SAEG 9.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) da Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2007), adotando-se o nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação ($P>0,05$) entre a forma de processamento da palma e a forma de fornecimento da dieta para nenhuma das variáveis estudadas, assim os fatores foram analisados e discutidos de maneira separada.

Os consumos médios diários de MS, MO, FDN e NDT foram menores ($P<0,01$), quando a palma foi picada a faca (Tabela 2), enquanto o consumo PB e a digestibilidade dos nutrientes foram semelhantes ($P>0,05$) entre os dois tipos de processamentos da palma.

Tabela 2 - Consumo e digestibilidade dos nutrientes de vacas em lactação submetidas a diferentes sistemas de alimentação

Itens	Processamento da Palma (PP)		Fornecimento da dieta (FD)		EPM	P		
	PF	MF	CS	MC		PP	FD	PPxFD
Matéria Seca								
<i>Consumo kg/dia</i>	15,2 b	16,3 a	15,5 A	16,0 A	0,440	0,01	ns	ns
<i>Consumo % PV</i>	3,5 a	3,6 a	3,5 A	3,6 A	0,094	ns	ns	ns
<i>Digestibilidade g/kg MS</i>	657 a	680 a	667 A	668 A	1,070	ns	ns	ns
Matéria Orgânica								
<i>Consumo kg/dia</i>	13,9 b	14,9 a	14,1 A	14,7 A	0,410	0,009	ns	ns
<i>Digestibilidade g/kg MS</i>	679 a	698 a	689 A	689 A	0,990	ns	ns	ns
Proteína Bruta								
<i>Consumo kg/dia</i>	2,01 a	2,09 a	2,12 A	1,98 B	0,053	ns	0,02	ns
<i>Digestibilidade g/kg MS</i>	758 a	779 a	770 A	766 A	0,900	ns	ns	ns
Fibra Detergente Neutro								
<i>Consumo kg/dia</i>	6,1 b	6,7 a	6,1 B	6,6 A	0,210	0,008	0,03	ns
<i>Consumo % PV</i>	1,4 b	1,5 a	1,4 B	1,5 A		0,05	0,05	ns
<i>Digestibilidade g/kg MS</i>	419 a	457 a	440 A	436 A	1,935	ns	ns	ns
Nutrientes Digestíveis Totais								
<i>Consumo kg/dia</i>	9,6 b	10,6 a	9,8 A	10,3 A	0,446	0,01	ns	ns

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas distintas, na mesma linha, para o processamento da palma e fornecimento da dieta, respectivamente, diferem pelo teste F.

Foi verificado menor consumo de matéria seca (CMS) (kg/dia) quando a palma foi picada a faca. Provavelmente, pela seletividade dos animais que consumiram primeiramente a palma, por sua alta palatabilidade (Nefzaoui & Ben Salem, 2001; Ben Salem, 2002), e o seu tipo de processamento, o qual obteve partícula de maior granulometria, favorecendo a ingestão. Posteriormente, os animais consumiram o bagaço, obtido através da extração dos açúcares e fermentação (no processo de armazenagem), dando origem a um produto rico em parede celular, com altos teores de FDN (Tabela 1). Associado a esses fatos, a palma não expôs sua mucilagem quando picada a faca, dificultando a aderência ao bagaço, o que minimizaria a seletividade.

De acordo com Sniffen e Robinson (1984), quando há uma seqüência na ingestão dos ingredientes da dieta, deve-se fornecer primeiramente o alimento fibroso e só posteriormente os alimentos ricos em carboidratos solúveis. Fornecendo-se inicialmente alimentos ricos em carboidratos rapidamente fermentáveis pode-se contribuir para o aparecimento de desordens no ambiente ruminal, causando redução no

consumo e digestão da fibra. Quando do uso de alimentos fibrosos, em primeiro lugar há o estímulo a maior salivação em decorrência do processo mastigatório, contribuindo para a manutenção de um pH ruminal favorável ao melhor aproveitamento dos alimentos. De uma maneira geral, contudo, o alimento fibroso é menos preferido, principalmente quando o animal tem possibilidade de escolha por alguns alimentos mais palatáveis e mais digestíveis. Neste sentido, Ferreira (2005) citou que um aspecto que merece atenção é a forma como a palma é processada. Segundo este autor, quando a palma é processada em máquina forrageira apropriada, a mucilagem é exposta, permitindo, a aderência e mistura da palma com alimentos pouco palatáveis, o que não ocorre quando se utiliza a faca para processar a palma.

Os consumos de MO, FDN e NDT em (kg/dia), acompanharam o comportamento do consumo de MS, para os diferentes tipos de processamento da palma.

O processamento da palma não influenciou os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e FDN. Devido ao menor consumo de MS apresentado pela palma picada a faca, poderia se esperar maior digestibilidade, pois, a redução do consumo MS aumenta a digestibilidade (López et al. 2001, Long et al. 2004). Mesmo assim, a ingestão de alimentos com baixos teores de FDN pelos ruminantes, reduz o tempo disponível para a microbiota ruminal realizar a digestão, devido ao aumento da taxa de passagem da digesta no rúmen (Balch & Campling, 1962; Owens & Goetsch, 1986; Bondi, 1987; Chen et al. 1992).

As formas de fornecimento da dieta não influenciaram ($P > 0,05$) os consumos médios diários de MS, MO, NDT e as digestibilidade dos nutrientes. Por outro lado, o consumo de PB (1,98 kg/dia, $P = 0,02$) foi menor quando a dieta foi fornecida na forma de mistura completa. Já o consumo de FDN foi maior ($P = 0,03$) quando a dieta foi fornecida na forma de mistura completa (6,6 kg/dia).

Foram observados consumos maiores de PB (2,12 kg/dia) e menores de FDN (6,1 kg/dia e 1,4% PV) quando a dieta foi fornecida na forma de concentrado separado, o que pode ser explicado pela maior oportunidade de seleção dos ingredientes da dieta, facilitando a seleção desses ingredientes, de forma a permitir o consumo primeiramente do farelo de soja, fonte que forneceu em torno de 80% da PB da dieta, e rejeição do bagaço (Tabela 3) ingrediente com baixo teor de PB e elevado teor de FDN (Tabela 1).

Estes resultados diferem dos observados por Pessoa et al. (2004), que não notaram diferenças no consumo ($P>0,05$), para o fornecimento da dieta na forma de MC ou ingrediente separado (IS). Vale ressaltar que o volumoso utilizado naquele trabalho foi silagem de sorgo, forragem com maior palatabilidade, e 30% da dieta foi composta de concentrado. No entanto, neste experimento, o concentrado representou 18,8% da dieta, composta exclusivamente por farelo de soja.

Tabela 3 - Efeito da seletividade na proporção dos nutrientes da dieta efetivamente consumida em relação aos nutrientes da dieta ofertada

Item	Proporção dos nutrientes efetivamente consumidos				Dieta Ofertada g/ kg MS
	Processamento da Palma		Fornecimento Dieta		
	PF	MF	CS	MC	
<i>PB g/kg MS</i>	132 a	128 a	137 A	124 B	124
<i>FDN g/kg MS</i>	401 b	411 a	393 B	412 A	444
<i>CNF g/kg MS</i>	348 a	339 b	341 A	343 A	318
<i>NDT g/kg MS</i>	632 a	650 a	632 A	644 A	616

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas distintas, na mesma linha, para o processamento da palma e fornecimento da dieta, respectivamente, diferem pelo teste F.

Segundo Pessoa et al. (2004), houve um desbalanceamento entre a dieta ofertada e a consumida, nos tratamentos com os ingredientes separados. A estratégia de alimentação baseada em MC previne, entre outros fatores, a seleção de alimentos, e conseqüentemente, o consumo excessivo de qualquer ingrediente na dieta (Van Soest, 1994; Nocek, 1997; NRC, 2001; Ingvarsten et al. 2001; Silva et al. 2005).

Conforme observação visual do comportamento dos animais foi possível verificar que, quando foi fornecida a dieta na forma de CS, os animais consumiram primeiramente os alimentos mais palatáveis, a palma e o farelo de soja, respectivamente, deixando de sobra o bagaço. Fato este que não ocorreu quando a dieta foi fornecida na forma de MC. O processamento da palma na máquina forrageira forneceu de forma mais adequada os nutrientes da dieta. Essas observações podem ser confirmadas pela proporção dos nutrientes da dieta efetivamente consumida em relação aos nutrientes da dieta ofertada (Tabela 3).

Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Maekawa et al. (2002), onde os autores verificaram que vacas alimentadas com ingredientes separados tiveram oportunidade de seleção do alimento e modificaram a relação volumoso:concentrado da dieta original que foi de 50:50, para próximo de 40:60. Além disso, essas vacas

apresentaram menor pH ruminal que vacas alimentadas com MC. Assim, a alimentação na forma de MC traz por vantagem a capacidade de prevenir baixo pH ruminal associada ao aumento da ingestão de concentrados.

A forma de fornecimento da dieta também não influenciou os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e FDN. Segundo Van Soest (1994) vários fatores podem interferir na digestibilidade, a exemplo do tempo de fermentação e a taxa de passagem, os quais são fortemente influenciados pela natureza da dieta e proporção de ingredientes da mesma. Além disso, o NRC (2001) assume redução da digestibilidade com o aumento do consumo de alimentos. Contudo, não foi observado efeito no consumo de alimentos nas formas de fornecimento da dieta, que possivelmente colaborou para o resultado observado na digestão.

Os diferentes processamentos da palma não tiveram efeito ($P > 0,05$) na produção de leite, proteína e gordura (kg/dia), cujos valores médios foram 14,7; 0,49 e 0,54 kg/dia, respectivamente. A forma de processamento da palma também não influenciou ($P > 0,05$) o teor de PB no leite em (g/kg). No entanto, os animais que consumiram palma picada com faca produziram leite com menor teor de gordura (36 vs 39 g/kg, $P = 0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Desempenho de vacas em lactação em diferentes sistemas de alimentação

Itens	Processamento da Palma (PP)			Fornecimento dieta (FD)			EPM	P		
	PF	MF	Média	CS	MC	Média		PP	FD	PPxFD
Produção (kg dia)										
Leite	14,8 a	14,6 a	14,7 ± 0,36	14,8 A	14,5 A	14,7 ± 0,97	0,482	ns	ns	ns
4% LCG ^a	13,8 a	14,2 a	14,0 ± 0,26	14,3 A	13,7 A	14,0 ± 0,36	0,374	ns	ns	ns
Proteína	0,48 a	0,50 a	0,49 ± 0,02	0,50 A	0,49 A	0,49 ± 0,03	0,014	ns	ns	ns
Gordura	0,52 a	0,56 a	0,54 ± 0,01	0,56 A	0,52 A	0,54 ± 0,00	0,015	ns	ns	ns
Composição (g/kg)										
Proteína	34 a	35 a	34 ± 0,1	34 A	34 A	34 ± 0,7	0,050	ns	ns	ns
Gordura	36 b	39 a	37 ± 1,5	38 A	37 A	37 ± 0,5	0,102	0,01	ns	ns

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas distintas, na mesma linha, para o processamento da palma e fornecimento da dieta, respectivamente, diferem pelo teste F.

^aLCG Leite corrigido para gordura, LCG : (0,4 x kg leite) + (15 x kg gordura)

Apesar do processamento da palma picada a faca, ter proporcionado menor consumo MS, as produções de leite, observada e corrigida, proteína e gordura (kg/dia) não foram alteradas. Segundo NRC (2001), as exigências de MS, PB e NDT foram

estimadas em 14,6; 1,6 e 7,92 kg /dia, respectivamente para produção de leite de 14 kg/dia com 4% gordura. Conforme podem ser observados na (Tabela 2), todos os tratamentos proporcionaram o atendimento de tais exigências.

Foi observado menor teor de gordura do leite (g/kg) quando a palma foi picada a faca e este comportamento, provavelmente, foi observado em virtude das diferenças no ambiente ruminal e as concentrações dos ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, causados pela seletividade, provocando diferenças na relação volumoso:concentrado na dieta, influenciando, desta forma, o teor de gordura no leite (Sutton, 1989; Gaynor et al. 1995; Nocek, 1997; Kennelly et al. 1999; Ingvarsten et al. 2001). De acordo Bauman & Griinari (2003), quando há redução da quantidade de forragem na dieta, pode ocorrer efeito na biohidrogenação. A qual se baseia no princípio de que em certas condições nutricionais, o pH ruminal, afeta a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos, levando à síntese de ácidos graxos *Trans*, que são potentes inibidores da síntese de gordura na glândula mamária.

Para as formas de fornecimento das dietas, não foi observado efeito ($P>0,05$) sobre quaisquer das variáveis relacionadas ao desempenho (Tabela 4). Os valores médios observados para produção de leite, proteína e gordura foram 14,7; 0,49 e 0,54 kg/dia, respectivamente.

As formas de fornecimento da dieta não alteraram as produções de leite, observada e corrigida, proteína e gordura. Estes dados estão de acordo Davenport et al. (1983) e Nocek et al. (1986), que comparando o efeito do fornecimento da MC e CS sobre o desempenho de vacas leiteiras, não encontraram diferenças significativas para produção de leite. Silva et al. (2005), avaliando diferentes estratégias de alimentação com dietas a base de palma, em vacas da raça holandesa com produção média de leite de 13 kg/dia, não observaram diferenças na produção nem na composição de leite, entre o fornecimento da dieta na mistura completa e nas diversas formas de ingredientes separados.

Pessoa et al. (2004), avaliando diferentes estratégias de alimentação com dietas a base de palma, em vacas da raça holandesa com produção média de leite de 22 kg/dia, não observaram diferenças na produção de leite no fornecimento da dieta. Entretanto, a porcentagem de gordura do leite, foi influenciada pela estratégia de alimentação, mostrando-se inferior para o tratamento onde os alimentos foram fornecidos

separadamente. Por outro lado, Ingvartsen et al. (2001), compararam o efeito do fornecimento de dieta completa e ingredientes separados (forragem e concentrado) sobre a produção e composição do leite, observaram maiores produções de leite para os animais alimentados com dietas MC, da mesma forma para o percentual de gordura e proteína no leite.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) do processamento da palma e da forma de fornecimento da dieta sobre a produção microbiana e excreção de N-uréico (Tabela 5). Os valores médios observados foram os seguintes: concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP), 21,3 mg/dL e no leite (NUL), 18,2 mg/dL; derivados de purina total 256,7 mmol/dia e produção microbiana 1012,8 g/dia e 98,9 g/kg NDT, os valores foram semelhantes para o processamento da palma e da forma de fornecimento da dieta.

Tabela 5 - Concentração e excreção de N-uréico no leite e plasma e derivados de purina

Itens	Processamento da Palma (PP)			Fornecimento dieta (FD)			EPM	<i>P</i>		
	PF	FM	Média	CS	MC	Média		PP	FD	PP x FD
Excreção de uréia										
<i>NUP</i> ¹ (mg/dL)	20,9	21,7	21,3	21,6	21,1	21,3	1,409	ns	ns	ns
<i>NUL</i> ¹ (mg/dL)	17,7	18,6	18,2	17,5	18,9	18,2	0,457	ns	ns	ns
Produção Microbiana										
<i>DP</i> ² , mmol/dia	255,6	257,7	256,7	241,6	271,7	256,7	9,968	ns	ns	ns
<i>PM</i> ² , g/dia	1012,6	1013,1	1012,8	944,0	1081,7	1012,8	45,235	ns	ns	ns
<i>PM</i> ² , g/kg NDT	105,5	95,6	100,5	96,3	105,0	100,6	5,168	ns	ns	ns

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

¹NUP = nitrogênio uréico plasma; ¹NUL= nitrogênio uréico leite; ²DP= Derivados purina; ²PM= Proteína microbiana

Não houve efeito na síntese de proteína microbiana entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos (processamentos da palma e as formas de fornecimento da dieta). Vários fatores que afetam a síntese de proteína microbiana no rúmen têm sido abordados por diversos autores, como o teor e a fonte de N e de carboidratos na dieta, a frequência de alimentação, o consumo de alimento, a relação volumoso:concentrado, o teor de minerais na dieta (Stern & Hoover, 1979; Sniffen & Robinson, 1987, Durand & Komisarczuk, 1988), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela

sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (Russell et al. 1992, NRC, 1996).

