



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS “PROF.<sup>a</sup> CINOBELINA ELVAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO FORRAGEIRA DE TRÊS VARIEDADES**  
**DE PALMA CULTIVADAS COM DOSES DE FÓSFORO NO**  
**SUL DO PIAUÍ**

**BÁRBARA SILVEIRA LEANDRO DE LIMA**

Bom Jesus – PI

2017

**BÁRBARA SILVEIRA LEANDRO DE LIMA**

**CARACTERIZAÇÃO FORRAGEIRA DE TRÊS VARIEDADES  
DE PALMA CULTIVADAS COM DOSES DE FÓSFORO NO  
SUL DO PIAUÍ**

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Aldrovandi Torreão Marques

**Co-orientador:** Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof.a Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição e produção de alimentos), para obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus – PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Bom Jesus  
Serviço de Processamento Técnico

L732c Lima, Bárbara Silveira Leandro de.

Caracterização forrageira de três variedades de Palma cultivadas com doses de fósforo no sul do Piauí. / Bárbara Silveira Leandro de Lima. – 2017.

61 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e Produção de Alimentos), Bom Jesus-Pi, 2017.

Orientação: “Prof. Dr. Carlos Aldrovandí Torreão Marques”.

1. Adubação. 2. Composição química. 3. Degradabilidade.

4. Fósforo. 5. *Nopalea*. 6. *Opuntia*. Título I.

CDD 633.2

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS “PROF.<sup>a</sup> CINOBELINA ELVAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

Título: Caracterização forrageira de três variedades de palma Cultivadas com doses de fósforo no Sul do Piauí

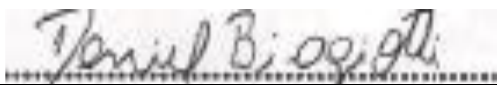
Autora: Bárbara Silveira Leandro de Lima

Orientador: Prof. Dr. Carlos Aldrovandi Torreão Marques

Co-orientador: Ricardo Loiola Edvan

Aprovado em: 31/03/2017

Banca examinadora



---

Prof. Dr. Daniel Biagiotti



---

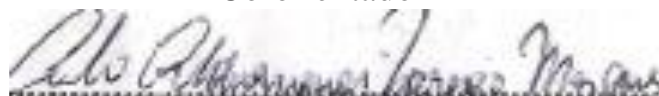
Profa. Dra. Viviany Lúcia Fernandes dos Santos



---

Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan

Co-orientador



---

Prof. Dr. Carlos Aldrovandi Torreão Marques

Orientador

Bom Jesus

2017

A DEUS, pelo dom da vida e por conceder-me força coragem e determinação  
para concretizar esse ideal.

Aos meus pais Francisco Leandro de Lima Neto e Berenice da Silveira Leandro  
de Lima (*in memoriam*) que sempre acreditaram na minha capacidade,  
incentivando-me, apoiando-me e acima de tudo pelo amor dedicado, respeito  
ensinado e simplicidade demonstrada. Eu os amos.

Com Carinho

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por ser meu centro.

Aos meus pais Francisco Leandro e Berenice (*in memoriam*), por serem meus pilares, meu conforto, meus provedores.

A Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, através do curso de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade da realização da presente dissertação.

A meu Orientador Carlos Aldrovandi Torreão Marques e Co-orientador Ricardo Loiola Edvan pela orientação, ensinamentos, sugestões e transmissão de experiências profissionais, agradeço muito pela grandiosa contribuição na obtenção desse título.

Ao Prof. Marco Jacome, pelas valiosas sugestões do trabalho.

Aos Professores Marcelo Lopes e Marcelo xisto, pelo apoio incondicional e sincera amizade.

Aos trabalhadores da fazenda escola experimental Alvorada do Gurgueia do Campus Professora Cinobelina Elvas- UFPI, aos amigos Franklin, Flávia, Paulo José, Teobaldo Jr., Railane, Keuven, Nayrlon, Érica pelas indispensáveis participações na condução do experimento e coletas de campo.

A Daliane, Mayra, Rivanne, Bernardo, Alisson, Marlos, Leonildo, pela colaboração e apoio na realização das análises laboratoriais.

A Rute Marins, Paulo Henrique, Paulo Roberto, Mario Cesar e Francisco Gleyson, Denise Bidler pelo estímulo, pelas sinceras palavras de apoio, pela amizade e incentivo durante os momentos críticos, OBRIGADA.

A secretária da Diretoria Andreia pela cooperação e apoio durante o curso.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da UFPI/CPCE, pelos ensinamentos prestados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa conquista, meu MUITO OBRIGADO.

## EPÍGRAFE

A sabedoria, árvore da vida.

“Feliz quem achou a sabedoria e alcançou o entendimento. Pois adquiri-la vale  
mais que ter prata e seu rendimento supera o ouro fino”

Provérbios 3; 13-14

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Bárbara Silveira Leandro de Lima, filha de Francisco Leandro de Lima Neto e Berenice da Silveira Leandro de Lima (*in memoriam*), nasceu em Butantã, São Paulo- SP em 30 de dezembro de 1992.

Em agosto de 2010 ingressou no curso de bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal do Piauí- UFPI, (*Campus* Professora Cinobelina Elvas- CPCE, Bom Jesus, Piauí), ao decorrer do curso foi estagiaria em sistemática e filotaxia vegetal, monitora de nutrição de não ruminantes ambos durante um semestre, estagiaria em Forragicultura durante um ano e cinco meses.

De março de 2013 a dezembro 2014 foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) na universidade Federal do Piauí. Publicou alguns artigos científicos e resumos simples e expandidos, fez diversos estágio extracurricular.

Em dezembro de 2014 concluiu o curso de Zootecnia, neste mesmo mês foi aprovado na seleção do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZOO). Em março de 2015 deu início as aulas do mestrado.



## SUMÁRIO

	Pagina
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTAS DE FIGURAS</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO GERAL</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT GERAL</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>15</b>
<b>1. SEMIÁRIDO NORDESTINO BRASILEIRO</b>	<b>16</b>
<b>2. ASPECTOS DA CULTURA DA PALMA</b>	<b>17</b>
2.1 Origem E Distribuição Geográfica	17
2.2 Morfofisiologia da palma forrageira	18
2.3 Exigências Edafoclimaticas	20
2.4 Influencia Do Fósforo No Seu Desenvolvimento	22
<b>3. PALMA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES</b>	<b>23</b>
<b>4. DEGRADABILIDADE <i>in situ</i></b>	<b>25</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>26</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERIZAÇÃO FORRAGEIRA DE VARIEDADES DE PALMAS CULTIVADAS COM DOSES DE FÓSFORO NO SUL DO PIAUÍ</b>	<b>38</b>
<b>Resumo</b>	<b>39</b>
<b>Abstract</b>	<b>39</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>40</b>
<b>2. Metodologia</b>	<b>41</b>
<b>3. Resultado e Discussão</b>	<b>45</b>
<b>4. Conclusão</b>	<b>58</b>
<b>5. Referências bibliográficas</b>	<b>58</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

	Pagina
<b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância para os parâmetros morfométricos de variedades palma forrageira, em adubação fosfatada.....	45
<b>Tabela 2.</b> Caracterização agrônômica de variedades de palma forrageira sob diferentes doses de adubação fosfatada.....	46
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância para as variáveis químicas de variedades palma forrageira, em adubação fosfatada.....	51
<b>Tabela 4.</b> Composição química de variedades de palma forrageiras com diferentes níveis de adubo fosfatado.....	52
<b>Tabela 5.</b> Médias das estimativas das frações da cinética de degradação ruminal de duas variedades de palma forrageiras doce miúda e orelha elefante mexicana com diferentes doses de adubo fosfatado.....	55

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2

	Pagina
<b>Figura 1.</b> Dados meteorológicos do local do experimento, nos anos de novembro de 2013 a novembro de 2015. Fonte: <a href="http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep">http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep</a> . Estação: 82870-Vale do Gurgueia Cristino Castro, Piauí.....	42
<b>Figura 2.</b> (A) Massa verde de forragem por planta MVFP (Kg planta <sup>-1</sup> ), (B) Massa verde de forragem total MVFT (t ha <sup>-1</sup> ) e (C) Número de cladódios por planta de variedades de palma forrageira submetido a diferentes doses de adubo fosfatado. *significativo a 5% de probabilidade.....	49
<b>Figura 3.</b> Eficiência agrônômica de doses de fósforo em diferentes variedades de palmas forrageiras.....	50
<b>Figura 4.</b> Degradabilidade Potencial (DP) da Matéria seca; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h). (V1D1- Miúda com 0 kg ha P; V1D2- Miúda com 30 kg ha P; V1D3- Miúda com 60 kg ha P; V1D4- Miúda com 90 kg ha P; V3D1- OEM com 0 kg ha P; V3D2- OEM com 30 kg ha P; V3D3- OEM com 60 kg ha P; V3D4- OEM com 90 kg ha P).....	57
<b>Figura 5.</b> Degradabilidade Potencial (DP) da Matéria seca; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h). (V1D1- Miúda com 0 kg ha P; V1D2- Miúda com 30 kg ha P; V1D3- Miúda com 60 kg ha P; V1D4- Miúda com 90 kg ha P; V3D1- OEM com 0 kg ha P; V3D2- OEM com 30 kg ha P; V3D3- OEM com 60 kg ha P; V3D4- OEM com 90 kg ha P).....	58

## RESUMO GERAL

LIMA, B.S.L. (Caracterização forrageira de três variedades de palma Cultivadas com doses de fósforo no Sul do Piauí). 2017 (total de folhas ex: 61 f). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2017.

A palma forrageira tem grande diversidade de uso, porem pouco cultivada no Piauí, com isso objetivou-se avaliar o crescimento, produção, composição química e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de palma forrageira sob efeito de diferentes doses de adubação fosfatada nas condições do semiárido piauiense. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas no espaço, sendo que as parcelas compreendem três variedades de palma forrageira (palma doce miúda e doce baiana (*Nopalea cochenillifera*) e a palma orelha de elefante mexicana - OEM (*Opuntia tuna*) e as subparcelas representam quatro doses de adubo fosfatado (0 kg P ha<sup>-1</sup>; 30 kg P ha<sup>-1</sup>; 60 kg P ha<sup>-1</sup>; e 90 kg P ha<sup>-1</sup>), avaliando número de cladódios, altura da planta, comprimento, largura e perímetro e espessura dos cladódios. Evidenciou-se efeito significativo (P<0,05) para todas as variáveis com relação às variedades de palmas, enquanto a dose houve significância linear crescente para as variáveis massa verde de forragem por planta, massa verde de forragem total, número de cladódios, não houve efeito na interação dos fatores para todas as variáveis estudadas. A produtividade da palma foi influenciada (P<0,05) pelas dosagens da adubação fosfatada, obtendo-se de 74,93 toneladas de matéria verde por hectare e 46,61 quilos de matéria verde por planta hectare com aplicação de 90 kg P ha<sup>-1</sup>. A palma forrageira corresponde positivamente a adubação fosfatada, para as variáveis de massa verde de forragem por planta, massa verde de forragem total, e número de cladódios, onde os maiores valores foram encontrados com a adubação de 90 kg P ha<sup>-1</sup>. Para eficiência agrônômica as mais indicadas para a região são OEM e Miúda, que respondem satisfatoriamente ao clima, a variedade Baiana não apresentou uma eficiência agrônômica positiva em relação ao aumento na dosagem de P no solo. Em relação à composição química houve efeito (P<0,05) para interação dos fatores (dose fosfatada x variedades) para as variáveis avaliadas (MS, MM, MO, PB, FDA, HEM, LIG, CEL, CNF e CHOT), com exceção do extrato etéreo (EE) e fibra indigestível em detergente neutro (FDN). O EE apresentou diferença (P<0,0001) para as variedades de palma forrageira e a FDA obteve efeito (P<0,0032) para as doses de fósforo. Verificou-se, que a OEM apresentou o maior valor médio da fração (a em g kg<sup>-1</sup> de MS), em relação a doce miúda, e baixo valores de c, que é a taxa de degradação da fração b (g kg<sup>-1</sup> de MS). Uma menor taxa de degradação da fração b (g kg<sup>-1</sup> de MS por hora) da MS dessas forrageiras reflete um melhor aproveitamento da forrageira pelo animal. Para a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), em função dos períodos de incubação, as variedades apresentaram o mesmo comportamento, o pico foi em seis horas e a estabilidade a partir das doze horas.

**Palavras-chaves:** adubação, composição-química, degradabilidade, fósforo, *Nopalea*, *Opuntia*, produção

## ABSTRACT GERAL

LIMA, B.S.L. (Forage characterization of three palm varieties Cultivated with doses of phosphorus in southern Piauí). 2017 (total of sheets ex: 61f). Dissertation (master's in animal science) - Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2017.

The forage palm has great diversity of use, but little cultivation in Piauí, with the purpose of evaluating the growth, production, chemical composition and in situ degradability of different forage palm varieties under the effect of different doses of phosphate fertilization under the semi-arid conditions Piauiense. A randomized complete block design with subdivided plots in the space was used. The plots included three varieties of forage palm (sweet sweet palm and sweet baiana (*Nopalea cochenillifera*) and the Mexican elephant ear palm (*Opuntia tuna*) and The subplots represent four doses of phosphate fertilizer (0 kg P ha<sup>-1</sup>, 30 kg P ha<sup>-1</sup>, 60 kg P ha<sup>-1</sup> and 90 kg P ha<sup>-1</sup>), evaluating the number of cladodes, plant height, (P <0.05) for all variables in relation to palms, while the dose had an increasing linear significance for the variables green forage mass per plant, green mass (P <0.05) were influenced by the dosages of phosphate fertilization, obtaining from 74.93 tons of maize, total number of cladodes, no effect on the interaction of factors for all variables studied. Per hectare and 46.61 kg of green matter per hectare plant with application of 90 kg P ha<sup>-1</sup>. The forage palm corresponds positively to the phosphate fertilization, for the variables of green forage mass per plant, total green forage mass, and number of cladodes, where the highest values were found with fertilization of 90 kg P ha<sup>-1</sup>. For agronomic efficiency the most suitable ones for the region are OEM and Small, that respond satisfactorily to the climate, the Baiana variety did not present a positive agronomic efficiency in relation to the increase in the P dosage in the soil. In relation to the chemical composition, there was an effect (P <0.05) for interaction of the factors (phosphate dose x varieties) for the evaluated variables (MS, MM, MO, PB, FDA, HEM, LIG, CEL, CNF and CHOT). With the exception of ethereal extract (EE) and indigestible neutral detergent fiber (NDF). The EE presented a difference (P <0.0001) for the forage palm varieties and the FDA had an effect (P <0.0032) for the phosphorus doses. It was verified that the OM presented the highest average value of the fraction (a in g kg<sup>-1</sup> of DM), in relation to sweet da, and low values of c, which is the rate of degradation of fraction b (g kg<sup>-1</sup> of MS). A lower rate of degradation of the fraction b (g kg<sup>-1</sup> DM per hour) of DM of these forages reflects a better use of the forage by the animal. For the ruminal degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP), according to the incubation periods, the varieties showed the same behavior, the peak was in six hours and the stability from the twelve hours.

Key-words: fertilization, composition-chemistry, degradability, phosphorus, *Nopalea*, *Opuntia*, production

## INTRODUÇÃO GERAL

As regiões, climaticamente, definidas como áridas e semiáridas, representam aproximadamente 48 milhões de km<sup>2</sup>, distribuídas em 2/3 dos países do mundo, onde vive uma população estimada em 630 milhões de pessoas. Nestas, o fenômeno da seca é normal e causa sérios prejuízos ao setor agropecuário (OLIVEIRA et al., 2010).

No Brasil, a faixa territorial considerada como semiárida, abrange uma área de 969.589,4 km<sup>2</sup>, representando 11,39% do território brasileiro e 60% da região Nordeste (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005). Esta área é caracterizada por apresentar solos rasos de média a alta fertilidade, escassez e irregularidade das chuvas, que causam severos danos à economia regional com custos sociais elevados.

