



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DE
PROGÊNIES DE PALMA FORRAGEIRA V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C.)**

CARLOS CRISTOBAL VELA GARCIA

**RECIFE-PE
FEVEREIRO-2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

G216a Garcia, Carlos Cristobal Vela.
Avaliações morfológicas, produtivas e qualitativas de progênies de
Palma forrageira V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C.) DE / Carlos Cristobal Vela
Garcia. – Recife, 2018.
73 f.: il.

Orientador: Alexandre Carneiro Leão de Mello.
Coorientadores: Márcio Vieira da Cunha, Maria da Conceição Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências.

1. Cactácea 2. Colheita 3. Morfometria 4. Composição química I. Mello,
Alexandre Carneiro Leão de, orient. II. Cunha, Márcio Vieira da, coorient.
III. Silva, Maria da Conceição, coorient. IV. Título

CDD 636

CARLOS CRISTOBAL VELA GARCIA

**AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DE
PROGÊNIES DE PALMA FORRAGEIRA V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Área de concentração: Forragicultura).

Orientador: Prof^o. Alexandre Carneiro Leão de Mello, D.Sc.

Co-orientadores: Prof^o. Márcio Vieira da Cunha, D.Sc.
Pesq^a. Maria da Conceição Silva, D.Sc.

RECIFE-PE
FEVEREIRO-2018

CARLOS CRISTOBAL VELA GARCIA

**AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DE
PROGÊNIES DE PALMA FORRAGEIRA V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C.)**

Dissertação defendida e aprovada em 22/02/2018 pela Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello
UFRPE

Examinadores:

Prof. Dr. Glessner Porto Barreto
UAG/UFRPE

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
UFRPE

RECIFE-PE
FEVEREIRO-2018

DEDICO

A Deus, pelo exemplo de amor incondicional por todos nós, tendo entregue o seu filho Jesus para que, por meio Dele, possamos obter a salvação e o perdão de nossos pecados.

A minha mãe Lucia Marilú Garcia Tapullima e ao meu pai Carlos Vela Torres, pelo exemplo de pais guerreiros, pelo amor, carinho e dedicação oferecidos desde criança até hoje e, sobretudo, por sempre acreditar em mim, em meu potencial como pessoa e profissional.

A minha irmã em Jesuscristo, Tereza Okuyama Vasquez (*in memoriam*) pelo exemplo de pessoa fiel ao evangelho, pela sua dedicação à Igreja, por me incentivar e ensinar a sempre procurar o caminho de Deus por sobre todas as coisas.

OFEREÇO

À minha irmã Lucia del Rosario Vela Garcia, pelo carinho, pelo presente de Deus, de ter como única e linda irmã.

À minhas sobrinhas Lucero Marilú Heredia Vela e Vania Esperanza Vela Garcia, por me lembrar que um dia fui criança e por transbordar tanta alegria.

À minha maravilhosa e bela namorada Roberta Maria da Silva, pelo seu carinho incondicional, seu amor, sua alegria, sua humildade, pela fofa e linda companheira, por ser mulher guerreira e, claro, exemplo de que tudo nesta vida se consegue com perseverança e dedicação.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Carlos Cristobal Vela Garcia, de nacionalidade Peruana, nascido na cidade de Iquitos, do departamento de Loreto/Perú, com residência atual no Bairro de Santa Mônica do município de Camaragibe-PE, filho de Carlos Vela Torres e Lucia Marilú Garcia Tapullima. Ingressou ao curso de Zootecnia no ano 2008, formou-se em 2013 pela Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP. No mesmo ano realizou mobilidade acadêmica na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Brasil, estagiando nas áreas de avicultura, ovinocultura e bovinocultura de corte. Foi colaborador no Núcleo de formação e pesquisa em agroecologia-NATER, na mesma instituição. No ano de 2014 trabalhou como Zootecnista no setor de bovinos de corte na cidade de Pontes e Lacerda - MT. Realizou especialização na área de conservação de forragens na Escola de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, pratica profissionalizante em Educação Ambiental e Agroecologia na mesma instituição no período de 2014 a 2016. Formou parte da organização do evento Seminário de Educação Agroecológica Regional, realizada na cidade de Piracicaba - SP no ano 2015. Em Março de 2016 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concluindo o curso em Fevereiro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Em especial a Deus, pela vida, as bênçãos, pelo seu amor infinito e pelo privilégio de conhecer lugares e pessoas incríveis.

À minha família pelo apoio, carinho, conforto e amizade, apesar da distância.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de formação profissional. Em especial, a todos os professores do Departamento de Zootecnia e dos demais Departamentos da UFRPE, pelos conhecimentos transmitidos.

À Organização dos Estados Americanos (OEA), pela oportunidade de poder fazer o curso de mestrado em Zootecnia no Brasil.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que, em convênio com a OEA, concedeu a bolsa de estudos, que se tornou o principal apoio financeiro para a concretização dessa etapa e para um melhor desempenho na pesquisa.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), pela oportunidade de poder trabalhar no seu centro de pesquisa.

Ao Professor Alexandre Carneiro Leão de Mello, pela orientação e ensinamentos recebidos.

Ao Professor Márcio Vieira da Cunha e à Pesquisadora Maria da Conceição Silva, pela co-orientação recebida para o desenvolvimento do presente trabalho de investigação.

Ao Professor Osvaldo Martins de Souza, pela amizade, por ser o professor que faz parte da minha história do meu início no Brasil e, sobretudo, pela importante ajuda na realização das análises estatísticas.

À Ana Maria Herrera Angulo, pela amizade, conselhos e auxílio nas dúvidas surgidas durante a redação deste trabalho.

À Janete Moura, pelo seu apoio e dicas que foram de grande ajuda para escrita do presente trabalho.

A todos os amigos e colegas de curso de pós-graduação e graduação, Ximena Aguilar, Robert Moura, Robson Elpídio, Williane e Wellington Diniz, Karina Miranda, Lenildo Teixeira, Karine Cavalcante, Joana Munhame, Antônio, Zélia, Maysa, Lidiane, Paulo Sérgio, pela amizade, ajuda e convívio diário, durante minha jornada acadêmica no curso de mestrado em Zootecnia na UFRPE e minha estadia em Recife.

Aos bolsistas do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) da Estação Experimental de Arcoverde, Flávio e Marciano, pela ajuda ofertada durante o trabalho de campo no trabalho de investigação.

Ao Dr. Djalma Cordeiro dos Santos do IPA, pelo apoio recebido para realização da pesquisa.

Aos componentes da Banca Examinadora, pelas importantes correções para melhoria da dissertação.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO	Página
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
RESUMO GERAL.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	XVII
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1. Pecuária no Semiárido Brasileiro.....	18
2. Manejo da Caatinga.....	19
3. Origem e importância da palma forrageira.....	20
4. Caracterização morfológica e produtiva da palma forrageira.....	22
5. Composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da palma forrageira....	25
6. Características gerais da V-19 (<i>Opuntia lorreyi</i> F. A. C).....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO 2 - Características morfológicas e produtivas de progênes de palma forrageira V-19 (<i>Opuntia lorreyi</i> F.A.C).....	34
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	42
Conclusões.....	51
Referências Bibliográficas.....	51
CAPÍTULO 3 - Valor nutritivo de progênes de palma forrageira V-19 (<i>Opuntia lorreyi</i> F.A.C).....	53
Resumo.....	53
Abstract.....	54
Introdução.....	55
Materiais e Métodos.....	57
Resultados e Discussão.....	60
Conclusões.....	70
Referências Bibliograficas.....	71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

1. Interação progênie x avaliações intermediárias para variáveis morfológicas de palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C) no período de 2015 e 2017.....46
2. Variáveis morfológicas de progênes de palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C) de duas colheitas no período de 2015 e 2017.....47
3. Variáveis morfológicas e produtivas de palma V-19 nas avaliações de 2015 e 2017 em Arcoverde-PE.....49

CAPÍTULO 3

1. Teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de progênes de palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C), em duas colheitas em Arcoverde-PE.....64
2. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), carboidratos totais (CHOT), nitrogênio (N) e fósforo (P) de palma V-19 em Arcoverde-PE.....65
3. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fósforo (P) de palma V-19 em duas colheitas em Arcoverde-PE.....70

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

1. Dados pluviométricos mensais da Estação Experimental de Arcoverde-PE durante 41 meses.....40
2. Largura e altura de planta de palma forrageira V-19 (Opuntia lorreyi F.A.C) em quatro avaliações em Arcoverde-PE.....43
3. Características morfológicas de cladódios secundários de palma V-19 em quatro avaliações em Arcoverde-PE.....44
4. Características morfológicas de cladódios terciários de palma V-19 em quatro avaliações em Arcoverde-PE.....45

CAPÍTULO 3

1. Dados pluviométricos mensais da Estação Experimental de Arcoverde-PE de 2013 até 2017..... 58

RESUMO GERAL

A palma é um importante recurso forrageiro para região semiárida. No entanto, nos últimos anos, boa parte dos palmais de Pernambuco e Paraíba foi dizimada pela cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), fazendo com que o foco do programa de melhoramento passasse a ser o desenvolvimento e introdução de cultivares resistentes a essa praga. Alternativas além das tradicionais como controle químico e físico são pouco eficientes, pelo qual existe a necessidade de encontrar variedades resistentes ao inseto. Diante disso, objetivou-se avaliar progênies da palma forrageira V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C), quanto a suas características morfológicas, produtivas e seu valor nutritivo. O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em Arcoverde-PE/Brasil. Foram utilizados 11 genótipos de palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C), sendo 10 progênies (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉ e P₁₀) oriundas de polinização livre com sete repetições. Para características morfológicas e produtivas realizaram-se duas avaliações correspondentes à primeira e segunda colheita e quatro avaliações intermediárias, sendo mensuradas altura e largura de planta (AP e LP), número, altura, comprimento, largura, perímetro de cladódio (NC, AC, CC, LC e PC), área de cladódio e índice de área de cladódio (AC e IAC), e produtividade. Nas amostras colhidas nas duas colheitas realizadas foram avaliados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHT), nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete repetições.

Os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo, sendo as avaliações da colheita, as avaliações intermediárias e as colheitas as medidas consideradas. Os valores de número de cladódios (NC) secundários e terciários, perímetro, comprimento e largura de cladódios secundários, altura e largura de planta (AP e LP), área de cladódio, índice de área de cladódio (AC e IAC) e produtividade da matéria seca (PMS) obtidos na segunda pré-colheita e colheita foram considerados elevados. Já para as variáveis relacionadas ao valor de nutritivo (MM, FDN, FDA, PB e P), os valores obtidos na primeira colheita foram mais elevados, quando comparados com a segunda. As progênies P₁ e a P₉ destacaram-se em relação à progenitora nas avaliações morfológicas e produtivas, no entanto para as variáveis de valor nutritivo as progênies em destaque foram P₁, P₂ e P₃. Recomenda-se a continuidade dos estudos com os materiais que se destacaram, sobretudo avaliando as respostas a diferentes adensamentos, adubação, como também no consumo de matéria seca e nutrientes com animais ruminantes.

GENERAL ABSTRACT

Cactus pear is an important forage resource for semi-arid region. However, in the last years, most of the palms of Pernambuco and Paraíba were decimated by the carmine cochineal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), making the focus of the breeding program the development and introduction of cultivars resistant to this pest. Alternatives besides the traditional ones like chemical and physical control are little efficient, for which there is a need to find resistant varieties to the insect. The objective of this study was to evaluate the progenies of the V-19 cactus pear (*Opuntia lorreyi* F.A. C), in terms of its morphological, productive and nutritional value. The experiment was carried out at the Experimental Station of the Agronomic Institute of Pernambuco - IPA in Arcoverde-PE/Brazil. Eleven genotypes of V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A. C) were used, being 10 progenies (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉ and P₁₀) from free pollination with seven replicates. For the morphological and productive characteristics, two evaluations corresponding to the first and second harvest and four intermediate evaluations were carried out: height and width of plant (PH and PW), number, height, length, width, perimeter of cladode (CN, CH, CL, CW, CP), cladode area and cladode area index (CA and CAI), and productivity. The dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ethereal extract (EE), total carbohydrates (CHT), nitrogen (N), potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD). The experimental design was a completely randomized design with seven replicates. The data were analyzed as measures repeated in the time, being the pre-harvest evaluations, the intermediate evaluations and the harvests the measures considered.

The values of number of secondary and tertiary cladodes (CN), perimeter, length and width of secondary cladodes, plant height and width (PH and PW), cladode area, cladode area index (CAI) and dry matter yield (DMY) obtained in the second pre-harvest and harvest were considered high. For the variables related to the nutritive value (MM, NDF, ADF, PC and P), the values obtained in the first harvest were higher when compared to the second. The P₁ and P₉ progenies stood out in relation to the progenitor in the morphological and productive evaluations; however, for the nutritional value variables the progenies were P₁, P₂ and P₃. It is recommended the continuity of the studies with the materials that stood out, mainly evaluating the responses to different densities, fertilization, as well as the consumption of dry matter and nutrients with ruminant animals.

INTRODUÇÃO GERAL

As adversidades climáticas da região semiárida do Nordeste brasileiro exercem forte influência sobre a produtividade agropecuária da região, principalmente em decorrência da estacionalidade na disponibilidade de forragem das pastagens.

As pastagens no Nordeste brasileiro são constituídas principalmente por pastos nativos e cultivados, sendo a vegetação arbórea, arbustiva e herbácea proveniente do bioma Caatinga a principal fonte de alimento para os rebanhos locais (LIRA et al., 2006). Porém, esta região é caracterizada por um déficit hídrico severo em grande parte do ano, por apresentar índices pluviométricos bem abaixo da evapotranspiração potencial, cujo resultado são reduzidas produtividades de forragem e, conseqüentemente, reduzida capacidade de suporte das pastagens.

A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) tornou-se, nos últimos anos, uma das principais fontes forrageiras na alimentação animal, por se adaptar bem às condições do Semiárido, devido a sua elevada eficiência no uso de água, o que permite que a mesma apresente elevado potencial de produção de forragem, de alto valor nutritivo, mesmo nas condições de déficit hídrico recorrentes na região (LIGUORI et al., 2013).

Além de fonte de água de excelente qualidade, a palma apresenta em sua constituição elevados teores de minerais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, o que a torna uma importante fonte energética para os ruminantes.

Apesar disso, os teores de matéria seca, fibra e proteína bruta podem ser considerados baixos, se a palma for fornecida como alimento exclusivo. Além dessas características, em função do seu alto teor de umidade (em torno de 90%), a palma fornece boa parte da exigência em água dos ruminantes, o que, em situações de secas

extremas, assume relevada importância na sobrevivência dos animais (SILVA, 2016; FERREIRA et al., 2008).