A média encontrada neste trabalho de 98,9 g PM/kg NDT foi semelhante para os processamentos da palma e as formas de fornecimento da dieta, respectivamente, valor abaixo ao valor preconizado pelo NRC (2001), que foi de 130 g PM/kg NDT. Valadares Filho et al. (2006), em trabalhos realizados no Brasil, verificaram valores de eficiência de síntese de proteína microbiana (g PM/kg NDT), para vacas em lactação, variando de 83,1 a 197,9, com média de 119,9 g/kg NDT.

É possível observar na Tabela 5 que não houve efeito dos diferentes processamentos da palma e das formas de fornecimento da dieta para N-uréico no plasma e leite. Segundo Kohn (2007), várias pesquisas têm explorado o relacionamento do NUL e NUP com a proteína e energia da dieta. A variação do NUL e NUP pode ser alterada pela relação da proteína e energia da dieta consumida (Roseler et al. 1993). A concentração de NUL e NUP pouco é afetada pela ingestão de N quando a relação proteína e energia são constantes, contudo, aumenta com o aumento desta proporção. Neste experimento a dieta foi isoprotéica e isoenergética, entretanto, o consumo de nutrientes diferiu entre as formas de fornecimento desta e processamento da palma em função da seletividade animal (Tabela 3), ocasionando a variação na relação PB: NDT de 0,19 a 0,22, a qual não foi suficiente para alterar os níveis de NUL e NUP.

As concentrações médias de NUP foi de 21,3 mg/dL, similar para os processamentos da palma e as formas de fornecimento da dieta, valor próximo a 19 mg/dL, limite preconizado por Butler et al. (1996) para perda de nitrogênio dietético em vacas leiteiras.

Segundo Roseler et al. (1993) e Jonker et al. (2002) a concentração do NUL tem sido largamente utilizada como medida indireta para identificar a utilização e eficiência do nitrogênio, uma vez que este parâmetro é altamente correlacionado ($r=0,88$) com o NUP. A média de NUP e NUL foi (21,3 e 18,2 mg/dL) respectivamente, observou-se uma correlação ($r =0,85$) entre as duas características. Este valor corrobora os relatos da literatura sobre a similaridade dessas concentrações.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que as duas técnicas de processamento da palma (máquina *vs* faca) apresentaram efeito sobre o consumo de nutrientes e composição do leite, mas foram semelhantes na produção de leite (média de 14,7 kg/dia), pois a palma processada na máquina otimiza o beneficiamento de grandes quantidades e melhora a incorporação na dieta, maximizando o consumo de matéria seca. O fornecimento da dieta na forma de mistura completa e processada na máquina forrageira permite administração mais adequada dos nutrientes, diminuindo a seletividade pelos animais e o desbalanceamento entre a dieta ofertada e a consumida.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1980, 351p.
- BALCH, C.C.; CAMPLING, R.C. Regulation of voluntary food intake in ruminants. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.32, n.7, p.669– 686, 1962.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.23, n.1, p.203–227, 2003.
- BEN SALEM, H.; NEFZAoui, A.; BEN SALEM, L. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **The Journal Agricultural Science**, v.138, n.1, p.85–92, 2002.
- BONDI, A.A. **Animal Nutrition**, 1.ed. England: John Wiley, 1987. 540p.
- BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal Animal Science**, v.74, n.4, p.858-865, 1996.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives—An Overview of Technical Details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK.(Occasional publication)., p.21, 1992.
- CHEN, X.B.; GRUBIC, G.; ØRSKOV, E.R., et al. Effect of feeding frequency on diurnal variation in plasma and urinary purine derivatives in steers. **Animal Production**, v.55, n.2, 185– 191, 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.
- DAVENPORT, D.G.; RAKES, A.H.; McDANIEL, B.T. Group-fed concentrate-silage blend versus individually-fed concentrates and group fed silage for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.66, n.10, p.2116-2123, 1983.
- DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A., et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, n.3, p.357–372, 2006.
- DURAND, M.; KOMISARCZUK, S. Influence of major minerals on rumen microbiota. **The Journal of Nutrition**, v.118, n.2, p.249-260, 1988.
- FERREIRA, M.A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. 1.ed., Recife:UFRPE, 2005, 68p.
- FIDEPE/Fundação de Informações para o Desenvolvimento de Pernambuco, 1982. São Bento do Una. Recife, 1982. 80p. (*Monografias Municipais*).
- GAYNOR, P.J.; WALDO, D.R.; CAPUCO, A.V., et al. Milk fat depression, the glucogenic theory, and Trans-C18:1 fatty acids. **Journal Dairy Science**, v.78, n.9, p.2008– 2015, 1995.

- INGVARTSEN, K.L.; RAKES, A.H.; McDANIEL, B.T. Effects of pattern of concentrate allocation in the dry period and early lactation on feed intake and lactational performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, 71, n.2-3, p.207-221, 2001.
- JONKER, J.S.; KOHN, R. A.; HIGHT, J. Use of milk urea nitrogen to improve dairy cow diets. **Journal Dairy Science**, v.85, n.4, p.939-946, 2002.
- KENNELLY, J.J.; ROBINSON, B.; KHORASANI, G.R. Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in early-lactation Holstein cows. **Journal Dairy Science**, v.82, n.11, p.2486-2496, 1999.
- KOHN, R., [2007]. Use of Milk or Blood Urea Nitrogen to Identify Feed Management Inefficiencies and Estimate Nitrogen Excretion by Dairy Cattle and Other Animals. Disponível em: <<http://dairy.ifas.ufl.edu/files/rns/2007/Kohn.pdf>> Acesso em: 16/12/2008.
- LE HOUÉROU, H.N., 1992. The role of Opuntia cacti in the agricultural development of Mediterranean arid zones. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON PRICKLY PEAR AND COCHINEAL, 2., 1992, Santiago. **Proceedings...** Santiago-Chile, 22-25 September 1992.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal feed science and technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LONG, R.J.; DONG, S.K.; HU, Z.Z., et al. Digestibility, nutrient balance and urinary purine derivative excretion in dry yak cows fed oat hay at different levels of intake. **Livestock Production Science**, v.88, n.1-2, p.27-32, 2004.
- LÓPEZ, S.; FRUTOS, P.; MANTECÓN, A.R., et al. Comparative digestion of herbage by two breeds of sheep: effects of grass maturity stage and level of intake. **Animal Science**, v.73, n.3, p.513-522, 2001.
- MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K. A.; CHRISTENSEN, D.A. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, ruminal pH of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.85, n.5, p.1176-1182, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requeriments of the dairy cattle**. 7.ed. National Academy Press, Washigton: D.C. 2001, 381p.
- NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. Opuntia spp.: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. In: Mondragón-Jacobo C. and Pérez-González S. **Cactus (Opuntia spp.) as forage**. FAO Plant production and protection paper, n.169. 2001, p.73-90.
- NOBEL, P.S. Ecophysiology of Opuntia ficus-indica. In: Mondragón-Jacobo C. and Pérez-González S. **Cactus (Opuntia spp.) as forage**. FAO Plant production and protection paper, n.169. 2001, p.13-20.
- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: Implications on laminitis. **Journal Dairy Science**, v.80, n.5, p.1005-1028, 1997.

- NOCEK, J.E.; STEELE, R.L.; BRAUND, D.G. Effect of mixed ration nutrient density on milk of cows transferred from high production group. **Journal Dairy Science**, v.68, n.1, p.133-139, 1986.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6., 1984, Banff (Canada) **Proceedings...** Englewood Cliffs, NJ (USA). 1986, p.196– 223.
- PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; LIMA, L.E., et al. Respuesta de vacas lecheras sometidas a diferentes estratégias de alimentación. **Archivos Zootecnia**, v.53, n. 203, p.309-320, 2004.
- RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p.323-352.
- ROSELER, D.K.; FERGUNSON, J.D.; SNIFFEN, C.J., et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein. **Journal Dairy Science**, v.76, n.3, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J., et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SALIBA, E.O.S. Mini-curso sobre o uso de indicadores. In: I TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte-Brazil: EV – UFMG, 2005, p.23-26.
- SILVA, A.E.V.N.; GUIM, A.; FERREIRA, M. A., et al. Estratégia alimentar para dieta baseada em palma forrageira sobre o desempenho e digestibilidade em vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.2, p.269-276, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J., et al. A net carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal Dairy Science**, v.70, n.2, p.425-441, 1987.
- SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. Nutritional strategy. **Canadian Journal Animal Science**, v.64, n. p.529-542, 1984.
- STERN, M.D.; HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v.49, n.6, p.1590-1603, 1979.
- SUTTON, D.D. Altering Milk Composition by Feeding. **Journal Dairy Science**, v.72, n.10, p.2801-2814, 1989.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG** . Versão 8.0. Viçosa, MG-Brazil, 2007. 150p.

- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos de composição de alimentos BR-Corte**. 1.ed. Viçosa-MG-Brazil, UFV-DZO, 2006. 142p.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C., et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-128, 1967.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994, 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A., et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **The Journal Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999, p.176-185.

CAPÍTULO II

Avaliação da forma de fornecimento da dieta e do processamento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas em lactação. Comportamento ingestivo

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da forma de fornecimento da dieta e do processamento da palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas da raça holandesa, em lactação. Foram utilizadas oito vacas com peso vivo médio de 453 ± 75.8 kg, produção de 14 kg de leite/dia e 20 semanas de lactação ao início do experimento, distribuídas em dois quadrados latinos 4×4 , de acordo com a ordem de lactação (primíparas e pluríparas). Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial, duas formas de processamento da palma, picada a faca (PF) e máquina forrageira (MF), e duas de fornecimento da dieta, concentrado separado (CS) e mistura completa ou total mixed ration (TMR). O registro das variáveis comportamentais foi de forma visual, em intervalos de 10 minutos, em 48 horas consecutivas. O ambiente foi monitorado de hora em hora, das 06h00min às 18h00min, por meio dos termômetros de bulbo seco e úmido. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as observações visuais de 24 e 48 horas das variáveis comportamentais. Foi observado menor tempo gasto com ingestão (276 min/dia, $P = 0,01$) e ócio (612 min/dia, $P = 0,005$) para os animais que receberam a palma processada na máquina forrageira, mas observou maior tempo de ruminação (522 min/dia, $P = 0,005$ e 32,4 min/kgMS, $P = 0,02$) e mastigação (798 min/dia, $P = 0,03$). Na forma de fornecimento da dieta foi observado menor tempo na ingestão (282 min/dia, $P = 0,05$) e ruminação (480 min/dia, $P = 0,001$) para os animais submetidos à dieta com CS, porém, observou maior tempo em ócio (672 min/dia, $P = 0,02$) nesta dieta. Recomenda-se o uso do processamento da palma na máquina forrageira para maximizar o consumo MS e evitar alterações na composição do leite e a forma de fornecimento da dieta em MC a fim de diminuir a seletividade dos animais e o desbalanceamento entre a dieta ofertada e a consumida.

Palavras-chaves: estratégica fornecimento, mastigação, mistura completa, processamento, ruminação, semi-árido

Assessment of the form of diet supply and processing of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) for lactating cows: Ingestive behavior

ABSTRACT

The aim of the present study was to assess the effect of the form of diet supply and processing of the spineless cactus on the ingestive behavior of lactating Holstein cows. Eight cows with a mean live weight of 453 ± 75.8 kg, production of 14 kg of milk/day and 20 weeks of lactation at the beginning of the experiment were distributed in two 4 x 4 Latin squares based on lactation order (primiparous and pluriparous). The treatments were distributed in a factor arrangement, with two forms of cactus processing knife-chopped (KC) and fodder machine (FM) and two different feeding strategies separate concentrate (SC) and total mixed ration (TMR). The record of the behavior variables was performed visually at 10-minute intervals over 48 consecutive hours. The environment was monitored every hour from 6:00 to 18:00 h using dry-bulb, wet-bulb. There were no significant differences ($P > 0.05$) in the behavior variables between the visual observations at 24 and 48 hours. Less ingestion time (276 min/day, $P = 0.01$) and idle time (612 min/day, $P = 0.005$) for animals that received the cactus was processed using the fodder machine, but there was a greater rumination time (522 min/day, $P = 0.005$ and 32.4 min/kgDM, $P = 0.02$) and mastication time (798 min/day, $P = 0.03$). Regarding the form of diet supply, less time was spent with ingestion (282 min/day, $P = 0.05$) and rumination (480 min/day, $P = 0.001$) for animals in the form diet separated concentrate, but there was a greater idle time (672 min/day, $P = 0.02$) with this diet. Cactus processing in a fodder machine is recommended in order to maximize the DM intake and avoid alterations in milk composition. The TMR form of diet supply is recommended in order to reduce selectivity on the part of the cows and an imbalance between the diet offered and that consumed.

Keywords: mastication, processing, rumination, semi-arid, strategic supply, total mixed ration

1. INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais, para obter melhor desempenho produtivo. Os padrões de comportamento ingestivo podem ser influenciados por fatores ligados a característica dos alimentos, como palatabilidade, textura, aparência visual e fatores ligados à anatomia e fisiologia de cada espécie animal, como interações e aprendizado ([Mertens, 1994], [Petryna, 2002]). Segundo Albright (1993), o comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido usado com os objetivos de avaliar os efeitos do arraçamento ou quantidade e qualidade nutritiva de forragens, de estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo voluntário e verificar o uso potencial do conhecimento sobre o comportamento ingestivo, para a melhoria do desempenho animal. O comportamento alimentar tem sido estudado relacionando as características dos alimentos, observando-se inúmeras variáveis, tais quais, tempo despendido na ingestão, ruminação, mastigação, eficiência de ingestão e ruminação (Dulphy et al. 1980).

Segundo Arnold (1985), os ruminantes e outras espécies, procuram ajustar o consumo alimentar às suas necessidades nutricionais, especialmente a energética. O comportamento ingestivo de bovinos mantidos a campo caracteriza-se por períodos longos de ingestão de alimentos, de 4 a 12 horas por dia, entretanto, para animais estabulados, os períodos variam de uma, para alimentos ricos em energia, e seis horas, ou mais, para fontes com baixo teor de energia. De acordo com Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Alimentos concentrados e fenos finamente moídos ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto que volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminação. O aumento do consumo tende a reduzir o tempo de ruminação por grama de alimento, fator provavelmente responsável pelo aumento de tamanho de partículas fecais quando os consumos são elevados.

De acordo com Thiago et al. (1992), a quantidade de alimento consumido por um ruminante, em determinado período de tempo, depende do número de refeições nesse período e da duração e taxa de ingestão em cada refeição. Cada um desses

processos é o resultado da interação do metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta, estimulando receptores da saciedade.

Com os recentes avanços na área de etologia, a escolha de um adequado número de dias por período experimental necessário ao estudo das variáveis comportamentais, o qual permita a observação e que não se contraponha à avaliação precisa dos aspectos comportamentais tem sido amplamente discutida e estudada, pois é um processo que despence muita mão-de-obra, tornando-se impraticável quando se deseja observar um número elevado de animais.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) vem sendo bastante utilizada para o gado leiteiro na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, fornecida tradicionalmente picada a faca para aumentar o consumo e evitar desperdício. Todavia, esse manejo exige muita mão-de-obra, principalmente para maiores quantidades de palma, e também é hábito comum dos produtores fornecerem os ingredientes da dieta de forma separada.

A palma destaca-se por sua adaptação fisiológica a escassez de água, pois é bastante tolerante à seca. Sua mais notável característica é, sem dúvida, seu enorme potencial para a produção de grande quantidade de forragem verde e succulenta, mesmo relativamente sob condições desfavoráveis (Nobel, 2001). Além disso, possui alta palatabilidade, altos teores de mucilagem e de umidade, a qual serve de fonte de água potável para os animais ([Nefzaoui and Ben Salem, 2001], [Ben Salem, 2002]). É também, rica em carboidratos solúveis, cálcio e vitamina A, mas possui baixos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra fisicamente efetiva e sódio ([Le Houérou, 1992], [Lima, et al. 2003]).

