



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**COMPORTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE PALMA  
FORRAGEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO**

**PAULO SÉRGIO FERREIRA DA SILVA**

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**COMPORTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE PALMA  
FORRAGEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO**

**PAULO SÉRGIO FERREIRA DA SILVA**

ZOOTECNISTA

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**

**PAULO SÉRGIO FERREIRA DA SILVA**

**COMPORTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE  
PALMA FORRAGEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE  
CULTIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Forragicultura

**Comitê de orientação:**

Profª Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos

Prof Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello

Prof Dr. Márcio Vieira da Cunha

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**

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

S586c Silva, Paulo Sérgio Ferreira da  
Comportamento e caracterização de clones de palma forrageira sob diferentes condições de cultivo / Paulo Sérgio Ferreira da Silva. – 2019.  
103 f. : il.

Orientadora: Mércia Virginia Ferreira dos Santos.  
Coorientadores: Alexandre Carneiro Leão de Mello, Márcio Vieira da Cunha.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e anexo(s).

1. Cactos 2. Cochonilha 3. *Nopalea cochenillifera* 4. São Bento do Una (PE) 5. Arcoverde (PE) I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos, orient. II. Mello, Alexandre Carneiro Leão de, coorient. III. Cunha, Márcio Vieira da, coorient. IV. Título

CDD 636

**PAULO SÉRGIO FERREIRA DA SILVA**

**COMPORTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE PALMA  
FORRAGEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 01 de julho de 2019.

**Orientadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

**Comissão Examinadora:**

---

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

---

Dra. Maria da Conceição Silva  
Instituto Agronômico de Pernambuco

---

Prof. Dr. Ricardo Gallo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Ciência Florestal

---

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Ciência Florestal

Recife,  
Julho de 2019

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

PAULO SÉRGIO FERREIRA DA SILVA - Nasceu em São Paulo - SP, no dia 16 de abril de 1987. Filho de Maria José Ferreira da Silva e Ivo Ferreira da Silva. Iniciou a graduação no curso de bacharel em Zootecnia na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, campus Arapiraca, em agosto de 2006, concluindo em fevereiro de 2011. Em março de 2012 iniciou o mestrado acadêmico pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus II Areia, na área de concentração em produção animal, obtendo o título de Mestre em Zootecnia em fevereiro de 2014. Ainda em fevereiro do mesmo ano, iniciou as atividades no Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, área de concentração em Forragicultura. Em julho de 2019 submeteu-se à defesa de tese na UFRPE para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

*“Não é nossa função controlar todas as marés do mundo, mas sim fazer o que pudermos para socorrer os tempos em que estamos inseridos, erradicando o mal dos campos que conhecemos, para que aqueles que viverem depois tenham terra limpa para cultivar. Que tempo encontrarão não é nossa função determinar”*

*(Gandalf em O Senhor dos Anéis, O Retorno do Rei - Pág. 148)*

J. R. R. Tolkien

**Dedico**

*A meus pais,*

*Ivo Ferreira da Silva e Maria José Ferreira da Silva,*

*Pelo apoio, compreensão e grandes conselhos dados ao longo da jornada.*

*A minha irmã,*

*Mônica Ferreira da Silva,*

*Por estar sempre presente a me ouvir e compreender.*

*A Nossa Senhora da Conceição*

***Dedico***

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo que conquistei, pelos dias de glória, conquistas e alegrias, mas também pelos dias de luta e tristeza, pois estes serviram de lição.

A minha família, pelo apoio dado ao longo de todos esses anos. Sempre me mostrando o caminho da verdade, ensinando e me amparando nos momentos difíceis. Amo todos vocês.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade e honra de fazer parte dessa instituição.

A FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco), pela concessão da bolsa, sem a qual não aconteceria este trabalho.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), pelo apoio e suporte durante todo período de avaliação.

A Professora Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos, pela orientação, ensinamentos, paciência e compreensão.

Aos Professores Dr. Márcio Vieira da Cunha, Dr. Mário de Andrade Lira (*in memoriam*) e Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello, pelos auxílios e grandes contribuições dados na elaboração deste trabalho.

Aos amigos Randerson Cavalcante, Madson Wiliame, Wiliane Diniz, Gilka Talita, Karina Miranda, Rennan Afonso e Diego que, de alguma forma, colaboraram na construção deste trabalho, bem como a toda equipe da Forragem.

A amiga Juliana Freire que, por muitas vezes, cedeu o ombro amigo, deu conselhos, me ouviu.

Ao grande companheiro de jornada, André Ferraz, que compartilhou a luta, trabalho e tem grande importância na conclusão deste trabalho.

A toda família Cassimiro, em especial a Josiane Cassimiro, Lenora Cassimiro, Gustavo Cassimiro e Eleni Cassimiro que me estenderam a mão e me deram apoio. Sou eternamente grato.

A Ellen Cassimiro que, em momentos de desesperança, foi minha luz, me acalmou e me deu motivos para sorrir.

A Toni Carvalho e Osniel Faria, pelo apoio recebido em diferentes fases da elaboração da tese.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| Lista de Tabelas.....   | IX |
| Lista de Figuras .....  | XI |
| RESUMO GERAL.....   | 1  |
| CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....   | 5  |
| <b>Capítulo I</b> - Revisão Bibliográfica   |    |
| 1.1. Histórico e Importância da Palma no Brasil .....   | 8  |
| 1.2. Caracterização Morfológica e Produtiva da Palma .....  | 10 |
| 1.3. Pragas em Palma Forrageira.....  | 13 |
| 1.4. Impacto Genético na Pesquisa com Palma Forrageira.....   | 16 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 18 |
| <b>Capítulo II</b> - Avaliação comportamental de clones de palma forrageira sob condições de casa de vegetação  |    |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 28 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 29 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 32 |
| 4. CONCLUSÃO .....  | 43 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 44 |
| <b>Capítulo III</b> - Adaptação e caracterização de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão pernambucano |    |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 52 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 53 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 58 |
| 4. CONCLUSÕES .....   | 80 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 81 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 86 |

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Altura de planta (AP), comprimento de cladódio (CC), largura de cladódio (LC) e espessura de cladódio (EC) de clones de palma cultivados em casa de vegetação por 360 dias ..... 32

Tabela 2. Número de cladódios por ordem de aparecimento de clones de palma aos 360 dias ..... 37

Tabela 3. Notas de ataque de cochonilha de escamas em clones de palma forrageira ao longo do período de avaliação..... 38

Tabela 4. Comprimento de raiz (CR), largura de raiz (LR) e relação parte aérea/raiz (PA/R) de clones de palma forrageira aos 360 dias ..... 41

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Características químicas\* do solo dos experimentos em cada colheita realizada ..... 53

Tabela 2. Clones de palma forrageira avaliados em Arcoverde e São Bento do Una, PE ..... 55

Tabela 3. Altura de planta (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita ..... 59

Tabela 4. Largura de planta (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita..... 60

Tabela 5. Comprimento de cladódio (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita ..... 62

|  |    |
|--|----|
| Tabela 6. Largura de cladódios (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.....                            | 63 |
| Tabela 7. Espessura de cladódios (mm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.....                          | 65 |
| Tabela 8. Número de cladódios totais em genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.....                           | 66 |
| Tabela 9. Número de cladódios por ordem em genótipos de palma forrageira, Arcoverde-PE.....  | 68 |
| Tabela 10. Número de cladódios por ordem em genótipos de palma forrageira, São Bento do Una-PE .....                                     | 69 |
| Tabela 11. Índice de área do cladódio de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita .....                         | 71 |
| Tabela 12. Produção de forragem (t de MS/ha) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.....                   | 74 |
| Tabela 13. Eficiência do uso da água (kg de MS/mm de chuva) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.....    | 75 |
| Tabela 14. Infestação por cochonilhas em clones de palma forrageira em Arcoverde e São Bento do Una, conforme os anos de observação..... | 77 |
| Tabela 15. Estande de plantas (%) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.....                              | 79 |