O principal problema climático da região Nordeste não é propriamente o volume médio de precipitação anual, mas, sobretudo a irregularidade do regime de chuvas. Desse modo, o desempenho da pecuária na região semiárida brasileira tem sido limitado pela baixa disponibilidade de forragens, principalmente nos períodos de prolongadas estiagens, além de manejo inadequado dos animais, má utilização dos recursos forrageiros existentes na região, pouco aproveitado do excedente de forragens nos períodos das chuvas, na forma de feno e silagem, e os altos custos das rações.

Em muitos criatórios, a produção de ruminantes no Brasil é realizada de forma extensiva, sem o preparo mais cuidadoso das áreas de pastagens, e/ou com baixo uso de insumos, tecnologia e mão de obra; sendo assim, Dias-Filho (2011) considerou que na atividade pecuária é possível produzir de forma predominantemente extensiva com eficiência mediana. Dentro desse contexto produtivo, os animais ruminantes apresentam um papel diferenciado, pois transformam produtos que não são utilizados pelo homem, ou que são utilizados de forma ineficiente por outros animais, em proteína de alta qualidade, vitaminas, minerais e energia (SILVA et al., 2010). No entanto, uma das principais limitações para tal atividade é a baixa disponibilidade de forragens para alimentação dos rebanhos no período de estiagem, sendo necessário o uso de plantas forrageiras que atendam às exigências nutricionais dos animais e que sejam adaptadas as condições semiáridas locais. Neste contexto, destaca-se a palma forrageira, especificamente os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, comumente cultivadas no nordeste brasileiro (NASCIMENTO et al., 2011).

São culturas já bem adaptadas ao semiárido nordestino, que tem as condições edafoclimáticas caracterizadas por solos rasos, pedregosos ou arenosos, com pouca matéria orgânica, porém ricos em minerais solúveis e pH próximo de sete (OLIVEIRA, 2011). Ambas

são plantas de metabolismo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) e apresentam elevada eficiência no uso da água. O cultivo de espécies forrageiras perenes, adaptadas às condições do semiárido, como as palmas, é importante alternativa para a sustentabilidade de produção nessas regiões, permitindo a fixação do homem no campo e garantindo sua qualidade de vida (DUBEUX JUNIOR et al., 2012).

As palmas forrageiras possuem mecanismos morfofisiológicos que permitem a absorção de água, mesmo que em pequenas quantidades, e reduzem a evaporação ao mínimo. Isso se deve ao fato destas plantas apresentarem processo fotossintético conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), caracterizado pela alta eficiência na utilização da água em virtude da absorção do CO<sub>2</sub> no período noturno e a transformação deste em biomassa pela luz do sol nas reações fotossintéticas (OLIVEIRA et al., 2010). Assim, chegam a economizar até 11 vezes mais água do que as plantas com outros mecanismos fotossintéticos (FISHER e TURNER, 1978).

A palma (*Opuntia* ou *Nopalea*) destaca-se por apresentar características morfofisiológicas tornando-a tolerante às estiagens. Considerando seus valores energéticos, alto coeficiente de digestibilidade de matéria seca e a capacidade de adaptação a condições de solo e climáticas, tornou-se a base para a alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro (COSTA et al., 2012).

Por outro lado, considerando que a estrutura fundiária do Nordeste é formada na sua maioria por pequenas propriedades, o uso de adubação é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência de produção de forragem.

Os solos das regiões tropicais, além da deficiência generalizada, apresentam alta capacidade de fixação de fosfato (adsorção e precipitação), limitando a produtividade das culturas nessas áreas (RAIJ, 1991). O fósforo é um elemento essencial para o crescimento das plantas, e dentre as suas funções uma é estimular o crescimento das raízes (MALAVOLTA, 1989). O fósforo é o elemento cuja falta limita mais frequentemente a produção das culturas (MOREIRA e MALAVOLTA, 2001). No Brasil mostram que os teores de fósforo disponível no solo são comumente baixos, que aproximadamente 90% das análises (GOEDERT et al., 1984).

A palma forrageira é uma cultura possuidora de uma alta interação com o meio ambiente, cuja absorção de nutrientes e desenvolvimento vegetativo será em função do genótipo. Em experimento realizado na região semiárida do Estado de Pernambuco-Brasil, concluíram que a espécie *Opuntia ficus-indica* cv. clone 20, respondeu ao uso da adubação

fosfatada com aumento de produtividade apenas em solos que apresentaram o nível de fósforo abaixo de 10 mg kg<sup>-1</sup> (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006).

Do ponto de vista científico, existe uma carência de trabalhos de pesquisa com esta cactácea no Estado do Piauí, em especial, nas condições ecológicas do sertão.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros morfológicos e bromatológicos de três variedades de palma forrageira sob diferentes doses de adubação fosfatada no sul do Piauí. A dissertação foi desenvolvida sob protocolo N° 00000 do comitê de ética em experimentação animal da UFPI e estruturada conforme as normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI da seguinte forma: INTRODUÇÃO; CAPÍTULO 1. Revisão Bibliográfica elaborada de acordo com as normas da ABNT/ Revista Electrónica de Veterinária (<http://www.veterinaria.org/normas.html>); CAPÍTULO 2- artigo científico intitulado: “Caracterização forrageira de três variedades de palma Cultivadas com doses de fósforo no Sul do Piauí”, elaborado de acordo com as normas da Revista Electrónica de Veterinária (<http://www.veterinaria.org/normas.html>); e CONSIDERAÇÕES FINAIS.

## **CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Elaborada de acordo com as normas Revista Electrónica de Veterinária  
(<http://www.veterinaria.org/normas.html>)



## 1. SEMIÁRIDO NORDESTINO BRASILEIRO

No Brasil, o semiárido ocupa cerca de 11% do território nacional, predominantemente localizado no Nordeste, abrange uma área estimada de 982.563 km<sup>2</sup>(PEREIRA, 2007). O semiárido brasileiro apresenta temperatura média anual de 27°C; evapotranspiração potencial de até 2000 mm ano<sup>-1</sup>, umidade do ar em torno de 50%; e precipitação média anual oscilando entre 450-600mm (SUDENE, 1985). Mesmo sob essas condições o Brasil possui uma das regiões semiáridas mais chuvosas do mundo (CONTI e SCHOEDER, 2013).

Os solos mais comuns do semiárido são os dos tipos sedimentares arenosos ou de origem arqueana, pobres em matéria orgânica, menos de 1%, rasos e pedregosos, ricos em sílica ou sílico-argilosos, muitos secos, quase sem húmus, alcalinos ou salinos, poucos permeáveis (DUQUE, 2004), porém contento regular teor de cálcio e potássio (DUQUE, 2001). Nas margens dos rios encontra-se a presença de solos com fertilidade natural média a alta (OLIVEIRA et al., 2005). Os solos são sujeitos à erosão, e verifica-se que a vazão causa prejuízos, sob o ponto de vista da perda de solo que contribuem para a degradação ambiental podendo provocar a redução da qualidade de água com agrotóxicos e nutrientes, assoreamento de córregos e lagos, enchentes e inundações, as quais afetam a fauna, a flora e as atividades humanas (SILVA et al., 2003).

A pecuária é a principal atividade rural desenvolvida no semiárido nordestino, com destaque para o rebanho de pequenos ruminantes- ovinos e caprinos- que, respectivamente, representam 57% e 89% do montante nacional desses animais (IBGE, 2014). Geralmente, eles são criados extensivamente, alimentando-se das espécies nativas e, durante a estiagem, mantidos por espécies forrageiras.

A Caatinga, bioma característico do semiárido brasileiro, é composta, predominantemente, por espécies xerófitas adaptadas ao contexto hídrico da região. A família botânica das cactáceas é uma das mais representativas desse bioma, constituindo importante fonte de água e carboidratos para os ruminantes. Um grande número de cactos possui utilização forrageira, porém dentre eles destaca-se a palma forrageira (CORREIA et al., 2012; LUCENA et al., 2015; ALMEIDA, 2012).

A palma gigante (*Opuntia ficus indica*), a palma redonda (*Opuntia* sp.) e a palma miúda (*Nopalea cochenilifera*) são as três principais variedades de palmas forrageiras cultivadas no Nordeste brasileiro. Foram introduzidas no Brasil por volta de 1880, em Pernambuco, através de sementes vindas do Texas, nos Estados Unidos. Essas espécies não toleram umidade excessiva em solos profundos, e apresentam boa capacidade de extração de água do solo, possuindo cerca de 90-93% de umidade, característica importante para a

adaptação no semiárido (SILVA e SANTOS, 2006). A palma gigante tem sido cultivada em maior escala, seguida da Redonda e algumas áreas a Miúda. Todavia há necessidade de mais estudos em relação a outros sistemas de cultivos e testes de novos genótipos que possibilitem a ampliação da área cultivada na região (NASCIMENTO et al., 2011).

Os criadores de pequenos ruminantes da região Nordeste brasileiro tradicionalmente adotam os sistemas extensivos de produção e tem a forragem como à principal fonte de alimentação, a ausência de práticas de conservação de forragem faz com que em épocas de seca os produtores rurais fiquem extremamente dependentes de concentrados comerciais, por outro lado, durante o período das águas, grandes quantidades de forragem nativa são desperdiçadas, por consumo insuficiente dos animais (XIMENES et al., 2010). Tradicionalmente os produtores utilizam como suplementos energéticos e proteicos o fubá de milho e o farelo de soja, respectivamente, porém o grande problema é o elevado preço e a baixa disponibilidade desses alimentos, que aumentam consideravelmente o custo da produção. A utilização dos recursos forrageiros na alimentação dos ruminantes é um dos suportes da pecuária do semiárido nordestino, a Palma forrageira torna-se essencial em algumas épocas do ano devido seu elevado valor nutricional com menor consumo de água pelos animais, além ser um recurso alternativo economicamente viável e imprescindível na alimentação dos ruminantes do Nordeste brasileiro (FERREIRA, 2011).

## 2. ASPECTOS DA CULTURA DA PALMA

### 2.1 Origem e distribuição geográfica

As espécies de palma *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck são originárias do México. Plantas mais destacadas do império Asteca, originalmente cultivada somente no continente Americano, encontra-se atualmente distribuída em todo o mundo, desde o Canadá (latitude 59°N) a Argentina (latitude 52°S), do nível do mar aos 5100m de altitude no Peru. Da Europa, para onde foi levada desde 1520, esta cactácea mexicana se espalhou, a partir do Mediterrâneo, para a África, Ásia e a Oceania (HOFFMANN, 2001).

Introduzida no Brasil durante o período de colonização para a produção da cochonilha do carmim, que não prosperou. Mas, já em 1893, Barbosa Rodrigues recomendava o plantio de *O. ficus indica* para ser usada como forrageira para alimentação do gado nas épocas de seca (MENEZES et al., 2005). Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade ao semiárido do Nordeste Brasileiro. O

seu cultivo no Nordeste do Brasil, com a finalidade forrageira, começou no início do século XX, o mesmo acontecendo nas regiões áridas e semiáridas dos Estados Unidos, África e Austrália (OLIVEIRA, 2011).

As palmas têm um enorme potencial de uso ainda a ser explorado, no Brasil é o único programa de melhoramento genético da palma é conduzido pelo IPA, em conjunto com a UFRPE- Universidade Federal Rural de Pernambuco, o IPA possui mais de 1.350 acessos, desses 1.000 são clones em processo de avaliação e 350 são genótipos oriundos de diversas regiões do mundo. O programa lançou as cultivares predominantemente plantadas na região e vem alcançando incrementos produtivos ao longo dos anos (SANTOS et al., 2011). Embasamento técnico-científico dessa cultura promete solucionar problemas com as criações e produtores.

## 2.2 Morfofisiologia da palma forrageira

A palma forrageira pertence a divisão: *Embryophyta*, subdivisão: *Angiospermeae*, classe: *Dicotyledoneae*, subclasse: *Archiclamideae*, ordem: *Opuntiales* e família: *Cactaceae* (SILVA e SANTOS, 2006). Foram descritas cerca de 300 espécies de cactáceas pertencentes ao gênero *Opuntia*, distribuídas desde o Canadá até a Argentina. Entre as espécies mais utilizadas 12 espécies pertencem a *Opuntia* e uma a *Napolea* (SCHEINVAR, 2001; REINOLDS e ARIAS, 2007).

Classifica três espécies de palma encontradas no Nordeste do Brasil, a palma gigante, palma redonda e palma miúda, são cactáceas sem espinhos, de crescimento rápido e teor de umidade superior às outras cactáceas, sendo os cladódios das plantas do gênero *Nopalea* menos pesadas e menores do que as do gênero *Opuntia* (OLIVEIRA et al., 2011).

O gênero *Opuntia* apresentam variação entre si quanto ao porte, formato dos cladódios e densidade de aréolas. O sistema radicular tem distribuição horizontal e superficial; a floração ocorre preferencialmente no terço médio superior da copa, onde os cladódios que recebem maior incidência luminosa apresentam também, maior fertilidade (KIESLING, 1998; SEGANTINI et al., 2010).

As *Nopalea* possuem os mais variados portes, dois a nove metros de altura; com cladódios geralmente elípticos. Certas espécies destacam-se por sua espinhosidade e porte elevado, no entanto a espécie utilizada na alimentação animal é de porte moderado, variando entre dois e quatro metros, com espinhos geralmente ausentes (LIM, 2012; BRITTON e ROSE, 1963). Quanto a sua constituição 83-88% são de água; 10-13% de matéria seca, 2-33% de carboidratos não fibrosos, essas espécies foram enquadradas no gênero *Nopalea* devido a

diferenças relacionadas a morfologia gamética, distinguindo-a das *Opuntia* (LIM, 2012; LI e TAYLOR 2007).

Os conhecimentos florais sobre o gênero *Nopalea* são bastante incipientes. Um detalhamento mais específico ocorreu na espécie *N. cochelinifera* Salm Dyck, uma espécie monóica que possui flores modificadas em formato tubular, com estruturas compactas e adensadas; sua polinização é ornitófila, realizada pelo beija-flor. Possuem cor vermelha ou laranja com pétalas que não desabrocham completamente e parecem atrofiadas. Os estames são longos e ultrapassa as pétalas, geralmente ficando em contato com estigma e, por vezes, mais alto. Sobre a reprodução da espécie mencionada, pouco se compreende (LIM, 2012).

A palma forrageira por ser uma cactácea que apresenta características morfofisiológicas de adaptação as condições do semiárido, passou a ser cultivada em larga escala pelos criadores, principalmente de Pernambuco e Alagoas, constituindo-se numa das principais forrageiras para o rebanho na época seca (LIRA et al., 2013). Visto que a planta apresenta mecanismo fisiológico especial no que se refere a absorção, aproveitamento e perda de água, sendo bem adaptadas as condições adversas destas regiões (TELES et al., 2002).

A fisiologia da palma forrageira é caracterizada pelo processo fotossintético MAC (Metabolismo Acido da Crassulácea), que assimila dióxido de carbono durante a noite. Devido às restrições na disponibilidade de água e pressão ambiental resulta em baixa transpiração e fechamento dos estômatos durante o dia, a fim de manter a hidratação dos tecidos (CHIACCHIO et al., 2006). Entretanto, na ausência de estresse a palma pode atuar como MAC facultativa, ou seja, ajustar o padrão de captação de dióxido de carbono, como ocorre com outras cactáceas, crassuláceas e bromeliáceas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Locais onde as noites são frias e a umidade do ar elevada, com a possível ocorrência do orvalho, representam condições ótimas para o cultivo desta planta. Em localidades cujas noites são quentes e secas, a cultura perde muita água e o seu desenvolvimento é prejudicado (SAMPAIO, 2005).

A eficiência no uso da água (kg de água/ kg de matéria seca) por parte das plantas MAC é muito superior às plantas de metabolismo C3 e C4. Em relação às plantas C3 essa superioridade atinge até onze vezes (SAMPAIO, 2005). Conforme observações de Mohamed-Yasseen e colaboradores (1996), a capacidade de adaptação desta cultura aos ecossistemas áridos e semiáridos, também se expressa no seu potencial de armazenar água e nutrientes no período das chuvas, para serem usados na época seca mais economicamente do que as culturas alternativas.