Os trabalhos de pesquisa com palma forrageira em Pernambuco se iniciaram na década de 50, por meio do acordo UFRPE/IPA. O programa de melhoramento genético dessa cultura já dedicou vários anos buscando aumento de produtividade, já tendo obtido êxito nesse objetivo. Entretanto, na atualidade, o principal problema da exploração da palma encontra-se no campo fitossanitário, onde a mesma é acometida por diversas doenças e algumas pragas, com maior destaque para as cochonilhas de escama (*Diaspi echinocacti* Griffiths) e do carmim (*Dactylopius opuntia* Cockerell).

Alguns cultivares dessa cactácea foram identificados como resistentes à cochonilha do carmim, tais como Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), Miúda e IPA-Sertânia ambos *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, os quais já foram submetidos a avaliações morfológicas, produtivas e qualitativas (VASCONCELOS et al., 2009; PEREIRA, 2013). Diante desta descoberta, novas avaliações têm sido realizadas, tanto para identificação de novos clones resistentes a cochonilha do carmim, como no que diz respeito a características adaptativas, produtivas, morfológicas e nutricionais, visando a recomendação para uso pelos produtores. Dentre os materiais identificados como resistentes a cochonilha do carmim, encontra-se a palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C.), a qual ainda não foi avaliada agronomicamente, nem testada na alimentação de ruminantes.

Nesse contexto, a presente dissertação teve como objetivo iniciar a avaliação agrônômica e qualitativa de progênies da palma forrageira V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C.), resistente a cochonilha do carmim no Semiárido de Pernambuco.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. Pecuária no semiárido brasileiro

A região semiárida brasileira apresenta uma área de 969.589,4 km², representada pelos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, centro da Bahia e parte do Norte de Minas Gerais (SUDENE, 2017). Trata-se de uma região que apresenta longos períodos de estiagem, bem como índices de evapotranspiração potencial mais elevados que os de precipitação, o que promove elevados déficits hídricos nos solos locais. Dada essa condição, a produção primária nessa região sofre limitações de produtividade, o que interfere nos índices produtivos da agropecuária (SILVA et al., 2010).

Segundo Lima et al. (2014), a pecuária é a atividade mais importante para os agricultores familiares do semiárido brasileiro. Os produtores desta região estão na dependência da criação de bovinos, ovinos e caprinos, os quais são responsáveis pela principal renda econômica dos mesmos. No entanto, a grande variação na disponibilidade de forragem local, em decorrência do déficit hídrico mencionado, ocasionam baixo desempenho produtivo dos rebanhos.

Vale mencionar que, comparando explorações agrícolas e a capacidade de adaptação à seca das mesmas, a pecuária se destaca como importante atividade do agronegócio no semiárido brasileiro, a qual tem se constituído num dos principais fatores para a garantia da segurança alimentar das famílias rurais e geração de emprego e renda (LIMA, 2009).

2. Manejo da caatinga

Conforme mencionado, um dos principais limitantes da sustentabilidade dos sistemas pecuários do semiárido nordestino trata-se da baixa disponibilidade de forragem da caatinga, quando mantida sem manejo adequado, o que limita a capacidade de suporte a reduzidos valores. Algumas técnicas de manipulação da caatinga, tais como o rebaixamento, o raleamento e o enriquecimento podem ser utilizadas para promover o aumento da oferta de forragem, com o intuito de produzir forragem suficiente para utilização na época chuvosa e parte ser conservada para ser consumida na época seca (MOREIRA et al., 2006).

O rebaixamento consiste em cortar forrageiras lenhosas a uma altura de 30 a 40 cm do solo, no terço final do período de estiagem, de tal forma que quando iniciem as chuvas, as plantas cortadas usarão suas reservas de carboidratos para rebrotar, e assim disponibilizar forragem para os animais (PEREIRA FILHO; AZEVEDO; FONTES, 2013). Além da maior oferta de forragem acessível aos animais, o rebaixamento também favorece o desenvolvimento do estrato herbáceo, visto que reduz o sombreamento promovido pelas árvores que foram rebaixadas.

O raleamento consiste na eliminação de plantas lenhosas ou herbáceas que não apresentem valor forrageiro e/ou madeireiro, favorecendo o desenvolvimento do estrato herbáceo. O mais importante desta técnica é que aumenta consideravelmente a matéria seca acessível ao animal, oriunda de gramíneas e dicotiledôneas herbáceas, melhorando, assim, a capacidade de suporte (CAVALCANTE et al., 2013)

O enriquecimento da caatinga trata-se da introdução de espécies forrageiras exóticas e/ou nativas, adaptadas ao semiárido, com o objetivo de aumentar a produção e a disponibilidade de forragem (BATISTA; SOUZA, 2015).

3. Origem e importância da palma forrageira

A palma forrageira pertence ao reino Plantae, subreino Tracheobionta, superdivisão Spermatophyta, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Caryophyllidae, ordem Caryophyllales, família Cactaceae, subfamília Opuntioideae, gênero *Opuntia* e subgênero *Playopuntia* (COSTA, 2017). Das 2.000 espécies pertencentes aos 178 gêneros de palma, destacam-se os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, sendo algumas espécies utilizadas como forrageiras na alimentação de ruminantes do semiárido (CAVALCANTE; SANTOS, 2006). A grande adaptação da palma às condições climáticas do Semiárido deve-se ao seu metabolismo fotossintético, denominado de MAC (metabolismo ácido das crassuláceas). Por conta deste metabolismo, a palma forrageira é mais eficiente no uso da água do que as plantas com mecanismo fotossintético C₃ e C₄ (SÁENZ, 2013).

O mecanismo fotossintético MAC é caracterizado pela abertura dos estômatos no período da noite, para fixação do CO₂, fechamento durante o dia, para redução das perdas de água, tornando-as bem adaptadas às condições do semiárido. Uma planta MAC gasta de 50 a 100g de água para cada grama de CO₂ fixado, comparado com valores de 250 a 300g e 400 a 500g para plantas C₄ e C₃, respectivamente (DUBEUX JR. et al., 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Hoffmann (2001) relata que, desde o ano de 1520, as *Opuntia* mexicanas foram levadas para a Europa, de onde se dispersaram a partir do Mediterrâneo para a África, Ásia e Oceania. Também se encontram distribuídas desde o Canadá (latitude 59° N) até a Argentina (latitude 52° S), bem como em localidades com altitudes que vão desde o nível do mar até 5.100 m, como no Peru (SÁENZ, 2013).

A introdução da palma forrageira no Nordeste brasileiro ocorreu desde o final do século XVIII, até pelo menos meados do século XIX, com a finalidade de explorar a produção do corante do carmim, através do inseto hospedeiro cochonilha do

carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell). Entretanto, com o aparecimento dos corantes sintéticos, na segunda metade do século XIX, o carmim e a palma foram perdendo importância como cultura comercial (CASTRO, 1990 apud MENEZES et al., 2005a). Domingues (1963 apud MENEZES et al., 2005b) relata que, no tempo das secas no Nordeste brasileiro, já era costume fornecer ao bovinos e ovinos outras cactáceas como facheiros (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) e mandacarus (*Cereus jamacaru* P.D.C) para alimentá-los. Entretanto, foi a partir de 1930 que a palma se tornou relevante como alimento para os ruminantes (SILVA, 1931 apud MENEZES et al., 2005c).

Em pleno século XXI, sem nenhuma exploração comercial do corante do carmim, a cochonilha do carmim se proliferou, infestando grande parte dos palmais existentes no nordeste do Brasil. Estimou-se que, aproximadamente, 100 mil hectares no estado de Pernambuco foram infestados e considerados irrecuperáveis (LOPES et al., 2009). Atualmente, é estimado que 80% dos palmais foram destruídos em 32 municípios dos estados de Pernambuco e Paraíba (MORAES, 2012).

Segundo Cavalcanti et al. (2001), o controle desse inseto pode ser mecânico, químico, biológico e pelo uso de variedades resistentes. Em função da severidade da praga, é praticamente inviável investir em controle químico. Existem alguns inseticidas registrados para a cochonilha do carmim, porém, além de elevado custo, não apresenta uma elevada eficiência no controle da praga, sendo a melhor alternativa para conviver com a praga o cultivo de variedades resistentes (DUBEUX JR. et al., 2005).

Trabalhos de seleção de clones visando a identificação de resistência à cochonilha do carmim foram realizados por Vasconcelos et al. (2009) que identificaram como resistentes à praga, as cultivares Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw.). Os autores

mencionados reportam ainda que os clones Orelha de elefante africana (*Opuntia undulata* Griffiths) e Miúda apresentaram maior persistência ao longo dos dois anos de cultivo, quando comparadas a outros 20 clones avaliados.

4. Caracterização morfológica e produtiva da palma forrageira

A avaliação do desenvolvimento das estruturas da palma torna-se importante a partir do momento que esse conhecimento pode ser utilizado para investigar sua adaptação ecológica a novos ambientes, sua competição com outras espécies, os efeitos de seu manejo e tratamentos culturais, a identificação da capacidade produtiva de seus diferentes genótipos e o efeito do ataque de pragas e doenças (PINHEIRO, 2014). Dantas (2015) afirmam que características morfológicas, tais como altura de planta, largura da planta, comprimento, largura e índice de área do cladódio, são altamente relevantes para a compreensão da resposta da palma forrageira às condições do ambiente de cultivo. Os autores mencionam ainda que essas características permitem o acompanhamento do acúmulo de forragem ao longo dos anos de cultivo.

As dimensões da planta podem variar, dentre outros fatores, de acordo com a espécie e a idade, porém, ao primeiro ano após plantio, a palma pode atingir 100 a 120 cm de altura e 80 a 100 cm largura na variedade Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw). O caule, conhecido como cladódio, alcança de 30 a 40 cm de comprimento e, algumas vezes, podem ser maiores que 70 a 80 cm, a largura de 18 a 25 cm e a espessura de 2 a 4 cm de acordo a ordem de inserção dos cladódios (SCHEINVAR, 2001). A altura de planta, largura, comprimento e índice de área de cladódio média da variedade de palma Gigante podem alcançar 112,2 cm; 12,2; 17,5 cm; 18,3 e 3,8, respectivamente, aos 365 dias após plantio, com duas intensidades de

corte (LIMA et al., 2016). Cabe mencionar que estas características podem variar com adubação, fatores climáticos e o espaçamento de plantio (DUBEUX JR. et al., 2006).

Andrade (2009) estudando as características morfológicas da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do adensamento e níveis de adubação fosfatada, verificou valores médios para número de cladódios por planta, comprimento, largura, perímetro e espessura dos cladódios, de 13; 35,4 cm; 18,1 cm; 79,2 cm e 3 cm, respectivamente, em espaçamento 1,7m x 0,2m, quando submetidos as doses de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aos 510 dias após plantio. Estas dimensões podem mudar de acordo com o local e época de plantio. Assim, Sánchez et al., (2015) trabalhando com a mesma variedade no México, observaram médias de altura e largura de cladódios de 45 e 15 cm, respectivamente, quando a colheita foi realizada aos dois anos de plantio.

Cunha et al. (2012) avaliando características morfológicas da palma miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.)), obtiveram valores médios de 27,7 cladódios por planta; 18,3 cm; 8,4 cm; 1,7 cm e 144,3 cm², respectivamente, para as variáveis número, comprimento, largura, espessura e área de cladódio, aos três anos após plantio.

Segundo Mondragón; Pérez (2001), as variáveis morfológicas são características genéticas que são determinadas em menor escala pela posição de plantio e fertilidade do solo. Outro fator que também exerce influência nas dimensões do cladódio são as variações climáticas, afetando, desse modo, a produção (MARQUES et al., 2017).

O desenvolvimento e a produtividade da palma forrageira são vinculados à energia recebida pela planta através do sol e à radiação fotossinteticamente ativa (CORTAZAR et al., 1990; PEDREIRA; PEDREIRA, 2007), já que a quantidade de luz interceptada determina o uso do CO₂ e sua importância no crescimento, manutenção e ativação de todas as funções metabólicas da planta (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Diferentemente da maioria das espécies vegetais, na palma forrageira o aparato fotossintético encontra-se localizado nos cladódios, os quais são caules modificados (SAMPAIO, 2005), onde ocorre a absorção de luz e CO₂. Nesse contexto, o índice de área foliar (IAF) na palma é denominado de índice da área do cladódio (IAC) (SANTOS et al., 2005). A produção da palma forrageira aumenta à medida que sua área de superfície dos cladódios por unidade de solo aumenta (QUEIROZ et al., 2015). Assim, plantas que atinjam IAC de 4 a 5 podem ser consideradas altamente produtivas. Nesse contexto, quando as plantas encontram-se mais adensadas ou apresentam elevado número de cladódios, o IAC aumenta até um determinado ponto, ocasionando uma redução da produtividade em função do sombreamento produzido entre os cladódios, resultando em menores taxas fotossintéticas (LIMA et al., 2016). Segundo pesquisas recentes, o IAC da palma forrageira IPA-Sertânia, Miúda e Orelha de elefante mexicana reportam valores de 0,93; 0,89 e 1,75, respectivamente (SILVA et al., 2015).

Conforme Farias et al., (2005), para obter elevadas produtividades de palma e garantir a manutenção da mesma ao longo dos sucessivos cortes, aspectos como correção do solo e adubação, adequadas técnicas de plantio, controle de plantas indesejáveis e manejo correto de colheita devem ser considerados, além da utilização de um cultivar adaptado as condições edafoclimáticas vigentes.

Donato et al., (2014) observaram efeito quadrático para a produção de matéria seca em função das doses de esterco bovino, tendo atingido a máxima produção de matéria seca (21,8 t MS ha⁻¹), quando se aplicou 71,8 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco. Souza (2015) verificou que, quando se elevaram os níveis de esterco bovino aplicados ao solo, a produtividade da palma forrageira Miúda aumentou de forma linear, observando-se valores entre 9,6 e 41,2 t de MS⁻¹ ha⁻¹ em dois anos, nos tratamentos testemunha e com 30 t de MO⁻¹ ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Cabe mencionar também que, a palma precisa de 368,4 a 812,4 mm/ano para poder realizar um bom desenvolvimento (SOUZA et al., 2008) e 400 a 800 mm/ano (MARQUES et al., 2017). A elevada eficiência no uso de água da palma permite sua ampla adaptação às condições de climas áridos e semiáridos (SAMPAIO, 2005). Suas células estomáticas são abertas durante a noite para captar CO₂, característica das plantas MAC, que possibilita menor transferência de água para o ambiente. De maneira geral a fisiologia e morfologia de uma planta pode ser afetada pela disponibilidade de água no solo, que pode interferir nas relações hídricas, ocasionando estresse hídrico, e alterando a produtividade da cultura (ARAÚJO, 2008). Sendo assim, um aumento da temperatura do ar e umidade relativa baixa no período noturno, pode dificultar o processo fotossintético e, em consequência, levar a queda da produtividade ou até morte da planta (SANTOS et al., 2006).