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 1. Dados de temperatura (°C) e umidade (%) na casa de vegetação durante o período experimental.....30

Figura 2. Cobertura por colônias de cochonilha de escamas e suas respectivas notas de ataque .....31

Figura 3. Altura de planta de clones de palma forrageira cultivados em casa de vegetação, conforme os períodos de avaliação .....33

Figura 4. Comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de cladódios em seis clones de palma forrageira cultivados em casa de vegetação .....35

Figura 5. Número de cladódios em clones de palma forrageira cultivados em casa de vegetação ao longo dos períodos de avaliação.....36

Figura 6. Teor (%) e Produção de matéria seca (g/vaso) da parte aérea em seis clones de palma forrageira aos 360 dias .....40

Figura 7. Teores (%) e Produção de matéria seca (g/vaso) de raízes em clones de palma forrageira, aos 360 dias .....42

### CAPÍTULO III

Figura 1. Precipitação mensal (A) nos dois locais, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar para Arcoverde (B) e São Bento do Una (C). .....54

Figura 2. Esquematização da coleta de dados da cobertura por colônias de cochonilha e suas respectivas notas de ataque .....57

Figura 3. Representação gráfica dos clones de palma avaliados .....72

## RESUMO GERAL

A utilização da palma forrageira no Nordeste brasileiro supre grande parte das necessidades de alimento e água para os rebanhos de ruminantes, principalmente em períodos críticos do ano. No entanto, a ocorrência de pragas, em destaque as cochonilhas do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell 1929) e de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833) podem comprometer a produção da planta. Objetivou-se avaliar características morfológicas e produtivas, bem como a incidência das cochonilhas em clones de palma forrageira cultivados nas condições de Agreste (São Bento do Una) e Sertão Pernambucano (Arcoverde) bem como em condições de casa de vegetação. Foram avaliados seis clones: IPA-20, F8, F21, Miúda, IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana. As plantas, em casa de vegetação, foram cultivadas em vasos durante o período de 360 dias em delineamento em blocos casualizados. Em campo, os genótipos foram casualizados em blocos, com três repetições, e realizadas duas colheitas bienais, em 2015 e 2017, conservando-se os artículos primários. Foram avaliadas altura e largura de planta; número de cladódios; comprimento, largura e espessura de cladódios, índice de área de cladódio, produção de forragem e estande de plantas. A incidência das cochonilhas foi avaliada a partir de escalas de notas variando de 0 a 5, em que a menor nota (0) representou ausência do inseto na planta e, a maior (5), representou presença em todos os cladódios da planta com alta infestação (>75%). Em casa de vegetação, a altura média observada dos seis clones avaliados foi de 48,94 cm. O clone IPA-20 apresentou valores superiores para comprimento e espessura, com 26,70 cm e 13,80 mm, respectivamente, enquanto o clone Orelha de elefante mexicana, com valores de 14,72 cm de comprimento e 7,93 mm de espessura como menores resultados. O clone Miúda se destacou com o maior número de cladódios (2,5 cladódio por planta) e quantidade de ordens de cladódios, atingindo até 1,25 cladódio de terceira ordem por planta. Houve infestação por cochonilha de escamas, principalmente no clone Orelha de elefante mexicana enquanto o clone IPA-20 não sofreu nenhum grau de infestação. O clone Orelha de elefante mexicana apresentou o maior valor para produção de matéria seca, com 132,88 g/vaso, seguido pelos clones F8 e IPA-20, com 125,16 e 116,60 g/vaso cada. Quanto ao experimento de campo, o clone IPA-20 foi o de maior altura em ambos os locais (84,5 e 132,2 cm para Arcoverde e São Bento do Una,

respectivamente). Em Arcoverde, o clone F21 apresentou maior número de cladódios, com 55,0 cladódios/planta na primeira colheita. Em São Bento do Una, o clone Miúda teve o maior número de cladódios totais, com 65,7 cladódios/planta na primeira colheita. A primeira colheita teve produção de matéria seca superior em ambos os locais, com destaque em São Bento do Una, que teve produção de 19,2 t e MS/ha. Houve maior incidência de cochonilha do carmim no clone IPA-20, com notas de infestação próximas a 4, em ambos os locais. A cochonilha de escamas em Arcoverde apresentou maior infestação nos clones IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana, em São Bento do Una, houve uma alta infestação, com destaque para o clone Orelha de elefante mexicana com nota próxima de 4. O clone F21 teve mortalidade de 93% em Arcoverde, já em São Bento do Una o clone F8 foi o de maior mortalidade, com 43%. Em condições de casa de vegetação, os clones de palma não apresentaram variabilidade quanto às características morfológicas e produtivas avaliadas. Nas condições avaliadas, todos os clones de palma foram infestados por cochonilha de escama, a exceção do clone IPA-20. Já nas condições de campo, o clone Orelha de elefante mexicana é superior quanto as características morfológicas e produtivas. Os clones F21, F8 e Miúda apresentam dificuldade de estabelecimento, independentemente do local de cultivo, com alta mortalidade e redução de desempenho. A primeira colheita (2015) teve maior produtividade, independentemente do local de cultivo. O clone Orelha de elefante mexicana é mais susceptível a cochonilha de escama, enquanto o clone IPA-20 é vulnerável a do carmim. Os níveis de infestação pela cochonilha de escama são mais expressivos em São Bento do Una, com ocorrência de tal praga em todos os clones.

**Palavras-chave:** cactácea, cochonilha de escama, cochonilha do carmim, *Nopalea*, *Opuntia*, semiárido.

## ABSTRACT

The use of fodder cactus forage in the Brazilian Northeast supplies most of the food and water needs of ruminant herds, especially during critical periods of the year. However, the occurrence of pests, especially carmine cochineal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell 1929) and scales (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833) can compromise the production of the plant. The objective was to evaluate morphological and productive characteristics, as well as the incidence of cochineals in forage palm clones cultivated in the conditions of "Agreste" (São Bento do Una) and "Sertão" Pernambucano (Arcoverde) as well as in conditions of greenhouse. Six clones were assessed: "IPA-20", "F8", "F21", "Miúda", "IPA Sertânia" and "Orelha de elefante mexicana". The plants, in a greenhouse, were cultivated in pots during the 360-days period in randomized block delineation. In the field, the genotypes were randomized in blocks, with three repetitions, and two biennial harvests were performed in 2015 and 2017, preserving the primary articles. Plant height and width; number of cladodes; length, width and thickness of cladodes; index of cladodium area; fodder production and plant stand were evaluated. The incidence of cochineals was evaluated from scales of notes ranging from 0 to 5, in which the lowest score (0) represented absence of the insect in the plant and the highest (5), represented presence in all cladodes of the plant with high infestation (>75%). In a greenhouse, the average height observed of the six clones evaluated was 48.94 cm. The "IPA-20" clone had higher values for length and thickness, with 26.70 cm and 13.80 mm, respectively, while the "Orelha de elefante mexicana" clone had values of 14.72 cm in length and 7.93 mm in thickness as lower results. The "Miúda" clone stood out with the highest number of cladodes (2.5 cladodes per plant) and the number of cladode orders, reaching up to 1.25 third order cladodes per plant. Scale cochineal infestation occurred, especially in the "Orelha de elefante mexicana" clone, while the "IPA-20" clone did not suffer any degree of infestation. The "Orelha de elefante mexicana" clone showed the highest value for dry matter production, with 132.88 g/vaso, followed by "F8" and "IPA-20" clones, with 125.16 and 116.60 g/vaso each. Regarding the field experiment, the "IPA-20" clone was the highest in both locations (84.5 and 132.2 cm for Arcoverde and São Bento do Una, respectively). In Arcoverde, the clone "F21" presented a higher number of cladodes, with 55.0 cladodes/plant in the first harvest. In São Bento do Una,