Pesquisas realizadas no Texas, EUA, durante quatro anos, mostraram que a palma forrageira apresentou um nível de eficiência no uso da água de 162 kg de água/kg matéria seca<sup>-1</sup>, eficiência superior a qualquer outra espécie de planta (C3 e C4), segundo medições feitas em nível de campo (HAN e FELKER, 1997). Por outro lado, resultados de experimentos conduzidos em quatro municípios do semiárido do Estado de Pernambuco-Brasil, evidenciaram que em todas as localidades pesquisadas, a palma adensado (40.000 plantas ha<sup>-1</sup>) foi mais eficiente no uso da água da chuva, o que resultou em uma maior produção de forragem por unidade de índice pluviométrico (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006).

No Brasil, com destaque para a região Nordeste, o cultivo desta cactácea foi incentivado em virtude de seus atributos morfológicos serem adequados a regiões semiáridas (TEIXEIRA et al., 1999). As variedades de palma do gênero *Opuntia* mostram um maior potencial de adaptação as regiões de baixa disponibilidade de água no solo, em virtude da reserva hídrica contida nos seus cladódios em relação ao gênero *Nopalea* (SALES e ANDRADE, 2006).

Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas como forrageiras. Existem três espécies de palma encontradas no Nordeste do Brasil, a palma gigante, palma redonda e palma miúda, são cactáceas sem espinhos, de crescimento rápido e teor de umidade superior às outras cactáceas (OLIVEIRA et al., 2011).

A palma forrageira é uma alternativa para alimentação dos rebanhos e manutenção da atividade pecuária no semiárido nordestino, onde o grande limitante da produção pecuária está relacionado à quantidade de forragem produzida, o cultivo da palma forrageira no semiárido brasileiro é uma importante ferramenta na sustentabilidade pecuária regional (SILVA, 2012).

### 2.3 Exigências edafoclimáticas

Embora se tenha referência, na literatura, sobre as condições climáticas favoráveis ao cultivo da palma forrageira por se tratar de uma cultura com grandes oportunidades de adaptabilidade as condições de semiaridez, seu cultivo tem sido realizado sem que haja um embasamento técnico-científico no que se trata das suas necessidades climáticas (MOURA et al., 2011).

A palma forrageira é uma cultura bem adaptada às condições adversas do semiárido, apresenta-se como uma alternativa primordial para estas regiões, visto que é uma cultura que apresenta aspecto fisiológico especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água, sendo bem adaptada às condições adversas do cenário em questão, entretanto, para a obtenção de altas produtividades faz-se necessário intensificar o seu cultivo, sendo importante, dentre

outros fatores observar a fertilidade do solo e corrigir as deficiências por meio das adubações orgânica e mineral, em uso exclusivo ou, preferencialmente, associando as duas formas. (SANTOS et al., 2002). Contudo, o bom rendimento dessa cultura está relacionado as áreas com precipitação pluvial anual, media, entre 400 e 800 mm, umidade relativa acima de 40% e temperatura diurna/noturna de 15°C a 25°C (NOBEL, 2001; SILVA e SAMPAIO, 2015).

Por essas razões, é nítida, de acordo com a literatura, que a melhor produtividade da palma forrageira na região Nordeste em áreas de temperaturas amenas, como por exemplo, as do Agreste de Pernambuco. Instituições de pesquisas passaram a partir da década de setenta, a desenvolver mecanismos que permitissem indicar, com maior margem de segurança, o local e a data mais apropriada para plantar determinada cultura, como também o tipo de cultivar mais adequada para cada região (MOURA et al., 2011).

Os critérios estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, basearam-se nas análises térmicas e hídricas, utilizando-se séries históricas com, no mínimo, quinze anos de registros contínuos, considerando-se a temperatura média anual entre 16°C a 27°C, a temperatura máxima – média anual 28,5°C a 33°C, a temperatura mínima - média anual 8,5°C a 22°C e a precipitação média anual 360mm/ano a 800mm/ano (MAPA, 2010).

A palma forrageira é uma cultura relativamente exigente quanto às características físico-químicas do solo. Desde que sejam férteis, podem ser indicadas áreas de textura arenosa à argilosa, sendo, porém mais frequentemente recomendados os solos argila arenosos. Além da fertilidade, é fundamental, também, que os mesmos sejam de boa drenagem, uma vez que áreas sujeitas a encharcamento não se prestam ao cultivo da palma. (SANTOS et al., 2002).

O espaçamento depende do sistema adotado pelo produtor. Quando o objetivo é realizar cortes a cada dois anos e assim obter maior produção, pode-se optar por plantio em sulcos, com espaçamento adensado de 1,0 x 0,25 m ou 1,0 x 0,5 m (FARIAS et al., 2005). Pode ainda ser feito o super adensamento que utiliza espaçamento de 1,6 x 0,1 m, o que demanda mais adubação. Quando o objetivo é a consorciação com culturas alimentares ou outras forrageiras, o espaçamento recomendado é de 3,0 x 1,0 x 0,5 m. Neste caso, pode ser utilizado com a vantagem de permitir tratos culturais com tração motorizada, dependendo da necessidade do produtor (SANTOS et al., 2009).

Para a adubação mineral, é necessário se proceder a uma análise do solo para uma melhor orientação quanto aos níveis a serem recomendados.

## 2.4 Influencia do fósforo no seu desenvolvimento

O fósforo é um macronutriente menos exigido pelas plantas, porém não impede que seja o nutriente mais usado em adubação no Brasil. Nas regiões tropicais e subtropicais, como acontece no Brasil, é elemento cuja falta no solo mais frequentemente limita a produção, principalmente em culturas anuais: mais de 90% das análises de solo no Brasil mostram teores menores de fósforo disponível. Além da carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros, o elemento apresenta forte interação com o solo (fixação), o que reduz a eficiência da adubação fosfatada. (SILVA, 1986; MOREIRA e MALAVOLTA, 2001; GOEDERT et al., 1984).

Adubação é um dos pontos mais importantes no cultivo da palma forrageira, pois existe um aumento de produção quando se faz a adubação orgânica e mineral (ALBUQUERQUE, 2000). FAEPE (2004), a adubação é um dos recursos mais importantes e proporciona um bom desenvolvimento para palma forrageira. A adubação química, na produção de palma forrageira, promoveu um aumento de 29% na produção de matéria seca, em relação à testemunha (SANTOS, 1996).

O nível de adubação é fator determinante na produção de matéria verde e seca, principalmente, quando se trata de plantio adensado da palma. Trabalho realizado com solo de textura arenosa e média, encontraram baixas respostas ao fósforo na produção da palma forrageira cv. Gigante e respostas positivas apenas quando os teores de fósforo disponível no solo eram inferiores a  $10 \text{ mg dm}^{-3}$  (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006).

O fósforo foi o único elemento, que não apresentou déficit no solo em relação às entradas e saídas do sistema adubação/exportação. Tal fato é explicado pelo baixo teor de fósforo na matéria seca da palma (DUBEUX e SANTOS, 2005). Entretanto, com a sucessão de várias colheitas, é possível que a deficiência desses nutrientes venha a tornar-se cada vez mais frequente nas áreas de cultivo desta planta.

Adubação recomendada com fósforo, potássio, uso de calcário para implantação de palma adensado, conforme análise de solo da área, além de adubação com esterco da ordem de  $10 \text{ mg ha}^{-1}$  (CARVALHO FILHO et al., 2002).

A palma forrageira é uma cultura que responde a adubação e, o uso desta prática agrícola, pode ser uma forma de aumentar a produtividade dessa forrageira. Entretanto, para maior eficiência e produtividade da palma é necessário identificar os níveis ideais para obter maiores ganhos de biomassa (ARAÚJO FILHO, 2000).

### 3. PALMA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Na criação de ruminantes, a alimentação é responsável por grande parte dos custos (60 a 70%), sejam estes animais confinados ou criados extensivamente (SOUSA et al., 2016).

Por isso, é importante utilizar alimentos que possibilitem uma máxima produção a um baixo custo. As gramíneas forrageiras normalmente é a fonte mais barata para a alimentação animal, porém está sujeita a estacionalidade de produção, limitando a disponibilidade de forragem nos períodos de prolongadas estiagens, com isso é necessário buscar fontes alternativas para a alimentação animal, como silagem, feno e a palma forrageira (SANTOS et al., 2001).

A exploração pecuária da região Nordeste é influenciada pelas constantes secas e irregularidades das chuvas, impedindo uma exploração racional da atividade pecuária, uma vez que exige uma constância na produção e na oferta de alimentos. Esses fatores, desse modo, inviabilizam os sistemas tradicionais de produção, restando aos produtores, a utilização de alimentos alternativos, adaptados a região e ou a substituição de fontes dos diferentes nutrientes, especialmente proteína e energia, visando minimizar os custos de produção (TONELLO et al., 2011).

Existe grande variedade de alimentos que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes. Entretanto, o valor nutricional e a qualidade dos alimentos são determinados por complexa interação entre os nutrientes ingeridos e a ação dos microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão, absorção, transporte e utilização de metabólitos, além da própria condição fisiológica do animal (MARTINS et al., 2000).

A palma forrageira, em regiões do semiárido, é a base da alimentação dos ruminantes, pois é uma cultura adaptada às condições edafoclimáticas e além de apresentar altas produções de matéria seca por unidades de área. É uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos, 61,79% (WANDERLEY et al., 2012) e nutrientes digestíveis totais, 62% (MELO et al., 2003). Porém a palma apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro, em torno de 26% (FDN), necessitando sua associação a uma fonte de fibra que apresente alta efetividade (MATTOS et al., 2000).

A produtividade da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill), em cultivo adensada após dois anos do plantio, pode chegar a 220 t/ha de biomassa verde (OLIVEIRA et al., 2011). Valadares Filho e colaboradores, (2006) estudando essa mesma espécie encontraram valores de 5,02% para proteína bruta, 10,21% para material mineral e 55,63% de carboidratos não fibrosos, apresentando digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 75%, citado por Andrade et al. (2002).



A palma não pode ser fornecida aos animais exclusivamente, pois apresenta limitações quanto ao valor protéico e de fibra, não conseguindo assim atender as necessidades nutricionais do rebanho. Então, torna-se necessário o uso de alimentos volumosos e fontes protéicas. Animais alimentados com quantidades elevadas de palma, comumente, apresentam distúrbios digestivos (diarreia), o que, provavelmente, está associado à baixa quantidade de fibra dessa forrageira (ALBUQUERQUE et al., 2002). Daí a importância de complementá-la com volumosos ricos em fibra, a exemplo de silagens, fenos e capins secos.

A mistura da palma aos demais ingredientes da dieta melhora o consumo de fibra, aumentando o consumo efetivo dos nutrientes (SOUZA et al., 2010). Pode participar de 40 a 50% da matéria seca da dieta dos bovinos. A palma é um alimento que possui digestibilidade superior à da silagem de milho, mas contém um baixo teor de proteína bruta e de fibra. (SOUSA e NETO, 2002).

Nas espécies caprina e ovina, avaliaram o seu comportamento ingestivo com dietas que continham palma Gigante e Orelha-de-elefante na sua formulação, obtendo-se comportamentos ingestivos semelhantes entre as espécies. Entretanto, a palma Orelha-de-elefante proporcionou a redução no consumo de matéria seca por caprinos e ovinos que, segundo os autores, pode ter sido proporcionado pela quantidade de espinhos da variedade CAVALCANTI et al., 2008).

A avaliação do valor nutritivos dos alimentos através de técnica é opção para aumentar a qualidade e disponibilidade de recursos para alimentação animal em áreas semiáridas (AMIRA et al., 2014).

O conhecimento sobre a forragem consumida pelo animal é de fundamental importância, principalmente em países tropicais, em que a pecuária tem como base as pastagens, e desse modo, espera-se que a quantidade de forragem consumida aliada à sua qualidade, atenda totalmente ou em grande parte as exigências de manutenção, crescimento e produção do animal (PARIS et al., 2009).

No entanto, nos atuais sistemas de ajuste de rações para ruminantes, são essenciais informações relativas às fragmentações dos alimentos, bem como suas taxas de degradação, visando melhorar uma maior disponibilidade de energia no rúmen e maximizar a eficiência microbiana (GOES et al., 2010). Sendo assim, os métodos de obtenção do valor nutritivo dos alimentos, utilizados nas dietas dos ruminantes, além da determinação da composição químico-bromatológica, têm sido avaliados ensaios de degradabilidade (OLIVEIRA et al., 2014). Os parâmetros utilizados para estudar a degradabilidade ruminal dos alimentos, apesar de serem utilizados há muitas décadas, têm-se desenvolvido e melhor adaptados

consideravelmente nos últimos tempos (OLIVEIRA et al., 2014). Os interesses dos investigadores da área têm sido direcionados ao aperfeiçoamento de técnicas laboratoriais existentes, bem como, à produção de técnicas mais precisas (ARAÚJO et al. 2010).

#### 4. DEGRADABILIDADE *in situ*

No estudo para alimentação de ruminantes, visando apenas à quantidade de nutrientes, não tem sido suficiente, resultando assim busca por novas metodologias para avaliações específicas da utilização dos nutrientes da dieta pelos animais. Avaliando a proporção com que nutrientes se tornam disponíveis aos microrganismos ruminais e a quantidade que se perde da fermentação ruminal tem explicado o efeito do desempenho animal. Para se determinar as quantidades e relações de nutrientes necessários para um ótimo desenvolvimento microbiano e desempenho animal, deve-se em primeiro lugar estimar corretamente a medida com que os nutrientes dos alimentos, tornam-se disponíveis no rúmen (NOCEK, 1988, GOES et al., 2010). Com isso os métodos de obtenção do valor nutritivo dos alimentos nas dietas, determinação da composição químico-bromatológica, têm sido avaliados ensaios de degradabilidade (OLIVEIRA et al., 2014). Os parâmetros utilizados para estudar a degradabilidade ruminal dos alimentos, apesar de serem utilizados há muitas décadas, têm-se desenvolvido e melhor adaptados consideravelmente nos últimos tempos (OLIVEIRA et al., 2014). Os interesses dos investigadores da área têm sido direcionados ao aperfeiçoamento de técnicas laboratoriais existentes, bem como, à produção de técnicas mais precisas (ARAÚJO et al., 2010).

Um dos métodos para se avaliar a qualidade dos alimentos é a técnica *in situ*, que avalia degradabilidade ruminal. A técnica *in situ* consiste na suspensão do alimento a ser analisado no rúmen do animal, para que isso se torne possível é necessário a implantação de uma cânula no animal, através da qual são introduzidos no interior do rúmen saquinhos de náilon contendo o material a ser degradado. Esse material fica armazenado no rúmen por um determinado período de tempo, o que proporciona um contato direto do alimento a ser avaliado com o ambiente ruminal e seu dinamismo, sendo possível medir assim a sua taxa de degradação (SOARES, 2007). Os saquinhos que são confeccionados em náilon podem ser substituídos por saquinhos de tecido não-tecido (TNT – 100g/m<sup>2</sup>), que são confeccionadas 100% com polipropileno (CASALI et al., 2008).

Através da técnica da degradabilidade *in situ* é possível obter informações importantes da avaliação de alimentos, como taxa e o potencial de degradação ruminal de cada alimento. Essa técnica é fundamentada na importância da dinâmica animal-dieta (PETIT et al., 1994).

O tempo de incubação ruminal é uma das variáveis de maior influência sobre a representatividade dos resíduos indigestíveis em procedimentos de incubação *in situ* (CASALI et al, 2008). Como regra geral, para que o máximo potencial de degradação seja alcançado, Orskov e colaboradores, (1980) recomendam, para concentrados, de 12 a 36 horas de incubação; para forragens de alta qualidade, de 24 a 60 horas; e de 48 a 72 para forragens de baixa qualidade. Sampaio (1994) sugere, para o estudo da degradação de forrageiras, o intervalo de 6 a 96 horas, e cita que três ou quatro tempos de incubação estimariam a equação da degradabilidade com a mesma eficiência que sete ou mais tempos. Maior número de tempos de incubação nesse intervalo, além de aumentar o trabalho experimental, poderia interferir no processo digestivo devido a constante manuseio do rúmen, o que certamente ocasionaria elevação do erro experimental e estresse do animal.