5. Composição química e digestibilidade *in vitro* da palma forrageira

A palma é um alimento succulento, rico em água e mucilagem, com significativos teores de minerais, principalmente Ca (37 g/kg), K (18 g/kg) e Mg (21 g/kg) na matéria seca (MS), altos teores de carboidratos não fibrosos (617 g/kg da MS) e elevado coeficiente de digestibilidade (61%) (WANDERLEY et al., 2002; FERREIRA et al., 2003). Por outro lado, apresenta teores relativamente baixos de MS (100 a 140 g/kg), proteína bruta (40 a 60 g/kg), fibra em detergente neutro (260 g/kg) e fibra em detergente ácido (200 g/kg) (ANDRADE, 2009). Assim, para atendimento das exigências nutricionais dos ruminantes, recomenda-se associá-la a fontes de fibra e proteína. Caso contrário, o fornecimento desta forrageira pode ocasionar distúrbios fisiológicos nos animais, como redução da ruminação, redução do teor de gordura do leite, diarreia e perda de peso nos animais (ALMEIDA, 2012). A palma forrageira apresenta, em média, 646 g/kg de nutrientes digestíveis totais

(NDT), valor bastante superior à maioria dos volumosos utilizados na dieta dos animais do semiárido (MELO, 2012; RAMOS et al., 2011).

A composição química da palma pode ser influenciada pela espécie, variedade, idade, nível de fertilidade do solo e adubação, espaçamento, época do ano, ordem do cladódio, dentre outros fatores (MENEZES et al., 2005; DUBEUX JR. et al., 2006).

Em um trabalho realizado por Moura (2012) com as variedades Orelha de elefante mexicana (OEM), IPA-Sertânia, F-21 e Miúda avaliando a composição bromatológica aos 45 meses após plantio, obteve-se 95; 102; 112 e 115 g/kg de MS, 95; 63; 126; e 90 g/kg de PB, 227; 204; 261 e 232 g/kg FDN, respectivamente.

Moraes (2012) reporta valores para as variedades OEM, IPA-Sertânia, IPA-F21, Miúda de, 90; 134; 81; 95 g/kg de MS, 130; 137; 190; 186 g/kg de MM, 61; 20; 42; 30 g/kg de PB, 36; 34; 35; 34 g/kg de EE, 240; 177; 250; 223 g/kg de FDN, 107; 90; 148; 114 g/kg de FDA aos dois anos após plantio em dietas usadas para a alimentação de ovinos.

Torres (2008) realizou um estudo avaliando a substituição de palma Gigante por palma Miúda em dietas para bovinos em crescimento, e verificou que as composições químicas das variedades de palma não tiveram diferença significativa ($P>0,05$), onde a palma Miúda apresentou 102,8 g/kg de MS, 54,8 g/kg de PB, 126,2 g/kg de MM, 373,2 g/kg de FDN, 201,6 g/kg de FDA, 22,2 g/kg de EE, 796,8 g/kg de CHT e 423,6 g/kg para CNF. Para palma Gigante observou-se 99,3 g/kg de MS, 40,1 g/kg de PB, 25,4 g/kg de EE, 96,7 g/kg de MM, 364,7 g/kg de FDN, 168,7 g/kg de FDA, 837,8 g/kg de CHT e 473,1 g/kg para CNF.

É importante mencionar que o teor de umidade da palma pode variar de acordo com as estações do ano, bem como com a idade no momento da colheita. Silva et al. (2014) observaram 77% de umidade quando a palma foi colhida em plena

estiagem e 95%, no período de chuvas.

No entanto, encontram-se registros de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 74,4; 75,0 e 77,0 para os cultivares Redonda, Gigante e Miúda, respectivamente (SANTOS et al., 2006). Os valores de degradabilidade *in vitro* indicam que a palma é mais degradável do que gramíneas e leguminosas. A degradabilidade potencial em palma é alta, atingindo valores de 87 a 94,8% (SILVA, 2016), podendo esta ser atribuída ao elevado conteúdo de carboidratos solúveis desta cactácea (SÁNCHEZ et al., 2015).

Moura (2012) observou valores de digestibilidade da matéria seca para as variedades F-21, OEM, Orelha de elefante africana (OEA) e Copena de, 88,2%; 90,9%; 89,7% e 80% respectivamente. De acordo com o autor, os valores de digestibilidade *in vitro* observados foram elevados, provavelmente devido ao tamanho de partícula de 1 mm usada no equipamento DAISY II. Um tamanho de partícula de 2 mm é recomendado para análises no equipamento mencionado, para minimizar superestimativas (JOBIM et al., 2007). Contudo, é alta a digestibilidade da palma, o que reflete seu alto aproveitamento pelos animais, aspecto importante para uma planta forrageira.

6. Características gerais da V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C)

A palma forrageira V-19 é oriunda do México e apresenta como característica principal a sua resistência à cochonilha do carmim (*D. opuntiae* Cockerell). Esta espécie foi introduzida em Pernambuco via importação realizada pelo IPA, no ano 2013 (MENEZES et al., 2005). Esta variedade apresenta uma coloração verde mais clara, quando comparada com outras variedades de palma já conhecidas. De acordo com trabalho realizado por Silva et al. (2013), o hábito de crescimento desta variedade é mais ereto e, portanto, apresenta menor largura quando comparado aos clones Orelha de

elefante Mexicana, IPA-Sertânia e Miúda, os quais apresentam hábito de crescimento estendido, erguido e decumbente, respectivamente. Santos et al., (2015) realizaram um experimento com a V-19 e 10 progênes provenientes da mesma, com o fim de avaliar as principais características morfológicas da planta, sendo assim o trabalho inicial desta variedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDRADE, R. L. **Evolução do crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em função do adensamento e adubação com farinha de osso no solo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, 40p, 2009

ARAÚJO, L. C. **Influência da disponibilidade de água no desenvolvimento de plantas de capim-marandu e milho: cultivo solteiro e consorciado** (Dissertação de mestrado em ciência animal e pastagens). Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, p98, 2008.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B. DE. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, Paraíba, v. 11, n. 2, p. 01–09, 2015.

CASTRO, J. A. Memória sobre cochonilha do Brasil. Naturalismo. In MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife-PE: Ed. Universitária/UFPE, p. 18-25, 2005.

CAVALCANTE, F. DA S. C.; SANTOS, C. L. Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Electrónica de Veterinaria, España*, v. 10, n. 10, p. 1–13, 2006.

CAVALCANTE, A.C.R. et al. Tecnologias para o uso pastoril sustentável da caatinga. 1ra. ed. 2013.

CAVALCANTI, V.A.L.B.; SENA, R.C.; COUTINHO, J.L.B. et al. Controle das cochonilhas da palma forrageira. **Boletim IPA Responde**, n.39, p.1-2, 2001.

CORTÁZAR, G. V. DE; NOBEL, P. S. Worldwide environmental productivity

indices and yield predictions for a cam plant, *Opuntia ficus-indica*, including effects of doubled CO₂ levels. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 49, n. 4, p. 261–279, 1990.

COSTA, A. G. Utilização de efluente de laticínios da produção do mandacaru sem espinho (*Cereus hildmannianus* K. Schum) no semiárido brasileiro (Dissertação de mestrado em manejo do solo e água). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, p120, 2012

CUNHA, D. N. F. V. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, Bahia, v. 13, n. 4, p. 1156- 1165, 2012.

DANTAS, F. D. G. Lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma miúda adensada no semiárido (Dissertação de mestrado em produção animal). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba. 2015.

DONATO, P. E. R. et al. Morfometria e rendimento da palma forrageira “Gigante” sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 1, p. 151–158, 2014.

DOMINGUES, O. Origem e Introdução da palma forrageira no Nordeste. Recife, Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 1963. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora UFPE, p14-30, 2005.

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora UFPE, p. 105-128, 2005.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C. dos; 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, C. A; et al. Utilização de Técnicas Multivariadas na Avaliação da Divergência Genética entre Clones de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Caruaru, Pernambuco, v. 32, n. 6, p. 1560 – 1568, 2003.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; BISPO, S. V. Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semiáridas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7, 2008, Viçosa, Minas Gerais. Anais eletrônicos... Viçosa, Minas Gerais: UFV, p. 241-265, 2008. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4568414-Otimizacao-de-dietas-a-base-de-palma-forrageira-e-outras-alternativas-de-suplementacao-para-regioes-semi->

aridas.html>. Acesso em: 20 jan. 2018.

HOFFMANN, W. Taxonomia das *Opuntias* utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Org.) **Agroecologia, Cultivo e Usos da Palma Forrageira**. Roma: FAO, Produção e Proteção Vegetal, 1995. p.20-27. Traduzido por SEBRAE/PB, 2001.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 36, p. 101–119, 2007.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CAB International, p.3-36, 1996.

LIGUORI, G. et al. CO₂ uptake of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. whole trees and single cladodes, in relation to plant water status and cladode age. **Italian Journal of Agronomy**, Palermo, v.8, n.1, p.14-20, 2013.

LIMA E. R. de et al. Análise morfométrica e de produtividade clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillífera* (L.) Salm-Dyck em sistema de sequeiro no município de Serra Talhada Semiárido Pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24. 2014, Vitória, Pernambuco, Anais... Vitória: 2014.

LIMA, G.F.D.C. Reservas estratégicas de forragem de boa qualidade para bovinos leiteiros, p.11-35. In: Brito A.S., Nobre F.V. & Fonseca J.R.R. (Eds), *Bovinocultura Leiteira: informações técnicas e de gestão*. SEBRAE/RN, Natal. 320p. 2009.

LIMA, G. F. D. C. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.29, n. 2, p. 481 - 488, 2016.

LIRA, M. D. E. A. et al. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, Paraíba, p. 405–423, 2006.

LOPES, E.D.; BRITO, C.E.; ALBUQUERQUE, I.C.; BATISTA, J.L. Desempenho do óleo de laranja no controle da cochonilha-do-carmim em palma gigante. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, São Paulo, v.6, n.1, p.252-258, 2009.

MARQUES, O.F.C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciência Agrária**, Montes claros, Minas Gerais, v. 9, n. 1, p. 75–93, 2017.

MELO, A.A.S. Palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras. 2006. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.

MENEZES, R.S.C. et al. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. V. (Eds.). A palma no nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora UFPE, p.129-133, 2005.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germoplasm resources and breeding *Opuntia* for fodder production. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. (Eds.). **Cactus (*Opuntia* spp.) as forage**. Rome: FAO, p. 21-28, 2001.

MORAES, A. C. A. DE. **Valor nutritivo de diferentes variedades de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (Dissertação de Mestrado em Zootecnia)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p100, 2012.

MOREIRA, J. N. et al. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1643–1651, 2006.

MOURA, G. J. DE. **Valor nutritivo e características anatômicas de variedades de palma forrageira (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) com diferentes níveis de resistência à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) (Dissertação de Mestrado em Zootecnia)** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p110, 2012.

PEDREIRA, B. E P.; PEDREIRA, C. G. S. Leaf photosynthesis in Xaraés palisadegrass (*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 36, n. p. 773–779, 2007.

PEREIRA, P. D. C. **Evapotranspiração E Crescimento De Clones De Palma Forrageira Irrigada No Semiárido Brasileiro (Dissertação de Mestrado em Meteorologia Agrícola)**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, p97, 2013.

PEREIRA FILHO, J. M.; AZEVEDO, A. M. DE; FONTES, C. M. Management of the Caatinga for the production of goats and sheep. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, Bahia, v. 14, p. 77–90, 2013.

PINHEIRO, K. M. **Métodos indiretos de estimativa do índice de área do cladódio da palma forrageira e sua relação com as características morfogênicas e produtivas (Dissertação de mestrado em produção vegetal)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada. 2014

QUEIROZ, M.G. et al. Características morfológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Bahia, v. 19, n. 10, p. 931-938, 2015

RAMOS, J. P F. et al. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes

espacamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, Rio Grande do Norte, v.24, p.41-48, 2011.

SÁENZ, C. Opuntias as a natural resource. In: SÁENZ, C. et al. (Ed.) **Agro-industrial utilization of cactus pear**. Rome: FAO, 2013. p. 17-21.

SAMPAIO, E.V.S.B.V. (Ed.). A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Universidade Federal de Pernambuco. p.129-133, 2005.

SÁNCHEZ, P. R et al. Caracterización, modelación morfológica y análisis proximales de *Opuntia ficus-indica* y *O. atropes* durante las épocas de estiaje y lluvias. **Revista Electrónica Nova Scientia**, México, v. 7, n. 15, 2015.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; DIAS, F. M. Melhoramento genético da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed.Universitária da UFPE, cap.2 p. 27-42, 2005.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco. IPA. Documentos, 30. 48p, 2006

SANTOS, M. V. F. et al. Palma forrageira. In: FONSECA, D. M; MARTUSCELLO, J. A. (Eds.). Plantas forrageiras. – Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, p.459-493, 2010.

SANTOS, D. C. DOS. et al. Geração e seleção inicial da palma forrageira *Opuntia lorreyi* F. A. C. nas condições do Semiárido brasileiro. IV Congresso Brasileiro de Palma e outras Cactáceas, Salvador, p. 80-82, 2015.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das *Opuntias* utilizadas. In: AGROECOLOGIA, CULTIVO E USOS DA PALMA FORRAGEIRA. Traduzido por João Pessoa: SEBRAE, PB, p. 20-27. 2001.

SILVA, F. A importância da palma na alimentação do gado. Recife, Secretaria de Viação, Obras Públicas, Agricultura e Indústria do Estado de Pernambuco, 1931. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife-PE: Ed. Universitária/UFPE, p. 16, 2005.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR.; J. C.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p. 2389-2397, 2010.

SILVA, M. C.; SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V.; PEREIRA, V. L. A.; VAZ, A. A. Caracterização morfológica de cultivares de palma forrageira recomendadas para o Estado de Pernambuco, Brasil. In: I Workshop de plantas forrageiras em Pernambuco. Anais... Recife:UFRPE, p. ,2013.

