



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinda-MA
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DE DIETAS CONTENDO
PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA AO FENO DE LEUCENA
PARA RUMINANTES**

FABIANA CASTRO ALVES

Chapadinda
2018



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



FABIANA CASTRO ALVES

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DE DIETAS CONTENDO
PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA AO FENO DE LEUCENA
PARA RUMINANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, para a obtenção do título de Mestra em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho

Chapadinha
2018



Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

CASTRO ALVES, FABIANA.

DEGRADABILIDADE RUMINAL DE DIETAS CONTENDO PALMA
FORRAGEIRA ASSOCIADA AO FENO DE LEUCENA PARA RUMINANTES /
FABIANA CASTRO ALVES. - 2018.

36 f.

Orientador(a): MIGUEL ARCANJO MOREIRA FILHO.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal (25.06)/ccaa, Universidade Federal do
Maranhão, CHAPADINHA, 2018.

1. Leucaena leucocephala. 2. Nopalea cochenillifera.
3. Valor nutritivo. I. MOREIRA FILHO, MIGUEL ARCANJO.
II. Título.



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



FABIANA CASTRO ALVES

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DE DIETAS CONTENDO
PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA AO FENO DE LEUCENA
PARA RUMINANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal.

Aprovada em 26/02/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente (1º Examinador)

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo (2º Examinador)

Universidade Federal do Piauí



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Olhei para a escuridão do abismo e sorri para ele dizendo: tchau,
daí nunca mais passarei nem perto.

(HAG)



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Aos meus avós Marcelina e Raimundo Brandão, o amor incondicional que
conheci além de Deus, com quem estes já descansam.

Meus animais, pois, alegam meu dia e adoçam minha vida: Petusco e
Dominique, e a minha cadelinha Pipoca que também se foi e que sempre
esteve comigo em grande parte dessa jornada, me acalmando com o poder do
amor e inocência que tem os animais, um encanto que poucos entendem...

Dedico.



AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, pois é quem me manteve de pé até aqui, renovando meus sonhos dia após dia.

Aos meus pais pela oportunidade de estudo e amor, à minha família que sempre acreditou e incentivou.

À UFMA pela maravilhosa qualidade de ensino e oportunidade.

Ao meu orientador Professor Miguel pelo ensino, pela paciência, humildade e acesso o que foi fundamental para que eu conseguisse chegar ao final desse ciclo.

A todos os meus professores do mestrado, especialmente Professora Michele Parente, Professor Henrique Parente e Professor Jefferson Siqueira, e Professora Ana Paula.

À UFPI e ao Departamento de Zootecnia, Professor Daniel Louçana e Professor Arnoud Azevedo Alves. Aos colegas da UFPI e UFMA que prontamente me ajudaram durante o experimento e análises: Lêda, Jandson, Abel, Rose, Hyanne, Maykon, além dos funcionários do departamento.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

A todos os meus amigos e colegas de turma com quem virei noites estudando e sem dúvidas nossa união resultou em bons frutos.

Meus tios adotivos Eliete e Pedro.

Meus amigos da UEMA, os da Zootecnia e os da vida. São tantos nomes que seria injusta ao citar só alguns. Vocês sabem quem são vocês!

E aos vendavais que me fizeram descobrir a força que tenho para suportá-los.



RESUMO

ALVES, F. C. **Degradabilidade ruminal de dietas contendo palma forrageira associada ao feno de leucena para ruminantes**, 2018. 36 f. Dissertação (Dissertação em Ciência Animal) – Universidade Federal do Maranhão, 2018.

Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* de dietas contendo palma forrageira associada ao feno de leucena como fonte de fibra para ruminantes. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados (bovinos fistulados), com três tratamentos que consistiram de dietas contendo: 65% de palma forrageira (PF) associada a 35% de feno de leucena (FL); 55% de PF associada a 45% de FL e 45% de PF associada a 55% de FL, em parcelas subdivididas nos tempos de incubação no rúmen 3; 6; 12; 24 e 72 horas. Observou-se maior ($P < 0,05$) fração solúvel (*a*), potencialmente degradável (*b*), degradação potencial (DP) e efetiva (DE) da MS e PB para as dietas contendo 65% de PF associada a 35% de FL, contudo, a DE da MS e PB obtida para todas as dietas diminuiu à medida que se aumentou nas taxas de passagem (2; 5 e 8%/hora). Maior fração potencialmente degradável da FDN (76,40%) e menor taxa de passagem (3,55%/hora) foram observadas para dieta contendo 65% de PF associada a 35% de FL. Houve efeito ($P < 0,05$) de dietas para degradação da FDN, com maior valor obtido com dieta contendo 65% de PF associada a 35% de FL (38,89%). Não houve efeito ($P > 0,05$) da interação dieta x tempo de incubação para degradação da MS, PB e FDN, contudo, observou efeito quadrático do tempo de incubação ($P < 0,05$) na degradação destes constituintes das rações. A associação de 65% de PF com 35% de FL incrementa a degradabilidade ruminal *in situ* da MS, PB e FDN de dietas para ruminantes, o que justifica a recomendação e uso na alimentação destes animais.

Palavras-chave: *Leucaena leucocephala*. *Nopalea cochenillifera*. Valor nutritivo.



ABSTRACT

Ruminal degradability of diets containing forage palm associated with leucine hay for ruminants

The objective of this study was to evaluate the in situ ruminal degradability of diets containing forage palm associated with leucine hay as a source of fiber for ruminants. A randomized block design (fistulated cattle) was used, with three treatments that consisted of diets containing: 65% of forage palm (PF) associated with 35% of leucine hay (FL); 55% PF associated with 45% FL and 45% FP associated with 55% FL, on plots subdivided in incubation times in rumen 3; 6; 12; 24 and 72 hours. There was greater ($P < 0.05$) soluble fraction (a), potentially degradable (b), potential degradation (DP) and effective (DE) of DM and CP to diets containing 65% PF associated with 35% of FL, however, the SD of DM and CP obtained for all the diets declined as increased pass rate (2, 5 and 8% / hour). Largest potentially degradable fraction of NDF (76.40%) and lower pass rate (3.55% / hour) were observed for a diet containing 65% PF associated with 35% FL. There was an effect ($P < 0.05$) of diets for NDF degradation, with a higher value obtained with a diet containing 65% PF associated with 35% FL (38.89%). There was no effect ($P > 0.05$) on the interaction of diet x time of incubation for degradation of DM, CP and NDF, however were observed quadratic effect of the incubation time ($P < 0.05$) on the degradation of these rations constituents. The association of 65% PF with 35% FL increases the in situ ruminal degradability of DM, CP and NDF of diets for ruminants, which justifies the recommendation and use in the feeding of these animals.