Os nutrientes podem ser classificados, quanto a disponibilidade ruminal em, pelo menos, três frações: solúvel, degradável, não degradável. A técnica *in situ* visa quantificar essas frações e determinar a taxa de degradação da fração degradável (VAN SOEST, 1994).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A palma forrageira apresenta enorme potencial de fonte de alimento para os ruminantes da região semiárida, por suas características fisiológicas e anatômicas, contribuir para minimizar as dificuldades passadas por produtores nessas regiões.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S.G. Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco. Embrapa Semiárido. 6p. **Comunicado Técnico, 91**, 2000.

ALBUQUERQUE, S. S. C.; LIRA, M.A., SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N.; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) cv. gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1315-1324, 2002.

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.

AMIRA, C.; LOUISA, G.; LYAS, B.; SAMIR, M.; MOHAMED, L. A.; MORERÉ, L. M.; HACÈNE, B. Efeitos da Secundária Compostos de Cactos e Acácias Árvores em Rúmen microbianas Alterações Perfil Interpretada por Real-Time PCR. **Internacional Journal of Advanced Research**, v. 2, n. 3, p. 660-671, 2014.

ANDRADE, D. K. B.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; WANDERLEY, W. L.; SILVA, L. E.; CARVALHO, F. F. R.; ALVES, K. S.; MELO, W. S. M. Digestibilidade e absorção aparente em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2088-2097, 2002.

ARAUJO FILHO, J. T. **Efeitos da adubação fosfatada e potássica do crescimento da palma forrageira** (*Opuntia ficus-indica* Mill.) – Clone IPA-20. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 78p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) 2000.

ARAÚJO, S. A. C.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S.; LISTA, F. N. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim-elefante anão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 18-24. 2010.

BRITTON, N. L; ROSA, J. N. **The Cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family**. Courier Corporation, v. 3. p. 321, 1963.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SANTOS, G.S. et al. Degradabilidade ruminal do capim-elefante, da palma, do guandu e da parte aérea da mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM)

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. 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.

CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; LIRA, M. A.; RIBEIRO, V. L.; RIBEIRO NETO, A. C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o Semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39-49. 2006.

CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (orgs.). **Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social**. Série Cooperação Brasil-Espanha: Acesso à água e convivência com o semiárido. Brasília: IABS, 2013. p. 31-44.

CORREIA, R. C.; KIL, L.; MOURA, M.; CUNHA, T. F.; JESUS, A.; ARAÚJO, J. L. A Região Semiárida Brasileira. **In: Voltolini TV. Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido**. Embrapa, Petrolina, p. 21-48, 2012.

COSTA, R. G.; TREVIÑO, I. H.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, T. F.; OLIVEIRA, R. L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, n. 1, p. 13-17. 2012.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, n. 7 p. 243-252, 2011.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. C. Potencial da palma forrageira na América do Sul. **CACTUSNET**, p. 29, 2012.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; FERREIRA, R. L. C.; Productivity of *Opuntia ficus indica* (L) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brasil. **Journal of Arid Enviroments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. **Exigências nutricionais da palma forrageira.** In: MENEZES, S. C. R.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 258, 2005.

DUQUE, J. G. **Perspectivas nordestinas.** 2. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 424, 2004.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas.** 6. ed. Mossoró: Esam, 2001.

FARIAS, I.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JR, J. C. B. **Estabelecimento e manejo da palma forrageira.** In: MENEZES, R.S.C. et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 81-103, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** , v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FISHER, R. A.; TURNER , N. C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Ann. Rev. Plant Physio.** v. 29, n. 6 p. 277-317, 1978.

GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, n. 1, p. 97-102, 1984.

GOES, R. H. T. B.; SOUZA, K. A.; PATUSSI, R. A.; CORNELIO, T. C.; OLIVEIRA, E. R.; BRABES, K. C. S. Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n.4, p. 373-378. 2010.

HAN, H.; FELKER, P. Field validation of water- use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. **Journal of Arid Environments**, v. 36 n. 1 p. 133-148, 2007.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Produção pecuária. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 30 de dezembro de 2016.

KIESLING, R. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. **Journal of the Professional Association for Cactus Development** v. 3 n. 5 p. 50-59, 1998.

KOKTEN, K.; KAPLAN, M.; HATIPOGLU, R.; SARUHAN, V.; CINAR, S. Nutritive value of Mediterranean shrubs. *Journal of Animal Plant Sciences*, v. 22 n. 9 p. 188- 194. 2012.

LI, Z.Y; TAYLOR, N.P. *Flora of China*. Cactaceae 13, Science Press, Beijing, 491p.

LIM, T. K. *Nopalea cochenilifera* In: *Edible medicinal and Non-Medicinal Plants*. Springer, Netherlands, v. 7 n. 4 p. 656-659p. 2012.

LIMA, C. D. S.; GOMES, H. S.; DETONI, C. E. Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L.) cv. miúda. **Revista Magistra**, v. 16, n. 1, p. 01-08, 2004.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX, J. C. B.; FARIAS, I.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C. Meio século de pesquisa com palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*)- ênfase em manejo. **In:** Guim, A.; Veras, A. S. C.; Santos, M. V. F. *In: Zootec*, 4., 2006, Recife. *Anais... Recife: ABZ*, 2006. CD Rom.

LIRA, M. A; MELLO, A .C. L; SANTOS, M. V. F; ANDRADE, F.M; FARIAS, I; SANTOS, D.C. Considerações sobre a produção leiteira no semiárido pernambucano. **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônômica**. V. 1n. 2 p. 112-123, 2013.

LUCENA, C.M; CARVALHO, T.K.N; RIBEIRO, J.E.S; QUIRINO, Z.G; CASAS, A; LUCENA, R.F. Conhecimento Botânico Tradicional sobre Cactáceas no Semiárido do Brasil. *Gaia Scientia*, 9: 77-90, 2015.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 5ª edição, 1989. 292p.

MARTINS, A. S.; PRADO, I. N. do; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. do. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte

energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 1, p. 269-277, 2000.

MATTOS, L. M. E. de; FERREIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; BATISTA, Â. M. V.; VÉRAS, A. S. C. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 6, p. 2128-2134, 2000.

MELO, A. A. S. de; FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A. S. C.; LIRA, M. de A.; LIMA, L. E. de; VILELA, M. da S.; MELO, E. O. S. de; ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MESGARAN, M. D.; VAKILI, A.; TAVALLAEI, J. Ruminant and post-ruminant protein disappearance of chemically treated alfalfa silage and the effect of the silage containing diets on performance of Holstein lactating dairy cows. **Journal of Animal Veterinary Advances**, v. 9, n. 2 p. 2691-2694. 2010.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília, DF, 32p, 2005.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fontes, doses e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 36, n. 12, p. 1519-1527, 2001.

MOURA, M. S.B.; SOUZA, L.S.B.; SILVA, T. G. F.; SÁ, I. I. S. Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o estado de Pernambuco. Petrolina: Embrapa Semiárido 2011. 26p. Documentos 242.

NASCIMENTO, J. P.; SOUTO, J. S.; SANTOS, E. S.; DAMASCENO, M. M.; RAMOS, J. P. F.; SALES, A. T.; LEITE, M. L. M. V. Caracterização morfométrica de *Opuntia ficus-indica* sob diferentes arranjos populacionais e fertilização fosfatada. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, n. 2, p. 21-26, 2011.



NOBEL, P. S. Biologia ambiental. In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Traduzido por SEBRAE/PB.João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001, p. 36-48.

NOCEK, J. E. In situ and others 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.; FILHO F. N. C.; RANGEL A. H. N.; LOPES K. B. P.A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa**. v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011.

OLIVEIRA, A.S.C. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011.

OLIVEIRA, E. R.; MONÇÃO, F. P.; GABRIEL, A. M. A.; MOURA, L. V.; LEMPP, B.; SANTOS, M. V.; SOUZA, R. Degradação ruminal da biomassa de fenos de gramíneas do género *Cynodon* spp. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37n. 2 p. 214-220, 2014.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Rev. Bras. Plan. Med.** V. 12, n. 7 p. 282-301, 2010.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FIDLO, F.C.; PEREIRA JUNIOR, E. B. PALMA FORRAGEIRA: ADAPTAÇÃO E IMPORTÂNCIA PARA OS ECOSISTEMAS ÁRIDOS E SEMIÁRIDOS. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* v.5, n.4, p. 27 - 37 outubro/dezembro de 2010, <http://revista.gvaa.com.br>

OLIVEIRA, R. S. Produção, características físico-químicas e sensoriais do leite de cabras alimentadas com palma forrageira (*puntia fícus indica* Mill) em substituição parcial ao capim-elefante (*Pennisetumpurpleum*Schum). **Rev. Cient. Prod. Anim.** v. 7, n. 1,p. 55-68, 2005.

ORSKOV, E. R e MCDONALD, I. Estimação da digestibilidade da proteína no rúmen de Incubação Measurement mentos ponderados de acordo com a taxa de passagem. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n.9 p. 499-503. 1979.

ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. B. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**. v. 5, n. 4 p. 195-223, 1980.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L. M.; GALBEIRO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 122- 129, 2009.

PEREIRA, J.J.S. Nova delimitação do semiárido brasileiro. Câmara dos deputados, Brasília. Disponível em :  
[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1604/nova\\_delimitacao\\_jose\\_pereira.pdf](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1604/nova_delimitacao_jose_pereira.pdf). 2007. Acessado em 31 de dezembro de 2016.

PETIT, H. V., SAVOIE, P., TREMBLAY, D.; SANTOS, G. T.; BUTLER, G. Intake, digestibility, and ruminal degradability of shredded hay. **Journal Dairy Science**, v. 77, n. 23 p. 3043-3050, 1994.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres, 1991. 343p.

REINOLDS, S. G.; ARIAS, E. General background Opuntia. Disponível em:<  
<http://www.fao.org/DOCREP/005/2808Ely2808e04.htm>>. Acessado: 14 set 2015.

SALES, A. T.; ANDRADE, A. P. de. Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no cariri paraibano. In: IV Congresso Nordeste de Produção Animal. Petrolina- PE, 2006. **Anais...** Petrolina- PE: SNPA, p. 434-438, 2006.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In; MENEZES, R. S. C. et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. P. 43-55.

SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnica 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, 1994. **Anais...** Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. p. 81-88.

SAMPAIO, I.B.M. Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade in situ. **In:** TEIXEIRA, J.C. Digestibilidade em ruminantes. Lavras: UFLA, 1995. p.165-178 1995.

SANTOS, D. C. dos. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, D. C. SANTOS, M. V. F.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v. 30, n. 1, 2001. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151635982001000100003&lng=pt&nrm=is](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982001000100003&lng=pt&nrm=is) . Acesso em: 16 jun 2015.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J. A. Produção e composição química da palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem, no Agreste semiárido de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 9, n. especial, p. 69-78, 1996.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. SANTOS, M.P.; CRUZ, P. G.; CAVALCANTE, A.C. Palma forrageira: alternativa para a estacionalidade de produção de forragem no semi-árido brasileiro. 2009. Disponível em: < <http://goo.gl/2gF8H> >. Acesso em: 25 Maio. 2016.

SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX, C. B. J.; FREIRE, J. L.; PINTO, M. S.; SANTOS, C. S.; SOUZA, T. C.; SILVA, M. C. Manejo da palma forrageira, II CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, Garanhuns, 15p. Disponível em: <http://pecnordestefaec.org.br/palma/artigos/MANEJO-DA-PALMA-FORRAGEIRA.pdf>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2016.

SCHEINVAR, I. Taxonomia das opuntias utilizadas. BARREIRA, G.; INGLESE, P. (Eds). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. P. 20-27.

SEGANTINI, D. M; TORRES, T. M; BOLIANI, A. C; LEONEL, S. Fenologia da figueira-da-india em Selvíria-MS. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v. 32 n. 13 p. 630-636, 2010.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3 ed. Viçosa-UFV, Imprensa Universitária, 235p. 2002

SILVA, J. M. C; TABARELLI, M; FONSECA, M.T et al. Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

SILVA, J. G. M.; MELO, A. A. S.; RÊGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, E. M. A.. Cactceas nativas associadas a fenos de flor de seda e sabiá na alimentação de borregos. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 9 p. 123-129, 2010.

SILVA, N.G.M. 2012. **Produtividade, morfometria e acúmulo de nutrientes de palma forrageira sob doses de adubação orgânica em densidades de plantio**. Tese de doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 97p.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; Palmas forrageiras *Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista GEAMA**, Recife, v. 2, n. 1, p. 35-46, 2015.

SOARES, A. P. M. **Ajuste do modelo de Orskov e McDonald (1979) a dados de degradação ruminal in situ utilizando mínimos quadrados ponderados**. Piracicaba, 2007. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo (ESALQ). São Paulo- Brasil.

SOUSA, P. H. A. A.; LIMA, B. S. L.; AMORIM, D. S.; MOTA, R. R. M.; ALVES, F. G. S.; VIEIRA, M. C .C.; Bovinocultura de ciclo curto em pastagem – **Revisão. R. Eletr. Cient. UERGS**, v. 2, n. 2, p. 191–195, 2016.

SOUSA, T. P.; SOUSA NETO, E.P. 2012. Produção de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) como alternativa de alimentação para criações no Semiárido. **Anais...** VIII Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 14- 17 ago., Campina Grande, PB.

SOUZA, C.M.S., MEDEIROS, A. N., FURTADO, D.A., BATISTA, A.M.V., PIMENTA FILHO, E.C. e SILVA, D.S. Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 5, p.1146-1156, 2010

SUDENE, SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Recursos naturais do Nordeste: investigação e potencial (sumário das atividades). Recife, 4ª ed, 183p. 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4ª edição. Artmed Editora S. A. p. 203-242. 2009.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. A. Efeito da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) cv. Gigante. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.

TONELLO, C. L. Suplementação e desempenho de Bovinos de corte em pastagens: tipo de forragem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 199-205, ago. 2011.

VALADARES FILHO, S. C. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. **In:** VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R; MAGALHÃES, K. A. (Eds.) Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte. Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 2006. p.13-46.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forage. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 119-128. 1994.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A.; ANDRADE, D. K. B. de; VÉRAS, A. S. C.; LIMA, L. E.; DIAS, A. M. de A. Palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em substituição

à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

WANDERLEY, W.L; FERREIRA, M.D.A; BATISTA, A.M. V; VERAS, A.S. C; BISPO, S. V; SILVA, F. M. D; SANTOS V. L.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação a palma forrageira. **Revista Brasileira de Saude e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 444-456, 2012.

XIMENES, L. J. F; MARTINS, G. A.; MORAIS, O. R. Ciência e Tecnologia na Pecuária de Caprinos e Ovinos. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010.

## **CAPÍTULO 2.**

Elaborada de acordo com as normas Archivos de Zootecnia

(<http://www.veterinaria.org/normas.html>)

## CARACTERIZAÇÃO FORRAGEIRA DE VARIEDADES DE PALMAS CULTIVADAS COM DOSES DE FÓSFORO NO SUL DO PIAUÍ

**RESUMO:** A palma forrageira tem grande diversidade de uso, porem pouco cultivada no Piauí, com isso objetivou-se avaliar o crescimento, produção, composição química e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de palma forrageira sob efeito de diferentes doses de adubação fosfatada nas condições do semiárido piauiense. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas no espaço, sendo que as parcelas compreendem três variedades de palma forrageira (palma doce miúda e doce baiana (*Nopalea cochenillifera*) e a palma orelha de elefante mexicana - OEM (*Opuntia tuna*) e as subparcelas representam quatro doses de adubo fosfatado (0 kg P ha<sup>-1</sup>; 30 kg P ha<sup>-1</sup>; 60 kg P ha<sup>-1</sup>; e 90 kg P ha<sup>-1</sup>), avaliando número de cladódios, altura da planta, comprimento, largura e perímetro e espessura dos cladódios. Evidenciou-se efeito significativo (P<0,05) para todas as variáveis com relação às variedades de palmas, enquanto a dose houve significância linear crescente para as variáveis massa verde de forragem por planta, massa verde de forragem total, número de cladódios, não houve efeito na interação dos fatores para todas as variáveis estudadas. A produtividade da palma foi influenciada (P<0,05) pelas dosagens da adubação fosfatada, obtendo-se de 74,93 toneladas de matéria verde por hectare e 46,61 quilos de matéria verde por planta hectare com aplicação de 90 kg P ha<sup>-1</sup>. A palma forrageira corresponde positivamente a adubação fosfatada, para as variáveis de massa verde de forragem por planta, massa verde de forragem total, e número de cladódios, onde os maiores valores foram encontrados com a adubação de 90 kg P ha<sup>-1</sup>. Para eficiência agrônômica as mais indicadas para a região são OEM e Miúda, que respondem satisfatoriamente ao clima, a variedade Baiana não apresentou uma eficiência agrônômica positiva em relação ao aumento na dosagem de P no solo. Em relação à composição química houve efeito (P<0,05) para interação dos fatores (dose fosfatada x variedades) para as variáveis avaliadas (MS, MM, MO, PB, FDA, HEM, LIG, CEL, CNF e CHOT), com exceção do extrato etéreo (EE) e fibra indigestível em detergente neutro (FDN). O EE apresentou diferença (P<0,0001) para as variedades de palma forrageira e a FDA obteve efeito (P<0,0032) para as doses de fósforo. Verificou-se, que a OEM apresentou o maior valor médio da fração (a em g kg<sup>-1</sup> de MS), em relação a doce miúda, e baixo valores de c, que é a taxa de degradação da fração b (g kg<sup>-1</sup> de MS). Uma menor taxa de degradação da fração b (g kg<sup>-1</sup> de MS por hora) da MS dessas forrageiras reflete um melhor aproveitamento da forrageira pelo animal. Para a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), em função dos períodos de incubação, as variedades apresentaram o mesmo comportamento, o pico foi em seis horas e a estabilidade a partir das doze horas.