SILVA, L. M. DA; FAGUNDES, J. L; VIEGAS, P. A. A; MUNIZ, E. N; RANGEL,

- J. H. D. A.; MOREIRA, A. L. M.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v.44, n.11, p145-148, 2014.
- SILVA, T. G. F. DA. et al. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, Rio Grande do Norte, v.28, n.2, p. 10 – 18. 2015.
- SILVA, W. A. DA. **Variedades de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim** (Dissertação de Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, p90, 2016.
- SOUZA, L. S. B. DE et al. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp) Climatological indicators for agricultural zoning of fodder opuntia Material e Métodos. Jornada De Iniciação Científica Da Embrapa Semi-Árido, p. 23–28, 2008.
- SOUZA, T. C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv Miúda** (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) (Tese de doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p119. 2015
- SUDENE. Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763 &groupId=24915>. Acesso em: 5 dez. 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 720p, 2004.
- TORRES, L. L. C. Substituição da palma gigante por palma miúda fevereiro-2008 Substituição da palma gigante por palma miúda em dietas de bovinos (Dissertação de Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, p112, 2008.
- VASCONCELOS, A. G. V. DE et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 827–831, 2009.
- WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A.; ANDRADE, D. K. B. de; VÉRAS, A. S. C.; LIMA, L. E. de; 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

CAPÍTULO 2

Características morfológicas e produtivas de progênies de palma forrageira V-19

(*Opuntia lorreyi* F.A.C.)¹

Resumo – Programas de melhoramento vem sendo conduzidos visando obter variedades de palma forrageira que sejam resistentes ao inseto cochonilha do carmim (*D. opuntiae* Cockerell). Com o intuito de encontrar variedades que sejam produtivas, além de possuir resistência ao inseto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar progênies de polinização livre da palma V-19 com relação às variáveis morfológicas e produtivas, ao longo de duas colheitas no semiárido de Pernambuco. O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, em Arcoverde-PE/Brasil. Foram utilizados 11 genótipos de palma V-19, sendo 10 progênies oriundas de polinização livre, com sete repetições. Avaliaram-se altura e largura de planta (AP e LP), número, altura, comprimento, largura e perímetro de cladódio (NC, AC, CC, LC e PC), área de cladódio e índice de área de cladódio (AC e IAC), nas duas colheitas. Nas avaliações intermediárias não foram mensuradas PC, AC e IAC, por não apresentarem número de cladódios terciários no primeiro mês de avaliação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial, com os dados sendo analisados como medidas repetidas no tempo. As progênies e a V-19 tiveram melhores resultados para as variáveis de AP, LP, NC, CC e LC secundário. A progênie P₁₀ diferiu da V-19 e das outras progênies no mês de novembro, diferente ($P < 0,05$) de agosto, maio e janeiro 2016. O CC e LC terciário tiveram comportamento semelhantes aos secundários, no entanto a espessura de cladódios secundários e terciários foi diminuindo até o mês de novembro de 2016. Houve interação progênies por primeira e segunda colheita apenas para as variáveis PC terciário, sendo a que obteve o menor valor para PMS. Os melhores resultados para NC,

PC, CC, LC, LP, IAC e PMS, foram obtidos na colheita de março de 2017. As progênies que se destacaram nas variáveis estudadas em relação à progenitora foram a P1 e a P9 o qual recomenda-se sua seleção para estudos de resposta a diferentes adensamentos, níveis de adubação orgânica entre outros.

Termos para indexação: cactácea, cladódios, clones, avaliação, colheita

1 Artigo elaborado segundo as normas do Periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Morphological characteristics and productive of cactus pear progenies V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C) ¹

Abstract - Breeding programs are being conducted to find cactus pear varieties that are resistant to the insect Carmine Cochinilla (*Dactylopius opuntiae* Cockerell). In order to find varieties that are productive, in addition to having resistance to the insect, the objective of the present work is to characterize free pollination progenies of cactus pear V-19 *Opuntia lorreyi* F.A.C in relation to the morphological and productive variables, along two harvests in the semi-arid of Pernambuco. The experiment was carried out at the Experimental Station of the Agronomic Institute of Pernambuco - IPA in Arcoverde-PE, Brazil. Were used eleven V-19 cactus pear genotypes, with 10 progenies from free pollination, with seven replicates. Plant height and width (PH and PW), number, height, length, width and perimeter of cladode (CN, CH, CL, CW and CP), cladode area and cladode area index (CA and CAI) in the two harvests. In the intermediate evaluations CP, CA and CAI were not measured, because the plants did not present a number of tertiary cladodes. The experimental design was completely randomized with a factorial arrangement, with the data being analyzed as measures repeated over time. Progenies and V-19 had better results for the variables of PH, PW, CN, CH and secondary CW. P₁₀ progeny differed from V-19 and other progenies in November, different (P <0.05)

from August, May and January 2016. The CL and CW tertiary behaving similar to the secondary ones, however the thickness of secondary and tertiary cladodes decreased until the month of November 2016. There were interaction of progenies by first and second harvest only for the tertiary CP variables, being the one that obtained the lowest value for DMY. The best results for CN, CP, CL, CW, PH, CAI and DMY were obtained in the harvest of March 2017. The progenies that stood out in the variables studied in relation to the progenitor were P₁ and P₉, which is recommended to study the response to different densities, levels of organic fertilization, among others.

Index terms: cactus, cladodes, clones, evaluation, harvesting

Introdução

No semiárido brasileiro, como em todas as regiões do mundo, a produção de forragem depende das condições climáticas ao longo do ano. Em toda a região nordeste do Brasil, sobretudo no semiárido, a principal limitação climática para a produção de forragem é a elevada evapotranspiração, que soma valores acima das precipitações anuais, promovendo, em grande parte do ano, um déficit hídrico considerável nos solos da região (CHIACCHIO; MESQUITA; SANTOS, 2006).

Diante desta situação, as pesquisas dos últimos anos nessa região vêm objetivando apontar alimentos que garantam a produção animal nos períodos críticos do ano (BISPO et al., 2007). A palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) destaca-se de outros alimentos usados na alimentação de ruminantes por suas características morfofisiológicas, que a torna bastante adaptada a longos períodos de estiagem em regiões semiáridas (SENA; ZAIDAN, 2013; RODRIGUES; SAMPAIO, 2015). A resistência e sobrevivência dessas plantas a climas áridos e semiáridos devem-se

principalmente à elevada eficiência no uso de água, o que se atribui, principalmente, ao fato dessas plantas fecharem os estômatos durante o dia e abri-los à noite, para fixar CO₂.

Além dessas características morfofisiológicas, que tornam a palma uma opção para a produção primária de forragem nessas regiões, a mesma representa a principal fonte de energia para os ruminantes nas regiões onde se cultiva, pelo fato de apresentar em sua composição elevados teores de carboidratos totais (879 g/kg da MS) e carboidratos não fibrosos (617 g/kg da MS) (WANDERLEY et al., 2002), os quais permitem altos coeficientes de digestibilidade da MS (FROTA et al., 2015). A palma também se destaca nos seus teores de matéria mineral (81 g/kg a 177 g/kg da MS) (WANDERLEY et al., 2002), entretanto apresenta baixas porcentagens de constituintes da parede celular e, dependendo das exigências de proteína dos animais, baixos teores de proteína bruta, sendo, comumente, necessária a suplementação da dieta dos animais com fibra e proteína.

A palma forrageira foi introduzida no Brasil, provavelmente, durante o período da colonização para ser receptor vivo da cochonilha do carmim. Dito fato foi atribuído a que, na época e na atualidade, o inseto é usado para produzir o corante do carmim. Porém, esta atividade econômica não teve sucesso, devido ao pouco conhecimento do controle do inseto, que com o tempo tornou-se uma praga, devastando grandes hectares de cultivo (MENEZES et al., 2005).

A partir desse problema, com o decorrer do tempo foram surgindo trabalhos de pesquisa sobre formas de controle da praga, desde o uso de substâncias naturais, até químicas, porém sem muito êxito. Diante disso, a principal recomendação para convivência com essa praga seria a utilização de cultivares resistentes, o que tem

direcionado o foco do programa de melhoramento genético da palma forrageira do acordo UFRPE/IPA para seleção de materiais que apresentem adaptabilidade as condições edafoclimáticas da região semiárida e elevada produtividade, e que sejam resistentes à cochonilha do carmim.

Nesse contexto em pesquisa realizada por Santos et al. (2017) avaliando a produtividade e características morfológicas de clones das variedades Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), Orelha de Elefante Africana (*Opuntia undulata* Griffithis), Sertânia e Miúda (ambas *Nopalea cochenillifera* Salm. Dyck) teve maior destaque o clone IPA-Sertânia, com produtividade em torno de 25,9 t de MS⁻¹ ha⁻¹ dois anos após plantio. As palmas Orelha de Elefante Mexicana, Miúda e a Algerian (*Opuntia* sp.) destacam-se pela sua resistência e produtividade, enquanto os cultivares Redonda e Gigante (*Opuntia ficus-indica*) apresentam susceptibilidade ao ataque do mesmo (VASCONCELOS et al., 2009).

A palma forrageira V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C), é uma variedade resistente à cochonilha do carmim (SANTOS et al., 2015), porém com poucos trabalhos informativos acerca de suas características agrônômicas e zootécnicas. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar progênes de polinização livre da palma V-19 com relação a variáveis morfológicas e produtivas, ao longo de duas colheitas na região de transição agreste/sertão de Pernambuco.

Material e Métodos

O experimento foi estabelecido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, localizada na Microrregião Sertão do Moxotó do Estado de Pernambuco. O município de Arcoverde apresenta as coordenadas 8°25'S e 37°02'W, altitude de 750 m, precipitação média anual de 680 mm

e temperatura média anual de 23,7 °C (IBGE, 2015) solo classificado como Regossolo Eutrófico solódico e não solódico A, fraco e moderado de textura arenosa e média, com cascalho e cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado (SILVA et al., 2006), estando localizado em uma área de transição entre o agreste e o sertão do estado.

O palmal foi estabelecido em fevereiro de 2014, sendo que na análise do solo da área observaram-se os seguintes valores: P= 8,5 mg/dm³; K= 1,0 cmol_c/dm³; Ca= 9,3 cmol_c/dm³; Mg= 1,7 cmol_c/dm³; Al =0,0 cmol_c/dm³; MO = 3%. Foi utilizada adubação orgânica na proporção de 20 t/ha/ano de esterco bovino no início do período chuvoso.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 11 tratamentos (11 genótipos de palma V-19, sendo 10 progênies oriundas de polinização livre, mais a planta mãe) e sete repetições. Cada parcela experimental foi representada por uma planta, as quais foram estabelecidas em um espaçamento de 1,0 m entre fila e 0,5 m entre plantas, equivalendo a uma densidade de plantio de 20.000 plantas ha⁻¹. As progênies foram nomeadas como P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉, P₁₀, e a V-19 a progenitora.

A precipitação apresentada na Figura 1 corresponde aos meses de novembro de 2013 até março de 2017, conforme os dados pluviométricos obtidos da estação meteorológica do IPA de Arcoverde. A precipitação total durante os anos 2014, 2015 e 2016, foram de 766,1mm; 408,5mm; 601,5mm respectivamente.

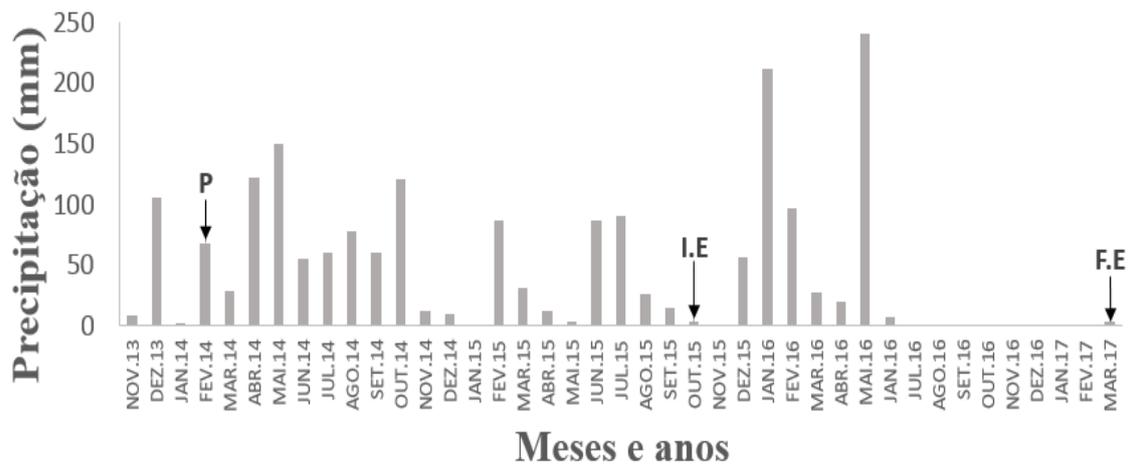


Figura 1. Dados pluviométricos mensais da Estação Experimental de Arcoverde-PE durante 41 meses. P= Plantio, I.E= Início do experimento, F.E= Final do experimento. Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Foram realizadas avaliações de características morfológicas nos meses de outubro de 2015, janeiro, maio, agosto e novembro de 2016 (intermediárias), e em março de 2017 (colheita). Em 2015 e 2017 além das avaliações morfológicas determinou-se a produtividade do palmar através da passagem dos cladódios obtidos após os cortes.

As características morfológicas mensuradas em cada clone, nas avaliações intermediárias foram: contagem do número de cladódios (NC), medições de altura (AP), largura de planta (LP), comprimento (CC), largura (LC) e espessura (EC) dos cladódios. A largura da planta foi medida tomando a maior expansão lateral, enquanto a altura foi determinada como o comprimento desde o nível do solo até o cladódio mais alto, sendo que ambas avaliações foram realizadas com o auxílio de uma fita métrica. O comprimento, largura e espessura dos cladódios (em centímetros), foram mensurados, tomando os extremos mais compridos, largos e borda mediana com auxílio de fita métrica e paquímetro, respectivamente.

Nas avaliações da colheita, além de mensurar as características medidas nas avaliações intermediárias, mensurou-se o perímetro, com o fim de usar dito valor para estimar a área de cladódios (AC) e o índice de área de cladódios (IAC), utilizando a equação específica para a V-19, sugerida por Silva et al. (2014):

$$AC=1,9610 [1-\exp (-0,0242 \times \text{Perímetro cladódio})] / -0,0242;$$

$IAC=AC*NC/\text{área}$, onde NC corresponde a número de cladódios total por planta. Após obtido o resultado é multiplicado por 2 (considerando ambos lados da planta)

As medições de perímetro de cladódio e determinação de IAC e AC foram realizadas exclusivamente na primeira e segunda colheita.

Para a determinação da produtividade de matéria seca das progênes, considerou-se 1,0 kg de massa verde das amostras dos cladódios fatiadas para secagem em estufa de ventilação forçada, a 65 °C, até atingir peso constante. Após pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho provido de peneira de 2 mm, e levados a estufa de ventilação forçada, a 105° C, por 24 horas. Com os dados obtidos após a secagem e pesagem das amostras calculou-se o teor de matéria seca e, posteriormente, a produtividade de matéria seca.

Foram realizadas duas análises estatísticas com medidas repetidas no tempo, sendo as avaliações da primeira e segunda colheita a repetição no tempo da primeira análise, e as avaliações intermediárias a medida no tempo da segunda análise. Realizou-se também análises de variância dos dados. Para tais análises foi utilizado o pacote estatístico R Studio (R CORE TEAM, 2017), e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) no comportamento das progênes ao longo das avaliações intermediárias. Os valores médios para as variáveis AP, LP (Figura 2) NC, CC, LC secundários (Figura 3) e terciários (Figura 4) foram superiores no mês de novembro, quando comparado às demais avaliações. A EC secundários e terciários (Figura 2 e Figura 3) foram maiores no mês de maio, porém foi diminuindo ao longo dos meses de agosto e novembro.