Keywords: *Leucaena leucocephala*. *Nopalea cochenillifera*. Nutritive value.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Feno de Leguminosas e uso de Cactáceas na Alimentação de Ruminantes	12
2.1.1 Feno de leucena e palma forrageira como fonte de fibra fisicamente efetiva	12
2.1.2 Degradabilidade <i>in situ</i> de dietas contendo palma forrageira e feno de leucena	14
3 OBJETIVOS	17
3.1 Geral	17
3.2 Específico	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A criação de animais ruminantes encontra-se difundida em praticamente todo o mundo, além de estar ligada à principal fonte econômica de diversos países. Em condições adversas e durante períodos de seca prolongada os custos de produção animal tendem a se elevar, especialmente quanto à alimentação. Visando atender às exigências de manutenção e de produção e frente às dificuldades enfrentadas pela irregularidade na distribuição de chuvas da região Nordeste, é comum a busca por alimentos alternativos ou a conservação de volumosos por parte dos criadores, a fim de garantir alimentação do rebanho durante o período de escassez de forragem.

O uso de cactáceas e de leguminosas está entre os principais alimentos cultivados neste cenário, além da utilização da técnica de fenação, a qual consiste em uma das estratégias de conservação de volumosos adotadas na região. Porém, é importante que o valor nutricional de dietas seja conhecido, bem como a possibilidade das associações entre alimentos na formulação destas, visando uma proporção adequada de ingredientes.

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa originária da América Central e bastante difundida no mundo, principalmente em regiões tropicais, muito utilizada na alimentação de ruminantes por conter alto teor de proteína, elevada produtividade e aceitação por diferentes espécies animais, além da capacidade de rebrota, mesmo durante a época seca do ano. No entanto, a presença de alguns fatores antinutricionais, como o tanino e a mimosina, pode causar limitação ao uso desta leguminosa em dietas para ruminantes, porém a técnica da fenação pode inativá-los, mesmo que parcialmente.

A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) cv. miúda é outro alimento que utilizado na alimentação animal, torna-se uma estratégia alimentar, pela capacidade de suportar longos períodos de estiagem e de manter o valor nutritivo ao longo do ano, sendo favorecida, ainda, por apresentar diferencial no aspecto fisiológico quanto à absorção, aproveitamento e ao armazenamento de água pela cultura (SILVA, R. R et al., 2007), sendo, também, alimento rico em carboidratos não fibrosos.

No Nordeste, o cultivo e aproveitamento das plantas usadas como alimentos para ruminantes é influenciado pela sua capacidade de adaptação às condições ambientais da região. Portanto, devido a palma forrageira e a leucena apresentarem essas características, sua associação, utilizando a leucena em forma de feno pode compor, satisfatoriamente, dietas de animais ruminantes, suprimindo as necessidades energéticas e proteicas, além de garantir

quantidade de fibra capaz de manter o bom funcionamento do rúmen. Contudo, é preciso que se conheçam parâmetros de degradação ruminal quando da utilização desses alimentos, associados em diferentes proporções, de forma a garantir a adequação das dietas e melhor aproveitamento dos nutrientes. Dentre os métodos adotados para a avaliação da qualidade dos alimentos, a técnica de degradabilidade *in situ*, desenvolvida por de Mehrez e Ørskov (1977) tem sido amplamente utilizada para avaliar a degradação ruminal dos alimentos.

Nesse contexto, dado a hipótese de que a associação da palma forrageira ao feno de leucena como fonte de fibra resulta em melhoria do valor nutritivo de dietas para alimentação de ruminantes, faz-se necessária a realização de pesquisas que forneçam informações quanto à degradabilidade ruminal, com adoção da técnica *in situ*, de dietas totais constituídas pelos volumosos: palma forrageira associada ao feno de leucena, como fonte de fibra, e o fornecimento desses dados à literatura, os quais ainda são escassos,

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Feno de leguminosas e uso de cactáceas na alimentação de animais ruminantes

A adequada produção de forragens conservadas garante o suprimento de nutrientes bem como maior estabilidade da produção animal durante o ano todo. Uma forma de garantir isso é a adoção da produção de fenos de boa qualidade (DOMINGUES, 2009). A utilização de fenos de leguminosas é possibilidade viável se comparada aos custos dos alimentos concentrados, podendo servir como alimento volumoso e suplementação proteica (PÁDUA et al., 2006).

Das espécies de leguminosas forrageiras que podem ser utilizadas na alimentação animal, a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), consiste em alimento estratégico, em especial para regiões semiáridas, em virtude das características nutricionais, elevado teor de proteína, fibra, facilidade de manejo e rebrota em condições adversas (BARRETO, 2010), podendo apresentar de 18 a 30% de proteína bruta na composição química (EDWARDS et al., 2012).

Além das leguminosas, como a leucena, as cactáceas também constituem boa alternativa na alimentação animal. Em períodos de grandes secas é comum a utilização de cactáceas no nordeste brasileiro, para fins de arraçoamento de animais (SILVA; LIMA; RÊGO, 2013). A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*), alimento rico em carboidratos, além de outros nutrientes, ainda supre a necessidade de água, pelas propriedades fisiológicas da planta, apresentando elevado valor energético e baixo teor de fibra, inclusive fibra fisicamente efetiva (OLIVEIRA; CAVALCANTE FILHO; RANGEL, 2011), o que favorece o uso deste ingrediente volumoso associado ao feno de gramíneas ou leguminosas locais, como fonte de fibra.

2.1.1 Feno de leucena e palma forrageira como fonte de fibra fisicamente efetiva

Ao formular dietas para animais ruminantes faz-se necessário atentar à quantidade e qualidade da fibra, uma vez que baixo teor de constituintes fibrosos, associado ao reduzido tamanho de partículas, pode diminuir a efetividade da fibra em detergente neutro (FDN) e aumentar a taxa de passagem dos alimentos (RAMOS et al., 2013).

Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) é a capacidade da fonte de fibra da dieta, geralmente alimentos volumosos, em estimular a ruminação e a mastigação, conseqüentemente, contribui para a produção de saliva e manutenção do pH ruminal dentro da

faixa ideal (MERTENS, 1997). A FDNfe está relacionada ao alimento ou dieta que promovem a atividade física motora do trato gastrointestinal, pela retenção das fibras no rúmen por tempo suficiente para degradação, geralmente quando essas partículas são longas, pois formam um material flutuante no rúmen que estimula a atividade de ruminação (MACEDO JÚNIOR et al., 2007).

A palma forrageira, embora seja excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, não deve ser fornecida como única fonte de volumoso na dieta de ruminantes, em virtude do baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), FDNfe, MS e PB (FERREIRA et al., 2007), nesse sentido, recomenda-se que a palma seja fornecida associada a outros volumosos como fonte de fibra e outros alimentos proteicos (AGUIAR et al., 2015).