Objetivou-se avaliar o efeito da forma de fornecimento da dieta e processamento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) sobre o comportamento ingestivo e número de dias para as observações visuais das variáveis comportamentais, em vacas holandesas em lactação, com dietas à base de palma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Animais e instalações

O experimento foi realizado na Estação Experimental de São Bento do Una, Pernambuco, Brasil, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizado na mesorregião do Agreste Setentrional e microrregião do Vale do Ipojuca, a 8°31'16" de latitude sul e 36°33'0" de longitude oeste e 650 m de altitude, no período de janeiro a março de 2007. A precipitação pluviométrica média da região é de 601,6 mm por ano e se concentra nos meses de março a julho, quando corresponde a aproximadamente 60% do volume total anual. As temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de novembro a janeiro e são superiores a 30°C. A temperatura média mensal varia de 21,0° a 24,6°C, com média anual de 23,0°C. A umidade relativa do ar em média de 66% (Fidepe, 1982).

Foram utilizadas oito vacas da raça holandesa em lactação com peso vivo (PV) médio de $453 \pm 75,8$ kg e produção média de 14 kg de leite/dia. Os animais foram alojados em baias individuais, com cerca de arame farpado e piso de terra batida, com área coberta de 6 m², dotadas de cocho para fornecimento de alimentos e bebedouro para fornecimento de água à *ad libitum*. Os animais permaneceram nos horários mais quentes do dia das 10h00min às 16h00min, num galpão de alvenaria (local onde foi realizada a ordenha), coberto com telha de barro.

2.2. Dietas e tratamentos

A alimentação foi fornecida, *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 7h00min (50%) e às 16h00min, (50%), todos os ingredientes fornecidos no mesmo horário. A dieta experimental (Tabela 1) foi composta de palma forrageira *Opuntia fícus-indica* Mill cv. Gigante (47,3%), bagaço de cana (32,4%), farelo de soja (18,8%) e mistura mineral (1,5%) com base na matéria seca. Foram colhidos diariamente os cladódios da palma, a partir do 2º cladódio com idade de dois anos. Posteriormente foram armazenados em área sombreada, para seu beneficiamento, imediatamente antes da alimentação. O

bagago de cana foi adicionado à dieta apesar de tratar-se de um alimento de baixa palatabilidade, é largamente usado nas bacias leiteiras de Pernambuco na época de escassez de forragens. O delineamento foi o quadrado latino (QL) 4 x 4, utilizando-se dois quadrados simultaneamente, de acordo com a ordem de lactação das vacas (primíparas e pluríparas). Consistiu em quatro períodos, cada período teve duração de 15 dias, dez dias para adaptação dos animais às formas de fornecimento da dieta e processamento da palma e cinco dias para a colheita dos dados. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial, duas formas de processamento da palma forrageira ([picada a faca = PF, em pedaços maiores aproximadamente de 12 x 5 cm] ou [processada em máquina forrageira = MF, em pedaços menores, expondo a mucilagem]) e duas de fornecimento da dieta ([concentrado separado = CS] ou [mistura completa = MC]).

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes e da dieta experimental, com base na MS

Item	Ingredientes			Composição da Dieta
	Farelo de Soja	Palma Forrageira	Bagago Cana-de-açúcar	
Composição				
MS ¹	88,9	9,2	66,5	42,6
PB ²	52,5	4,4	1,4	12,4
EE ²	3,2	2,3	0,9	2,0
CHT ²	35,8	82,9	93,4	76,2
CNF ²	22,9	51,4	9,7	31,8
FDN ²	13,0	31,4	83,7	44,4
FDNcp ²	9,9	30,2	80,1	42,1
FDA ²	6,1	15,5	60,5	28,1
Lignina ²	0,3	3,2	11,9	5,4
PIDN ³	5,3	26,7	78,1	38,9
PIDA ³	0,6	11,3	65,1	26,5
MM ²	6,4	9,6	3,2	8,3
NDT ⁴	84,1	68,6	41,1	61,6

¹ %, ² % da MS, ³ % da PB, ⁴ Estimado pelo NRC – 2001

Matéria Seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidrato total (CHT), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente neutro (corrigida cinza e proteína) (FDNcp), fibra detergente ácido (FDA), proteína insolúvel detergente neutro (PIDN) proteína insolúvel detergente ácido (PIDA), matéria mineral (MM), nutrientes digestíveis totais (NDT).

2.3. Monitoramento do ambiente

Durante o período experimental, foi registrada diariamente, em intervalos de uma hora, das 06h00min às 18h00min, a temperatura radiante mediante termômetro de globo negro, e a temperatura ambiente medida através da leitura direta do termômetro de bulbo seco. A umidade relativa do ar (UR) foi obtida em tabelas meteorológicas, com base nos registros das temperaturas dos bulbos seco e úmido. As temperaturas máximas e mínimas foram obtidas por meio de leitura direta dos termômetros de máxima e mínima. Os equipamentos usados para a leitura da temperatura do ar ficavam dentro de um abrigo meteorológico localizado na própria estação experimental. O índice de temperatura e umidade (ITU) por período foi calculado de acordo com Kelly e Bond (1971).

Os dados bioclimáticos e o índice de temperatura e umidade (ITU) foram calculados para caracterizar o ambiente térmico das instalações nas quais os animais estavam abrigados.

2.4. Monitoramento do comportamento ingestivo e cálculos

Os dados comportamentais foram coletados em dois dias consecutivos em observações visuais a intervalos de 10 minutos, realizadas no 1º e no 2º dia de colheita dos dados. As observações comportamentais iniciaram-se às 18h00min e terminaram às 18h00min do dia seguinte, durante os dois dias para cada período experimental. As medidas dos padrões comportamentais foram realizadas pelo método de varredura instantânea (“scan sampling”), proposto por Martin e Bateson (2007).

O comportamento ingestivo foi classificado em três atividades principais: ingestão, ruminação e ócio. O tempo de ingestão (hora/dia) incluiu a apreensão do alimento, mastigação e deglutição do bolo alimentar. O tempo de ruminação (hora/dia) incluiu regurgitação, remastigação e redeglutição do bolo. O tempo de ócio (hora/dia) incluiu o tempo em que os animais dormiam, deitavam, caminhavam ou ficavam em pé sem atividade. Os tempos despendidos nessas atividades foram anotados em ficha

etológica. O tempo despendido na atividade mastigatória (mastigação hora/dia) foi avaliado como sendo a soma do tempo na atividade de ingestão mais a ruminação.

O tempo em que os animais passaram ruminando e mastigando por unidade de matéria seca (MS) consumida e de fibra em detergente neutro (FDN) consumida foi expresso em min/kg MS e min/kg FDN, respectivamente.

Também foi obtido o consumo de matéria seca em kg/dia (CMS, kg/dia); a eficiência de ingestão de matéria seca ([g MS/ min, a divisão do consumo de matéria seca, pelo tempo de ingestão] e [min/kg MS, de forma que a divisão do tempo gasto na ingestão, pelo consumo de matéria seca]); eficiência de ruminação da matéria seca (g MS/ min) foi obtida pela divisão do consumo de matéria seca, pelo tempo de ruminação conforme Dulphy et al. (1980) e Bürger et al. (2000).

2.5. *Análises estatísticas*

Os dados das variáveis comportamentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o pacote de análises estatísticas do SAEG 9.0 (2007). Foi aplicado o teste F para comparação entre as médias, adotando-se o nível de significância de 5%. As tabelas mostram as médias aritméticas, os erros padrão das médias (EPM), e o *P*-valores para os efeitos dos processamentos da palma e fornecimento da dieta e suas interações. Para testar efeito do dia sobre a observação das variáveis comportamentais, foi comparada a média dos dois dias de observação em relação ao primeiro dia (referência).

3. RESULTADOS

Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre a forma de processamento da palma e a forma de fornecimento da dieta para nenhuma das variáveis estudadas, assim, os fatores foram analisados e discutidos de maneira separada.

3.1. Monitoramento do ambiente

Na Tabela 2 observam-se os dados das variáveis meteorológicas de acordo com cada período experimental. Os maiores valores de temperatura ambiente (T_a), temperatura máxima (T_{\max}) e temperatura mínima (T_{\min}) foram (28,8; 32,2 e 24,6°C respectivamente), bem assim, o índice de temperatura e umidade (ITU) igual a 77,2 foram observados no primeiro período experimental.