Possivelmente esta variável tem uma relação direta com a condição hídrica do solo em que a palma está se desenvolvendo, já que desde o final do mês de maio até o final da avaliação não houve precipitação no local experimental (Figura 1). Lacerda (2007) menciona que, quando o conteúdo de água do solo decresce, a condutividade hidráulica sofre drástica redução, em decorrência da substituição da água pelo ar nos poros do solo, com o gradiente de água podendo atingir o conteúdo mínimo de água disponível para as plantas. À medida que a umidade no solo vai se reduzindo, a planta apresenta um murchamento parcial, o que confere menor espessura aos cladódios.

Não foram observados cladódios terciários em nenhuma progênie no mês de janeiro, tendo o início dos aparecimentos ocorrido a partir do mês de maio, até novembro (Figura 4), não sendo observadas diferenças ($P > 0,05$) entre as progênes e a progenitora para essa variável. O aparecimento de cladódios quaternários foi insignificante, motivo pelo qual, não chegou a ser considerado nas análises estatísticas. Do total de cladódios por planta, os secundários representaram 72,2%, enquanto os terciários 27,7%. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2015), trabalhando com palma IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), que constataram uma participação no número de cladódios secundários de 52% e os

cladódios terciários de 28% do total aos 600 dias após o primeiro corte. Geralmente há uma tendência de acréscimo na quantidade de cladódios a partir da emissão dos secundários e terciários, o que pode ser detectado ao comparar a primeira avaliação com a segunda. Isso deve-se ao fato das plantas na segunda avaliação já apresentarem vários cladódios primários, os quais são responsáveis pela emissão dos artigos secundários, enquanto que os primários são oriundos apenas de um único cladódio, o cladódio mãe.

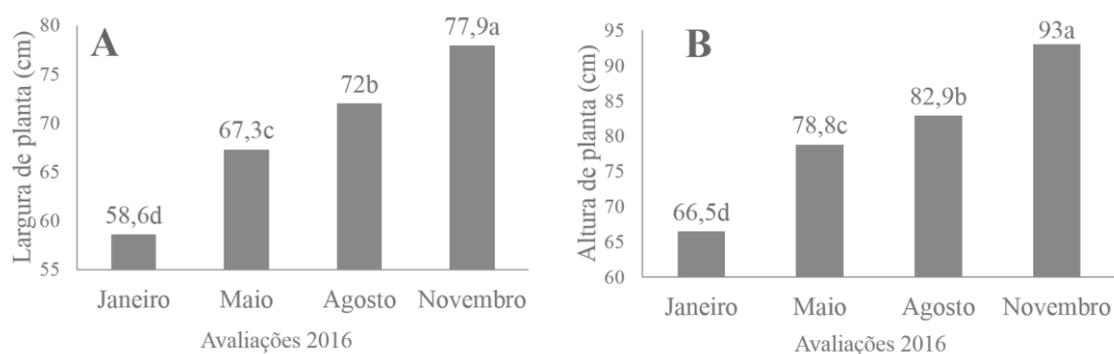


Figura 2. Largura e altura de planta de palma forrageira V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C) em quatro avaliações em Arcoverde-PE. Médias seguidas de letras distintas na barra diferem ($P < 0,05$) pelo teste Scott-Knott. A= Largura de planta, B= Altura de planta. Médias de 11 clones e 7 repetições. Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

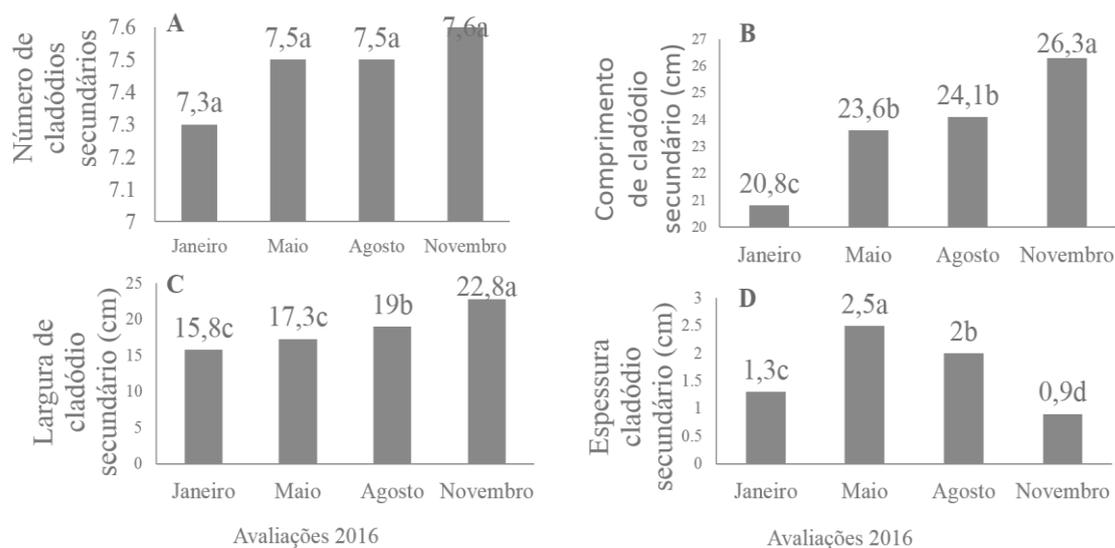


Figura 3. Características morfológicas de cladódios secundários de palma V-19 em quatro avaliações em Arcoverde-PE. Médias seguidas de letras distintas na barra diferem ($P < 0,05$) pelo teste Scott-Knott. A= Número de cladódio, B= Comprimento de cladódio, C=Largura de cladódio, D=Espessura de cladódio. Médias de 11 clones e sete repetições.
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

O menor número de cladódios terciários talvez possa ser explicado pelo estresse hídrico dos longos períodos de estiagem, o que pode comprometer inclusive a absorção de nutrientes que seriam utilizados na emissão de novos cladódios. Por outro lado vale mencionar que a palma V-19 apresenta baixa brotação quando comparada com os cultivares comerciais, a exemplo da Miúda e da Orelha de Elefante Mexicana, o que justifica o trabalho de melhoramento genético desse cultivar, visando obter uma maior produtividade. Silva et al. (2010), avaliando 50 clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim, reportaram que o maior sombreamento que os cladódios sofrem com o avanço do crescimento das plantas, também deve influenciar a menor taxa de emissão de cladódios terciários, quando comparados aos secundários. Assim, a brotação é uma característica que está associada à variedade da palma.

Foi observada interação ($P < 0,05$) entre avaliações da primeira e segunda colheita por progênes apenas para as variáveis PC terciário, LC secundário e LP (Tabela 1). As variáveis PC terciário e LC secundário não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) no mês de

outubro de 2015 (primeira colheita) em todas as progênies, no entanto no mês de março de 2017 (segunda colheita), para LC foi observada diferença ($P < 0,05$) apenas a P₉ destacou-se em relação às outras progênies inclusive da progenitora. Para LP as progênies P₁, P₃, P₆ e P₉, atingiram melhores resultados em relação à V-19 em outubro de 2015. Este comportamento manteve-se, apenas para algumas variáveis na colheita de 2017, destacando-se apenas a P₁.

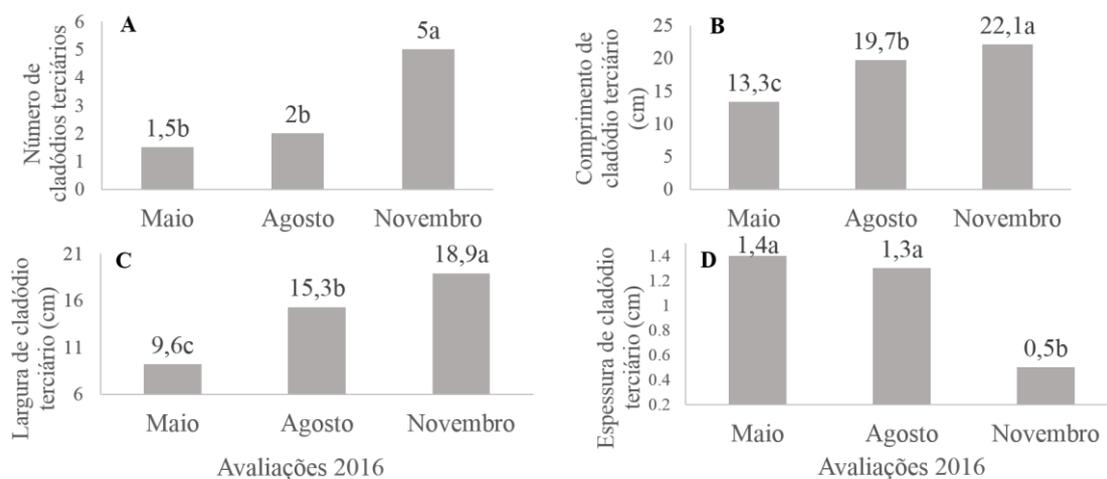


Figura 4. Características morfológicas de cladódios terciários de palma V-19 em quatro avaliações em Arcoverde-PE. Médias seguidas de letras distintas na barra diferem ($P < 0,05$) pelo teste Scott-Knott. A= Número de cladódio, B= Comprimento de cladódio, C= Largura de cladódio, D=Espessura de cladódio. Médias de 11 clones e sete repetições.

Tabela 1. Interação progênie x colheita para variáveis morfológicas de palma V-19 no período 2015 e 2017 em Arcoverde-PE.

Avaliação	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	V-19 (*)	T	A	T	EP
	Perímetro cladódio Terciário (cm)											T	A	x	EP
Outubro															
2015	69,4Aa	64,5Aa	63,0Aa	68,2Aa	69,6Aa	71,6Aa	69,2Aa	71,0Aa	69,0Aa	64,3Aa	67,3Aa	NS	NS	*	0,8
Março 2017	77,9Aa	70,1Aa	71,6Aa	74,2Aa	62,7Aa	64,8Aa	65,8Aa	67,3Aa	73,7Aa	68,6Aa	51,7Bb	*	NS	*	1,5
Largura de cladódio secundário (cm)															
Outubro															
2015	19,1Aa	17,6Aa	18,9Aa	18,2Aa	18,6Aa	20,6Aa	19,1Aa	20,9Aa	20,5Ba	17,0Aa	19,8Aa	*	NS	*	0,3
Março 2017	18,2Ab	21,6Ab	19,6Ab	22,9Ab	18,7Ab	23,9Ab	18,1Ab	20,8Ab	28,0Aa	16,6Ab	16,9Ab	*	NS	*	0,9
Largura planta (cm)															
Outubro															
2015	72,4Ba	47,2Bb	60,1Aa	44,7Bb	51,8Bb	58,8Ba	48,5Bb	53,8Bb	66,0Aa	53,4Ab	47,0Bb	*	*	*	1,9
Março 2017	102,0Aa	95,6Aa	74,5Ab	72,2Aa	87,5Ab	78,5Ab	65,7Ab	86,9Aa	75,2Ab	66,9Ab	80,3Ab	*	*	*	2,0

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna e minúsculas na linha diferem (P<0,05) pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. T=Tratamento, A=Avaliação, EP=Erro padrão, P=Progênie, (*) = Progenitora. Médias de sete repetições.

Tabela 2. Variáveis morfológicas e produtivas de progênies de palma V-19 de duas colheitas (2015 e 2017) em Arcoverde-PE.

Variáveis	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	V-19 ^(*)	EP
NCH	7,57a	5,92b	6,85a	3,07c	5,00b	5,07b	5,85b	5,71b	6,28b	5,00b	3,07c	0,23
NCHII	7,00a	4,59b	6,07a	3,35b	4,14b	5,50a	5,57a	5,35a	5,64a	4,35b	4,71b	0,23
PCII (cm)	70,99b	72,70a	68,21b	73,78a	76,70a	69,37b	70,39b	75,00b	75,33a	65,43b	72,18a	0,85
CCII (cm)	26,00a	25,52a	22,57b	26,45a	27,82a	24,26b	25,58a	25,87a	25,61a	23,56b	24,72b	0,29
CCIII (cm)	24,71a	24,20a	22,16a	24,77a	24,87a	26,05a	24,47a	25,32a	23,47a	22,01a	22,19a	0,31
LCIII (cm)	18,66a	19,65a	19,30a	20,60a	18,6a	22,31a	18,66a	20,86a	24,29a	16,83a	18,38a	0,48
AP (cm)	89,32b	103,27a	90,89b	83,46b	88,07b	111,10a	94,50b	93,39b	93,57b	85,46b	88,46b	0,14
AC (m ²)	359,41a	370,35a	303,13a	344,83a	343,85a	323,62a	329,05a	341,63a	360,48a	272,70a	317,96a	0,74
IAC	2,7a	2,00b	1,92b	1,04c	1,36c	1,82b	1,74b	1,90b	2,02c	1,30c	1,72b	0,04
PMS (t MS/ha)	13,71a	11,24a	9,85a	6,57b	11,41a	12,43a	10,28a	11,57a	11,87a	7,79b	11,03a	0,42

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha diferem (P<0,05) pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. NCH=Número de cladódios secundários, NCHII=Número de cladódios terciários, PCII=Perímetro de cladódio secundário, CCI=Comprimento de cladódios secundários, LCII=Largura cladódio secundário, AP=Altura planta, LP=Largura de planta, AC=Área de cladódio, IAC=Índice de área de cladódio, PMS=Produtividade de matéria seca. Média de sete repetições.

Na Tabela 2, observa-se os valores médios do desenvolvimento das progênies e a progenitora para as variáveis morfológicas e produtivas no ano 2015 e 2017. As progênies P₁ e P₃ foram superiores à V-19 para NC secundários, sendo que a mesma juntamente com a P₄, reportaram os menores números de cladódios durante todo o experimento. Para NC terciários a P₁, P₂, P₆, P₇, P₈ e P₉ foram superiores às outras progênies e a progenitora. A V-19 e as progênies P₂, P₄, P₅, P₈ e P₉, atingiram maiores PC secundários. Não houve diferenças ($P>0,05$) para os clones nas variáveis CCII, LCIII e AC. As progênies P₂ e P₆ alcançaram os maiores valores para AP. Na variável PMS a progenitora e todas as progênies exceto P₄ e P₁₀, obtiveram maiores valores.

Padilha Jr et al., (2016) estudando as características morfológicas da palma Gigante na região de Guanambi-BA, testando adubações orgânicas no plantio, encontraram valores para NC, CC, LC, AP, IAC, PMS de 28,2 cm; 15,5 cm; 87,3 cm; 12; 1,9; 8 t MS ha⁻¹ respectivamente. Os valores de LC, AP e IAC obtidos no presente trabalho foram superiores aos apresentados pelo autor anteriormente citado.