Dentre os alimentos volumosos, o feno de leucena tem se mostrado promissor, por apresentar boa composição nutricional para uso na alimentação de animais ruminantes, com teor de proteína bruta superior a 15% e digestibilidade da MS de 50 a 60% (POSSENTI et al., 2008; BAYÃO, 2016), podendo atender as exigências em fibra nas dietas e sendo possível sua associação a outros alimentos volumosos como a palma forrageira.

Independente da fonte de fibra associada a palma forrageira, é necessário fornecer aos animais alimentos concentrados, como milho e farelo de soja, formando dietas totais, pois são fontes de amido e nitrogênio que estimulam o crescimento da população de microorganismos do rúmen, principalmente celulolíticos, responsáveis pela degradação da fibra (RAMOS et al., 2013).

A Palma forrageira na proporção de 54% da MS da dieta total, associada a 17,88% da MS de feno de capim-tifton ou 20,85% da MS de casca de soja, como fontes de fibra em dietas para ovinos, incrementa o consumo e a digestibilidade da MS e nutrientes, sem prejudicar as atividades do comportamento ingestivo e o balanço de nitrogênio, uma vez que a combinação da palma a uma fonte de fibra da forragem ou não forragem favorece o metabolismo animal e o correto funcionamento do rúmen (RAMOS et al., 2013).

Quando associada a silagem de sorgo para vacas em lactação nos níveis 12; 24 e 36% da MS do sorgo nas dietas, a palma forrageira manteve a produção e a gordura do leite, com melhoria na conversão alimentar e incremento no consumo da MS e nutrientes (WANDERLEY et al., 2002).

2.1.2 Degradabilidade *in situ* de dietas contendo palma forrageira e feno de leucena

A qualidade dos alimentos pode ser expressa considerando a extensão da degradação potencial que determina a quantidade do material não degradável, o qual ocupa espaço no rúmen; pela taxa de fermentação, que influencia o tempo em que a fração digestível ocupa espaço no rúmen; e pela taxa de redução do tamanho de partícula, que influencia ambas, a taxa de passagem da fração não degradável e a taxa de fermentação da fração digestível, entretanto, o nível de influência desta é pouco conhecido, devido às dificuldades em ser mensurada (ØRSKOV, 1986). Estas características estão envolvidas no controle do consumo voluntário e, pelo menos as duas primeiras podem ser estimadas adotando-se a técnica *in situ*. Por esta razão, Sampaio (1997) ressalta que esta técnica tem sido considerada precisa, simples e rápida para se determinar a qualidade de volumoso ou de um outro ingrediente ou dieta total.

A adequação das dietas de animais ruminantes aos sistemas de produção, informações quanto às proporções das frações de nutrientes dos alimentos, bem como as taxas de degradação, deve ser levada em consideração visando sincronizar a disponibilidade de energia e nitrogênio no ambiente ruminal, e maximizar a eficiência microbiana e degradação dos constituintes dos alimentos, reduzindo perdas decorrentes da fermentação ruminal e proporcionando aos animais alimentação de menor custo econômico (TOSSINI et al., 2010).

Para que se determinem as quantidades e relações de nutrientes necessários à manutenção do desenvolvimento microbiano e desempenho animal, se deve, sobretudo, estimar corretamente a medida com que os nutrientes contidos nos alimentos tornam-se disponíveis no rúmen (NOCEK, 1988), principal local de digestão dos constituintes dietéticos (VAN SOEST, 1994). Dentre os métodos utilizados para avaliar a qualidade dos alimentos, a técnica de degradação *in situ* avalia a degradabilidade ruminal (MEHREZ e ØRSKOV, 1977) a qual permite acompanhar a o desaparecimento das frações dos alimentos ou ingredientes ao longo do tempo.

No Brasil, a técnica da degradação *in situ* é utilizada em estudos para avaliar os mais diversos alimentos, tais como forragens, produtos industriais, concentrados, dietas totais, etc. (GOES et al., 2004). A utilização da técnica *in situ* é justificada pela maneira mais exata de se obter as estimativas da degradação da MS, PB e FDN no rúmen quando comparada às técnicas laboratoriais (TONISSI et al., 2010).

Com adoção da técnica *in situ* é possível estimar a degradabilidade potencial, os parâmetros de degradação e, conseqüentemente, o valor nutricional do alimento (ØRSKOV e McDONALD, 1979). A avaliação da degradabilidade *in situ* mede o desaparecimento do substrato, seja este por simples solubilização, degradação microbiana ou hidrólise.

É imprescindível o conhecimento da dinâmica de degradação ruminal de proteína dos alimentos, em virtude da formulação de dietas com adequadas quantidades de proteína degradável no rúmen para suprir as exigências dos micro-organismos, bem como a proteína não-degradável no rúmen visando suprir exigências do próprio animal (NRC, 2001).

Embora a melhor forma de avaliar a degradação dos alimentos seja considerando o desempenho animal, a técnica *in situ* é utilizada para avaliar a qualidade e disponibilidade da proteína dos alimentos incubados no rúmen com o uso de sacos porosos, nos quais as amostras estão acondicionadas e sofrem ação microbiana (PEREIRA, 2014). Ainda que os alimentos não sofram os efeitos da mastigação e da ruminação, Van Soest (1994) considera a degradabilidade *in situ* a melhor forma de simular temperatura, pH, substrato tampão e enzimas, dentro de um regime alimentar.

A porosidade dos sacos de náilon recomendada e usual é entre 40-60 μm , com tempo de incubação variando conforme o alimento que está sendo avaliado e o tamanho de partículas recomendado varia de 2,0 a 5,0 mm (NOCEK, 1988; ØRSKOV et al., 1988). Sampaio (1994) recomenda tempo de incubação compreendido de 6 até 96 horas, podendo se realizar a incubação até 72 horas, reduzindo, assim, tempo gasto, número de amostras, reagentes utilizados nas análises laboratoriais e, conseqüentemente, custos. Deve-se realizar o tempo de incubação zero ou a fração solúvel, pois assim seria possível com três ou quatro tempos, estimar a equação de degradabilidade com eficiência.

Quando da avaliação da degradabilidade *in situ* é possível determinar, simultaneamente, a quantidade de alimento que é degradado e a taxa de degradação por intervalo de tempo (RUIZ e RUIZ, 1990), considerando as taxas de 2, 5 e 8% (AFRC, 1993), pois quando não se consideram essas taxas pode haver superestimação da extensão de degradação (PIRES et al., 2006). Vale, ainda, ressaltar que dentre os fatores que afetam a degradabilidade *in situ*, o regime alimentar do animal fistulado, tempo de fermentação das amostras no ambiente ruminal, preparo e peso das amostras e sacos de náilon, além da disposição e lavagem dos sacos são os fatores de maior relevância para a correta adoção da técnica (SAMPAIO, 1997).