Tabela 2 - Médias variáveis climáticas (06h00min às 18h00min) durante o período experimental

Período	T_a (°C)	UR (%)	ITU	T_{\max} (°C)	T_{\min} (°C)
I	28,8	58,2	77,2	32,2	24,6
II	25,0	77,6	74,4	28,7	20,9
III	24,8	78,0	74,1	29,5	21,5
IV	24,8	74,5	73,7	28,0	19,7

T_a = temperatura ambiente; UR = umidade relativa; ITU = índice de temperatura e umidade; T_{\max} = temperatura máxima; T_{\min} = temperatura mínima

3.2. Comparação dos números de dias para as observações visuais

Não foi notada diferença ($P > 0,05$) entre dia 1 (referência) e a média dos 2 dias de observações visuais, para as variáveis ingestão, ruminação e ócio (Tabela 3).

Tabela 3 - Comparativo entre o dia 1 (referência) e a média dos dois dias de observações visuais, das variáveis: ingestão, ruminação e ócio, expressos em minutos.

Observações	Ingestão	Ruminação	Ócio
1 (referência dia 1)	308	480	652
2 (média 1º e 2º dia)	295	492	653
S.E.M	7,42	12,75	14,96

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste F ($P < 0.05$).

3.3. Variáveis comportamentais e efeitos sob a gordura do leite

O tempo despendido com atividade de ingestão foi menor quando a palma foi processada na máquina forrageira ($P = 0,01$) e quando o concentrado foi fornecido separadamente ($P = 0,05$) sendo 276 e 282 min/dia, respectivamente. A ruminação foi alterada de acordo com o tipo de processamento da palma, apresentando-se menor quando se utilizou a faca para processamento da palma (450 min/dia; $P = 0,005$). Quando o concentrado foi ofertado separadamente os animais dispensaram menos tempo ruminando (480 vs 492 min/dia; $P = 0,001$). Em consequência, o tempo que os animais permaneceram em ócio apresentou comportamento contrário, menor para a palma processada na máquina forrageira (612 min/dia, $P = 0,005$) e do fornecimento da dieta na forma de mistura completa (618 min/dia; $P = 0,02$) respectivamente, (Tabela 4 e Figura 1). Quando a palma foi processada a faca a atividade de mastigação foi menor (756 min/kgMS; $P = 0,03$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Comportamento de ingestão, ruminação, ócio e mastigação de vacas holandesas em diferentes estratégias de alimentação

Itens	Processamento da Palma (PP)		Fornecimento dieta (FD)		EPM	<i>P</i>		
	PF	FM	CS	MC		PP	FD	PPxFD
Ingestão (min/dia)	306 a	276 b	282 A	300 A	0,165	0,01	0,05	Ns
Ruminação (min /dia)	450 b	522 a	480 B	492 A	0,291	0,005	0,001	Ns
Ócio (min /dia)	678 a	612 b	672 A	618 B	0,321	0,005	0,02	Ns
Mastigação (min/dia)	756 b	798 a	762 A	792 A	0,332	0,03	ns	Ns

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas distintas, na mesma linha, para o processamento da palma e fornecimento da dieta, respectivamente, diferem pelo teste F.

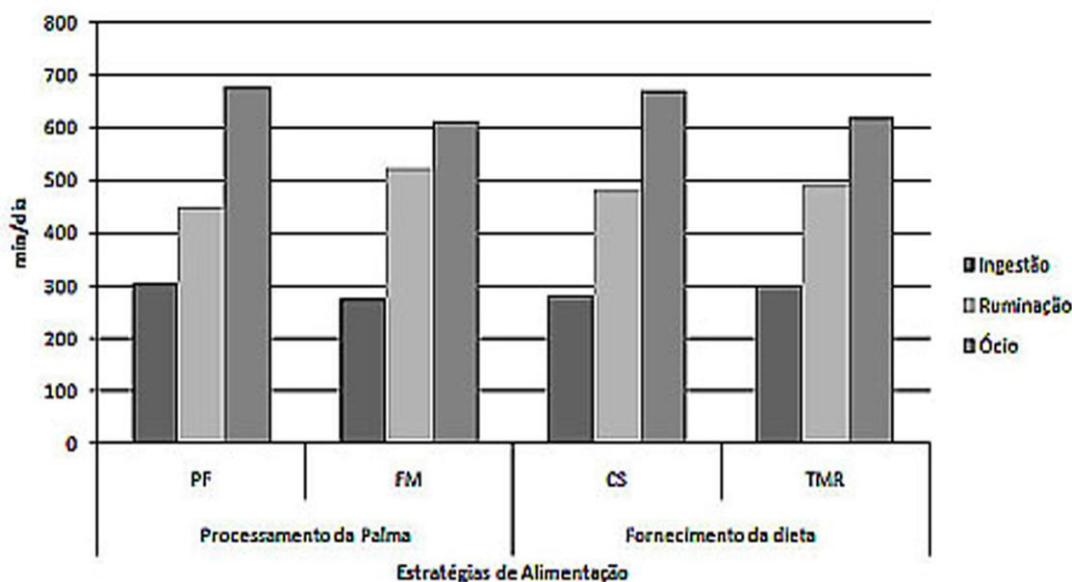


Figura 1 – Distribuição dos parâmetros comportamentais de ingestão, ruminação e ócio em minutos/dia, de acordo com as estratégias de alimentação.

O consumo de MS e a eficiência de ingestão e ruminação desta foram menores quando se utilizou a faca no processamento da palma ([15,2 kg/dia; $P = 0,01$]; [50 gMS/min; $P=0,001$] e [30 min/kgMS; $P = 0,001$], respectivamente) (Tabela 5), porém, a eficiência de ingestão da MS foi maior (20 min/kg MS; $P=0,001$). O processamento

da palma e a forma de fornecimento da dieta não tiveram efeito ($P > 0,05$) na eficiência de ruminação da MS expressa em (g MS/min) e na eficiência de ruminação da FDN. A eficiência da mastigação não foi influenciada ($P > 0,05$) pelo processamento da palma e a forma de fornecimento da dieta. No entanto, os animais que consumiram palma picada a faca produziram leite com menor teor de gordura (36 vs 39 g/kg, $P = 0,01$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Taxas de ingestão e ruminação de vacas em lactação em diferentes sistemas de alimentação

Itens	Processamento da Palma (PP)		Fornecimento dieta (FD)		EPM	<i>P</i>		
	PF	FM	CS	MC		PP	FD	PPxFD
Consumo								
<i>Matéria Seca (kg/dia)</i>	15,2 b	16,3 a	15,5A	16,0A	0,440	0,01	ns	Ns
<i>Fibra Detergente Neutro (kg/dia)</i>	6,1 b	6,7 a	6,1 B	6,6 A	0,210	0,008	0,03	Ns
Eficiência de Ingestão								
Matéria Seca								
<i>(g MS/min)</i>	50 b	59 a	55 A	53 A	0,160	0,001	ns	Ns
<i>(min/kg MS)</i>	20 a	17 b	18 A	19 A	0,162	0,001	ns	Ns
Fibra Detergente Neutro								
<i>(g FDN/min)</i>	20 b	24 a	22 A	22 A	0,070	0,001	ns	Ns
<i>(min/kg FDN)</i>	50 a	41 b	46 A	45 A	0,059	0,002	ns	Ns
Eficiência de Ruminação								
Matéria Seca								
<i>(g MS/min)</i>	34 b	31 a	32 A	33 A	0,062	0,02	ns	Ns
<i>(min/kg MS)</i>	30 b	32 a	31 A	31 A	0,015	0,02	ns	Ns
Fibra Detergente Neutro								
<i>(g FDN/min)</i>	14 a	13 a	13 A	13 A	0,025	ns	ns	Ns
<i>(min/kg FDN)</i>	74 a	78 a	79 A	75 A	0,039	ns	ns	Ns
Eficiência de Mastigação								
<i>(min/kg MS)</i>	50 a	49 a	49 a	50 a	0,024	ns	ns	Ns
<i>(min/kg FDN)</i>	124 a	119 a	125 a	120 a	0,064	ns	ns	Ns
Composição								
<i>Gordura (g/kg)</i>	36 b	39 a	38 A	37 A	0,102	0,01	ns	Ns

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas distintas, na mesma linha, para o processamento da palma e fornecimento da dieta, respectivamente, diferem pelo teste F.