Ao se comparar as médias das variáveis morfológicas e produtivas das progênies nas duas colheitas realizadas (outubro de 2015 e março de 2016), observa-se diferenças ($P<0,05$) (Tabela 3), com os maiores valores em geral tendo sido registrados na segunda avaliação, exceto para AP. Além dos fatores ambientais, existem outros fatores que possivelmente influenciaram na variabilidade dessas variáveis. Os melhores resultados obtidos na avaliação de março de 2017, apesar da área experimental apresentar baixos índices pluviométricos em comparação com a avaliação de outubro 2015, atribui-se ao crescimento e aprofundamento radicular da palma ao longo dos anos, já que nos primeiros anos as raízes ainda estavam em processo de estabelecimento. Assim o confirmam Edvan et al., (2013) avaliando o crescimento radicular da palma Gigante

(*Opuntia ficus-indica* Mill) em duas colheitas, reportaram maior crescimento radicular e profundidades de 40 cm aos dois anos após a primeira colheita, no período seco.

A média na PMS foi de 12,7 t MS/ha para março de 2017, superior ao mês de outubro de 2015, quando se obteve apenas 8,7 t MS/ha. Este comportamento da palma forrageira pode estar relacionado com a morfologia e fisiologia das cactáceas, pois o corte da palma estimulou a rebrota, desenvolvendo novos cladódios e em maior quantidade, essas características citadas podem ser influenciadas pelas condições climáticas e pelo sistema radicular já estabelecido, facilitando a absorção de água e nutrientes do solo (EDVAN et al., 2013). Por outro lado, Woodborne et al., (2016) relataram que a remoção da parte aérea de uma planta reduz o teor de carboidratos de reserva, o crescimento radicular e a área foliar, sendo então o crescimento da forrageira comprometido, sobretudo nos períodos secos, quando estas lançam mão de substâncias de reserva, que estão alocadas nos caules e nas folhas.

Tabela 3. Variáveis morfológicas e produtivas de palma V-19 nas avaliações de 2015 e 2017 em Arcoverde-PE.

Variáveis	Avaliações		Erro padrão
	Outubro 2015	Março 2017	
NCII	3,7b	7,7a	0,2
NCIII	3,2b	7,0a	0,2
PCII (cm)	64,8b	78,8a	0,8
CCII (cm)	22,8b	27,6a	0,2
LCII (cm)	23,9a	22,8a	0,3
AP (cm)	95,7a	90,0b	1,4
LP (cm)	54,9b	80,5a	1,7
AC (m2)	316,4b	350,2a	1,4
IAC	1b	2,4a	0,1
PMS (t MS/ha)	8,7b	12,7a	0,4

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade; NCII= Número de cladódios secundários, NCIII= Número de cladódios terciários, PCII= Perímetro de cladódio secundário, CCII= Comprimento de cladódios secundários, LCII= Largura cladódio secundário, AP= Altura planta, LP= Largura de planta, AC= Área de cladódio, IAC= Índice de área de cladódio, PMS= Produtividade da matéria seca. Média de 11 clones e sete repetições.

Silva et al. (2015), avaliando a produtividade das cultivares de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e IPA-Sertânia com densidade de plantio de 31.200 plantas ha⁻¹, no município de Serra Talhada, obtiveram 15,6 e 10,7 t MS ha⁻¹ no período de sequeiro na segunda colheita, respectivamente, valores próximos aos estimados no presente estudo (Tabela 3). Silva et al. (2010) avaliando 50 clones de *O. ficus-indica* com precipitação total no período experimental de 774 mm, obtiveram produtividade média, aos dois anos após plantio com densidade 20.000 plantas ha⁻¹, de 7 t de MS ha⁻¹. Silva et al., (2014) reportaram valores de 12,4 e 14,4 t de MS ha⁻¹ para os cultivares Gigante e Redonda com dois anos após plantio, com densidade de 20.000 plantas ha⁻¹. Esses valores são próximos ao obtido neste experimento (12,7 t de MS ha⁻¹ na segunda colheita). Souza et al, (2017) trabalhando com palma *N. cochenillifera* Salm Dyck, com densidades de 5.000 e 40.000 plantas ha⁻¹ obtiveram produtividades de 12,8 e 20,4 t MS ha⁻¹ aos dois anos após plantio, no semiárido de Pernambuco. Os autores explicaram que o que pode ter influenciado na produtividade, além da densidade de plantio, foram as características físico-químicas do solo onde o experimento foi conduzido.

Conclusões

As progênies que se destacaram nas variáveis estudadas em relação à progenitora foram a P1 e a P9, as quais recomenda-se a continuidade de estudos mais aprofundados com as mesmas, tanto do ponto de vista agrônomo, como de nutrição de ruminantes.

Referências Bibliográficas

BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 1902–1909, 2007.

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

EDVAN, R. L. et al. Acúmulo de biomassa e crescimento radicular da palma forrageira em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, Paraná, v.11, n.4, p.35-43, 2013

FROTA, M. N. L. DA et al. Palma Forrageira na Alimentação Animal. **Documentos 233 da EMBRAPA**, Teresina, p.1-48, 2015.

IBGE. **Nordeste / pernambuco**. Arcoverde-PE: 2015.

LACERDA, C. F. **Relações solo-água-plantas em ambientes naturais e agrícolas do nordeste brasileiro**. Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. Disponível em:<https://www.agro.ufg.br/up/68/o/APOSTILA_RELAS_SOLOS_GUA_PLANTA.pdf>

MENEZES, R.S.C. et al. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. V. (Eds.). A palma no nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora UFPE, p.129-133, 2005.

NASCIMENTO, J. P. DO et al. Caracterização morfológica de *Opuntia ficus-indica* sob diferentes arranjos populacionais e fertilização fosfatada. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, Jurema, Paraíba, v. 5, n. 3, p. 21–26, 2011.

PADILHA JR, M. C. et al. Características morfológicas e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, Paraíba, v.11, n. 1, p. 67-72, 2016.

PEREIRA, P. D. C. et al. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, Rio Grande do Norte, v. 28, n. 3, p. 184–195, 2015.

RODRIGUES, R. DA S.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* : sistemas de produção e usos *Opuntia ficus-indica* and *Nopalea cochenillifera cacti* : production systems and uses. **Revista Geama**, Recife, Pernambuco, v. 1, n. 2, p. 131–141, 2015.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2017

SANTOS, D. C. et al. **Produtividade de clones de palma forrageira resistentes a cochonilha do carmim em regiões do estado de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.agropecnata.com.br/Anais/T104701.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

SANTOS, P. M. et al. Características morfogenéticas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 33, n.4, p. 843–851, 2004.

SENA, J. P. DE O.; ZAIDAN, H. A. **Métodos e custos de produção de mudas de palma forrageira resistentes**. **Anais eletrônicos...**Campina Grande/PBIX Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba: UFCG, 2013. Disponível em: http://pesquisa.ufcg.edu.br/anais/2013/artigos-pub/xcicufcg_1434.pdf. Acesso em 20 jan, 2018.

SILVA, N. G. DE M. E et al. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 39, n. 11, p. 2389–2397, 2010.

SILVA, S. M. S. E et al. Características físicas e químicas de um Neossolo Regolítico Eutrófico do Agreste pernambucano. **EMBRAPA**, n. 1, p. 1–4, 2006.

SILVA, L. M. DA et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 44, n. 11, p. 2064–2071, 2014.

SILVA, T. G. F. DA et al. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, Rio Grande do Norte, v. 28, n. 2, p. 10–18, 2015.

SOUZA, T. C. de. et al. Productivity and nutrient concentration in spineless cactus under different fertilizations and plant densities. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, Pernambuco, v.12, n.4, p.555-560, 2017.

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

WANDERLEY, W. L. et al. Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 273–281, 2002.

WOODBORNE, S. et al. Competition with trees does not influence root characteristics of perennial grasses in semi-arid and arid savannas in South Africa. **Journal of Arid Environments**, Asia, v. 124, p. 270–277, 2016.

CAPÍTULO 3

Valor nutritivo de progênies de palma forrageira V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C) ¹

Resumo – Além de elevada produtividade e resistência à cochonilha do carmim, as variedades de palma necessitam ser avaliadas quanto ao valor nutritivo, visando o balanceamento das rações a serem fornecidas aos animais. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar progênies de polinização livre da palma *Opuntia lorreyi* F.A.C com relação ao valor nutritivo, ao longo de duas colheitas no semiárido de Pernambuco. O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, em Arcoverde-PE/Brasil. Foram utilizados 11 genótipos de palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F. A. C) sendo 10 progênies (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉ e P₁₀) oriundas de polinização livre, com sete repetições. Avaliaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHT), nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), nas duas colheitas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete repetições, analisados como medidas repetidas no tempo. Foram observadas interações colheitas x progênies para as variáveis K, P, Ca, DIVMS do cladódio secundário, Ca do cladódio terciário. Foram observados maiores valores para essas variáveis, bem como para MM, FDN, FDA e PB na primeira colheita quando comparada com a segunda, tanto para a progenitora, como para as progênies. Para MS e PB observaram-se maiores teores médios na segunda colheita. As progênies P₁, P₂ e P₃ se destacaram para a maioria das variáveis estudadas em comparação à V-19 o qual recomenda-se sua seleção para estudos de consumo de matéria seca e nutrientes com animais ruminantes.

Termos para indexação: cactácea, carboidratos totais, cladódios, composição química, digestibilidade, minerais

¹Artigo elaborado segundo as normas do Periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Chemical composition and *in vitro* digestibility of progenies V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C) ¹

Abstract - In addition to high productivity and resistance to carmine cochineal, palm varieties need to be evaluated for nutritional value, aiming at balancing the rations to be fed to the animals. The objective of the present work was to characterize progenies of cactus pear free pollination *Opuntia lorreyi* F.A.C with respect to the nutritive value, along two crops in the semi - arid of Pernambuco. The experiment was carried out at the Experimental Station of the Agronomic institute of Pernambuco - IPA, in Arcoverde-PE/Brazil. Were used eleven replicates, with 11 progenies (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉ and P₁₀) from the free pollination of 11 V-19 genotypes (*Opuntia lorreyi* F.A C). The dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), ethereal extract (EE), total carbohydrates), nitrogen (N), potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) in both harvests. The experimental design was completely randomized with seven replicates, analyzed as measures repeated over time. Harvests x progenies were observed for the variables K, P, Ca, IVDMD of secondary cladode, Ca tertiary cladodium. Higher values were observed for these variables, as well as for MM, NDF, FDA and CP in the first harvest when compared to the second, both for the progenitor and for the progenies. For DM and CP, higher average levels were observed in the second harvest. The progenies P₁, P₂ and P₃ stood out for most of the variables studied

in comparison to the V-19, which is recommended to be selected for studies on dry matter intake and nutrients with ruminant animals.

Index terms: cactus, total carbohydrates, cladodes, chemical composition, digestibility, minerals

Introdução

As regiões semiáridas do mundo caracterizam-se por apresentar precipitações pluviais ocasionais, distribuídas em poucos meses do ano, o que acarreta longos períodos de estiagem, os quais, somados a elevada evapotranspiração potencial, promovem severos déficits hídricos para os vegetais presentes nessas regiões. A principal consequência negativa desta característica para a pecuária de ruminantes dessas regiões é a oferta limitada de forragem para os animais (MISRA et al., 2006; MOURA, 2012).

Contrapondo esse problema da escassez de forragem, no semiárido brasileiro a palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é um suporte de grande importância na alimentação animal, devido as suas características morfofisiológicas que se adaptam a condições de seca (ZAÑUDO et al., 2010).

Além das características adaptativas destas cactáceas, as quais permitem elevada produtividade de forragem em condições de sequeiro no semiárido, a forragem produzida por essas espécies apresenta composição química e bromatológica bastante satisfatória para a alimentação de ruminantes. Essa composição é variável com a espécie utilizada, idade dos artigos, época de colheita, adubação, dentre outros fatores, apresentando valores médios em torno de 11% de matéria seca, 5% de proteína bruta, 27% de fibra em detergente neutro, 19% de fibra em detergente ácido, 12% de matéria mineral (FERREIRA et al., 2003), 62% de carboidratos não fibrosos, 3,8% de cálcio,

1,8% de potássio e 2% de magnésio (WANDERLEY et al., 2002; TEGEGNE; PETERS, 2007).

Como toda espécie forrageira, a palma apresenta problemas bióticos e abióticos em seu cultivo, merecendo destaque a susceptibilidade de algumas espécies e cultivares à praga cochonilha do carmim (*D. opuntiae* Cockerell), a qual vem dizimando muitos palmais, ocasionando elevados prejuízos aos produtores de palma do semiárido brasileiro (MOURA, 2012). Do ponto de vista ecológico, o uso de produtos químicos para o controle desta praga não é uma prática recomendada, sendo, atualmente, a utilização de cultivares resistentes à referida praga, a forma de convivência com a mesma mais recomendada por pesquisadores.

Santos et al., (2006) recopilaram informação sobre variedades de palma forrageira resistentes a cochonilha do carmim, reportando a composição bromatológica das variedades Redonda, Gigante, Miúda e Clone IPA-20 mostrando valores de 110; 102; 154 e 100 g/kg de matéria seca; 50; 53; 35 e 55 g/kg de proteína bruta, 222; 224; 230 e 200 g/kg; de fibra em detergente ácido, 281; 269; 284 e 260 g/kg de fibra em detergente neutro, 744; 750; 774 e 780 g/kg de digestibilidade *in vitro* da matéria seca; 28; 27; 22; 28 g/kg de cálcio, 1 g/kg de fósforo, 24; 21; 15; 17 g/kg de potássio e 291; 295; 579 g/kg de carboidratos solúveis, respectivamente. Entre as variedades de palma selecionadas pelo IPA como resistentes à cochonilha do carmim encontra-se a palma V-19 (*Opuntia lorreyi* F.A.C). Diante do exposto, objetivou-se avaliar a composição química e bromatológica, bem como a digestibilidade *in vitro* da palma forrageira V-19, por meio da utilização de uma progenitora e 10 progênies da referida espécie, com vistas à seleção ao longo de duas colheitas na região do semiárido de Pernambuco.

Material e Métodos

O experimento foi estabelecido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, localizada na Microrregião Sertão do Moxotó do Estado de Pernambuco. O município de Arcoverde apresenta as coordenadas 8°25'S e 37°02'W, altitude de 750 m, solo classificado como Regossolo Eutrófico solódico e não solódico A, fraco e moderado de textura arenosa e média, com cascalho e cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado (SILVA et al., 2006), estando localizado em uma área de transição entre o agreste e o sertão do estado.