As leguminosas geralmente apresentam elevada degradabilidade e taxa de degradação dos nutrientes quando comparado às gramíneas (BRODERICK, 1995). A leucena possui elevado valor biológico da proteína, o qual está associado à baixa degradabilidade no rúmen, porém apresenta elevada digestibilidade no duodeno favorecendo, assim, o aproveitamento desta pelo animal (POSSENTI et al., 2009). Esses autores avaliaram os efeitos da leucena em dietas para bovinos com ou sem adição de leveduras, no qual a leucena apresentou menor degradabilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta que o capim coast-cross, sendo recomendados níveis de 20 e 50% de leucena na dieta de bovinos sem ou com adição de levedura, respectivamente.

A associação de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e palma forrageira (*Opuntia ficus* Mill.) em diferentes proporções 15:60; 30:45; 45:30 e 60:15%, respectivamente para feno de erva-sal e palma forrageira, em dietas de novilhos, influenciou os parâmetros de degradabilidade da MS e FDN (ALVES et al., 2008).

Em pesquisa realizada por Carvalho et al. (2006), constatou-se que as frações, solúvel *a*, potencialmente degradável *b*, taxa de degradação da fração *b* (fração *c*) e a degradabilidade *in situ* da MS e PB foram superiores para a palma forrageira em comparação aos fenos de capim-elefante, de feijão guandu e da parte aérea da mandioca, o que torna a palma um alimento de maior disponibilidade proteica no rúmen.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Objetivou-se avaliar a associação da palma forrageira cv. Miúda com feno de leucena, como fonte de fibra, quanto à degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de dietas para ruminantes.

3.2 Específicos

- Avaliar a associação da palma forrageira cv. Miúda com feno de leucena, como fonte de fibra, quanto à degradabilidade potencial e efetiva e aos parâmetros de degradação *in situ* da matéria seca e proteína bruta de dietas para ruminantes.
- Avaliar a associação da palma forrageira cv. Miúda com feno de leucena, como fonte de fibra, quanto à degradabilidade e aos parâmetros de degradação *in situ* da fibra em detergente neutro de dietas para ruminantes

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de execução do experimento e coleta das forrageiras

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí (CCA/UFPI), em parceria com o Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizados em Teresina, PI e Chapadinha, MA, respectivamente. Na UFPI, foram realizados os ensaios de degradabilidade *in situ*. As análises laboratoriais ocorreram no CCAA/UFMA. A leucena (*Leucaena leucocephala*) para confecção do feno e a palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* cv. Miúda) para inclusão nas rações foram obtidas em áreas implantadas no Setor de Caprinocultura do DZO/CCA/UFPI, cultivadas no ano de 2000 e 2015. Os cortes para obtenção dos materiais forrageiros foram realizados aos 45 e 180 dias após rebrota para a leucena e palma, respectivamente. Os demais ingredientes das rações foram obtidos no comércio local, em Teresina, PI.

4.2 Animais e delineamento experimental

Para avaliação da degradabilidade *in situ*, foram utilizados dois (2) bovinos fistulados no rúmen, em três incubações das dietas, sendo duas simultaneamente em um primeiro período, em cada boi e a terceira após sorteio de um dos animais para o segundo período de incubação. Os animais receberam ração para manutenção, segundo exigências do NRC (2001), contendo, em sua composição percentual, os ingredientes avaliados nesta pesquisa. Para obtenção da curva de degradação da MS, PB e FDN, adotaram-se os tempos de incubação 3, 6, 12, 24 e 72 h (SAMPAIO, 1988).

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os blocos as três incubações nos bovinos fistulados, com três tratamentos, que consistiram das dietas contendo 65% de palma forrageira (PF) associada a 35% de feno de leucena (FL); 55% de PF associada a 45% de FL e 45% de PF associada a 55% de FL, em parcelas subdivididas nos tempos de incubação no rúmen 3, 6, 12, 24 e 72 h, com três repetições (incubações/animais).

4.3 Determinação da composição química

Amostras de cladódios da palma forrageira cv. Miúda, foram diminuídas a partículas de aproximadamente 3 cm, com uso de cortadora manual artesanal (fatiadora) e pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, por 72 horas. As amostras de todos os

ingredientes foram trituradas em moinho de facas tipo *Willey*, com peneiras de crivos 2,0 mm e posterior determinação da composição química dos teores de MS e, com base na MS, proteína bruta (PB), segundo metodologias da AOAC (2012); o teor de fibra em detergente neutro (FDNcp) e em detergente ácido (FDAcp) corrigido para cinzas e proteína, foram determinados pelo método de Van Soest; Robertson; Lewis (1991).

O feno de leucena foi analisado quanto à distribuição de partículas por tamanho, em que colocou-se aproximadamente 500 g de amostra em separador de partículas modelo *Penn State* (Penn State Particle Size Separador, University Park, PA) e, em seguida, foram submetidas a oito sequências de cinco movimentos horizontais. A cada sequência de cinco movimentos, submeteram-se as peneiras à rotação de 90°. Ao final das oito sequências, as frações retidas nas peneiras de 19 mm, 8 mm e abaixo de 8 mm (fundo) foram transferidas para bandejas, pesadas e utilizadas para calcular as porcentagens de partículas acima de 19 mm, entre 8-19 mm e abaixo de 8 mm (LARMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996).

Os demais ingredientes das dietas (milho triturado, farelo de soja e palma), não foram submetidos à separação de partículas e, para estes alimentos, a porcentagem de partículas abaixo de 8 mm foi considerada como igual a 100%. Para o cálculo do tamanho de partículas das rações, as quantidades de ingredientes das dietas foram multiplicadas pelas porcentagens de partículas acima de 19 mm, entre 8-19 mm e abaixo de 8 mm de cada ingrediente (LARMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996). A composição química dos ingredientes e centesimal das dietas estão apresentadas na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas

Nutriente*	Ingredientes			
	Feno de leucena	Palma forrageira	Milho grão moído	Farelo de soja
Matéria seca (MS, em % da MN) <i>% da MS</i>	89,87	10,67	89,38	90,07
Matéria orgânica	93,65	88,29	98,39	93,77
Matéria mineral	6,35	11,71	1,61	6,23
Proteína bruta	20,45	4,50	9,13	48,53
Extrato Etéreo	3,56	1,97	4,12	1,66
Nutrientes digestíveis totais	52,10	65,00	87,24	81,54
Fibra em detergente neutro	49,35	30,00	13,98	14,62
Fibra em detergente ácido	30,69	20,00	3,91	9,86
FDNfe	48,24	0,00	0,00	0,00
Carboidratos totais	69,64	81,82	85,14	43,58

Carboidratos não-fibrosos	20,29	51,82	71,16	28,96
Cálcio	1,60	2,30	0,03	0,34
Fósforo	0,20	0,20	0,25	0,58

*MN = matéria natural; FDNfe = fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.