the "Miúda" clone had the highest number of total cladodes, with 65.7 cladodes/plant in the first harvest. The first harvest had a higher production of dry matter in both locations, especially in São Bento do Una, which had a production of 19.2 t and MS/ha. There was a higher incidence of carmine cochineal in the "IPA-20" clone, with infestation notes close to 4, in both sites. Scales cochineal in Arcoverde showed higher infestation in the clones "IPA Sertânia" and "Orelha de elefante mexicana", in São Bento do Una, there was a high infestation, especially in the clone "Orelha de elefante mexicana" with a score close to 4. The clone "F21" had mortality of 93% in Arcoverde, while in São Bento do Una the clone "F8" had the highest mortality, with 43%. In greenhouse conditions, the palm clones did not present variability regarding the morphological and productive characteristics evaluated. In the greenhouse, all palm clones were infested by scales cochineal, with the exception of the "IPA-20" clone. In the field conditions, the "Mexican elephant ear" clone is superior in terms of morphological and productive characteristics. The clones "F21", "F8" and "Miúda" present difficulties of establishment, independently of the place of culture, with high mortality and reduction of performance. The first harvest (2015) had higher productivity, regardless of the place of cultivation. The "Orelha de elefante mexicana" clone is more susceptible to scale cochineal, while the IPA-20 clone is vulnerable to carmine. Scale cochineal levels of infestation are most significant in São Bento do Una, with such a pest occurring in all clones.

**Keywords:** cactus, carmine cochineal, *Nopalea*, *Opuntia*, scale cochineal, semiarid.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A região semiárida está presente em diversas partes do planeta e apresenta como principal característica a pluviosidade hídrica com longos períodos de escassez. No Brasil, encontra-se predominantemente na região Nordeste, abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e parte do norte de Minas Gerais. As chuvas nessa região ocorrem de forma desigual e em eventos pontuais, que muitas vezes não chegam a saturar o solo. Esses eventos geralmente ocorrem em uma única estação (inverno), que é caracterizado como frio e chuvoso, enquanto que o verão é quente e seco.

Dentro do contexto climático da região semiárida, a vegetação presente é denominada de Caatinga, que apresenta como principal característica ser estacional decídua. No entanto, em se tratando de índices produtivos, a utilização de recurso forrageiros nativo tem a limitação temporal de clima, em que períodos secos chega a ser quase nulo.

As cactáceas, de modo geral, têm grande presença nas regiões semiáridas, por apresentarem características que as tornam capazes de resistir às condições de baixa disponibilidade hídrica e temperaturas elevadas. Porém, nem todas são passíveis de serem cultivadas e manejadas para fornecimento aos animais. A palma forrageira (*Opuntia* sp e *Nopalea* sp), cactácea de origem mexicana, é a que melhor se adequa a esses requisitos.

Nessas condições, o uso da palma forrageira se mostra essencial para a manutenção da atividade pecuária da região. No entanto, deve-se levar em consideração que existe uma gama de variações dentro das espécies de palma, podendo apresentar comportamentos diferentes de adaptação e, conseqüentemente, de produção. Variações em pluviosidade, temperatura e condições de solo tornam a produtividade da palma diferente de um local para outro.

É inegável o potencial significativo dessa cultura para contribuir no desenvolvimento das zonas áridas e semiáridas, sobretudo, nos países em desenvolvimento, onde a exploração racional e econômica dos genótipos ajudará na conservação do ambiente e segurança alimentar dos rebanhos. No entanto, grandes extensões de palmais têm sofrido ataques de cochonilhas, seja a do carmim

(*Dactylopius opuntiae* Cockerell 1929) ou de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833), que levam a perdas de produção.

A cochonilha do carmim é considerada a principal praga que acomete a palma forrageira no Nordeste. As perdas provocadas pela cochonilha podem chegar a 100% da produção forrageira, o que acarreta em perdas na produtividade nos rebanhos bovinos, caprinos e ovinos que, por sua vez, levam a prejuízos para todo o agronegócio da região. Já as cochonilhas de escama também trazem grandes prejuízos às produções de palma do Nordeste, porém, em menores escalas, quando comparadas com a do carmim. Nesse contexto, inúmeras pesquisas têm surgido em várias partes do Nordeste. No estado de Pernambuco dá-se destaque aos trabalhos desenvolvidos pelo IPA, juntamente com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Destes estudos foram identificados cultivares de palma, a exemplo dos clones IPA Sertânia, Orelha de Elefante Mexicana como materiais resistentes a cochonilha do carmim.

Desta forma, objetivou-se avaliar clones de palma forrageira quanto a suas características morfológicas, produtivas, e a incidência das cochonilhas do carmim e de escama. A presente tese está dividida nas seguintes partes: Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica; Capítulo 2 – Avaliação comportamental de clones de palma forrageira sob condições de casa de vegetação e Capítulo 3 – Adaptação e caracterização de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão pernambucano.

## **CAPITULO I**

---

### **Revisão Bibliográfica**

## **1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Histórico e Importância da Palma no Brasil**

O semiárido, em contexto global, tem como principal atividade o pastejo de animais, sejam de grandes ou pequenos ruminantes (ASNER et al., 2004; REID et al., 2014), apresentando aproximadamente 17,7% (ROTENBERG e YAKIR, 2010) e aproximadamente 74% da região nordeste brasileira. A vegetação de Caatinga é a predominante no Nordeste brasileiro, cobrindo cerca de 56% de toda região (SOUZA et al., 2013).

Desde o começo da ocupação do Brasil, o interior da região Nordeste tem como principal atividade econômica a agricultura e pecuária, desenvolvida no ambiente das Caatingas (WANDERLEY et al., 2017). Os recursos forrageiros presentes nessa vegetação, no entanto, não dão conta de suprir processos produtivos mais intensivos. Araújo Filho, (2013) destaca que a capacidade de suporte da Caatinga pode variar de 10 a 12 ha/UA/ano.

Em maior parte, as plantas do semiárido possuem, em sua maioria, processos fotossintéticos C3 e C4, que apresentam produtividade restrita nas condições de escassez de água, onde as plantas CAM ou MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) ganham destaque (SILVA et al., 2015). Dentre as plantas de metabolismo CAM, a de maior destaque e mais abundante nas zonas semiáridas são as cactáceas. Estas plantas têm como destaque a característica xerófila, que apresenta maior resistência em condições de escassez de água, alta temperatura e solos de baixa fertilidade (PEREIRA et al., 2015).

Os gêneros de palmas cultivadas no Nordeste brasileiro constituem importante recurso forrageiro, contribuindo para suprir a oferta de alimento aos animais no período de estiagem, devido a sua rusticidade e elevado potencial de produção de forragem de alto valor nutritivo, com alta disponibilidade de água, quando comparada com a vegetação nativa (GALVÃO JUNIOR. et al., 2014). Essas plantas se destacam pela característica xerófila que apresentam maior resistência em condições de escassez de água, alta temperatura e solos de baixa fertilidade (PEREIRA et al., 2015), além de apresentarem alta eficiência do uso da água (SILVA et al., 2014).

A palma durante décadas foi cultivada em áreas marginais, em solos com característica pobre e pouca fertilidade (CARVALHO et al., 2018). No entanto, este

cenário vem mudando e os palmais estão sendo implantados em áreas mais “nobres”, sendo adotados tratamentos culturais adequados, o que vem gerando melhorias produtivas.