**Palavras-chaves:** adubação, composição-química, degradabilidade, fósforo, *Nopalea*, *Opuntia*, produção

**SUMMARY:** Objetivou-se avaliar o crescimento e produção de variedades de palmas forrageira sob influência de doses de fósforo em condições de sequeiro no semiárido piauiense. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Escola Alvorada do Gurgueia pertencente ao *Campus* Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no município de Alvorada do Gurgueia, Piauí. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas no espaço, sendo que as parcelas compreendem três variedades de palma forrageira (palma doce miúda e doce baiana (*Nopalea*



*cochenillifera*) e a palma orelha de elefante mexicana - OEM (*Opuntia tuna*) e as subparcelas representam quatro doses de adubo fosfatado (0 kg P ha<sup>-1</sup>; 30 kg P ha<sup>-1</sup>; 60 kg P ha<sup>-1</sup>; e 90 kg P ha<sup>-1</sup>). Evidenciou-se efeito significativo (P<0,05) para todas as variáveis com relação às variedades de palmas, enquanto a dose houve significância linear crescente (P<0,05) para as variáveis massa verde de forragem por planta (Kg planta<sup>-1</sup>), massa verde de forragem total (ton ha<sup>-1</sup>), número de cladódios, não houve efeito na interação dos fatores para todas as variáveis estudadas. A produtividade da palma foi influenciada (P<0,05) pelas dosagens da adubação fosfatada, obtendo-se de 74,93 toneladas de matéria verde por hectare e 46,61 quilos de matéria verde por planta hectare com aplicação de 90 kg P ha<sup>-1</sup>. A palma forrageira corresponde positivamente a adubação fosfatada, para as variáveis de MVFP (Kg planta<sup>-1</sup>), MVFT (ton ha<sup>-1</sup>), e número de cladódios, onde os maiores valores foram encontrados com a adubação de 90 kg P ha<sup>-1</sup>. Sendo as mais indicadas para a região a OEM e Miúda, que respondem satisfatoriamente ao clima.

**Palavras-chaves:** adubação, fósforo, *Nopalea*, *Opuntia*, produção

## 1. Introdução

A produção de ruminantes nos trópicos é dificultada pela escassez de alimentos, em especial na estação seca. Isto pode ser devido às forrageiras tropicais apresentarem, geralmente baixa qualidade, dificultando o desenvolvimento da microbiota do rúmen. O fornecimento de informações técnicas sobre o cultivo de espécies forrageiras é opção para aumentar a qualidade e disponibilidade de recursos para alimentação animal em áreas semiáridas (AMIRA et al. 2014).

A palma forrageira possui grande diversidade de uso, proporcionando uma versatilidade na sua utilização. Por ser muito cultivada para alimentação animal, como tal, é uma forragem indispensável para regiões com secas prolongadas, sendo o principal suporte forrageiro para os animais no período seco do ano. Dubeux Jr. et al. (2010) relataram que a palma frequentemente representa a maior parte do alimento fornecido aos animais durante o período de estiagem na região do semiárido brasileiro, já Costa et al. (2012) justifica a utilização desta espécie na alimentação animal pela concentração de água, mucilagem, resíduo mineral, produtividade e alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

No Brasil, os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* correspondem aos principais gêneros cultivados, destacando-se as espécies *Opuntia ficus-indica* (cultivares gigante e redonda e clone IPA-20) e *Nopalea cochenillifera* (palma miúda ou doce) (GALVÃO JR. et al., 2014). A palma Gigante é a mais cultivada no semiárido piauiense, variedades como a Doce, Baiana e Orelha de Elefante Mexicana ainda são pouco cultivadas nesta localidade.

Um dos motivos da ausência de cultivo dessas variedades de palma é a falta de conhecimento das necessidades dos nutrientes adequados ao seu rendimento. O fósforo é o

elemento cuja falta limita mais frequentemente a produção das culturas (MOREIRA e MALAVOLTA, 2001). Neste caso a utilização do fósforo como fonte de nutriente pode ajudar no melhor desenvolvimento da palma. Estudos realizados por Moura et al. (2015) aproximadamente 90% das análises feitas no Brasil demonstram que os teores de fósforo disponível no solo são comumente baixos.

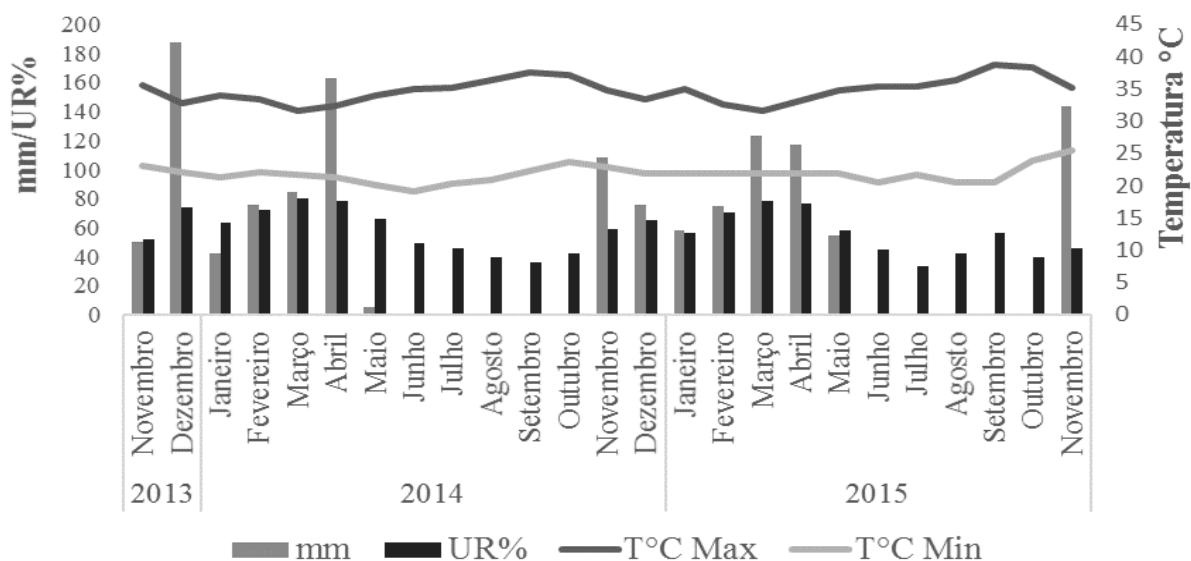
Dessa forma, é importante avaliar o desenvolvimento e viabilidade de cultivo de diferentes espécies e variedades de palma forrageira, principalmente em localidades que apresentem noites quentes e umidade relativa do ar baixa, pois essa característica pode comprometer o desenvolvimento da palma forrageira. Esse fato indica a importância da realização de estudos com novas variedades sob a influência da adubação fosfatada, que ainda não foram avaliadas neste ambiente e que podem apresentar melhor desenvolvimento.

Associado a esse argumento, nos atuais sistemas de ajuste de rações para ruminantes, são essenciais informações relativas às fragmentações dos alimentos, bem como suas taxas de degradação, visando melhorar uma maior disponibilidade de energia no rúmen e maximizar a eficiência microbiana (GOES et al. 2010). Sendo assim, os métodos de obtenção do valor nutritivo dos alimentos, utilizados nas dietas dos ruminantes, além da determinação da composição químico-bromatológica, têm sido avaliados ensaios de degradabilidade (OLIVEIRA et al. 2014). Os interesses dos investigadores da área têm sido direcionados ao aperfeiçoamento de técnicas laboratoriais existentes, bem como, à produção de técnicas mais precisas (ARAÚJO et al. 2010).

Dessa forma, objetivou avaliar o crescimento, produção, composição química e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de palma forrageira sob efeito de diferentes doses de adubação fosfatada nas condições do semiárido piauiense.

## 2. Metodologia

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Escola Alvorada do Gurgueia pertencente ao *Campus* Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no município de Alvorada do Gurgueia, Piauí. A cidade de Alvorada do Gurgueia é localizada à 539 km de distância da capital Teresina com latitude 08°25'28" sul e longitude 43°46'38" oeste, estando a uma altitude de 281 metros. A região tem o clima classificado como semiárido, com período seco de aproximadamente oito meses (Nunes, 2011).



**Figura 1.** Dados meteorológicos do local do experimento, nos anos de novembro de 2013 a novembro de 2015.

Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Estação: 82870-Vale do Gurgueia Cristiano Castro, Piauí.

Antes da implantação do experimento foi coletada amostra de solo, para análise e caracterização química na camada de 0-20 cm, realizadas no Centro de Análise de Solo do CPCE/UFPI, na cidade do Bom Jesus, Piauí. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico – LAd. conforme metodologia de Raij et al., (2001), pH em água = 5,40; fósforo (P) = 9,6 mg dm<sup>-3</sup>; potássio (K) = 21,19 mg dm<sup>-3</sup>; cálcio (Ca) = 2,4 cmol dm<sup>-3</sup>; magnésio (Mg) = 0,6 cmol dm<sup>-3</sup>; alumínio (Al) = 0,0 cmol dm<sup>-3</sup>; hidrogênio + alumínio (H+Al) = 3,5 cmol dm<sup>-3</sup>; soma de bases (SB) = 3,1 cmol dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva (t) = 3,1 cmol dm<sup>-3</sup>; CTC em pH 7,0 (T) = 6,5 cmol dm<sup>-3</sup>; saturação de bases (V) = 46,8 %, saturação por alumínio (m) = 0,0 % e matéria orgânica (MO) = 0,0 %.

Não foi necessário realizar correção do solo com base na saturação de bases do solo, conforme análise e exigência da planta. A adubação de base foi constituída pela aplicação de 50 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio utilizando como fonte a ureia (45% de N) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de potássio utilizando como fonte o cloreto de potássio (48% de K<sub>2</sub>O), a aplicação dos adubos foram realizadas, após 30 dias do plantio.

Para determinação do crescimento e produção foi utilizado delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas no espaço, sendo que as parcelas compreenderam de três variedades de palma forrageira e as subparcelas representaram quatro níveis de doses de adubo fosfatado, com quatro repetições. As variedades de palmas avaliadas

foram a palma Miúda e Baiana (*Nopalea cochenillifera*) e a Palma Orelha de Elefante (*Opuntia tuna*). As subparcelas foram às doses de fósforo: 0 kg P ha<sup>-1</sup>; 30 kg P ha<sup>-1</sup>; 60 kg P ha<sup>-1</sup>; e 90 kg P ha<sup>-1</sup>, utilizando como fonte o superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado após 30 dias do plantio e repetido com um ano, de acordo com Cavalcanti, (1998).

Os cladódios de palma foram obtidos em Campina Grande, Paraíba no Instituto Nacional do Semiárido (INSA). O espaçamento utilizado para o plantio das variedades de palma forrageira foi de 1,5 m x 0,1 m, com densidade de 66.133 plantas ha<sup>-1</sup>, as parcela foi de 4,5 m x 5,0 m, sendo espaçadas entre elas por um metro de área não cultivada, com total de 144 plantas, subparcelas de 4,5 m x 1,2 m com 36 cladódios de palma. Foram avaliadas duas plantas úteis por subparcelas que corresponderam ao tratamento, para as análises de crescimento.

Foram realizadas as seguintes observações morfométricas não destrutivas: número de cladódios, altura da planta, medida com trena métrica da superfície do solo ao ápice do cladódio mais alto, comprimento, largura e perímetro dos cladódios foram realizados com auxílio de uma fita métrica graduada (100 cm) na região central dos cladódios, enquanto a espessura dos cladódios, foi aferida com paquímetro digital de precisão de 0,05cm, sendo todas as medições efetuadas no terço médio dos cladódios. Essas avaliações foram realizadas durante dois anos do plantio antes do corte. O corte para determinação da produção de massa verde de forragem das variedades de palma forrageira foi realizado após dois anos do plantio. No corte, o material colhido com auxílio de facão (Tramontina® de 30 cm), onde os cladódios eram retirados na sua junção de modo a não provocar danos nos que permaneceram na planta, deixando apenas os cladódios primários (SANTOS et al., 2010). O material foi pesado no campo, para obter o total de massa verde de forragem por planta (MVFP) e total (MVFT).

Para o cálculo de eficiência agrônômica do fósforo (P) aplicado, determinou-se conforme a equação (FAGERIA, 1998):  $EAP = \frac{\text{biomassa de forragem total com adubação de P (kg)} - \text{biomassa com menor adubação de P(kg)}}{\text{dose de fósforo (kg)}}$ ; em kg de biomassa de forragem total kg<sup>-1</sup> de fósforo aplicado.

As análises de composição química foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Piauí – UFPI/CPCE. Após a separação, as amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar, em temperatura máxima de 55 °C, até peso constante. Os teores de matéria seca (MS; Método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM; Método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB; Método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (EE; Método INCT-CA G-004/1), hemiceluloses, celulose e lignina por hidrólise ácida (INCT-CA, 2012; método F-005/1); fibra em detergente neutro (FDN; Método INCT-CA F-

002/1), fibra em detergente ácido (FDA; Método INCT-CA F-004/1) e, segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012).

Para a estimativa dos carboidratos totais (CHT), foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , e, para a estimativa dos carboidratos-não-fibrosos (CNF), a equação preconizada por Hall (2003):  $CNF = \%CHT - \%FDN$ .

Para avaliação da degradabilidade *in situ* foram utilizados três ovinos da raça Santa Inês, de aproximadamente 36 meses de idade e peso médio de 40 kg, providos de cânulas ruminais permanentes. Os animais utilizados no experimento, pertencem à Unidade de Pesquisa em Pequenos Ruminantes do Colégio Técnico de Bom Jesus, localizado no CPCE/UFPI. Os animais foram alojados em baias individuais, com 1,10 m de largura e 2,10 m de comprimento, com piso cimentado e providas de bebedouro e comedouro. Todos os animais tiveram o acesso irrestrito a água.

A ração experimental foi isoprotéicas formuladas segundo o NRC (2001). Os animais foram submetidos a um período de adaptação por 15 dias. Ao longo desse período animais receberão uma dieta constituída das palmas a serem avaliadas com capim elefante e ração concentrada a base farelo de milho, soja e suplemento mineral (60:40), duas vezes ao dia (8:00 e 18:00 horas) em quantidade suficiente para permitir sobras.

Para esta avaliação, foi conduzido procedimento de incubação *in situ* para quantificação da degradação ruminal. Amostras das diferentes palmas forrageiras utilizadas, depois de secas sob ventilação forçada (60 °C) e processadas em moinho de facas (2 mm), foram acondicionadas em sacos de tecido-não-tecido (TNT, 100 g/m<sup>2</sup>), com dimensões 5 x 7 cm. As amostras foram acondicionadas, em todos os sacos, seguindo-se a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície.