Tabela 2. Composição centesimal e química das dietas

Ingrediente/Nutriente*	Dietas		
	35%FL : 65%PF	45%FL : 55%PF	55%FL : 45%PF
<i>Composição centesimal</i>			
Feno de leucena	21,02	27,00	33,00
Palma forrageira	39,04	33,00	27,00
Milho em grão moído	27,06	29,41	32,26
Farelo de soja	12,88	10,59	7,74
TOTAL	100,00	100,00	100,00
<i>Composição química</i>			
Matéria seca (MS, em % da MN)	58,84	63,61	68,34
<i>% da MS</i>			
Matéria orgânica	92,86	93,29	93,74
Matéria mineral	7,14	6,71	6,26
Proteína bruta	14,78	14,83	14,67
Nutrientes digestíveis totais	70,44	69,81	69,20
Fibra em detergente neutro	27,75	28,88	30,03
Fibra em detergente ácido	16,59	17,08	17,55
FDNfe	10,14	13,02	15,92
Carboidratos totais	75,23	75,46	75,91
Carboidratos não-fibrosos	47,48	46,57	45,88
Cálcio	1,29	1,24	1,19
Fósforo	0,26	0,25	0,25
<i>Mcal/kg MS</i>			
Energia digestível	3,11	3,08	3,05
Energia metabolizável	2,55	2,52	2,50

*FL = feno de leucena; PF = palma forrageira; MN = matéria natural; FDNfe = fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.

4.4 Degradabilidade *in situ*

Para o ensaio da degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN das dietas, foram utilizados sacos de náilon com dimensões 12 x 8 cm e porosidade 50 µm (ØRSKOV e McDONALD, 1979), contendo 4 g de MS da amostra, de acordo com relação de 42 mg/cm² adotada por Campos et al. (2011).

A fração prontamente solúvel em água (Fração *a* ou tempo 0 h) foi determinada de acordo com os procedimentos propostos por Makkar (1999), mediante imersão dos sacos contendo as amostras equivalentes às usadas na incubação no rúmen, em banho-maria a 39°C, por uma hora. Em seguida, os sacos foram lavados, juntamente com os sacos desincubados do rúmen e pré-secos em estufa com circulação forçada de ar a 60±5°C, por 72 horas, para análises dos teores de MS, PB e FDN.

Os parâmetros de degradação *in situ* (*a*, *b* e *c*) e a degradabilidade potencial da MS e PB foram estimados pelo modelo proposto por Sampaio (1997), a partir de simplificação do modelo exponencial proposto por Ørskov e McDonald (1979), expresso por:

$$DP = A - B.e^{-c.t}$$

Em que, DP = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen; A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota); B = fração potencialmente degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero; c = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero; t = tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS e PB no rúmen foi estimada considerando-se a taxa de passagem 2%/h (AFRC, 1993), taxa considerada para volumosos de baixa qualidade e palhadas ou restolhos culturais, utilizando-se a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979):

$$DE = a + [(b c) / (c + k)]$$

Em que, DE = degradação efetiva; a = fração solúvel, rapidamente degradada; b = fração insolúvel, lentamente degradada; c = taxa fracional de degradação de b; k = taxa de passagem.

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980):

$$Rt = B.e^{-ct} + I$$

Em que: Rt = fração degradada no tempo t; I = fração indegradável.

Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo; Smith; Cox (1972), utilizando-se as equações:

$$BP = B/(B+I) \times 100$$

$$IP = I/(B+I) \times 100$$

Em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); IP = fração indegradável padronizada (%); B, I = como definidas anteriormente.

A degradabilidade da MS, PB e FDN dos ingredientes das dietas está apresentada nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos ingredientes volumosos das dietas

Item	Feno de leucina	Palma forrageira
Degradabilidade <i>in situ</i> da MS		
<i>a</i> (%)	30,40	37,65
<i>b</i> (%)	34,16	65,07
<i>c</i> (%/hora)	7,08	8,90
DP (%)	71,56	95,34
DE 2 (%/hora)	64,29	83,53
5 (%/hora)	57,67	72,06
8 (%/hora)	53,69	64,67
R ²	0,9704	0,9496
Degradabilidade <i>in situ</i> da PB		
<i>a</i> (%)	27,80	23,61
<i>b</i> (%)	59,46	70,87
<i>c</i> (%/hora)	6,89	5,82
DP (%)	86,82	93,28
DE 2 (%/hora)	73,88	76,35
5 (%/hora)	62,26	61,73
8 (%/hora)	55,31	53,46
R ²	0,8966	0,9397

a = fração solúvel em água (%); *b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (%); *c* = taxa de degradação da fração *b* (%/h); DP = degradação potencial no tempo 72 horas; DE = degradação efetiva.

4.5 Análise estatística

Para avaliação da degradação, foram realizadas estatísticas descritivas para média e desvio padrão utilizando o PROC MEANS do logiciário estatístico SAS (2002), e os parâmetros *a*, *b* e *c* e as curvas de degradação *in situ* da MS e PB e os parâmetros de degradação da FDN foram determinados segundo o método de Gauss-Newton, pela fase interativa do PROC NLIN do logiciário estatístico SAS (2002). Foram aplicados testes de médias aos dados de degradação da MS, PB e FDN nos tempos de incubação, segundo

metodologia recomendada por Sampaio (2002), utilizando-se o PROC MIXED do logiciário estatístico SAS (2002).

Tabela 4. Tempo de colonização (*lag time*), fração potencialmente degradável padronizada 2 (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente de determinação para FDN e Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos ingredientes volumosos das dietas.

Item	Feno de leucina	Palma forrageira
Parâmetros de degradação da FDN		
<i>Lag time</i> (h)	7,01	2,95
Bp (%)	46,67	87,88
Ip (%)	53,33	12,12
k (%/hora)	7,49	6,78
R ²	0,9990	0,9971
Degradação (%)		
MS	54,84	67,76
PB	60,60	57,91
FDN	26,19	58,05

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fração solúvel (fração *a*) da matéria seca (MS) da dieta contendo 65% de palma forrageira (PF) associada a 35% de feno de leucena (FL) (65PF:35FL) foi a que apresentou maior percentual, com 35,42% (Tabela 5), justificada pelo menor teor de fibra (Tabela 2) e pela maior solubilidade dos constituintes solúveis (Tabela 3) adicionados pela palma forrageira em maior proporção na dieta, em relação ao feno de leucena.