A eficiência do aproveitamento da água tem relação com as adaptações presentes em cada órgão da planta, especialmente o cladódio, onde está localizado o aparelho fotossintético e onde ocorre o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC), que tem como principal característica a captação da energia solar durante o dia e a fixação do CO<sup>2</sup> durante a noite, diferenciando-a das demais plantas usadas na produção animal (RAMOS et al., 2011).

Alguns países utilizam a palma como iguaria alimentar humana, desde suas raquetes/cladódios a seus frutos. Em muitas regiões do mundo, principalmente na África do Sul e Austrália, prevalecem algumas espécies com características de plantas invasoras (OCHOA e BARBERA, 2017).

De acordo com Griffith (2004), a palma é originária das regiões centro e sul do México, sendo domesticada e selecionada desde o princípio para diferentes fins. Segundo o mesmo autor, do México, as *Opuntias* foram levadas e utilizadas em diversos países da América Latina e Caribe, chegando, inclusive, a Europa. Mesmo apresentando características edafoclimáticas distintas, a palma obteve sucesso em algumas partes da Europa, sendo encontrada na Espanha, Itália e Portugal (KIESLING, 2013).

A palma é empregada como fonte forrageira especialmente em períodos de seca, principalmente para bovinos (ALBUQUERQUE e SANTOS, 2005), ovinos (TEGEGNE et al., 2007) e caprinos (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011) em diversas partes do mundo, com destaque para o Brasil, Chile, Califórnia, Marrocos, México, África do Sul, Texas e Tunísia (STINTZING e CARLE, 2005).

No Brasil, a palma é quase que exclusivamente cultivada para fins forrageiros. Não há exatidão de quando e onde a palma passou a ser utilizada na alimentação de ruminantes. De acordo com Santos et al. (2010), existem relatos que a palma foi primeiramente cultivada na cidade do Rio de Janeiro, com o intuito de se investigar informações sobre técnicas de cultivo e manejo da planta para obtenção do corante do carmim pelo inseto *Dactylopius coccus* e quebrar o monopólio feito pela Espanha, que por sua vez produzia o corante no México. Duque (2004) afirma que a cactácea foi introduzida na região Nordeste provavelmente logo após século XIX, e posteriormente

difundido durante a seca de 1932, onde foram plantados, do Piauí à Bahia, 222 campos de propagação da palma.

A palma cultivada no Nordeste brasileiro constitui importante recurso forrageiro, contribuindo para suprir a oferta de alimento aos animais, principalmente no período de estiagem, devido a sua rusticidade e elevado potencial de produção de forragem de alto valor nutritivo, com alta disponibilidade de água, quando comparada com a vegetação nativa (GALVÃO JÚNIOR. et al., 2014). Além de influenciarem a ingestão de água reduzindo a necessidade de fornecimento de água aos animais, o que de certo modo, se torna uma excelente estratégia em condições onde esse nutriente é limitado (PORDEUS NETO et al., 2016). Com isso, a palma passou a ser um componente permanente na dieta dos ruminantes, sendo fornecida diariamente, principalmente nas regiões onde se encontram as bacias leiteiras (ROCHA FILHO, 2012).

O corte e fornecimento em comedouros da forragem triturada (VILELA et al., 2010) é a forma mais usual de utilização, o que pode elevar os custos de produção, devido as operações de colheita, transporte e armazenamento da forragem.

Ramos et al. (2010) verificaram que a alimentação de caprinos e ovinos terminados em confinamento no Cariri Paraibano representou 92 e 93% dos custos, respectivamente. São preferíveis, portanto, dietas à base de forrageiras de baixo custo, o que pode ser obtido pelo cultivo de forrageiras com elevada produtividade e bom valor nutritivo, com a possibilidade de sua inclusão não afetar o desempenho animal.

## **1.2. Caracterização Morfológica e Produtiva da Palma**

A palma forrageira pertencente à família das cactáceas é amplamente utilizada no Nordeste brasileiro para alimentação dos rebanhos, principalmente em períodos de estiagens. As áreas de cultivo com essa cultura, de certo modo, têm apresentado aumento na região Nordeste. De acordo com Dubeux Junior. et al. (2013), as áreas cultivadas com palma podem ultrapassar 600.000 ha, o que posiciona o Brasil como um dos países com maior área cultivada de palma. Santos et al. (2013) relatam que, desde os primórdios da introdução das palmas no Brasil basicamente as áreas de cultivo se limitavam a *Opuntia ficus-indica* Mill e a *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck. Carvalho et al. (2018) relataram que, dentre as variedades introduzidas no Brasil, apenas três foram mais propagadas, sendo elas a palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), a

palma Miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm-Dyck) e a palma Redonda (*Opuntia ficus-indica* Mill).

No entanto, com o avanço da cochonilha do carmim e conseqüentemente a extinção de grandes extensões de palmais, principalmente da espécie *Opuntia ficus indica* Mill, houve-se a necessidade de implantação e desenvolvimento de novos cultivares que pudessem fazer frente a isso. As plantas exibem potencial produtivo em regiões com temperaturas variando entre 16,1 a 25,4°C, e precipitações anuais entorno de 368 a 812 mm (Dubeux Junior. et al., 2017)

Por ser uma cactácea, a palma apresenta inúmeras características anatômicas e morfofisiológicas de adaptação às condições ecológicas de ambientes secos, tornando-se uma das principais plantas forrageiras utilizadas na alimentação de ruminantes (OLIVEIRA et al., 2010). A maior parte das plantas do semiárido, que tem em sua maioria processos fotossintéticos C3 e C4, apresentam produtividade restrita, tendo as plantas CAM ou MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) um papel de destaque (SILVA et al., 2015) por apresentar alta produtividade em condições de sequeiro. Cada órgão da palma, como, por exemplo, as raízes, os acúleos, as folhas, a flor e o fruto, possuem adaptações de extrema eficiência na utilização da água (RAO et al., 2006; FROTA et al., 2015).

Os cultivares de palma apresentam formato e tamanho de cladódios diferenciados e o nome comum de alguns está associado ao formato dos mesmos (SANTOS et al., 2010). A cultivar Miúda produz maior quantidade de cladódios que as cultivares Gigante e Redonda, embora apresente cladódios menores e menor altura da planta (CAVALCANTE et al., 2014; SILVA et al., 2014).

As plantas dos dois principais gêneros de palma cultivados no Brasil, *Opuntia* e *Nopalea*, apresentam diferenças morfológicas e produtivas. Os cladódios são obovalados ou oblongos e estreitos, apresentando ou não espinhos (principalmente em plantas do gênero *Opuntia* spp.). Suas flores podem ser laranja e amareladas (*Opuntia* spp.) ou de cores vermelho purpura (*Nopalea* spp.), os frutos apresentam a polpa com cores semelhantes as flores (SANTOS et al., 2010). Ferraz et al. (2016) relataram que o sistema radicular de cactáceas, em particular a palma, é superficial e pouco profundo, porém extenso lateralmente. Essas características permitem com que a mesma cactácea responda a pequenos eventos de chuva.