Os sacos com as amostras foram incubados em quintuplicada para cada tempo de incubação no rúmen dos animais. Depois de pesados, os sacos foram colocados em uma sacola de filó preso a um fio de náilon, sendo em seguida depositados na porção ventral do rúmen, onde permaneceram durante os seguintes tempos incubação: 0, 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Os sacos foram dispostos em ordem inversa no tocante aos tempos de incubação, de forma a serem retirados simultaneamente, sendo então lavados em água corrente para evitar que a atividade de degradação dos microrganismos provenientes do rúmen continuasse. Em seguida, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada 55 a 60°C durante 72 horas e, logo após, resfriados em dessecador e pesados.

Para a estimativa dos parâmetros cinéticos da degradabilidade *in situ* da MS e PB foi utilizado o modelo proposto por Sampaio (1995), a partir de simplificação do modelo exponencial proposto por McDonald (1981):  $DP = a + b(1 - e^{-ct})$ ; em que DP é a degradabilidade ruminal potencial dos alimentos; “a” é a fração solúvel; “b”, a fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa “c”; “c”, que seria a taxa de degradação da fração “b”; e “t” o tempo de incubação em horas. Para se estimar a degradabilidade efetiva (DE), foi utilizado o modelo matemático:  $DE = a + [(b * c)/(c + K)]$ ; em que K é a taxa de passagem de sólidos pelo rúmen, definida aqui como sendo de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, que pode ser atribuído em nível de consumo alimentar baixo, médio e alto.

Para os dados foi realizada a análise de variância com nível de 5% de significância, utilizando-se o software SISVAR versão 5.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011). Na comparação das médias entre as variedades de palma forrageira utilizou o teste Tukey e para as doses de fosfato foi utilizada regressão polinomial procurando-se evidenciar efeito linear ou quadrático.

### 3. Resultados e discussões

Não houve efeito ( $P < 0,05$ ) para interação dos fatores (variedades x dose fosfatada) para os parâmetros de crescimento e de produção avaliados (Tabela 1). Para as variedades de palma forrageira constatou efeito em todas as variáveis, enquanto que para doses de fosfato houve significância para produção de massa verde de forragem por planta (MVFP), massa verde de forragem total (MVFT) e número de cladódios.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os parâmetros morfométricos de variedades palma forrageira, em adubação fosfatada.

Variáveis	P< Variedade	P< Dose	P< Variedade x Dose	Média Geral	CV
MVFP (Kg planta <sup>-1</sup> )	<0,0001	0,0021	0,5213	31,11	56,53
MVFT (t ha <sup>-1</sup> )	<0,0001	0,0028	0,1081	51,65	47,92
Nº de cladódios	<0,0001	0,0116	0,1280	9,75	37,63
Espessura (cm)	<0,0001	0,3037	0,0947	14,28	14,47
Comprimento (cm)	<0,0001	0,1127	0,5565	20,65	11,78
Perímetro (cm)	<0,0001	0,0536	0,7055	47,37	10,50
Largura (cm)	<0,0001	0,7967	0,7200	10,87	27,88
Altura (cm)	0,0154	0,0936	0,5114	54,67	18,15

CV: Coeficiente de variação; MVFP (Kg planta<sup>-1</sup>): Massa Verde de Forragem por planta; MVFT (t ha<sup>-1</sup>): Massa Verde de Forragem Total, ( $P > 0,05$ ) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de MVFP (Kg planta<sup>-1</sup>), MVFT (t ha<sup>-1</sup>), perímetro, largura dos cladódios e altura da planta foram constatados na palma Orelha de Elefante Mexicana - OEM (Tabela 2). Os menores valores de espessura, comprimento, perímetro, largura dos cladódios e altura da planta média foram verificados na palma Miúda, o que já era esperado, uma vez, que a planta pertence ao gênero *Nopalea* sp., sendo uma das características desse gênero de palma apresentar cladódios menores com maior quantidade em comparação as do gênero *Opuntia* sp., EMBRAPA (2002). Em estudos realizados por Silva et al. (2014), a variedade de palma Gigante apresentou crescimento na posição vertical e a palma Miúda e Redonda o crescimento maior na posição horizontal esses resultados corroboram com o encontrado na pesquisa, e justificando os dados.

Tabela 2. Caracterização agrônômica de variedades de palma forrageira sob diferentes doses de adubação fosfatada.

Variáveis	Variedades de Palma			
	OEM	Miúda	Baiana	EPM
MVFP (Kg planta <sup>-1</sup> )	50,84 a	33,28 b	9,20 c	4,39
MVFT (t ha <sup>-1</sup> )	94,15 a	43,75 b	17,04 c	6,18
Número de Cladódios	8,81 b	15,37 a	5,06 c	0,91
Espessura (mm)	13,12 b	13,05 b	16,66 a	0,51
Comprimento (cm)	21,26 b	16,24 c	24,46 a	0,60
Perímetro (cm)	52,90 a	36,21 b	53,01 a	1,24
Largura (cm)	14,16 a	7,17 c	11,27 b	0,75
Altura da planta (cm)	60,84 a	50,75 b	52,43 ab	2,48

OEM.: Orelha de elefante mexicana; Miúda: Doce miúda; Baiana: Doce Baiana; EPM: erro padrão médio; Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Vale ressaltar que o número de cladódios da palma forrageira em condições de campo também é influenciado, dentre outros fatores, além da fertilidade do solo, pela densidade de plantio (DUBEUX JR.; SANTOS, 2005). Apesar da variedade Miúda apresentar maior quantidade de cladódios, o resultado foi menor para a produção de massa verde. No entanto, de acordo com Silva et al. (2015), a variedade Miúda mostrou superioridade de mais de 20 cladódios por planta, em comparação com as cultivares IPA - Sertânia (Baiana) e OEM. Sua superioridade como o número é efetivamente associado com as características morfológicas do gênero (CUNHA et al., 2012).

Em estudo realizado por Silva et al. (2015), em Serra Talhada, Pernambuco, Brasil, em condições de sequeiro, os valores de produtividade de massa verde foram superiores encontrados ao presente trabalho, os autores obtiveram 124,3, 117,5 e 163,0 para Baiana, Miúda e Mexicana respectivamente, confrontando com 17,04, 43,75 e 94,15 t ha<sup>-1</sup> deste

estudo. Essa diferença na produtividade para as variedades entre as regiões, em especial para as variedades do gênero *Nopalea*, é justificada por apresentar uma menor adaptação às condições climáticas do semiárido piauiense (Figura 1), fato que aumentou a mortalidade das plantas no campo. Os baixos valores de produção das variedades de palma forrageiras neste estudo se justificam pelas condições climáticas da região no período de execução do experimento, em especial devido às altas temperaturas associado a baixa umidade relativa do ar.

Os fatores climáticos, principalmente temperatura e umidade relativa do ar noturnas, são fundamentais para aumentar a produtividade desta cactácea. Para Silva e Sampaio, (2015) o bom rendimento da palma forrageira está climaticamente relacionado a área com 750mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40%, temperatura diurna de 25 °C, noturna 15 °C e altitude superior a 450 metros de altitude. Assim, houve restrição climática, para todos os elementos principalmente quanto á pluviosidade, temperatura e umidade relativa, uma vez que, durante o período experimental a pluviosidade média anual ocorrida em Alvorada do Gurgueia, Piauí, Brasil foi de 500mm de chuva, aliada a uma má distribuição durante o período de realização da pesquisa e uma temperatura máxima e mínima, variando respectivamente em  $39\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$  e  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  e umidade relativa do ar  $34\% \pm 14,78$  (Figura 1). Essas características climáticas comprometeram a produção de todas as variedades de palma forrageiras avaliadas neste experimento, ressaltando que a Baiana apresentou menor adaptabilidade para região apresentando uma elevada quantidade de plantas mortas, não sendo recomendado o cultivo de sequeiro desta variedade para a região semiárida piauiense.

Poucos são os registros de características de crescimento das plantas das variedades Baiana e OEM, sendo mais comum para a Miúda. A OEM foi a variedade que apresentou maior rendimento de biomassa verde, diferenciando-se das demais variedades. Esse resultado pode estar associado a maior largura, perímetro, espessura e comprimento dos cladódios comparados às duas variedades do gênero *Nopalea*, tais características conferem a planta uma capacidade maior de acúmulo de água no tecido clorenquimático, já que a perda de água ocorre mais pelo tecido parenquimático (GOLDSTEIN et al., 1991).

Os dados observados nessa pesquisa para comprimento de cladódios, foram inferiores ao encontrado por Silva Neto et al. (2008) que obtiveram valores de 29,81cm, aos 360 dias de plantio, estudos realizados com a palma forrageira em função do espaçamento e dose de fósforo em campo na Paraíba.

As variedades do gênero *Nopalea*, normalmente apresentam menor altura quando comparadas com as do gênero *Opuntia*, sendo constatado no presente trabalho que a



variedade Miúda apresentou os menores valores para a variável altura da planta (Tabela 2), Silva et al. (2015) estudando as características de crescimento das variedades do presente trabalho nas condições de sequeiro no semiárido pernambucano apresentou 80,56, 68,11 e 69,44, para OEM, Miúda e Baiana respectivamente, onde os dados apresentaram semelhança estatística, porem com médias superiores.

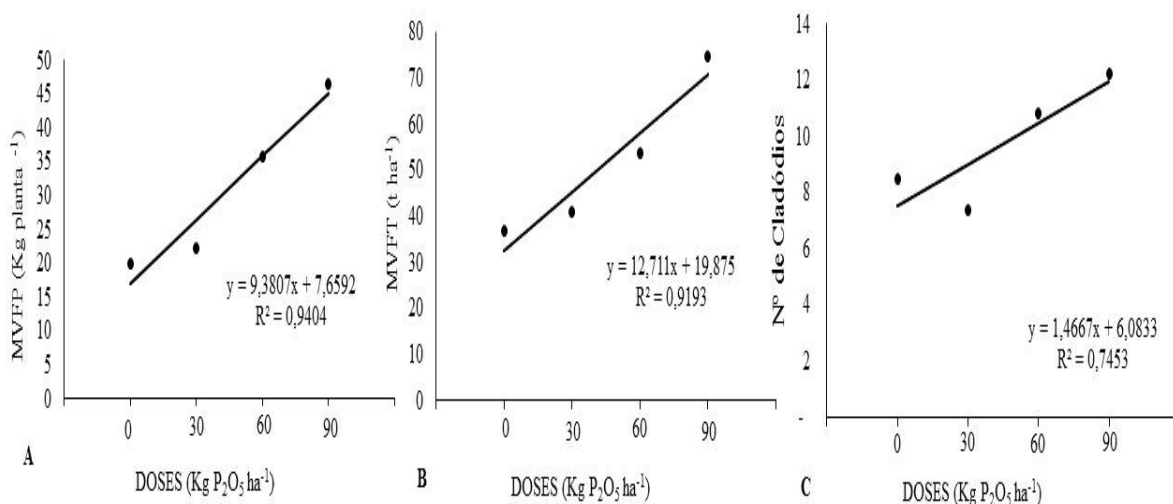
De acordo com Aguilar (1991), apesar de a palma forrageira possuir bom reservatório de água no interior dos cladódios, nas células do parênquima e nos vacúolos do clorênquima, o comprimento a largura e altura destes diminuiram quando as plantas permaneceram por períodos prolongados sob estresse hídrico. Este fato relatado pelo autor é plausível para explicar a redução do comprimento e da largura dos cladódios e altura da planta, uma vez que o experimento foi conduzido em região semiárida.

A resposta do aumento da espessura dos cladódios pode estar relacionada a uma estratégia da palma forrageira em reduzir o comprimento a largura e altura, priorizando a espessura e, conseqüentemente, o aumento da reserva de água. Quanto à baixa produtividade da Baiana corroboram com Sales et al. (2009) e Leite (2009) fazem afirmativas semelhantes, mostrando que as espécies do gênero *Nopalea* possuem maior dificuldade de estabelecimento em relação às espécies do gênero *Opuntia*.

Observa-se na Figura 2, para as variáveis MVFP, MVFT e número de cladódios por plantas que houve efeito significativo em relação as doses de fosfato para OEM (*Opuntia tuna*), Miúda e Baiana (*Nopalea cochenillifera*). O crescimento relativo da palma forrageira foi baixo na região de estudo devido principalmente, as condições climáticas.

A MVFP e MVFT da palma foi influenciada ( $P < 0,0028$ ) pelas dosagens da adubação fosfatada, apresentado efeito positivo para as dose de fósforo, obtendo-se o valor de 74,93 t ha<sup>-1</sup> e 46,61 Kg planta<sup>-1</sup> com aplicação de 90 Kg P ha<sup>-1</sup>. E o menor valor da produtividade foi constatado na dosagem testemunha com 36,79 t ha<sup>-1</sup> e 19,86 Kg planta<sup>-1</sup>, podendo-se observar um incremento de 54% de matéria verde do menor ao maior valor respectivamente. A produtividade da palma forrageira aumentou com a utilização do fosforo, devendo-se ressaltar, desta forma, que a palma forrageira responde à adubação fosfatada (Figura 2 AB).

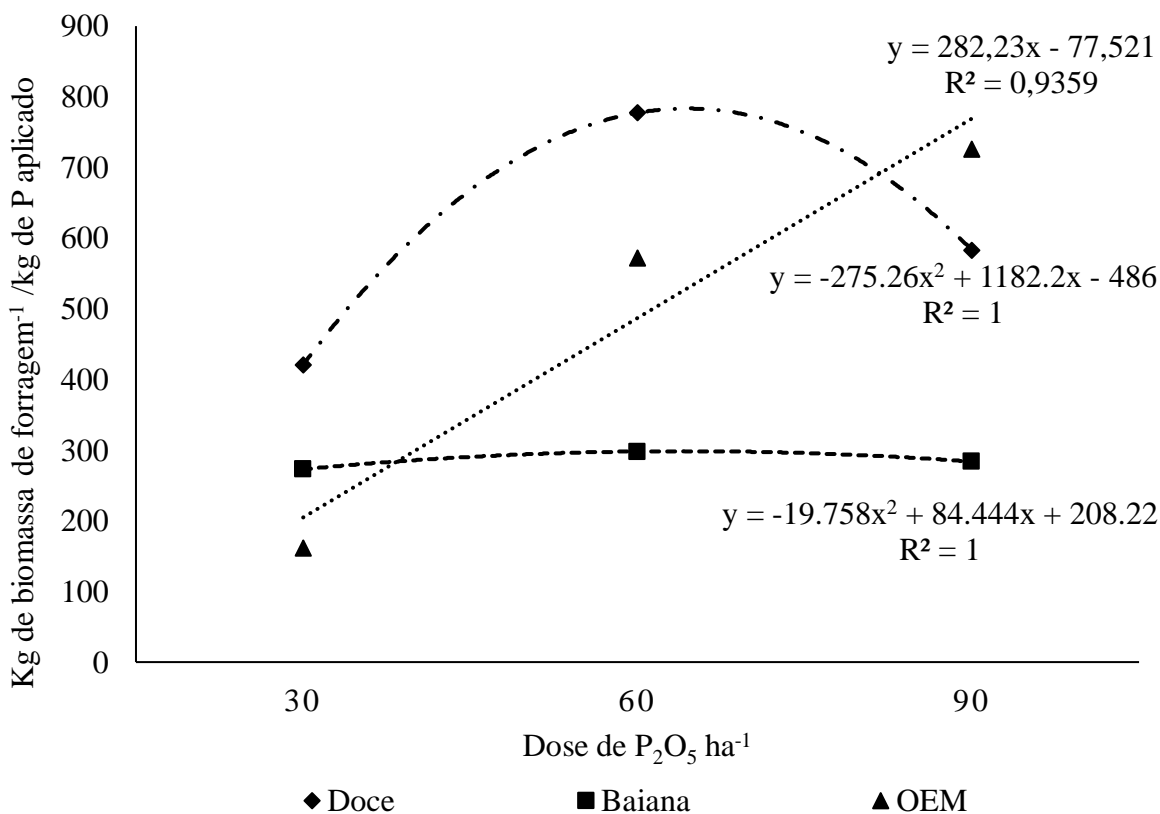
Número de cladódios por planta foi influenciada ( $P < 0,0116$ ) pelas dosagens da adubação fosfatada, com crescimento linear positivo, obtendo-se 12 cladódios por planta, na dosagem 90 Kg P ha<sup>-1</sup> (Figura 2C).