Tabela 5. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta das dietas contendo palma forrageira em associação ao feno de leucena, como fonte de fibra, para ruminantes.

Item	Dietas		
	65%PF:35%FL	55%PF:45%FL	45%PF:55%FL
Degradabilidade <i>in situ</i> da MS			
<i>a</i> (%)	35,42	33,64	34,52
<i>b</i> (%)	58,79	57,80	57,37
<i>c</i> (%/hora)	4,89	4,81	3,66
DP (%)	92,39	89,82	88,04
DE 2 (%/hora)	76,94	74,66	71,62
5 (%/hora)	64,25	62,22	58,77
8 (%/hora)	57,49	55,57	52,53
R ²	0,9644	0,9565	0,9587
Degradabilidade <i>in situ</i> da PB			
<i>a</i> (%)	15,58	14,55	15,52
<i>b</i> (%)	89,45	83,47	81,45
<i>c</i> (%/hora)	3,06	4,09	3,93
DP (%)	94,96	93,38	91,97
DE 2 (%/hora)	69,61	70,61	69,50
5 (%/hora)	49,48	52,11	51,37
8 (%/hora)	40,27	42,79	42,35
R ²	0,9639	0,9525	0,9781

a = fração solúvel em água (%); *b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (%); *c* = taxa de degradação da fração *b* (%/h); DP = degradação potencial no tempo 72 horas; DE = degradação efetiva.

A fração *a* se refere à parte solúvel do alimento, mais as partículas que escapam pela malha (microporos) dos sacos, quando imersos em água e, depois lavados em água corrente (ARAÚJO, 2016). Segundo Silva; Batista; Almeida (1997) uma importante característica da palma forrageira, é a rápida degradação da MS, em virtude das elevadas proporções de carboidratos não fibrosos, com alta digestibilidade, pois são prontamente degradados no

rúmen, aumentando o aporte de energia, favorecem o crescimento microbiano e, conseqüentemente, a degradação (CAVALVANTE et al., 2014).

Elevados valor da fração *b* (fração potencialmente degradável) e da taxa de degradação de *b* (fração *c*) da MS, 58,79% e 4,89%, respectivamente, da dieta 65PF:35FL são justificados pelo maior valor de fração *b* e *c* da palma forrageira (Tabela 3). A fração *c* da MS das dietas refletiu o efeito da maior proporção da palma forrageira na dieta, sendo menor em dietas com maior proporção de feno de leucena (55PF:45FL e 45PF:55FL, Tabela 5), o que decorre do menor teor de fibra, maiores constituintes solúveis, portanto, melhor qualidade nutricional da palma forrageira, resultando em maior fração *a* e *b*.

A fração *c* é importante na degradabilidade do alimento, pois determina a degradação que pode ocorrer em função do período de retenção do alimento no rúmen (MERTENS, 2005). As dietas 65PF:35FL, 55PF:45FL e 45PF:55FL apresentaram taxa de degradação da fração *b* superior a 2%/h, na faixa considerada ideal (2 a 6%/h) para alimentos de boa qualidade (Sampaio, 1988).

A degradação potencial (DP) da MS da dieta 65PF:35FL foi superior à obtida para a dieta 55PF:45FL, que por sua vez foi superior à DP para 45PF:55FL, com médias 92,39; 89,82 e 88,04, respectivamente (Tabela 5). O maior impacto das dietas sobre a degradação potencial (DP) da MS foi evidenciado com maior proporção de palma forrageira (Tabela 5), o que pode se justificar pela ação diminuição da fração fibrosa com maior proporção de palma (Tabela 2), o que proporciona maior DP da palma forrageira em comparação ao feno de leucena (Tabela 3).

A degradação efetiva (DE) da MS das dietas diminuiu a medida em que houve aumento nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/h, com valor mais elevado observado para a dieta 65:PF:35:FL, independente da taxa considerada, o que justifica a adoção desta proporção, da base volumosa, na composição percentual das dietas.

A fração solúvel da proteína bruta (PB) mostrou-se elevada para todas as dietas, com maior destaque para dieta 65PF:35FL, a qual refletiu em maior DP da PB, embora tenha resultado em menor DE e fração *c* da PB, mesmo com maior proporção de palma forrageira. Quando avaliados de forma exclusiva, a palma forrageira apresentou menor fração *c* e DE da PB (Tabela 3) em comparação ao feno de leucena, o que justifica o resultado observado nesta pesquisa. Ressalta-se, ainda, que os valores obtidos para as frações *a*, *b* e *c* são utilizados na

equação para se calcular a DE, assim, os resultados para DE seguem os efeitos observados para estas frações.

Embora a palma forrageira apresente baixo teor de PB (Tabela 1), a maior DP observada da PB para dietas com maior proporção deste ingrediente pode se dar pela maior disponibilidade dos nutrientes para a degradação microbiana, em função de baixo teor de fibra (Tabela 1 e 2) e elevada solubilidade no ambiente ruminal (Tabela 3).

Houve incremento da fração *b* da PB à medida em que o percentual de palma forrageira nas dietas aumentou, efeito explicado pela elevada fração *b* na palma forrageira (Tabela 3). Entretanto a dieta com maior percentual da fração *c* foi a constituída por 55PF:45FL, o que potencializa relacionar esse resultado a um efeito associativo desses dois ingredientes e sua sincronização quanto à degradação de energia e proteína. O aumento da fração *c* com maiores proporções de feno de leucena na dieta (Tabela 5) também é justificado pelo fato de que leguminosas forrageiras apresentam elevada taxa de degradação da fração *b* dos nutrientes (BRODERICK, 1995), assim, podem influenciar diretamente nos valores obtidos para fração *c* quando se avaliam dietas contendo feno de leucena na composição.

O tempo de colonização (*lag time*) da FDN das dietas contendo palma forrageira associada ao feno de leucena, em geral, mostrou-se baixo, independente da proporção destes ingredientes (Tabela 6), com média abaixo de três horas, valor preconizado para dietas com baixo teor de fibra, volumosos de boa qualidade e elevada proporção de concentrado na composição percentual. De acordo com Figueiroa et al. (2015), com a redução do *lag time*, espera-se aumento da taxa de degradação pelos micro-organismos ruminais, mas não da extensão da degradação.

A dieta 45PF:55FL apresentou menor *lag time* (1,58) embora essa contivesse maior teor de fibra oriunda do feno de leucena, resultado controverso aos observados na literatura, em que maior teor de fibra, em geral, resulta em maiores valores de *lag time* (CORRÊA; MAGALHÃES; SIQUEIRA, 2014). Em razão do maior valor de *lag time* para o feno de leucena (Tabela 4), pode-se pressupor que o substrato dessa dieta (45PF:55FL) foi mais rapidamente colonizado e degradado pelos microorganismos, o que pode estar relacionado às diferenças na composição estrutural da parede celular do feno de leucena e da palma forrageira.