As características morfológicas variam conforme a espécie e condições de cultivo. Cunha et al. (2012) observaram para o clone Miúda uma brotação de 6,51 cladódios aos 180 dias nas condições de sequeiro. Dubeux Junior. et al. (2010) encontraram para o clone IPA-20, em casa de vegetação, brotação de 5,55 cladódios por planta aos 180 dias. Silva et al. (2015), estudando os clones IPA Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana (OEM), encontraram altura de planta de 69,44, 68,11 e 80,86 cm, respectivamente

A palma tem potencial de produzir acima de 30 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em condições de sequeiro (CAVALCANTE et al, 2014), todavia, para atingir este potencial são necessárias práticas de manejo adequadas, tais como densidade de plantio considerando o genótipo, correções de solo para as necessidades da planta e contenções de pragas e doenças (SANTOS, 2006). Souza et al. (2017) encontraram médias de 16,8 e 7,2 t MS ha<sup>-1</sup> 2 anos<sup>-1</sup>, para as densidades de 40.000 e 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em palma Miúda sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Silva et al. (2015) encontraram valores de produção de matéria seca da palma Orelha de Elefante Mexicana (OEM) de 15,6 t/ha, enquanto que para a palma Miúda obtiveram 11,5 t/ha. Santos et al. (2013) observaram produção para o genótipo Orelha de elefante mexicana de 15,09 t de MS/ha, tendo o genótipo F21 apresentado maior produção, com 18,40 t MS/ha, seguido pela Miúda com 18,08 t de MS/ha e a F8 com 17,18 t de MS/ha. O genótipo Sertânia apresentou menor produção, com valor de 12,06 t de MS/ha.

Segundo Santos et al., (2018), o consórcio promove o incremento da produtividade forrageira da área, além do uso alternativo da madeira proveniente de culturas arbóreas e de melhorias da fertilidade do solo pela matéria orgânica produzida. Miranda et al. (2019), utilizando o genótipo IPA Sertânia consorciada com *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq. Steud)) obtiveram médias de produção de 22,1 t MS ha<sup>-1</sup> 2 anos<sup>-1</sup>.

Para a palma, em locais que apresenta noites quentes recomenda-se uso de irrigação de baixa intensidade. Vale salientar que, apesar do uso da irrigação no cultivo da palma forrageira, esta tem sido utilizada para situações mais específicas no Nordeste do Brasil.

Lima et al. (2016) verificaram produções em torno de 20 t de MS/ha/18 meses, em condições de plantio adensado e irrigação em sistema de gotejamento. Assim, a irrigação tem viabilizado a produção da palma no semiárido potiguar, onde tradicionalmente não eram obtidas produções significativas em sistemas de cultivo sob condições de sequeiro.

Em condições de casa de vegetação, Epifânio (2019) observou que os genótipos F21 e Miúda apresentaram maior número de brotações e que os maiores níveis de umidade do solo promoveram aparecimento de maior número de brotações. Freire et al (2018), trabalhando com palma Miúda, observaram que a textura do solo influenciou algumas das características morfológicas da palma, tendo as plantas cultivadas em solo arenoso apresentado número de cladódios (9,47) e produtividade (62,1 g planta<sup>-1</sup>). A produção e a longevidade do palmal são marcadamente afetadas pela intensidade de corte aplicada. Conforme Alves et al. (2007), a produção de matéria seca da palma cv gigante após 19 anos foi sempre maior quando na colheita conservaram-se os artículos secundários.

### **1.3. Pragas em Palma Forrageira**

Existem duas espécies de cochonilha consideradas como principais causadoras de problemas na cultura da palma no Nordeste brasileiro: a cochonilha de escamas (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833), um inseto da ordem Homóptera e família Diaspididae, conhecida também como piolho ou mofo da palma, e a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell 1929), pertencente à ordem Homóptera, família Dactylopiidae (FERRAZ et al., 2016).

As cochonilhas pertencentes ao gênero *Dactylopius* são pequenos insetos parasitos e fitófagos, que se hospedam em espécies de cactáceas, na maior parte a *O. ficus-indica* (VELEZ, 2016). Elas se aglomeram sobre a superfície da planta, formando colônias, que são cobertas por uma camada de “cera” branca flocada, onde os insetos se abrigam nas diferentes formas biológicas.

Os insetos adultos apresentam algumas diferenças, as fêmeas são sedentárias, ápteras, e tem aspecto ovalado, medindo cerca de 2,81 mm de comprimento por 1,87 mm de largura. Tem coloração marrom avermelhada decorrente da grande quantidade de ácido carmínico. Já os machos são alados, apresentando apenas uma função, fecundar várias fêmeas, morrendo logo após (FERRAZ et al., 2016).

A cochonilha do carmim foi a principal praga que afligiu grandes áreas de palma da região Nordeste (SILVA et al., 2010). As perdas provocadas pela cochonilha do carmim, afetaram desde a produção forrageira, até o desaparecimento do palmal, causados pela rápida proliferação que o inseto possui o que acarreta em perdas na produtividade dos rebanhos bovinos, caprinos e ovinos, o que por sua vez, leva a prejuízos para todo sistema de agronegócio da região (FREIRE et al., 2015). O inseto, no momento da alimentação inocula toxinas na planta, provocando o amarelecimento, a queda das raquetes e, nos casos mais severos, a morte das plantas (ALVES et al., 2013). Ataques desta cochonilha em palma cultivada foram observados nos Estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (SANTOS et al., 2006).

A cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833), assim como a do carmim, é uma praga que traz grandes prejuízos às produções de palma. *D. echinocacti* é um inseto sugador que infesta a palma recobrando os cladódios com suas colônias, na forma jovem e adulta as fêmeas apresentam-se com uma escama de cera, ao sugar a planta causa inicialmente dano direto pela ação espoliadora, quando as raquetes começam a apresentar clorose. As plantas hospedeiras desse inseto são em sua grande maioria cactáceas dos gêneros *Nopalea* e *Opuntia* (LACERDA et al., 2018).

O dano indireto, após o orifício aberto pelo aparelho sugador do inseto, é causado por microrganismos que penetram e conseqüentemente ocasionam apodrecimento e posteriormente queda dos cladódios da palma (LIMA, 2014). Esta espécie de cochonilha apresenta um alto nível de evolução, pois elas apresentam-se sésil, quanto mais especializada a espécie, menor sua mobilidade, e com carapaça cerosa, uma excelente proteção natural. Sua propagação ocorre através do vento, animais e ações antrópicas, conseqüências de manejos e distribuição da cultura.

A palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck), apresenta resistência a cochonilha do carmim (LOPES et al., 2010; PAIXÃO, et al., 2011). Outro clone que tem ganhado destaque como sendo resistente a cochonilha do carmim é o Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw) (SILVA et al., 2015). Clone originário do México, trazido pelo IPA para estudo e desenvolvimento de novas cultivares por possuir resistência a cochonilha do carmim (SANTOS et al., 2013).

No entanto, deve ser observado que, os genótipos que vem apresentando resistência a cochonilha do carmim têm sido atingidos por outra cochonilha, a de escamas (*Diaspis echinocacti* Bouché, 1833).

Ao longo dos anos estudos promovidos por instituições de pesquisa têm desenvolvidos novas cultivares de palma com resistência a cochonilha do carmim, principal praga que acomete os palmais no Nordeste. Dentre estas, destacam-se os clones introduzidos como, os já citados, Orelha de elefante mexicana, Miúda e IPA Sertânia, que são considerados como resistentes a cochonilha do carmim (SANTOS et al., 2006). Outros clones que também apresentam resistência à cochonilha do carmim são resultantes do trabalho de melhoramento vegetal promovido pelo IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco), como os clones F8 e F21 (SANTOS et al., 2013). Os clones Miúda, F21 e Orelha de elefante mexicana demonstraram pouca ou nenhuma resistência a cochonilha de escamas (FERRAZ, 2018). Esse tipo de comportamento evidencia a necessidade de maiores entendimentos acerca dos processos envolvendo o inseto e a planta.

Em condições de casa de vegetação, Epifânio (2019) observou que o genótipo de palma Miúda não foi atacado pela cochonilha do carmim e de escama quando cultivado em solo arenoso. Entretanto, quando cultivada no substrato argiloso, este genótipo sofreu leve ataque da cochonilha de escama, mas sem apresentar danos, ocorrendo total sobrevivência das plantas.