**Figura 2.** (A) Massa verde de forragem por planta MVFP (Kg planta<sup>-1</sup>), (B) Massa verde de forragem total MVFT (t ha<sup>-1</sup>) e (C) Número de cladódios por planta de variedades de palma forrageira submetido a diferentes doses de adubo fosfatado. \*significativo a 5% de probabilidade.

Silva e Sampaio (2016), estudando cultivar “Gigante” com diferentes espaçamentos e adubações químicas, aos 620 dias de plantio, encontraram 11,58 números de cladódios por plantas, com adubação fosfatada (150 kg ha<sup>-1</sup> de P) e com os espaçamentos (1,00 x 0,50 m; 2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25 m) com área experimental total de 2.304 m<sup>2</sup>, onde ocorreu efeito positivo da adubação. Neste estudo encontrou-se 8,81, 15,37 e 5,06, orelha de elefante mexicana, doce miúda e baiana respectivamente, o comportamento do efeito adubação seguiu o mesmo comportamento, mesmo que os números de cladódios não corroborem, devido genótipos diferentes (Figura 3). Dubeux Junior et al. (2006), estudando a cultivar Clone IPA-20 encontraram 6,1 cladódios por planta, com adubação fosfatada (33 kg ha<sup>-1</sup> de P) no espaçamento de 1,0 x 0,25m. Dado esse inferior apresentados nesse trabalho, para esses autores o aumento do número de cladódios ocorreu uma resposta linear positiva com à adubação, porem com o aumento da população de plantas houve um declínio na quantidade de cladódio.

Verificou-se ajuste do modelo regressão na avaliação da eficiência agrônômica do fosforo, em que as variedades de palma forrageira tiveram comportamentos distintos (Figura 3).



**Figura 3.** Eficiência agrônômica de doses de fósforo em diferentes variedades de palmas forrageiras.

Na variedade Miúda verificou-se o ponto máximo de eficiência agrônômica na dose de P de 64,09 kg ha<sup>-1</sup>, isso implica que para cada kg ha<sup>-1</sup> de P aplicado no solo houve um incremento de massa de forragem de 777,407 kg ha<sup>-1</sup> na dosagem mencionada. A variedade Baiana não apresentou uma eficiência agrônômica positiva em relação ao aumento na dosagem de P no solo. A OEM apresentou um comportamento linear crescente para eficiência agrônômica em relação à dosagem de fósforo, sendo que na dosagem máxima de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P houve um incremento de massa de forragem de 726,5 kg ha<sup>-1</sup> para cada kg de P aplicado no solo. De modo geral, a adubação fosfatada apresentou melhor valores para eficiência agrônômica nas variedades de palmas forrageiras, Miúda e OEM.

Em relação à composição química houve efeito ( $P < 0,05$ ) para interação dos fatores (dose fosfatada x variedades) para as variáveis avaliadas, com exceção do extrato etéreo (EE) e fibra indigestível em detergente neutro (FDN) (Tabela 3). O EE apresentou diferença ( $P < 0,0001$ ) para as variedades de palma forrageira e a FDA obteve efeito ( $P < 0,0032$ ) para as doses de fósforo.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis químicas de variedades palma forrageira, em adubação fosfatada.

Variáveis	P< Variedade	P< Dose	P< Variedade x Dose	CV	EPM
Matéria Seca	<0,0001	0,2362	<0,0001	1,98	0,12
Matéria Mineral	0,1064	0,0152	0,0002	7,81	0,63
Matéria Orgânica	0,1064	0,0152	0,0002	1,01	0,63
Proteína Bruta	0,0044	0,2914	0,0333	7,02	0,26
Extrato Etéreo	<0,0001	0,1599	0,7591	24,67	0,20
FDN	0,6551	0,0053	0,1195	3,61	0,48
FDA	0,0007	<0,0001	<0,0001	4,67	1,23
Hemicelulose	0,3043	0,4515	0,0002	10,58	1,29
Lignina	0,0040	0,0025	0,0377	15,94	0,45
Celulose	<0,0001	<0,0001	<0,0001	8,38	0,89
Carboidratos Não Fibrosos	<0,0001	0,0136	0,0003	4,40	1,21
Carboidratos Totais	0,0259	0,0372	0,0021	1,30	0,75

CV: Coeficiente de variação; EPM: Erro padrão médio; FDN: Fibra indigestível em detergente neutro; FDA: Fibra indigestível em detergente ácido (P >0,05) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores teores de MS foram encontrados na palma Doce independente da dose de fósforo (Tabela 4). Para PB a OEM apresentou maiores valores independente da dose de fósforo aplicada no solo. A Miúda apresentou uma regressão linear decrescente para PB, com o maior teor de matéria seca, isso deve-se à diluição desse nutriente pelo número de cladódios ser maior no genótipo, em relação as outras palmas, embora tenha cladódios menores e mais leves. Já a Orelha de elefante mexicana e Baiana ajustaram-se ao modelo quadrático para ambas, com ponto máximo ao 45,31 kg ha<sup>-1</sup> P e o mínimo 47 kg ha<sup>-1</sup> P respectivamente, sendo a OEM a variedade com o menor teor de matéria seca (8,07%) e maior teor de proteína bruta (5,78%). Vale ressaltar que independentemente da variedade a palma forrageira apresenta baixa percentagem de matéria seca, o que pode comprometer, quando fornecida em grandes quantidades, o atendimento das necessidades de matéria seca dos animais e promover distúrbios digestivos no animal (Costa et al., 2012). Por outro lado, essa característica da palma representa grande aporte de água, fator limitante na maior parte do ano em condições de semiárido.

Tabela 4. Composição química de variedades de palma forrageiras com diferentes níveis de adubo fosfatado.

Matéria seca (MS%)					
Variedades	Dose de P (Kg ha <sup>-1</sup> )				
	0	30	60	90	
Doce	10,11 A	10,51A	10,16A	10,84A	$\hat{Y}=10,40$
Mexicana	7,45C	8,97B	8,69B	7,17C	$\hat{Y}= 7,4827+0,0725x-0,0008*x^2$ R <sup>2</sup> =99,36
Baiana	9,44B	7,95B	8,70B	9,03B	$\hat{Y}= 9,3132-0,0470x+0,0005*x^2$ R <sup>2</sup> =70,67
Matéria Mineral (MM%)					
Doce	11,55B	10,31B	10,73 A	12,16A	$\hat{Y}=11,5170-0,0591x+0,0007x^2$ R <sup>2</sup> =98,94
Mexicana	14,71A	11,62AB	8,01C	13,78A	$\hat{Y}=15,2062-0,2428x+0,0024*x^2$ R <sup>2</sup> = 81,49
Baiana	9,78B	13,11B	11,79 A	9,72B	$\hat{Y}= 9,9795+0,1300x-0,0015*x^2$ R <sup>2</sup> =90,72
Matéria Orgânica (MO%)					
Doce	88,44 A	89,68A	89,26 B	87,83B	$\hat{Y}=88,80$
Mexicana	85,28B	88,37AB	91,98 A	86,21B	$\hat{Y}= 84,7937+0,2428x-0,0024*x^2$ R <sup>2</sup> =81,49
Baiana	90,21A	86,88B	88,20 B	90,27 A	$\hat{Y}=90,0205-0,1300x+0,0015*x^2$ R <sup>2</sup> =90,72
Proteína Bruta (PB%)					
Doce	5,38A	5,28A	4,74B	4,69B	$\hat{Y}=5,4185-0,0087*x$ R <sup>2</sup> =88,28
Mexicana	5,77A	4,98A	6,22 A	6,17A	$\hat{Y}= 5,78$
Baiana	5,42A	5,18A	4,65B	5,48AB	$\hat{Y}= 5,18$
Fibra indigestível em detergente neutro (FDA%)					
Doce	17,45 B	20,36 A	14,35 B	18,64 A	$\hat{Y}=17,7$
Mexicana	20,46 A	16,62 B	20,44 A	20,41 A	$\hat{Y}=19,48$
Baiana	20,54A	11,00 C	20,77 A	20,22 A	$\hat{Y}=18,13$
Hemicelulose (HEM%)					
Doce	17,91 A	12,16 B	21,76 A	20,62 A	$\hat{Y}=18,11$
Mexicana	18,10 A	15,43 B	15,15 B	17,84 A	$\hat{Y}= 16,63$
Baiana	13,49 A	24,27A	14,73 B	16,35 A	$\hat{Y}=17,21$
Lignina (LIG%)					
Doce	4,33 AB	4,71 A	4,25 A	4,81A	$\hat{Y}=4,52$
Mexicana	3,08 B	5,15 A	2,14 B	2,58 B	$\hat{Y}=3,23$
Baiana	4,88 A	5,54 A	4,07 A	2,70 B	$\hat{Y}=4,29$
Celulose (CEL%)					
Doce	13,11 A	15,65 A	9,92 B	13,82 C	$\hat{Y}=13,12$
Mexicana	19,08 B	11,47 B	19,85 A	22,50 A	$\hat{Y}=18,22$
Baiana	15,57 A	15,45 C	16,69 A	17,51 B	$\hat{Y}= 16,305$
Carboidratos não fibrosos (CNF%)					
Doce	46,09 A	40,31 A	47,27 A	43,07 A	$\hat{Y}=44,185$
Mexicana	30,02 C	40,54 A	38,97 B	30,54 C	$\hat{Y}=30,2860+0,4737x-0,0052x^2$ R <sup>2</sup> =98,51*
Baiana	40,17 B	35,99 A	36,56 B	36,99 B	$\hat{Y}=37,42$
Carboidratos totais (CHOT%)					
Doce	81,46AB	82,84 A	83,39 A	82,34 A	$\hat{Y}=82,50$
Mexicana	78,68 B	82,60 A	84,57 A	78,81B	$\hat{Y}=78,3910+0,2501x-0,0026x^2$ R <sup>2</sup> = 93,43*
Baiana	84,14 A	81,27 A	82,06 A	83,57A	$\hat{Y}=83,9972-0,1126x+0,0012x^2$ R <sup>2</sup> =91,74*
Fibra indigestível em detergente ácido (FDN%)					
0	30	60	90		
35,99	33,29	35,73	38,03		
$\hat{Y}=34.4803 + 0,0285x^{*2}$ R <sup>2</sup> =32,34					
Extrato Etéreo (EE%)					
Doce	Mexicana		Baiana		
1,51 a	0,62 b		1,31 a		

Letras minúsculas diferentes na linha e letras maiúscula diferentes na coluna diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey; \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade (análise de regressão).

Para a matéria mineral e matéria orgânica houve um efeito quadrático em relação as doses de nitrogênio na variedade OEM ocorreu convexidade, com ponto mínimo de 50,58 kg ha<sup>-1</sup> P, já a variedade Baiana apresentou em sua linha de tendência concavidade, com ponto máximo 43,3 kg ha<sup>-1</sup> P. Estes comportamentos no efeito quadráticos foram inversos para a variável matéria mineral em que a variedade que tem o maior teor de mineral é a OEM e o menor para matéria orgânica. Já na variável extrato etéreo, a variedade Doce apresentou a média mais elevada, com 1,51%, e a menor OEM com 0,625%. O teor de MM em cladódios de palma expressou média geral de 131,30 g kg<sup>-1</sup>; as plantas submetidas ao arranjo de plantas 3,00 x 1,00 x 0,25 m, com 140,80 g kg<sup>-1</sup> de MM, superaram as plantas cultivadas no espaçamento 1,00 x 0,50m, com 123,90 g kg<sup>-1</sup>; como a MM está expressa em porcentagem de MS, justifica o maior teor; os resultados obtidos no presente trabalho para MM na palma 'Gigante' superam os encontrados por Silva et al. (2007) e Costa et al. (2010), 88,90 e 93,10 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e são inferiores ao de Tosto et al. (2007), com 161,30 g kg<sup>-1</sup>; já Batista et al. (2003), Melo et al. (2003) e Donato (2011) observaram teores médios na mesma cultura, na ordem de 146,00, 142,00 e 141,00 g kg<sup>-1</sup> de MM, respectivamente, valores similares aos aqui determinados.

Para as variáveis celulose, hemicelulose e lignina observou-se significância na interação dos fatores (P<0,05), observando efeito em cada dose para as diferentes espécies de palam forrageira, não houve efeito para o desdobramentos das doses. Como cada tecido possui sua composição física e química diretamente relacionada com sua estrutura na planta, por exemplo, tecidos de sustentação devem ser densamente agrupados, espessados e lignificados, sendo esses tecidos diferentes entres as variedades. Já um tecido especializado para realizar a fotossíntese deve possuir células com parede delgada e não-lignificada (Valente et al. 2011). O fósforo promoveu maior crescimento da forrageira em função da sua importância na nutrição da planta, desempenhando função estrutural na planta, fazendo parte de compostos orgânicos como o ATP, os aminoácidos e de todas as enzimas, e assim, participa de diversos processos metabólicos, especialmente no processo de transferência e de armazenamento de energia (POLITI e PRADO, 2009).

A FDA obteve significância (P<0,0001) para interação doses x variedades, não houve efeito para o desdobramento das doses de fósforo em cada variedade de palma forrageira. A variedade de palma com o teor mais elevado de FDA foi a OEM com 19,50% e menor são as *Nopalea* com 18,11%. Para a variável FDN houve efeito linear para as doses de fósforo independente da variedade de palma forrageira. Os fatores climáticos que influem nos teores de FDA e FDN, provavelmente justificam esses baixos valores de fibra, afinal plantas

desenvolvidas sob condições de elevadas temperaturas apresentam maior lignificação da parede celular e atividades metabólicas, o que causa decréscimo no conjunto de metabolitos do conteúdo celular. Assim, segundo Van Soest (1994), os produtos fotossintéticos são convertidos em componentes estruturais. O valor médio dos teores de FDA nos cladódios de palma forrageira com tratamento somente de P, com 177,90 g kg<sup>-1</sup>, apresentou resultado semelhante ao sem adição de adubo, com 168,80 g kg<sup>-1</sup>; este foi menor do que 182,40 e 181,30 g kg<sup>-1</sup>, resultantes dos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e Nitrogênio e fósforo (NP), respectivamente; referidos teores são semelhantes aos encontrados por Donato (2011), cujas médias dos teores de FDA, 170,60 g kg<sup>-1</sup>, não diferiram entre si para os fatores doses de esterco bovino e espaçamentos testados.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais apresentaram interação das variedades com a dose, ambos com efeito quadrático para variedade OEM que apresentou o ponto máximo 45,54 kg ha<sup>-1</sup> P. A palma Doce apresentou maiores valores de CNF para todas as doses de fósforo utilizadas, quando comparada com as variedades OEM e Baiana. A palma Baiana e Doce apresentaram maiores valores de CHOT em todas as doses quando comparadas com a OEM. Como os teores de CHOT sofrem influência dos valores de PB, EE, e MM, melhoria da qualidade da forragem produzida, pois em função do crescimento da planta, com a adição de novos tecidos, mais tenros, existe um menor teor de carboidratos estruturais (menos lignificados). De acordo com Balsalobre et al. (2003), a variação na qualidade dessa fração interfere diretamente na disponibilidade de energia para o ruminante, ou seja, o avanço da idade da planta causa aumento nos constituintes da parede celular, diminuindo, assim, os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e, conseqüentemente, o fornecimento de energia de rápida degradação para os microrganismos ruminais.

**Tabela 5.** Médias das estimativas das frações da cinética de degradação ruminal de duas variedades de palma forrageiras doce miúda e orelha elefante mexicana com diferentes doses de adubo fosfatado.