O palmar foi estabelecido em fevereiro de 2014, utilizando espaçamento de 1,0 x 0,5m. A análise química do solo demonstrou valores de P=8,5 mg/dm³; K=1,0cmol_c/dm³; Ca=9,3 cmol_c/dm³; Mg=1,7 cmol_c/dm³; Al=0,0 cmol_c/dm³; MO=3%. No início do período chuvoso, foi realizada uma adubação orgânica na proporção de 20 t/ha/ano de esterco bovino. Entre novembro de 2013 e março de 2017, a precipitação pluviométrica na área experimental foi de 1.886 mm, conforme os dados obtidos da estação meteorológica do IPA de Arcoverde-PE (Figura 1).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 11 tratamentos (genótipos de palma forrageira *O. lorreyi* F.A.C, sendo a progenitora V-19 e mais 10 progênies P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉ e P₁₀ oriundas de polinização livre) e sete repetições, sendo as parcelas experimentais representadas por uma planta de cada tratamento. Foram realizadas duas colheitas das parcelas experimentais, sendo a primeira em outubro de 2015 (20 meses após o plantio) e, a segunda, em março de 2017 (37 meses após plantio). Para ambas colheitas, o corte foi de forma manual, preservando os cladódios primários.

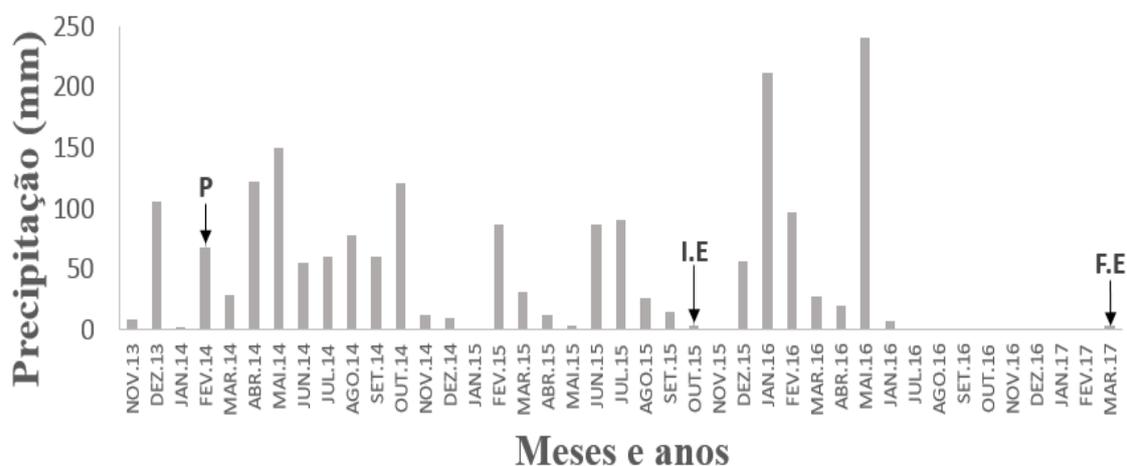


Figura 1. Dados pluviométricos mensais da Estação Experimental de Arcoverde-PE durante 41 meses. P= Plantio, I.E= Início do experimento, F.E= Final do experimento. Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

As amostras dos cladódios (secundários e terciários) de cada tratamento foram fatiadas, pesadas 1,0 kg de massa verde e secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho provido de peneira de 2 mm e armazenadas em sacos de polietileno para posteriores análises. Estimaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio (N) de acordo com Detmann et al., (2012), além dos teores de cálcio (Ca), fósforo (P) e potássio (K), de acordo com Neto; Barreto (2011).

Para estimativa dos teores de carboidratos totais (CHT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi estimada pela metodologia de Tilley;Terry (1963), adaptada para o uso no equipamento simulador do rúmen (DAISY II) (ANKOM TECHNOLOGY®) (JOBIM et al., 2007). O líquido ruminal utilizado nas análises de digestibilidade foi coletado de uma ovelha sem raça definida (SRD), alimentada com

dieta à base de palma forrageira, feno de Tifton (*Cynodon spp.*) e concentrado protéico. As amostras de palma foram colocadas em filtros de náilon (F57 - ANKOM®), identificados por tratamento, repetição, ordem de inserção dos cladódios e vedados a quente. Após a vedação, os filtros foram inseridos nos jarros provenientes do equipamento DAYSY, adicionados 1.500 mL de solução tampão e 400 mL de líquido ruminal, os quais foram incubados por 48 horas a 39 °C, em meio anaeróbico. Transcorridas 48h de digestão, adicionou-se 40 mL de ácido clorídrico 6N e 8 g de pepsina.

A DIVMS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo que ficou após a incubação através da fórmula seguinte:

$$\%DIVMS = 100 - [(W3 - (W1 \times W4)) \times 100 / W2]$$

Onde:

W1 = peso de tara da bolsa

W2 = peso de amostras

W3 = peso da bolsa final depois de 24h de digestão com pepsina + ácido clorídrico

W4 = correção da bolsa vazia (peso da bolsa em branco, depois do ensaio de digestão Pepsina+HCl/peso da bolsa original.)

Todas as análises foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal (LNA), do Departamento de Zootecnia e no Centro de Apoio à Pesquisa (CENAPESQ), ambos da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo (colheitas), por meio do pacote estatístico R Studio (R CORE TEAM, 2017). Foi realizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e a ordem dos cladódios foi usada como fonte de variação.

Resultados e Discussão

Foram observadas interações significativas ($P < 0,05$) colheitas x progênes para as variáveis K (cladódios secundários), P (cladódios secundários), Ca (cladódios secundários e terciários) e DIVMS (cladódios secundários) (Tabela 1).

Os teores de K obtidos nos cladódios secundários das progênes P₁, P₂, P₃ e P₄ na colheita de outubro de 2015 foram superiores ($P < 0,05$) aos da progenitora (V-19) e aos das demais progênes (P₅, P₆, P₇, P₈, P₉ e P₁₀). Na colheita de março de 2017 a V-19 obteve melhores resultados, juntamente com as de P₁₀, P₈ e P₄, quando comparadas ($P < 0,05$) com P₁, P₂, P₃, P₅, P₆, P₇ e P₉. Em relação à interação das duas colheitas os teores de potássio (K) foram maiores ou iguais na primeira colheita (Outubro de 2015), com exceção da V-19, que apresentou menor teor (21,5g/kg) e na segunda colheita maior teor (27,7g/kg). Este resultado, possivelmente está associado à menor idade fisiológica dos cladódios. Os teores de K obtidos neste trabalho para algumas progênes foram superiores aos registrados na literatura, com exceção de P₅, P₇, P₉, P₁₀ e V-19 que apresentaram valores inferiores aos teores 21,4 e 25,9 g/kg de potássio observados por Silva et al. (2013). Donato et al., (2017), em estudo realizado em Guanambi-BA, encontraram valores variando de 32,0 a 43,0 g/kg de potássio para a palma Gigante. Silva et al., (2012) observaram concentração de K de 24,4 e 24,9 g kg⁻¹, aos 390 e 620 dias após o plantio, respectivamente. Os teores de potássio são altos possivelmente porque este elemento é responsável pela regulação do potencial osmótico nas células, essencial na eficiência do uso da água e na absorção de CO₂, sendo um dos principais elementos encontrados no cacto sem espinhos, o que explica a alta extração deste nutriente (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Houve interação dos teores de Fósforo (g/kg) entre as épocas de colheita (outubro de 2015 e março de 2017) para o cladódio secundário. Para os valores

encontrados na colheita de outubro de 2015 P₆ e P₈ obtiveram maiores valores (15,0 g/kg e 16,7 g/kg, respectivamente) quando comparada com a V-19 (13,8 g/kg). P₁ e P₂ obtiveram menores valores (4,9 g/kg e 6,3 g/kg, respectivamente) na colheita de 2015. Já para a colheita de março de 2017 a progenitora e todas as progênies foram semelhantes ($P>0,05$) com relação aos níveis de P. Quando se compara as colheitas, observa-se que a de outubro de 2015 apresentou superioridade para quase todas as progênies incluindo à progenitora em relação à colheita de março de 2017, onde apenas as P₁ e P₂ não se diferenciaram. Silva et al., (2013) encontraram valores de P variando de 0,8 a 1,2 g/kg, valores estes inferiores aos obtidos no presente trabalho, onde se obteve valores com variação de 4,9 g/kg a 16,7 g/kg para a colheita de outubro de 2015 e de 5,1 a 8,0 g/kg para a colheita de março de 2017. Os teores de P encontrados no trabalho de Dubeux Jr. et al. (2010) foram de 3,9 a 5,3 g/kg, valores estes inferiores para a maioria das progênies, com exceção de P₁ da colheita de outubro de 2015 e da P₃ da colheita de março de 2017.

Com relação aos teores de Cálcio (g/kg) houve interação das progênies entre as épocas de colheita (outubro de 2015 e março de 2017) para o cladódio secundário e terciário. A progenitora V-19 e as progênies P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈ e P₉ apresentaram maiores teores de Ca nos cladódios secundários em relação à P₁₀ na colheita de outubro de 2015. Para a colheita de março de 2017 as progênies P₈, P₉ e P₁₀ apresentaram menores percentuais em relação à V-19 e as demais progênies. Quando se compara as colheitas houve diferença ($P<0,05$) para as progênies P₁, P₈, P₉ e P₁₀, no mês de outubro de 2015, onde a P₁₀ apresentou menor valor de Ca (5,9 g/kg). Para o cladódio terciário na colheita no mês de outubro de 2015 a progenitora e as demais progênies foram semelhantes ($P>0,05$), exceto para P₇, P₈, P₉ e P₁₀, as quais apresentaram valores de Ca inferiores quando comparadas com a colheita de março de

2017. Dubeux Jr. et al., (2010) trabalhando com o clone IPA-20 encontraram valores para Ca variando de 23,0 g/kg a 48,6 g/kg, enquanto o atual trabalho apresentou teores inferiores para as colheitas (outubro de 2015 e março de 2017) e para os cladódios (secundário e terciário). Donato et al., (2014) também encontraram valores para Ca superiores, variando de 28,0 g/kg a 34,0 g/kg para a palma forrageira Gigante avaliada aos 600 dias de idade após o plantio, mesma idade da primeira colheita do palmal estudado, uma vez que foi plantada em fevereiro de 2014 e a primeira colheita foi realizada em outubro de 2015, totalizando 600 dias.

Para Dubeux Jr; Santos (2005), K e Ca são os nutrientes exportados em maiores quantidades pela cultura da palma. Vale ressaltar que Berry;Nobel (1985) afirmaram que os altos níveis de Ca encontrados na parte aérea da *Opuntia ficus-indica* (L) refletem o acúmulo deste mineral na forma de oxalato. Santos et al., (2005) mencionaram que a relação Ca: P na palma é extremamente alta e que, devido a interações com outros minerais, especialmente o fósforo, níveis excessivos de Ca por longo tempo podem afetar negativamente o desempenho animal.

Para as variáveis Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) para o cladódio secundário houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação entre colheitas e progênies estudadas. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para DIVMS na colheita de outubro de 2015, porém na colheita do mês de março de 2017 houve diferença ($P < 0,05$). A progenitora V-19 e as progênies P₁, P₉ e P₁₀ apresentaram menor percentual de DIVMS. Comparando as colheitas, verifica-se que as progênies P₄, P₉ e a progenitora V-19 apresentam diferença significativa ($P < 0,05$), onde a P₉ e a V-19 na colheita de março de 2017 apresentaram menores percentuais de digestibilidade quando equiparadas as demais. Moura (2012) obteve valores de DIVMS da palma forrageira variando de 80,0 a 90,9%, para a coleta realizada no período seco e, de 78,1% a 88, 2%,

para a coleta realizada no período chuvoso, também em Arcoverde-PE. Cavalcante et al. (2014) realizaram um experimento no município de Frei Paulo-SE, em 2011, e obtiveram valores de DIVMS de 52,6%; 55,13% e 58,1%, respectivamente para as variedades Gigante, Redonda e Miúda. Esses valores foram inferiores aos observados no presente trabalho, que variaram entre 79,0% a 87,2%.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as progênies para as variáveis MS (cladódios secundários), MM (cladódios secundários e terciários), CHOT (cladódios secundários e terciários), N (cladódios secundários e terciários) e P (cladódios terciários) (Tabela 2). Para o teor de matéria seca (MS) do cladódio secundário as progênies P₁, P₂ e P₅ apresentaram maiores teores (156, 170 e 165 g/kg, respectivamente), em relação à progenitora e as demais progênies. Os teores de MS encontrados no presente trabalho foram superiores aos registrados na literatura (TOSTO et al., 2007). Cavalcante et al. (2014) determinaram a MS da palma com 720 dias após o plantio e encontraram 63 g/kg de MS para a variedade Gigante, 60 g/kg de MS para a Redonda e 77 g/kg de MS para a Miúda.

Tabela 1. Teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e digestibilidade *in-vitro* da matéria seca (DIVMS) de progênies de V-19 (*Opuntia litorali* F. A. C), em duas colheitas em Arcoverde-PE.