O fator fitossanitário pode ser listado como uma das principais causas de limitações para a exploração da cultura da palma. Além das cochonilhas, outros tipos de pragas e doenças afetam os palmais. Ferraz et al. (2016) citam a existência de uma lagarta de coloração escura que, até então, era desconhecida seu ataque a palma. Os mesmos autores citam que está lagarta foi observada em palmais de Alagoas, Sergipe e Bahia e tem provocado danos na planta. De acordo com Teodoro et al. (2013) estas lagartas são das espécies *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae), popularmente conhecidas como lagarta preta.

Quando se trata de doenças, muito dos danos observados na palma são provocados por fungos. Barbosa et al. (2007) listam como patógenos muito comum para palma forrageira as seguintes espécies de fungos, *Sclerotium rolfsii* Sacc, *Scytalidium lignicola* Pes., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophoma* sp., *Pollaccia* sp.,

*Rhizoctonia solani* Kühn, *Dothiorella ribis* (Fuck.) Sacc. e *Alternaria tenuis* Nees. Ex Pers. Todos estes fungos causam danos nas raízes, cladódios e frutos das plantas, caracterizado, principalmente, com podridão dos tecidos (BOMFIM, 2015) o que acarreta em perdas produtivas consideráveis.

#### **1.4. Impacto Genético na Pesquisa com Palma Forrageira**

Dentro do melhoramento genético, de forma geral, a evolução de uma determinada característica é favorecida quando existe uma ampla diversidade genética e elevada informação quanto aos recursos genéticos disponíveis (EL FINTI et al., 2017). Falconer (1981) cita que a divergência genética entre indivíduos parentais envolvidos no processo de cruzamento gera uma variabilidade genética da população segregante, importante em processos seletivos.

De acordo com Silva et al. (2015), a palma apresenta uma alta diversidade genética que resulta em um grande número de variedades que podem ser cultivadas em todo o mundo. Existem diversas espécies e cultivares de palma que podem ser encontradas em diversas partes do mundo. A forma de utilização e o seu grau de importância variam, no âmbito dos sistemas de produção, sejam eles agrícolas ou pecuários ou para uso na alimentação humana (SANTOS et al., 2010). Essa grande diversidade favorece o fornecimento de uma gama enorme de material genético com potenciais diferentes para diversas formas de utilização.

A coleta de dados em campo é uma das táticas mais utilizadas pelos principais melhoristas, buscando a estimação de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, observando a amplitude e a natureza da variância genética, para então quantificar e maximizar os ganhos genéticos (FARIAS NETO et al., 2012). É de grande importância para se esclarecer a composição genética das populações presentes nos futuros programas de melhoramento da espécie que haja a obtenção de estimativas confiáveis de parâmetros genéticos (GOMES JUNIOR et al., 2013).

No Brasil, principalmente na região Nordeste, onde há as maiores áreas de cultivo de palma, as condições edafoclimáticas são muito variadas, o que, de certo modo, exige uma grande amplitude de características genéticas. Santos et al. (2013) relatam que, entre as cactáceas, existem cerca de 1500 espécies distribuídos em 130

gêneros. Porém dois gêneros se destacam e desempenham grande papel na produção de forragem no Brasil (*Opuntia* e *Nopalea*).

Existem várias pesquisas que buscam desenvolver novas cultivares de palma que apresentem resistência a cochonilha do carmim. No Brasil existem alguns bancos de germoplasma que se destacam na pesquisa com palma, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), a Embrapa Semiárido e o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) no qual, em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) tem introduzido e desenvolvido inúmeras novas cultivares (PAIXÃO, 2011; SANTOS et al., 2013).

O banco de germoplasma do IPA, é responsável pelo desenvolvimento de diversas cultivares já existentes, dentre essas IPA 20 (DUBEUX JUNIOR et al., 2010), Clones F21, F24 (ALVES et al., 2013) e introdução de outras a exemplo os clones IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana (SANTOS et al., 2013). O melhoramento genético da palma associado à otimização de práticas de manejo vem promovendo incremento considerável na produtividade dessa forrageira no Nordeste (SANTOS et al., 2005). Com isso, houve ganhos consideráveis tanto para o aumento das áreas produtivas como também da produtividade dos palmais, cerca de 160 t/ha em cinco décadas, segundo Santos et al. (2006).

Houve grande avanço nas pesquisas com palma forma quanto a avaliação de clones resistentes a praga cochonilha do carmim. Os cultivares Miúda, Orelha de elefante africana (*Opuntia undulata* Griffiths) (VASCONCELOS et al., 2009), Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw.), IPA Sertânia, Orelha de onça (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), além dos genótipos F13 e F15 (*Opuntia lorreyi* F.A.C.) foram identificados como resistentes à cochonilha do carmim. O clone F8 (*Opuntia atropes* Rose) foi considerado semi-resistente (SANTOS et al., 2013).

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S. G.; SANTOS, D. C. Palma-forrageira. In: KILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Eds.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o Semi-árido brasileiro**. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.91-127.

ALVES, F. A. L.; SOARES, W. S.; FERNANDES, Y. T. D; RÊGO, M. M. Efeito de benziladenina na regeneração de duas variedades de palma forrageira (*Opuntia* spp.). **Scientia Plena**, v.9, n.6, 2013.

ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; LIRA, M. A; SANTOS, D. C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.38-44, 2007.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T.; KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, p.83-92, 2011.

BARBOSA, R. S.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; LOPES, E.B. 2007. E. Doenças da Palma. In: **Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semi-árido Nordestino**. p. 46-55. João Pessoa-PB.

BOMFIM, A. G. J. **Controle de fungos fitopatogênicos de palma forrageira por meio de fungos endofíticos isolados de cactáceas**. Dissertação de Mestrado em Biologia – Recife-PE: UFPE, 2015.

CARVALHO, C. B. M.; EDVAN, R. L.; CARVALHO, M. L. A. M.; REIS, A. L. A.; NASCIMENTO, R. R. Uso de cactáceas na alimentação animal e seu armazenamento após colheita. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 259, p. 440 – 446, 2018.

CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p.424 – 433, 2014.

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

DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p.129-135, 2010.

DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A. Forage production and supply for animal nutrition. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear: CAM crops for a hotter and drier world**. FAO, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome, 2017. p.74-91.

DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. C. Potencial da palma forrageira na América do Sul. **Cactusnet Newsletter**, n.13, p.29-40, 2013.

EL FINI, A.; TALIBI, D.; SEDKI, M.; MOUSADIK, A. E. Genetic differentiation in moroccan *Opuntia ficus-indica* cultivars using Simple Sequence Repeat (SSR) markers. **Notulae Scientia Biologicae**, v.8, n.3, p.380 – 385, 2016.

EPIFÂNIO, N. M. L. S. **Descritores morfológicos e indicador de metabolismo fotossintético em clones de palma forrageira**. 2019. 84 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279p.

FARIAS NETO, J. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; RESENDE, M. D. V.; RODRIGUES, J. C. Parâmetros genéticos e ganhos com a seleção de progênes de *Euterpe oleracea* na fase juvenil. **CERNE**, v. 18, n. 3, p. 515 – 521, 2012.

FERRAZ, A. P. F. **Avaliação de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão de Pernambuco**. 2018. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FERRAZ, A. P. F.; ARRUDA, D. M. P.; MELLO, A. C. L. M. Pragas e doenças. In: LIRA, M. A. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo e usos**. Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades, v, 7, n. 7. Recife. IPA, 2016.