Tabela 6 - Efeito da seletividade na proporção dos nutrientes da dieta efetivamente consumida em relação aos nutrientes da dieta ofertada

Item	Proporção dos nutrientes efetivamente consumidos				Dieta Ofertada g/ kg MS
	Processamento da Palma		Fornecimento Dieta		
	PF	MF	CS	MC	
<i>PB g/kg MS</i>	132 a	128 a	137 A	124 B	124
<i>FDN g/kg MS</i>	401 b	411 a	393 B	412 A	444
<i>CNF g/kg MS</i>	348 a	339 b	341 A	343 A	318
<i>NDT g/kg MS</i>	632 a	650 a	632 A	644 A	616

Picada a faca (PF), máquina forrageira (MF), concentrado separado (CS) e mistura completa (MC).

Médias seguidas de letras minúsculas e maiúsculas distintas, na mesma linha, para o processamento da palma e fornecimento da dieta, respectivamente, diferem pelo teste F.

4. DISCUSSÃO

A temperatura máxima, em todos os períodos experimentais Tabela 2, ultrapassou o limite superior da zona de termoneutralidade para vacas da raça holandesa (26°C), segundo Kadzere et al. (2002). Apesar disso, as temperaturas mínimas mantiveram-se abaixo desse limite, o que permite inferir que os animais, no período da noite, puderam recuperar o equilíbrio térmico. Também, a temperatura média do ar foi superior ao limite da zona de termoneutralidade, somente no primeiro período (28.8 °C).

Em todos os períodos, o ITU manteve entre 73,7 a 77,2, o qual foi superior ao valor crítico de 72, segundo classificação de Armstrong (1994), apresentando condição climática média, considerada de estresse ameno a moderado. Vale ressaltar que durante os horários de maior estresse pelo calor (11h00min às 15h00min) de pico da temperatura ambiente, os animais foram levados para um galpão de alvenaria com cobertura de telha de barro, local que, certamente, proporcionou melhor ambiente térmico.

Observa-se, na Tabela 3, que comparando as observações comportamentais entre o dia 1 (referência) e a média dos dois (2) dias de observações visuais não se encontrou diferenças. Assim, a avaliação precisa dos aspectos comportamentais com um (1) dia de observação dos animais pode minimizar os gastos com mão-de-obra. Pois normalmente, a escolha do número de dias de registro do comportamento ingestivo é completamente arbitrária, podendo aumentar consideravelmente o trabalho envolvido, sobretudo, nos casos em que não se dispõe de aparelhos eletrônicos para este fim. Salla (2001)

avaliando atividades ingestivas por oito dias, não constatou diferenças ($P > 0,05$) entre o tratamento controle (1º dia) e os demais para os tempos de ingestão, ruminação e ócio.

Conforme observação visual, o maior tempo de ingestão no processamento da palma picada a faca, deveu-se principalmente a dois fatores: primeiro, a alta palatabilidade ([Ben Salem, 2002], [Nefzaoui and Ben Salem, 2001]), fazendo com que os animais consumissem primeiramente a palma da dieta e, o segundo, a maior dimensão da partícula em virtude do seu tipo de processamento, o que facilitou a seletividade e a preferência pelos animais, os quais, posteriormente, procuraram selecionar o farelo de soja junto ao bagaço. Estes resultados estão de acordo com àqueles observados por Jarrige et al. (1995) que, ao avaliarem forragens com dimensões de partículas de 10 e 40 mm, constataram que os animais tiveram preferência por ingestão de forragem com maior partícula. Segundo Baumont (1996) as características físicas, tais como, a dimensão das partículas e o teor de umidade contribuem para a resposta sensorial ao alimento, influenciando a palatabilidade e o consumo.

O menor tempo de ruminação e mastigação (min/dia) (Tabela 4) para o processamento da palma picada a faca, possivelmente ocorreu pela menor ingestão de FDN fisicamente efetiva (FDNfe), ocasionando menor teor de gordura no leite (Tabela 5). Conforme a Tabela 6, houve alteração na relação dos nutrientes fornecidos: nutrientes consumidos, no processamento da palma picada a faca e na forma de fornecimento da dieta com concentrado separado, nos quais os teores de FDN (401 e 393 g/kgMS, respectivamente) foram menores em relação ao FDN fornecido (444 g/kgMS). O tempo de ruminação é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos e não apenas o teor de FDN nas dietas altera o tempo gasto na ruminação, bem assim, a qualidade da FDN (Welch e Hooper, 1988).

Sosa et al. (2005), trabalhando com vacas da raça holandesa, com diferentes formas de fornecimento da dieta, observaram diferenças ($P < 0,05$) no tempo de mastigação, na estratégia alimentar em que a palma e a silagem de sorgo foram misturados e o concentrado separado em relação à dieta com palma e concentrado misturado e a silagem de sorgo separada (903,6 vs 776,4 min/dia), provavelmente, por constituir o ingrediente mais fibroso, onde os animais permaneceram mais tempo mastigando. No processamento da palma picada a faca os animais permaneceram menos tempo mastigando 756 min/dia, ocasionado, certamente, pelo menor CMS (Tabela 5) e

pela seletividade de ingredientes da dieta com menores teores de FDN (Tabela 6) conseqüentemente, com menor consumo de FDN (Tabela 5).

Segundo Mertens (1997), a necessidade de mastigação está relacionada com a quantidade de material indigestível ou pouco digestível consumido e com a resistência do material à redução do tamanho de partículas. Reid et al. (1988) citaram que a resistência à redução do tamanho das partículas está positivamente relacionada com o teor de fibras nas forrageiras, podendo o tipo variar com diferentes forrageiras, alterando essa resistência. A palma apresenta baixo teor de FDN (Tabela 1) e fisicamente com baixa efetividade ([Le Houérou, 1992b], [Lima, et al. 2003]), facilitando a redução da sua partícula, gastando menos tempo na atividade de ruminação e mastigação. Alimentos com alto teor de FDN necessitam ser mastigados e, principalmente, ruminados, por um período mais longo. Observa-se que quando a palma foi processada na máquina forrageira, as vacas permaneceram mais tempo ruminando e mastigando (522 e 798 min/dia, respectivamente), o que pode ser justificado devido, possivelmente, à exposição da mucilagem da palma, a qual facilitou aderência ao bagaço (ingrediente com maior teor de FDN, Tabela 1), diminuindo, conseqüentemente, a seletividade pelos animais, levando ao maior consumo de FDN e aumentando as atividades de ruminação e mastigação.

Segundo Susenbeth et al. (1998) o requerimento de energia para ingestão, ruminação e mastigação variam de acordo com a qualidade da forragem, variando na ingestão de 6,4 a 9,0 MJ, ruminação de 1,9 a 2,2 MJ e na mastigação de 8,3 a 11,0 MJ, para os alimentos com menores e maiores teores de fibra. O aumento de energia necessária para a mastigação reduz a quantidade disponível de energia para a produção, podendo ter um efeito substancial sobre a produtividade.

De acordo com Clark e Armentano (1999) dependendo da fonte de fibra a dieta irá variar na sua capacidade de estimular a mastigação, provavelmente por diferenças no tamanho de partícula e densidade. Uma redução no tamanho das partículas das forrageiras claramente diminuiu atividade mastigação (Campling e Freer, 1966; Sudweeks et al. 1981; Mertens, 1997) até mesmo causando depressão na gordura do leite em vacas que ingerirem baixo teor de FDN_{fe}. Quando a palma foi processada a faca, apresentou maior tamanho de partícula, facilitando seu consumo (conforme

relatado anteriormente), mas, este ingrediente apresenta baixos teores FDN e FDNfe, provavelmente contribuindo, para esse menor teor de gordura do leite.