<b>Matéria seca (MS)</b>															
Variedades															
Doce miúda				Orelha de elefante mexicana				DP (g kg <sup>-1</sup> de MS)		Degradabilidade efetiva (g kg <sup>-1</sup> de MS)					
Dose	Parâmetros*			r <sup>2</sup>	Parâmetros*			Doce miúda	Orelha de elefante mexicana	Doce miúda			Orelha de elefante mexicana		
	a (g kg <sup>-1</sup> de MS)	b (g kg <sup>-1</sup> de MS)	c (g kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )		a (g kg <sup>-1</sup> de MS)	b (g kg <sup>-1</sup> de MS)	c (g kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )			2	5	8	2	5	8
0	213,53 Bc	664,47 Bb	0,58 Aa	0,94	626,03 Ab	355,17 Bc	0,26 Ba	878,00	951,24	709,0 Aa	572,0 Aa	494,4 Aa	686,7 Bb	548,8 Bb	488,5 Bb
30	186,13 Bd	520,32 Aa	0,41 Ac	0,91	444,99 Ab	536,01 Ab	0,20 Bc	871,83	939,57	646,4 Ad	494,3 Ac	417,8 Bd	626,5 Bb	489,5 Bb	434,1 Ab
60	241,14 Ab	484,55 Bd	0,43 Ab	0,90	479,06 Bb	487,86 Aa	0,26 Bb	853,75	892,68	661,1 Ac	526,5 Bb	457,2 Ac	601,8 Ac	450,5 Bb	384,4 Ab
90	280,83 Ba	543,53 Bc	0,34 Ad	0,85	744,43 Aa	293,80 Bc	0,19 Bd	918,54	955,03	683,4 Bb	540,0 Bb	471,9 Bb	752,5 Aa	667,4 Aa	633,6 Aa

<b>Proteína bruta (PB)</b>															
Variedades															
Doce miúda				Orelha de elefante mexicana				DP (g kg <sup>-1</sup> de MS)		Degradabilidade efetiva (g kg <sup>-1</sup> de MS)					
Dose	Parâmetros*			r <sup>2</sup>	Parâmetros*			Doce miúda	Orelha de elefante mexicana	Doce miúda			Orelha de elefante mexicana		
	a (g kg <sup>-1</sup> de MS)	b (g kg <sup>-1</sup> de MS)	c (g kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )		a (g kg <sup>-1</sup> de MS)	b (g kg <sup>-1</sup> de MS)	c (g kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )			2	5	8	2	5	8
0	528,63 Ba	626,03 Ac	0,47 Ab	0,92	407,62 Ab	355,17 Ab	0,20 Bc	936,25	981,20	814,64 Aa	726,22 Ba	679,56 Ba	832,67 Bb	753,02 Ab	717,68 Ab
30	446,27 Ab	444,99 Bb	0,38 Ac	0,88	520,32 Bc	536,01 Aa	0,23 Bb	966,59	981,00	789,89 Ab	673,92 Aa	616,47Aa	736,28 Ac	617,87 Ac	567,91 Ac
60	468,10 Ba	479,06 Bb	0,29 Ad	0,84	484,55 Ab	487,86 Aa	0,28 Ba	952,65	966,92	757,11 Bb	648,13 Bc	598,83 Bb	765,96 Ab	656,39 Ab	607,38 Ab
90	390,12 Bb	744,43 Aa	0,43 Aa	0,87	543,53 Aa	293,80 Ab	0,15 Bd	933,65	1038,23	775,36 Bb	658,23 Bb	595,72 Bc	873,33 Aa	814,41 Aa	792,46 Aa

Letras minúsculas diferentes na coluna (variedade) e letras maiúscula diferentes na linha (dose) diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey; \*a=

Fração solúvel; b= Fração lentamente degradada; c=Taxa de degradação; DP= Degradabilidade potencial



O maior potencial de degradação está relacionado com as concentrações de amido, compostos nitrogenados e carboidratos estruturais de uma forrageira, enquanto que a fração “c” pode estar relacionada aos teores de PB e FDN.

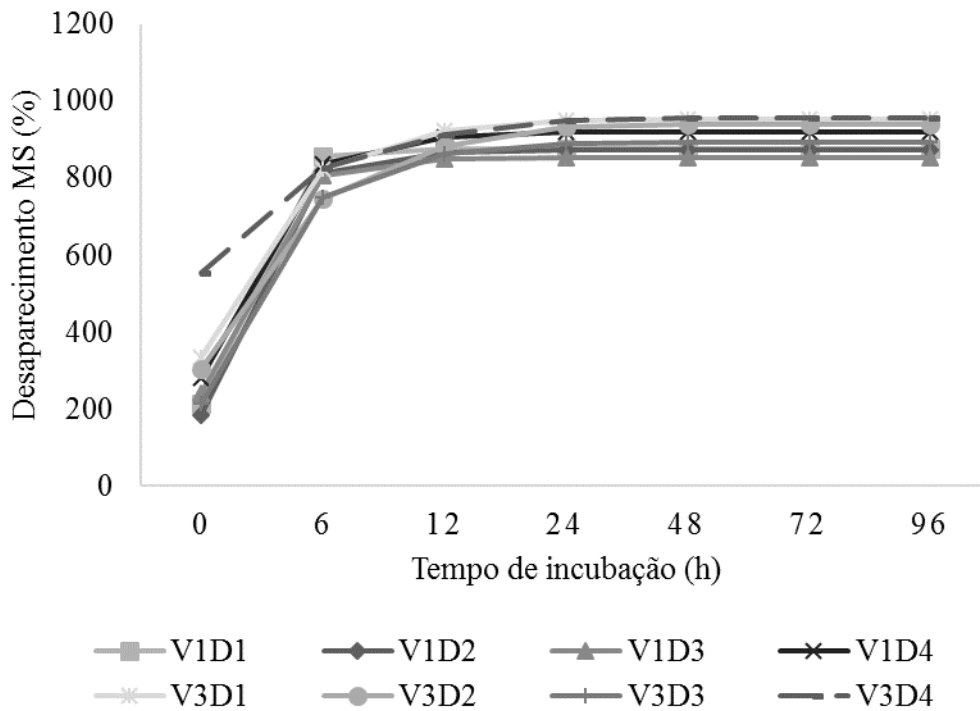
Verificou-se, que a OEM apresentou o maior valor médio da fração (a em  $\text{g kg}^{-1}$  de MS), em relação a doce miúda, e baixo valores de c, que é a taxa de degradação da fração b ( $\text{g kg}^{-1}$  de MS). Uma menor taxa de degradação da fração b ( $\text{g kg}^{-1}$  de MS por hora) da MS dessas forrageiras reflete um melhor aproveitamento da forrageira pelo animal.

O maior potencial da fração solúvel (a em  $\text{g kg}^{-1}$  de PB) foi verificado na palma orelha de elefante mexicana em relação a outra espécie de palma estudada, que apresentou valor de 543,53  $\text{g kg}$  de PB na MS na dosagem de 90kg ha P, para a fração potencialmente degradável (b em  $\text{g kg}^{-1}$  de PB), apresentou o maior na dose 30 kg ha P, com 536,01  $\text{g kg}$  de PB na MS, e apresentou menor valor de c, que é a taxa de degradação da fração b ( $\text{g kg}^{-1}$  de PB).

A degradabilidade efetiva (DE) foi estimada considerando as taxas de passagem de 2, 5 e 8  $\text{g kg}^{-1}$  por hora. A mensuração da degradabilidade no rúmen, sem considerar a taxa de passagem, pode superestimar a extensão da degradação, pois as partículas dos alimentos estão sujeitas à passagem para o compartimento seguinte, antes de serem completamente degradadas.

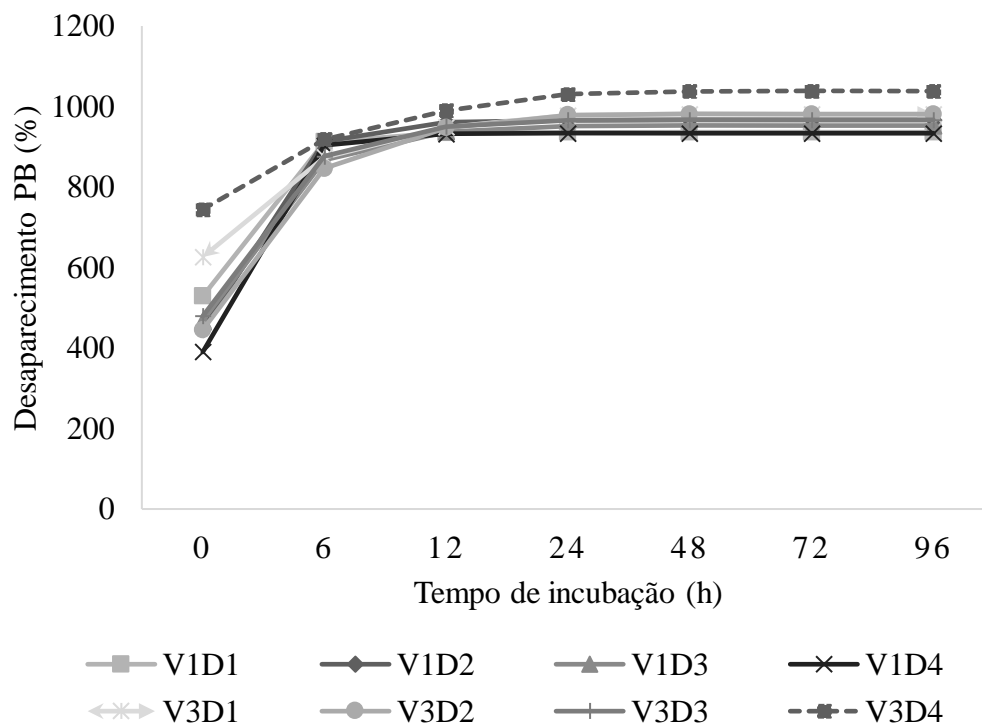
A palma OEM apresentou maiores média para degradabilidade potencial (DP) de MS e de PB, em qualquer dose de fosforo, para a degradabilidade efetiva MS apresentou menores valores em comparação com a doce, já na DE de PB a OEM mostrou maiores valores.

Para a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), em função dos períodos de incubação, a variedades miúda apresentou medias menores em comparação com a OEM, mais o mesmo comportamento, onde o pico foi em seis horas e a estabilidade a partir das doze horas (Figura 4).



**Figura 4.** Degradabilidade Potencial (DP) da Matéria seca; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h). (V1D1- Miúda com 0 kg ha P; V1D2- Miúda com 30 kg ha P; V1D3- Miúda com 60 kg ha P; V1D4- Miúda com 90 kg ha P; V3D1- OEM com 0 kg ha P; V3D2- OEM com 30 kg ha P; V3D3- OEM com 60 kg há P; V3D4- OEM com 90 kg ha P).

Para a degradabilidade ruminal da proteína bruta (PB), em função dos períodos de incubação, as variedades apresentaram o mesmo comportamento, o pico foi em seis horas e a estabilidade a partir das doze horas (Figura 5).



**Figura 5.** Degradabilidade Potencial (DP) da Proteína Bruta; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h). (V1D1- Miúda com 0 kg ha P; V1D2- Miúda com 30 kg ha P; V1D3- Miúda com 60 kg ha P; V1D4- Miúda com 90 kg ha P; V3D1- OEM com 0 kg ha P; V3D2- OEM com 30 kg ha P; V3D3- OEM com 60 kg ha P; V3D4- OEM com 90 kg ha P).

#### 4. Considerações finais

A palma forrageira que possui o melhor desempenho produtivo no sul do Piauí é Orelha de elefante mexicana, responde positivamente a adubação fosfata e apresentando altas taxas de degradabilidade da MS.

#### 5. Referências bibliográficas

AGUILAR, B.G. Experiencias em la producción de nopal (*Opuntia* spp.) em el área de Chapingo México. **Sociedad Mexicana de Fitogenética**, v.10, n.º p.8-9, 1991.

BALSALOBRE, M.A.A; CORSI, M.; SANTOS, P.M. et al. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003.

CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. Recife: IPA, 1998.198p.

COSTA, N.L. **Área foliar e produtividade de forragem** [2010]. Disponível em:< <http://www.clicnews.com.br/impressao.htm?117255>>. Acesso em: 06 março 2017.

COSTA, R.G; TREVIÑO, I.H; MEDEIROS, G.R; MEDEIROS, A.N; PINTO, T.F; OLIVEIRA, R.L. Efeitos da substituição do milho por pêra de cacto (*Opuntia ficus indica* Mill) no desempenho de cordeiros Santa Inês. **Revista de pequeno ruminantes**, v.102, n.1, p.13-17, 2012.

CUNHA, D.N.F.V; GOMES, E.S; MARTUSCELLO, J.A; AMORIM, P.L; SILVA, C.R; FERREIRA, P.S. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1156–1165, 2012.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DONATO, P.E.R. **Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento em palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino**. Itapetinga-BA: UESB, 2011. 134p. Tese Doutorado.

DUBEUX JÚNIOR, C.B; SANTOS, M.F; ANDRADE L.M; SANTOS, D.C; FARIAS, I; LIMA, L.E; FERREIRA, R.L.C. 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.

DUBEUX JUNIOR, J.C.B; ARAÚJO FILHO, J.T; SANTOS, M.V.F. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira-clone IPA-20. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, S.C.R.; Simões, D.A.; Sampaio, E.V.S.B. (Eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p.105-127, 2005.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistemas de Produção**, 2002. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FonteHTML/Leite/LeiteSemiÁrido/nfra/palma.html>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção de culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 6-16, 1998.

FERREIRA, D.F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B; SILVA, J.B.A; MORAIS, J.H.G; LIMA, R.N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p.78-85, 2014.

LEITE, M.L.M.V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L. E. DE; VILELA, M. DA S.; MELO, E. O. S. DE; ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727-736. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982003000300025&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982003000300025&script=sci_arttext)>. 22 Março. 2017. doi:10.1590/S1516-35982003000300025.

MOREIRA, A; MALAVOLTA, E. Fontes, doses e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.12, p.1519-1527, 2001.

MOURA, J.B; VENTURA, M.V.A; CABRAL, J.S.R; AZEVEDO, W.R. Adsorção de Fósforo em Latossolo Vermelho Distrófico sob Vegetação de Cerrado em Rio Verde-Go. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.4, n.3, p.199-208, 2015.

NUNES, C.S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.6, n.1, p.58-66, 2011.

POLITI, L.S; MELLO P.R. Fósforo na nutrição e produção de massa seca do capim-tânzania. Phosphorus nutrition and the mass production of the dry tanzania grass. Uruguaiana, **Revista da FZVA**, v.16, n.1, p.95-104, 2009.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, **Ceres**. p.343, 1991.

SALES, A.T; ANDRADE, A.P; SILVA, D.S; LEITE, M.L; VIANA, B.L; LEÓN, M.J; SOLÍS, A.M. Adaptation potential of cactus pear to soil and climatic conditions of the Semi-Arid in Paraíba State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v.1, n.811, p.395-400, 2009.

SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; DUBEUX JR, J.C.B; SANTOS, M.V.F; LIRA J.R; LIRA, M.D.A; SILVA, H.M.S. **Palma forrageira**. In: Plantas forrageiras.1 ed., Viçosa: Editora UFV, v. único, p.459-493, 2010.

SILVA NETO, F.L; ANDRADE, R.L; SOUTO, J.S; BEZERRA, D.M; SILVA, A.L.N; FERREIRA, S.D; SOUZA, B.V; RODRIGUES, M. Q. **Crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus- indica* Mill.) em função do espaçamento e doses de fósforo**. ZOOTEC, João Pessoa, p.4, 2008.

SILVA, R. R., e SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista GEAMA**, v.2, n. 1, p. 131-141, 2016.

SILVA, T.G.F; MIRANDA, K.R; SANTOS, D.C; QUEIROZ, M.G; SILVA, M.D.C; CRUZ NETO, J.F; ARAÚJO, J.E. Área do cladódio de clones de palma forrageira: modelagem, análise e aplicabilidade. **Agrária**, Recife, v.9, n.4, p.633-641, 2014.

SILVA, T.G.F; PRIMO, J.T.A; MORAIS, J.E.F; DINZ, W.J.S; SOUZA, C.A.A; SILVA, M.C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.2, p.10-18, 2015.

TOSTO, M.S.L.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L. et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.239- 249, 2007.

VALENTE, T.N. P. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. **Veterinária e Zootecnia, Botucatu**, v. 18, n. 3, p. 347-358, 2011.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.