A fração potencialmente degradável padronizada (Bp) e a taxa de passagem (k) da FDN apresentaram-se elevadas, com maior percentual para a dieta 65PF:35FL, proporcionado pelo

menor teor de fibra (Tabela 2) desta dieta e pela elevada fração Bp da FDN da palma forrageira (Tabela 3). Segundo Muniz et al. (2012), o aumento do teor de fibra pode estar associado à elevação do teor de lignina e, como resultado, contribui para a redução da degradação e da taxa de passagem da fração fibrosa. Pires et al. (2006) ressaltam que, quanto menos degradável a fibra, maior a permanência da forragem no rúmen e, conseqüentemente, a sensação de enchimento limitará a ingestão de alimentos, o que justifica a adoção de maior proporção de palma forrageira às dietas.

Tabela 6. Tempo de colonização (lag time), fração potencialmente degradável padronizada 2 (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k) e coeficiente determinação para FDN das dietas contendo palma forrageira em associação ao feno de leucena, como fonte de fibra, para ruminantes.

Item	Dietas		
	65%PF:35%FL	55%PF:45%FL	45%PF:55%FL
Lag time(horas)	2,33	2,90	1,58
Bp (%)	76,40	70,28	74,80
Ip (%)	23,60	29,72	25,20
k (%/hora)	3,55	3,46	2,48
R ²	0,9980	0,9985	0,9996

A fração indegradável padronizada (Ip) correspondeu a menor parte da fração fibrosa, com médias 23,60; 29,72 e 25,20% para as dietas 65PF:35FL, 55PF:45FL e 45PF:55FL, respectivamente o que pode estar relacionado à qualidade dos volumosos (palma forrageira e feno de leucena) quanto a quantidade de constituintes fibrosos e, provavelmente, de baixo teor de lignina.

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas com associação da palma forrageira ao feno de leucena e da interação dietas x tempo de incubação no rúmen sobre a degradação da MS e PB (Tabela 7), com médias $63,45\pm 17,19$ e $50,23\pm 26,62\%$, respectivamente. Houve efeito ($P<0,05$) de dietas para degradação da FDN (Tabela 7), com maiores valores obtidos quando da maior proporção de palma forrageira, o que demonstra a qualidade nutricional deste ingrediente, no sentido de melhorar a degradação da parede celular quando em maior participação nas dietas, facilitando a degradação da fração fibrosa.

A palma forrageira favorece a degradação da MS, PB e FDN de dietas, no entanto, não se recomenda a utilização deste ingrediente de forma exclusiva para ruminantes, por não conter fibra fisicamente efetiva (FDNfe) em sua composição, favorecendo, assim, a

associação com fontes volumosas de FDNfe. Segundo Mertens (1997), a fibra fisicamente efetiva é definida como a capacidade da fonte de fibra em estimular a ruminação e, conseqüentemente, a mastigação. Assim, torna-se favorável a associação da palma forrageira ao feno de leucena, garantindo a efetividade da fibra, estimulando a ruminação e a produção de saliva, visando manter as condições normais do ambiente ruminal (ARMENTANO e PEREIRA, 1997).

Tabela 7. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro das dietas contendo palma forrageira em associação ao feno de leucena, como fonte de fibra, para ruminantes.

Item	Dietas			EPM	P dieta	P tempo de incubação	P Dieta x tempo
	65%PF: 35%FL	55%PF: 45%FL	45%PF:5 5%FL				
MS	64,81	64,07	61,48	2,56	0,1383	<0,0001	0,9675
PB	50,11	50,25	50,34	3,97	0,9868	<0,0001	0,7783
FDN*	38,89 ^a	34,22 ^b	30,75 ^c	3,13	<0,0001	<0,0001	0,2908

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste SNK, a 5% de probabilidade.

* $\hat{y} = 52,935 - 0,407x$; $R^2 = 0,9635$; $P < 0,0001$.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) do tempo de incubação no rúmen para degradação da MS, PB e FDN (Figuras 1; 2 e 3), com incremento da degradabilidade *in situ* com o aumento do tempo de incubação das dietas, havendo pico máximo de degradação em 57,3; 64,1 e 77,0 horas de incubação, respectivamente para MS, PB e FDN.

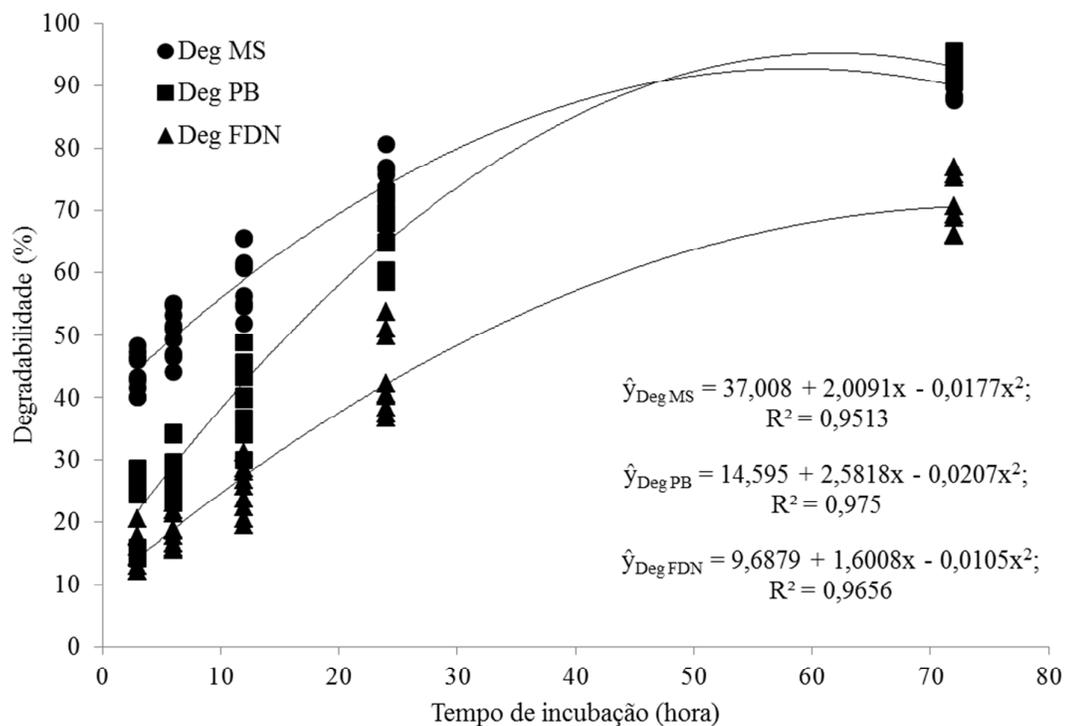


Figura 1. Degradabilidade *in situ* da matéria seca (Deg MS), da proteína bruta (Deg PB) e da fibra em detergente neutro (Deg FDN) das dietas contendo palma forrageira, em associação ao feno de leucena para ruminantes, em função do tempo de incubação.