A eficiência de ingestão de MS (g MS/min) foi menor na dieta com palma processada com a faca (Tabela 5), possivelmente pela maior resistência à mastigação provocada pelo tipo de processamento, obtendo a palma de maior dimensão física em relação à palma processada na máquina forrageira. Sob essa condição, espera-se que os animais adaptem o seu comportamento ingestivo para reduzir o ingrediente a uma granulometria adequada para formação do bolo alimentar (Luginbuhl et al. 1989), o que foi observado pelo aumento na eficiência de ruminação (g MS/min) no processamento da palma picada a faca. Christensen e Fehr (2000) revisando dados da literatura relataram que os valores mais baixos da eficiência de ingestão foram próximos a 54 g MS/min e 18,6 min/kg MS, valor próximo a média deste estudo 54,3 g MS/min e 18,5 min/kg MS.

O menor tempo de ingestão na forma de fornecimento do concentrado separado (CS) (Tabela 4), certamente ocorreu pelo consumo imediato do alimento concentrado, o farelo de soja com alta palatabilidade (Stallings, 1997; Blas e Rebollar, 2002), e com alto teor de energia e proteína (Tabela 1), alterando o consumo dos demais ingredientes da dieta, modificando, desta maneira, o consumo dos nutrientes (Tabela 6), verificado também pela variação na composição dos nutrientes da dieta consumida em relação à dieta ofertada (Tabela 6). A dieta na forma de MC proporciona um benefício, pois diminui a separação e triagem dos ingredientes pelas vacas (Coppock et al. 1981). Alimentos consumidos na forma de MC refletem melhor a composição nutricional da dieta formulada em comparação com alimentos consumidos com CS, no qual, a composição dos nutrientes pode variar bastante (Maekawa et al. 2002). O processamento da palma na máquina forrageira forneceu de forma mais adequada os nutrientes da dieta.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que as técnicas de processamento da palma picada na faca e a forma de fornecimento da dieta com concentrado separado promoveu maior seletividade dos ingredientes da dieta, conseqüentemente, alterando o consumo de nutrientes em relação à dieta pretendida. O processamento da palma picada a faca apresentou menor tempo de mastigação e teor de gordura no leite. A palma processada na máquina maximiza o beneficiamento de grandes quantidades de palma e melhora a incorporação na dieta, diminuindo a seletividade, evitando alterações no comportamento ingestivo e na composição do leite. O fornecimento da dieta na forma de mistura completa e processada na máquina forrageira oferece de forma mais adequada os nutrientes, diminuindo a seletividade dos animais e o desbalanceamento entre a dieta ofertada e a consumida.

LITERATURA CITADA

- Albright, J.L., 1993. Feeding behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76, 485-498.
- Armstrong, D., 1994. Environmental modifications to reduce heat stress. *Dairyman*, 75, 26-28.
- Arnold, G.W. 1985. Ingestive behavior. In: Fraser, A.F. (Ed.). *Ethology of farm animals*. Amsterdam: Elsevier, pp.183-200
- Baumont, R., 1996. Palatabilité et comportement alimentaire chez les ruminants. *INRA, Prod. Anim.* 9, 349-358.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L., 2002. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. *The J. Agric. Sci.* 138, 85-92.
- Blas, C., Rebollar, P. G., 2002. The practical use of whole soybeans in rations for ruminants. <www.asaim-europe.org/pdf/sbrumin.pdf >
- Bürger, P.J., Pereira, J. C., Queiroz, A. C., Silva, J. F. C., Valadares Filho, S. C., Cecon, P. R., Casali, A. D. P., 2000. Comportamento Ingestivo em Bezerros Holandeses Alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.* 29, 236-242.
- Campling, R. C., Freer, M., 1966. Factors affecting voluntary intake of food by cows. Eight experiments with ground, pelleted roughages, *Br. J. Nutr.* 20, 229-244.
- Christensen, D. A., Fehr, M., 2000. Eating and Feeding Behavior of Dairy Cows: Dietary Influences and Impact on Production. <www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2000/Chapter21.htm>
- Clark, P. W., Armentano, L. E., 1999. Influence of Particle Size on the Effectiveness of the Fiber in Corn Silage. *J Dairy Sci.* 82, 581-588.
- Coppock, C. E., Bath, D. L., Harris Jr. B., 1981. From Feeding to Feeding Systems. *J. Dairy Sci.* 64, 1230-1249.
- Dulphy, J.P., Remond, B., Theriez, M., 1980. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: Y. Ruckebusch, P. Thivend, Editors, *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Lancaster: MTP, pp. 103 - 122.
- Fidepe/Fundação de Informações para o Desenvolvimento de Pernambuco, 1982. São Bento do Una. Recife, p. 80.
- Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E., 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livest Prod Sci.* 77, 59-91.
- Kelly C.F., Bond, T.E., 1971. Bioclimatic factors and their measurement. In: *A guide to environmental research on animals*. Washington, DC: National Academic of Sciences. pp. 7-92.
- Le Houérou, H.N., 1992. The role of *Opuntia* cacti in the agricultural development of Mediterranean arid zones. In: *International Congress On Prickly Pear And Cochineal*, 2., 1992, Santiago. Proceedings... Santiago-Chile, September 22-25 (1992).

- Lima, R.M. B., Ferreira, M. A., Brasil, L. H. A., Araújo, P. R. B., Verás, A. S. C., Santos, D. C., Cruz, M. A. O. M., Melo, A. A.S., Oliveira, T.N., Souza, I.S., 2003. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. *Acta Sci. Anim. Sci.* 25, 347-35.
- Luginbuhl, J.-M., Pond, K. R., Burns, J. C., Russ, J. C., 1989. Effects of Ingestive Mastication on Particle Dimensions and Weight Distribution of Coastal Bermudagrass Hay Fed to Steers at Four Levels. *J. Anim. Sci.* 67, 538-546.
- Maekawa, M., Beauchemin, K. A., Christensen, D. A. 2002. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, ruminal pH of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 1176–1182.
- Martin P., Bateson, P., 2007. *Measuring Behaviour An Introductory Guide* (3rd Edition), Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mertens, D. R., 1994. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison, WI: ASA., pp. 450-493.
- Mertens, D.R., 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1481.
- National Research Council - NRC., 2001. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, p. 408.
- Nefzaoui, H., Ben Salem, A., 2001. *Opuntia spp.*: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. In: Mondragón-Jacobo, C., Pérez-González, S., *Cactus (Opuntia spp.) as forage*. FAO Plant production and protection paper. 169, pp.73–90.
- Nobel, P.S., 2001. *Ecophysiology of Opuntia ficus-indica*. In: Mondragón-Jacobo, C., Pérez-González, S., *Cactus (Opuntia spp.) as forage*. FAO Plant production and protection paper. 169, pp.13-20.
- Pretryna. A., Bavera, G. A. *Curso de introduccion a la produccion animal y produccion animal 1*. Republica de Argentina, Provincia de Córdoba. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional del Río Cuarto, 2002, cap. 11. Disponível em: http://www.produccionbovina.com/etologia_y_bienestar/etologia_en_general/07-etologia.pdf.
- Reid, R.L., Jung, G.A., Thanye, W. A., 1988. Relationships between nutritive quality and fibre components of cool season and warm season forages. *J. Anim. Sci.* 66, 1275-1291.
- Sosa, M.Y., Brasil, L.H.A., Ferreira, M.A., 2005. Diferentes formas de fornecimento de dietas à base de palma forrageira e comportamento ingestivo de vacas da raça holandesas em lactação. *Acta Sci. Anim. Sci.* 27, 261-268.
- Stallings, C. C., 1997. Use of Soybean Meal, Soy Hulls, and Full Fat Soybeans in Dairy Cattle Diets. <www.asaim-europe.org/pdf/useofsbm.pdf >
- Sudweeks, E. M., Ely, L. O., Mertens, D. R., Sisk, L. R., 1981. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. *J. Anim. Sci.* 53, 1406–1411.

- Susenbeth, A., Mayer, R., Koehler B., Neumann, O. 1998. Energy requirement for eating in cattle. *J. Anim. Sci.* 76, 2701–2705.
- Thiago, L.R.L., Gill, M., Sissons, J.W., 1992. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. *Br. J. Nutr.* 67, 339-336.
- Universidade Federal de Viçosa - UFV. SAEG., 2007. Sistema de análise estatística e genética. Versão 9.0, Viçosa, p. 150.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell., p. 476.
- Welch, J.G., Hooper, A.P., 1988. Ingestion of feed and water. In: Church, D.C., (Ed). *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.* Englewood Cliffs: Reston, pp.108-116.