FREIRE, K. T. L. S.; ARAÚJO, G. R.; BEZERRA, J. D. P.; BARBOSA, R. N.; SILVA, D. C. V.; SVEDESE, V. M.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. Fungos endofíticos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae) sadia e infestada por *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) (Hemiptera: Dactylopiidae). **Gaia Scientia**. Edição especial cactaceae. v.9, n.2, p. 104-110, 2015.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO NETO, R. B. **Palma forrageira na alimentação animal**. Embrapa Meio-Norte, - Teresina: 2015. 47 p.

GALVÃO JÚNIOR., J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. M. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78 – 95, 2014.

LACERDA, C. A.; COITINHO, R. L. B. C.; SANTOS, V. F.; SILVA, D. M. P. Predação de ninfas *Diaspis echinocacti* (Bouché) por larvas de *Leucochrysa* (Nodita) sp. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 23, n. 1, p. 1 – 5, 2018.

LIMA, G. F. C.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, n.2, p.481 – 488, 2016.

LIMA, U. C. **Histórico e evolução da palma forrageira como recurso alimentar no nordeste brasileiro: uma revisão**. 2014. 37 f. Centro de Ciências Humanas e Agrárias. Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 204 – 215, 2010.

MIRANDA, K. R.; DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; SANTOS, D. C. Forage production and mineral composition of cactus intercropped with legumes and fertilized with different sources of manure. **Ciência Rural**, v.49, n.01, p.1-6, 2019.

OCHOA, M. J.; BARBERA, G. History and economic and agro-ecological importance. IN: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear: CAM crops for a hotter and drier world**. FAO, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome, 2017. p.02-12.

PAIXÃO, S. L.; LIRA, M. A.; MELO, A. C. L.; SANTOS, D. C.; FERRAZ, I.; CAVALCANTE, M. Estimativas de parâmetros genéticos em clones de palma forrageira no município de São Bento do Uma. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 13, n. 1, p. 28 – 32, 2011.

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F.; SANTOS, D. C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p. 184 – 195, 2015.

PORDEUS NETO, J.; SOARES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; ANDRADE, S. F. J.; ANDRADE, R. P. X.; LUCENA, R. B.; GUIM, A. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Revista Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 322 - 328, 2016.

RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA JUNIOR, S.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.

RAO, K. V. M.; RAGHAVENDRA, A. S.; REDDY, K. J. (Ed.). **Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants**. Dordrecht: Springer, 2006. 351 p.

ROCHA FILHO, R. R. **Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes**. 2012. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012, 87p.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. M. **Manejo e utilização de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Napolea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (Boletim Técnico, 30).

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. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p.27-42.

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SILVA, R. M. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 111- 121, 2013.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; FERREIRA, M. A.; CUNHA, M. V. Palma Forrageira. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Org.) **Plantas Forrageiras**. Viçosa, Editora UFV, 2010, cap-14. 537 f.

SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071, 2014.

SILVA, M. G. S.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ASSIS, L. C. S. L. C.; MOTA, D. L.; SILVA, L. L. S.; SANTOS, M. V. F.; SANTOS, D. C. Anatomy of different forage cacti with contrasting insect resistance. **Journal of Arid Environments**. 74, p.718–722, 2010.

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

STINTZING, R. C.; CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): a review on their chemistry, technology, and uses. **Molecular Nutrition and Food Research**, v.49, n.2, p.175-194, 2005.

SOUZA, T. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; CUNHA, M. V.; LIMA, L. E.; SILVA, R. R. Productivity and nutrient concentration in spineless cactus under different fertilizations and plant densities. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.4, p.555 – 560, 2017.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v.72, p.157-164, 2007.

TEODORO, A. V.; PROCÓPIO, S. O.; BUENO, A. F.; NEGRISOLI JÚNIOR, A. S.; CARVALHO, H. W. L.; NEGRISOLI, C. R. C. B.; BRITO, L. F.; GUZZO, E. C. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da região Nordeste. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 8p.

VELEZ, B. A. A. **Controle associado de isolados do complexo de espécies de *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC) e extrato de mastruz visando o controle da Cochonilha do Carmim.** 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

## **CAPÍTULO II**

---

Avaliação comportamental de clones de palma forrageira sob condições de casa de  
vegetação

**RESUMO:** A palma forrageira é uma importante alternativa para alimentação animal em condições semiáridas, devido sua adaptação a essa região, possibilita manutenção da produtividade dos rebanhos. Objetivou-se avaliar características morfológicas, produtivas e ocorrência de pragas em clones de palma forrageira em condições de casa de vegetação. Foram avaliados os clones F21, IPA Sertânia, Miúda, IPA-20, F8 e Orelha de Elefante Mexicana, em vasos plásticos, com 2 kg de brita e uma camada com 10 kg do solo, com irrigações semanais. O delineamento foi casualizado em blocos, com cinco repetições. Foram realizadas medições de altura de planta, comprimento, largura e espessura de cladódios, e posteriormente realizada a colheita um ano após o plantio, sendo obtido os dados de matéria seca da parte aérea e da raiz, bem como medidas das raízes. A altura média observada dos seis clones avaliados foi de 48,94 cm. O clone IPA-20 apresentou valores superiores para comprimento e espessura de cladódio, com 26,70 cm e 13,80 mm, respectivamente, enquanto o clone Orelha de elefante mexicana, com valores de 14,72 cm de comprimento e 7,93 mm de espessura apresentou menores resultados. O clone Miúda se destacou com o maior número de cladódios (2,5 cladódio por planta) e quantidade de ordens de cladódios, atingindo até 1,25 cladódio de terceira ordem por planta. Houve infestação por cochonilha de escamas, principalmente no clone Orelha de elefante mexicana enquanto o clone IPA-20 não sofreu nenhum grau de infestação. O clone Orelha de elefante mexicana apresentou o maior valor para produção de matéria seca, com 132,88 g/vaso, seguido pelos clones F8 e IPA-20, com 125,16 e 116,60 g/vaso. Os clones de palma não apresentaram variabilidade quanto às características morfológicas e produtivas avaliadas. Nas condições avaliadas, todos os clones de palma foram infestados por cochonilha de escama, a exceção do clone IPA-20.

**ABSTRACT:** The fodder cactus forage is an important alternative for animal feed in semi-arid conditions, due to its adaptation to this region, enables the maintenance of the productivity of the herds. The objective was to evaluate morphological and productive characteristics and occurrence of pests in forage palm clones under greenhouse conditions. Clones "F21", "IPA Sertânia", "Miúda", "IPA-20", "F8" and "Orelha de Elefante Mexicana" were evaluated, in plastic pots, with 2 kg of gravel and a layer with 10 kg of soil, with weekly irrigation. The design was randomized in blocks, with five repetitions. Measurements of plant height, length, width and thickness of cladodes were performed, and then harvesting was performed one year after planting, obtaining data on dry matter from the aerial and root parts, as well as root measurements. The mean height of the six clones evaluated was 48.94 cm. The "IPA-20" clone showed higher values for cladodium length and thickness, 26.70 cm and 13.80 mm, respectively, while the "Orelha de elefante mexicana" clone, with values of 14.72 cm in length and 7.93 mm in thickness, showed lower results. The "Miúda" clone stood out with the highest number of cladodes (2.5 cladodes per plant) and the number of cladox orders, reaching up to 1.25 third order cladodes per plant. Scale cochineal infestation occurred, especially in the "Orelha de Elefante Mexicana" clone, while the "IPA-20" clone did not suffer any degree of infestation. The "Orelha de elefante mexicana" clone had the highest value for dry matter production, with 132.88 g/vaso, followed by the "F8" and "IPA-20" clones, with 125.16 and 116.60 g/pot. The cactus forage clones did not present variability regarding the morphological and productive characteristics evaluated. Under the conditions evaluated, all palm clones were infested by scale cochineal, with the exception of the "IPA-20" clone.