6 CONCLUSÃO

Maior proporção de palma forrageira associada ao feno de leucena, como fonte de fibra fisicamente efetiva em dietas para ruminantes, proporciona incremento na degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, sendo recomendado o uso de 65% de palma forrageira associada 35% de feno de leucena.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.

AGUIAR, M. S. M. A. et al. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1013-1030, 2015.

ALVES, J. N. **Feno de erva-sal associado à palma forrageira em dietas para novilhos Sindi**. Recife: Universidade Federal da Paraíba, 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 2008.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012.

AOAC International. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 19th.ed., Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA, 2012.

ARAÚJO, R. A. et al. Composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ* de capim-marandu em sistemas silvipastoris formados por babaçu e em monocultivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 401-412, 2016.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**. v. 80, n. 7, p. 1416- 1425, 1997.

BARRETO, M. L. J. et al. Utilização de leucena (*Leucaena leucocephala*) na alimentação de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n.1, p. 7-16, 2010.

BAYÃO, G. F. V. et al. Desidratação e composição química do feno de Leucena (*Leucaena leucocephala*) e Gliricidia (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 3, p. 365-373, 2016.

BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2760-2773, 1995.

CAMPOS, M. M. et al. Degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1487-1492, 2011.

CARVALHO, G. G. P. et al. Degradabilidade ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. **Ruminal degradability of some roughage hays for ruminants feeding**. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 575-580, 2006.

CASALI, A. O. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CAVALCANTE, L. A. D. et al. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.

CORRÊA, D. S.; MAGALHÃES, R. T.; SIQUEIRA, D. C. B. Degradabilidade ruminal da matéria seca e fração fibrosa de duas cultivares de estilosantes. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 66, n.4, Aug. 2014.

DOMINGUES, J. L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38 n. spe, 2009.

EDWARDS, A. et al. Yield, chemical composition and In Vitro Ruminal Fermentation of the Leaves of *Leucaena Leucocephala*, *Gliricidia Sepium* and *Trichanthera Gigantea* as Influenced by Harvesting Frequency. **Journal of Animal Science Advances**, v. 2, p. 321-331, 2012.

FERREIRA, M. A. et al. **Palma forrageira e ureia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 30 p.

FIGUEIROA, F. J. F. et al. Cultura de leveduras na digestibilidade *in vitro* de dietas com diferentes proporções de volumosos, **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 169-178, 2015.

GOES R. H. T. B. et al. Degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

LARMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, A. J. A Simple Method for the Analysis of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5, p. 922-928, 1996.

MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n. 1, p. 7-17, 2007.

MAKKAR, H. P. S. Recommendation for quality control of in sacco nylon bag technique. In: FIRST RESEARCH COORDINATION MEETING OF THE FAO/IAEA COORDINATED RESEARCH PROJECT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FOR USE OF NUCLEAR AND RELATED TECHNIQUES TO DEVELOP SIMPLE TANNIN ASSAYS FOR PREDICTING AND IMPROVING THE SAFETY AND EFFICIENCY OF FEEDING RUMINANTS ON TANNINIFEROUS TREE, Viena, 1999. **Proceedings...** Viena: FAO/IAEA, 1999. 3 p.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 4, p. 645-665, 1977.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463, 1997.

- MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: DIJKSTRA, J. FORBES, J.M; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminants digestion and metabolism**. 2. ed., Madison: USDA, p. 13-48, 2005.
- MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p. 1437-1446, 1980.
- MUNIZ, E. B. et al. Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 604-610, 2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**. v. 71, n. 8, p. 2051-2059, 1988.
- OLIVEIRA, A. S. C.; CAVALCANTE FILHO, F. N.; RANGEL, A. H. N. A Palma forrageira: Alternativa para o Semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 49 – 58, 2011.
- ØRSKOV, D. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, p. 499-503, 1979.
- ØRSKOV, E. R. **Nutrición proteica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178 p.
- ØRSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p.1624-1633, 1986.
- PADUA, F.T. et al. Produção de matéria seca e composição químico-bromatológica do feno de três leguminosas forrageiras tropicais em dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1253-1257, 2006.
- PEREIRA, A. P. M. S.; LIMA, C. G. Ajuste do modelo de ØRSKOV e McDONALD (1979) a dados de degradabilidade ruminal *in situ* utilizando mínimos quadrados ponderados. **Científica**, v. 42, n. 1, p. 39–45, 2014.
- PIRES, A. J. V. et al. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 953-957, 2006.
- POSSENTI, R. A. et al. Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1509-1516, 2008.
- POSSENTI, R. A. et al. Efeitos do uso de leucena e levedura em dietas para bovinos sobre a degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro*. **Boletim de Indústria Animal**, v. 66, n. 1, p. 21-31, 2009.

RAMOS, A. O. et al. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de plama forrageira na alimentação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 648-659, 2013.

RUIZ, M. E.; RUIZ, A. (Eds.) **Nutricion de rumiantes**: guia metodologica de investigaci3n. San Jos3: IICA-RISPAL, 1990. 340 p.

SAMPAIO, I. B. M. Contribui3es estatísticas e de t3cnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ/EDUEM, 1994.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística Aplicada à Experimentação Animal**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265 p.

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants**. Reading: University of Reading, 1988. 214 p. Tese (Doutorado) - University of Reading, 1988.

SAMPAIO, I. B. M. Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade *in situ* In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, MG, 1997. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p.165-178.

SILVA, J. G. M.; LIMA, G. F. C.; M.; RÊGO, M. T. Cactáceas Nativas na Alimentação de Ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, p. 53-62, 2013.

SILVA, M. F.; BATISTA, A. M. V.; ALMEIDA, O. C. Efeito da adiç3o de capim elefante a dietas à base de palma forrageira sobre a fermentaç3o ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997, v. 1, p.140-142.

SILVA, R. R. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas holandesas em lactaç3o. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 29, n. 3, p. 317-324, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS – SAS. **Statistical Analysis Systems User’s Guide**: Statistics, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.

TONISSI, R. H. et al. Degradabilidade *in situ* dos gr3os de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 271-277, 2010.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. Cornell: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VASCONCELOS, A. G. V. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 55, n. 1, p. 125-129, 1972.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* 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.