Colheita	K (g/kg) Cladódio Secundário										T	A	T x A	EP	
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀					V-19(*)
Outubro 2015	31,4Aa	30,0Aa	32,0Aa	36,1Aa	24,3Ab	26,4Ab	23,2Ab	27,2Ab	25,3Ab	23,7Ab	21,5Bb	*	*	*	0,8
Março 2017	19,9Bb	21,5Bb	20,5Bb	25,6Ba	16,6Bb	22,4Ab	19,7Ab	24,2Aa	18,9Bb	24,9Aa	27,7Aa	*	*	*	0,6
	P (g/kg) Cladódio Secundário														
Outubro 2015	4,9Ac	6,3Ac	12,2Ab	13,8Ab	11,1Ab	15,0Aa	13,4Ab	16,7Aa	12,3Ab	11,6Ab	13,8Ab	*	*	*	0,4
Março 2017	6,4Aa	6,6Aa	5,1Ba	5,3Ba	6,3Ba	6,3Ba	6,6Ba	5,7Ba	8,0Ba	7,8Ba	7,3Ba	*	*	*	0,2
	Ca (g/kg) Cladódio Secundário														
Outubro 2015	11,2Bb	15,2Aa	14,7Aa	16,0Aa	15,8Aa	15,2Aa	15,2Aa	15,4Aa	16,0Ab	5,9Bc	17,5Aa	*	NS	*	0,4
Março 2017	18,7Aa	17,1Aa	15,8Aa	16,6Aa	16,2Aa	16,6Aa	16,2Aa	10,7Bb	11,9Bb	13,3Ab	15,4Aa	*	NS	*	0,5
	Ca (g/kg) Cladódio Terciário														
Outubro 2015	12,0Ba	15,8Aa	13,8Aa	14,8Ba	15,3Aa	15,7Aa	15,7Aa	15,5Aa	12,8Aa	15,0Aa	15,6Aa	*	NS	*	0,2
Março 2017	16,4Aa	17,0Aa	15,3Aa	19,8Aa	15,2Aa	16,2Aa	12,0Ab	12,1Ab	14,3Ab	9,6Bb	15,7Aa	*	NS	*	0,5
	DIVMS (%) Cladódio Secundário														
Outubro 2015	84,8Aa	83,5Aa	84,2Aa	80,7Ba	80,9Aa	82,7Aa	83,5Aa	84,1Aa	85,4Aa	84,4Aa	86,0Aa	NS	NS	*	0,4
Março 2017	80,2Ab	82,8Aa	84,2Aa	87,2Aa	84,0Aa	83,0Aa	84,9Aa	85,3Aa	79,0Bb	81,6Ab	77,5Bb	NS	NS	*	2,4

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem ($P < 0,05$) para cada variável analisada pelo teste F e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Skott-Knott a 5%. T= Tratamento, A= Avaliação, EP= Erro padrão, P= Progenie, K= Potássio, Ca= Cálcio, DIVMS= Digestibilidade *in vitro* da matéria seca, (*)= Progenitora. Média de sete repetições

Os teores de matéria mineral (MM) no cladódio secundário tiveram valores mais expressivos na V-19 e nas progênes P₆, P₈, P₉ e P₁₀, quando comparado às demais progênes. Para o cladódio terciário as progênes P₆, P₈, P₉ e P₁₀ se destacaram em relação à progenitora e às outras progênes estudadas. De maneira geral, a palma forrageira apresentou altos valores de MM, tanto no cladódio secundário quanto no cladódio terciário, com variação de 134 a 187 g/kg para as progênes P₅ e P₆, respectivamente, no cladódio secundário, e de 131 a 179 g/kg para as progênes P₇ e P₈, respectivamente, para o cladódio terciário. Os resultados de MM encontrados no presente trabalho estão próximos aos encontrados na literatura (CAVALCANTE et al., 2014; TOSTO et al., 2007). Altos teores de MM podem ter ocorrido por excesso de nutrientes no solo, uma vez que o palmar foi estabelecido em 2014 e foi realizada adubação orgânica. Em trabalhos realizados por Santos et al., (2005) e Santos et al., (2010) com palma forrageira, foram encontradas valores de 120 e 119 g/kg de MM, respectivamente. Os teores de MM deste trabalho estão superiores aos encontrados por estes dois autores, com média de 157 g/kg para as progênes avaliadas.

Os valores de carboidratos totais (CHOT) para o cladódio secundário variaram de 811 g/kg para a progênie P₅ a 756 g/kg para a progênie P₈. A progênie P₅ apresentou maior teor, mas não teve diferença ($P > 0,05$) em relação às progênes P₁, P₂, P₃, P₄ e P₇. No cladódio terciário, os valores variaram de 810 a 759 g/kg para as progênes P₁ e P₈, respectivamente, sem diferenças significativas entre as progênes P₁, P₃, P₄, P₅, P₇ e a progenitora V-19 (Tabela 2). Os valores de CHOT foram elevados nas duas ordens de cladódios, quando comparados a outros trabalhos científicos. Menezes et al., (2009) desenvolveram uma pesquisa com palma forrageira do gênero *Opuntia* e, aos 2 anos de idade, avaliaram os teores de CHOT, onde registraram teor de 761 g/kg, valor este inferior ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), carboidratos totais (CHOT), nitrogênio (N) e fósforo (P) de palma V-19 em Arcoverde-PE.

Variáveis	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	V-19 (*)	EP
CII (g/kg MS)	156a	170a	146b	131b	165a	129b	145b	141b	146b	130b	139b	0,5
CII (g/kg MM)	143b	149b	142b	143b	134b	187a	145b	182a	175a	167a	161a	0,2
CIII (g/kg MM)	132b	162a	140b	141b	132b	171a	131b	179a	170a	156a	147b	0,2
CII (g/kg CHOT)	799a	794a	795a	797a	811a	758b	796a	756b	767b	776b	780b	0,3
CIII (g/kg CHOT)	810a	782b	802a	798a	809a	773b	801a	759b	767b	783b	794a	0,2
CII (N g/kg)	6,3a	6,3a	6,1a	6,6a	6,0a	6,1a	5,1a	6,2a	6,2a	5,8a	6,4a	0,1
CIII (N g/kg)	6,4b	6,2b	8,1a	5,8c	6,8b	6,0b	8,1a	7,0a	6,8b	6,4b	4,9d	0,1
CIII (P g/kg)	4,3c	4,4c	7,5b	8,4b	9,1b	10,0b	8,8b	15,9a	7,7b	100b	8,7b	0,7

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha diferem (P<0,05) para cada variável analisada pelo teste Skott-Knott a 5%. CI= Cladódio secundário, CII= Cladódio terciário, MS= Matéria seca, MM= Matéria mineral, CHOT= Carboidratos totais, N= Nitrogênio, P= Fósforo, (*) = Progenitora. Média de duas colheitas e sete repetições

Já Wanderley et al., (2012) encontraram valores de carboidratos totais superiores na palma do gênero *Opuntia sp* (841 g/kg), quando comparado ao resultados do presente trabalho, que variaram de 756 a 811 g/kg para o cladódio secundário e de 759 a 810 g/kg para o cladódio terciário.

Com relação aos os percentuais de nitrogênio (g/kg) para o cladódio secundário (Tabela 2) todas as progênes obtiveram valores semelhantes ($P>0,05$) em relação à progenitora. Para o cladódio terciário a progênie P₃ e P₇ tiveram maiores teores (8,1 g/kg), já a V-19 o menor valor (4,98 g/kg). Donato et al., (2014) encontram valores de nitrogênio na palma forrageira variando de 12,0 a 14,0 g/kg. Souza (2015) encontrou valores de nitrogênio na colheita anual de 13,2 g/kg, enquanto, para a colheita bienal foi encontrado teor de 11,5 g/kg, valores estes superiores aos encontrados na presente pesquisa.

Para o teor de P (g/kg) do cladódio terciário houve diferença significativa ($P<0,05$) para a progênie P₈, onde apresentou maior percentual (15,9 g/kg) em relação à progenitora V-19 (8,7 g/kg), a progênie P₁ (4,3 g/kg) e progênie P₂ (4,4 g/kg). Pode-se observar que os teores de P foram altos em relação a alguns trabalhos científicos.

Alguns resultados de algumas progênes corroboram com os encontrados por Dubeux Jr. et al., (2010), que avaliaram o efeito da adubação fosfatada em clone IPA-20 em casa de vegetação e encontraram teor médio de P de 4,7 g/kg, entretanto as plantas foram colhidas aos 180 dias após o plantio enquanto que no presente estudo as plantas estavam com 600 dias na primeira colheita.

Foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) entre as colheitas para todas as variáveis em estudo (Tabela 3).

Percebe-se que os cladódios secundários e terciários apresentaram maior teor de MS em março de 2017, provavelmente devido a que as plantas tiveram maior desidratação devido às baixas precipitações ocorrentes no final do mês de agosto de 2016 até março de 2017. Para a segunda colheita obteve-se os valores de 199% e 164 g/kg para os cladódios secundários e terciários, respectivamente, e para a primeira colheita de 92 g/kg para os cladódios secundários e 97 g/kg para os terciários, valores estes superiores (78 g/kg) aos encontrados por Tosto et al., (2007) e semelhantes (93 g/kg) aos encontrados por Bispo et al., (2007) para a colheita de outubro de 2015. Uma possível explicação seria as chuvas ocorridas nos meses anteriores (Figura 1), bem como a idade da planta que estava menos velha que a colheita de março de 2017; pois com o passar da idade as plantas tendem a se lignificar.

O teor de matéria mineral (MM) foi maior em outubro de 2015 nos cladódios secundários (167 g/kg), e terciários (160 g/kg), uma vez que esses cladódios eram mais novos, pelo que precisam de mais nutrientes. Teores semelhantes de MM foram obtidos por Tosto et al. (2007), que encontraram 163 g/kg de MM para a palma forrageira, do gênero *Opuntia*. Cavalcante et al., (2014) também avaliando a palma forrageira obtiveram valores de MM semelhantes aos encontrados na presente pesquisa.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram superiores em outubro de 2015, com valores de 254 g/kg para cladódios secundários e 245 g/kg para cladódios terciários. A FDA para os cladódios secundários (99 g/kg) e terciários (90 g/kg) apresentaram também maiores valores, quando comparado a colheita de março de 2017. Estes valores de FDN e FDA estão inferiores aos percentuais encontrados na literatura (BISPO et al., 2007; TOSTO et al., 2007; MENEZES et al., 2009).

Os teores de proteína bruta (PB) foram superiores na colheita do cladódio secundário de outubro de 2015 (47 g/kg) e no cladódio terciário na colheita de março de 2017 (48 g/kg). Tosto et al., (2007) determinaram a PB e obtiveram valores semelhantes (48 g/kg) a presente pesquisa. Já no trabalho de Silva et al., (2007) os teores médios de proteína bruta foram inferiores (30 g/kg).

Para o extrato etéreo (EE) foi superior na colheita de março de 2017 para os cladódios secundário (16 g/kg) e terciário (17 g/kg). Estes resultados estão superiores (0,9%) ao encontrados por Tosto et al. (2007); próximos (1,5%) aos encontrados por Silva et al. (2007) e inferiores (2,4%) aos encontrados por Bispo et al. (2007).

O teor de fósforo (P) apresentou maior percentual em outubro de 2015 (13,2%), quando comparado a março de 2017 (4,1%). O teor de fósforo observado entre as colheitas foi superior para a colheita de outubro de 2015, e semelhante na colheita de março de 2017 ao valor médio de P observado por Dubeux Jr. et al., (2010), que foi de 4,7 g/kg.

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fósforo (P) de palma V-19; em duas colheitas em Arcoverde-PE.

Variáveis	Colheita		Erro padrão
	Outubro 2015	Março 2017	
CII (g/kg MS)	92b	198a	0,2
CIII (g/kg MS)	97b	164a	0,2
CII (g/kg MM)	167a	147b	0,4
CIII (g/kg MM)	160a	142b	0,3
CII (g/kg FDN)	254a	214b	0,5
CIII (g/kg FDN)	245a	213b	0,5
CII (g/kg FDA)	99a	79b	0,3
CIII (g/kg FDA)	90a	80b	0,2
CII (g/kg PB)	47a	38b	0,1
CIII (g/kg PB)	38b	48a	0,1
CII (g/kg EE)	12b	16a	0,0
CIII (g/kg EE)	12b	17a	0,0
CIII (g/kg P)	13,2a	4,1b	1,2

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha diferem ($P < 0,05$) para cada variável analisada pelo teste F pelo teste Skott-Knott a 5%, CII= Cladódio secundário, CIII= Cladódio terciário, MS= Matéria seca, MM= Matéria mineral, FDN= Fibra em detergente neutro, FDA= Fibra em detergente ácido, PB= Proteína bruta, EE= Extrato etéreo, P=Fósforo. Média de 11 clones e sete repetições.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Conclusões

As progênies P₁, P₂ e P₃ se destacaram para a maioria das variáveis estudadas em comparação à V-19.

Recomenda-se a continuidade dos estudos com os materiais que se destacaram, sobretudo com avaliações de consumo de matéria seca e nutrientes com animais ruminantes.

De maneira geral, os resultados obtidos são próximos aos já demonstrados para as demais variedades de palma exploradas no semiárido Brasileiro.

Referências Bibliográficas

BERRY, W.L.; Nobel, P.S. Influence of soil and mineral stresses on cacti. **Journal of Plant Nutrition**, v.8, n.8, p.679-696. 1985.

BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 1902–1909, 2007.

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

DETMANN, E. et al. Métodos para análises de alimentos. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, p.214, 2012.

DONATO, P. E. R. et al. Nutrition and yield of “ Gigante ” cactus pear cultivated with different spacings and organic fertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, v. 20, n. 12, p. 238–243, 2017.

DONATO, P. E. R. et al. Valor nutritivo da palma forrageira “gigante” cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, Rio Grande do Norte, v. 27, n. 1, p. 163–172, 2014.

DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R. S. C; Simões, D. A.; Sampaio, E V. S. B. (Eds.). A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, p.105-128, 2005.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, Pernambuco, v. 5, n. 1, p. 129–135, 2010.

FERREIRA, C. A. et al. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1560–1568, 2003.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 36, p. 101–119, 2007.

MENEZES, D. R. et al. Níveis de ureia em dietas contendo co-produto de vitivinícolas e palma forrageira para ovinos Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, Minas Gerais, v. 61, n. 3, p. 662–667, 2009.

MISRA, A. K. et al. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**, Grécia, v. 63, n. 1–2, p. 125–134, 2006.

MOURA, G. J. DE. **Valor nutritivo e características anatômicas de variedades de palma forrageira (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) com diferentes níveis de resistência à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell)** (Dissertação de Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p. 110, 2012.

NETO, E. B.; BARRETO, L. P. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p250, 2011.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2017

SANTOS, D. C. DO. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) **Boletim do Ipa** 233, p. 1–48, 2006.

SANTOS, M. V. F; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: Menezes, R. S. C.; Simões, D. A.; Sampaio, E V. S. B. (Eds.) *A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso.* 1. ed. Recife: Editora da UFPE, p. 143-162, 2005.

SANTOS, M. V. F. DOS et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 39, p. 204–215, 2010.

SILVA, J. A. et al. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, Pernambuco, v. 8, n. 2, p. 342–350, 2013.

SILVA, J.A. et al. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, Pernambuco, v.7, suplemento, p.866-875, 2012.

SILVA, S. M. S. E et al. Características físicas e químicas de um Neossolo Regolítico Eutrófico do Agreste pernambucano. **EMBRAPA**, n. 1, p. 1–4, 2006.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets.1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Oxford, Reino Unido, v. 70, p. 3551–3561, 1992.

SOUZA, T. C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)** (Tese de doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p119. 2015

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 819p.2009.

TEGEGNE, C. K.; PETERS, K. J. Effects of incorporating cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) and urea-treatment of straw on the performance of sheep. **Small Ruminant Research**, Grécia, v. 72, n. 1, p. 157–164, 2007.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. a Two-Stage Technique for the in vitro Digestion of Forage Crops. **Grass and Forage Science**, British, v. 18, n. 2, p. 104–111, 1963.

TOSTO, M. S. 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**, Salvador, Bahia, v. 8, n. 3, p. 239–249, 2007.

WANDERLEY, W. L. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, Bahia, v. 13, n. 2, p. 444–456, 2012.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 273–281, 2002.

ZAÑUDO, J. et al. Ecophysiological responses of *Opuntia* to water stress under various semi-arid environments. *J. PACD*, v. 12, p. 20–36, 2010.