## 1. INTRODUÇÃO

O clima do semiárido brasileiro é caracterizado pelo clima inconstante, apresentando, ao longo da história, períodos de estiagem e precipitação irregulares, com ocorrência de precipitações pluviais erráticas com variações de intensidade, tempo e localidade e estiagens severas (MARENGO et al., 2016, PEREIRA et al., 2017). No período das águas, a forragem disponível é qualitativamente satisfatória, porém, no período seco, há uma drástica redução na disponibilidade e valor nutritivo da forragem, comprometendo a produção de carne e leite, sendo necessário buscar alternativas para a alimentação (LIMA et al., 2004).

Neste contexto, a palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) tem obtido posição de destaque como fonte alimentar de alto valor para os rebanhos. A falta de estabilidade na produção de forragem é um dos fatores que vem favorecendo o uso da palma. De acordo com Rocha et al. (2017), é um recurso muito utilizado pelos criadores, como tentativa de amenizar a escassez de alimentos para os animais nos períodos de longas estiagens.

A palma forrageira apresenta-se adaptada às condições climáticas da região podendo alcançar produtividade superior a 40 toneladas de matéria seca por hectare em dois anos (PEIXOTO et al., 2018). Dotada de mecanismos fisiológicos e morfológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, principalmente pela alta eficiência do uso da água (SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2016; FREIRE et al., 2018).

Contudo, elevadas extensões de área de cultivo de palma foram atacadas e, em muitos casos, completamente destruídas pelas cochonilhas do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) e de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833). Essas cochonilhas causam danos severos que podem levar as plantas a morte, provocando assim, consequências graves em toda cadeia produtiva na qual a palma está inserida (FREIRE et al., 2015). Neste contexto, pesquisas objetivam obter novos genótipos de palma que apresentem características de resistência a *D. opuntiae* e *D. echinocacti*.

O uso de novos genótipos envolve o conhecimento de características morfológicas e produtivas, uma vez que, com a morfologia, é possível selecionar ou descartar genótipos com características indesejáveis nos programas de melhoramento, facilitando a escolha dos cruzamentos e aumentando a probabilidade de obtenção novos

genótipos mais produtivos (AMORIM et al., 2015). Alguns índices de respostas da cultura podem ser determinados com base em dados de produtividade e medições morfológicas da planta, tendo como função demonstrar os efeitos da interação entre o ambiente e a cultura.

Muitas características morfológicas e estruturais da palma como número, área de cladódios, altura e largura da planta apresentam forte relação com a produtividade da palma, as quais podem auxiliar de forma eficiente na seleção de cultivares (REGO et al., 2014; SILVA et al., 2010). O conhecimento das características morfológicas das plantas também pode ser utilizado como ferramenta para avaliação indireta da produtividade da palma. Além da facilidade, métodos indiretos permitem avaliações ao longo do ciclo da planta, o que pode demonstrar o comportamento do genótipo diante de mudanças climáticas e assim melhor expressar a interação planta-ambiente.

Objetivou-se com este trabalho avaliar características morfológicas, produtivas e incidência de pragas em clones de palma forrageira cultivados nas condições de casa de vegetação.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. A cidade tem como coordenadas geográficas 8° 04' 03" S e 34° 55' 00" W. O tipo climático é AMs, quente e úmido, e apresenta temperatura média anual de 25,2°C. O solo utilizado foi proveniente da unidade experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) localizada no município de Arcoverde, sertão de Pernambuco, e foi classificado como Regossolo eutrófico, de textura franco-arenosa. A análise química foi realizada no laboratório do IPA em Recife, onde foram obtidos os seguintes valores: pH=5,2, P=30 mg dm<sup>-3</sup>, 2,85, 1,30, 0,21, 0,15, 0,70, 3,34, 4,50 e 8,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, Mg, Na, K, Al, H, S e CTC, respectivamente.

Os valores semanais de temperatura e umidade (Figura 1) foram registrados durante todo o período experimental, com o auxílio de um termo higrômetro digital.

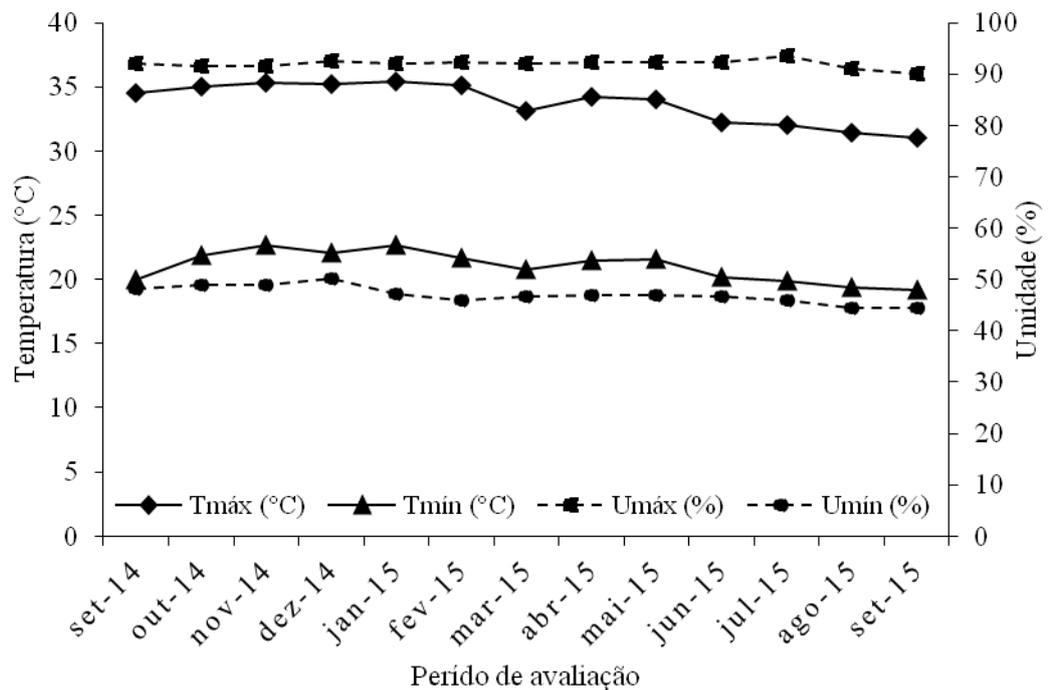


Figura 1. Dados de temperatura (°C) e umidade (%) na casa de vegetação durante o período experimental.

As médias das temperaturas máximas, mínimas e geral foram 33 °C, 21,4 °C e 27,6 °C, respectivamente. Já para a umidade relativa, as médias foram 92,34% (máxima), 47,08% (mínima) e 69,71% (geral).

Foram avaliados seis clones de palma forrageira: F21 (*Nopalea* sp.), IPA Sertânia e Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck), IPA-20 (*Opuntia ficus indica* Mill.), F8 (*Opuntia atropes* Rose) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw). Todos os genótipos são acessos do Banco de Germoplasma da Estação Experimental do IPA de Arcoverde – PE, os quais foram submetidos a avaliações conforme previstos no Programa de Melhoramento Genético de Palma IPA/UFRPE.

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 12 litros, sendo adicionados dois kg de brita e 10 kg do solo. O solo utilizado foi coletado da camada de 0 – 20 cm de profundidade em área da Estação Experimental de Arcoverde-IPA. Foi utilizado um cladódio por vaso para cada clone, na posição vertical, de modo que 1/3 do cladódio estivesse enterrado no solo. Os vasos foram irrigados semanalmente, sendo a solução drenada repostada nos vasos, até estabilização do volume de água e a

determinação de 1 litro. As irrigações foram realizadas conforme a capacidade de pote, a qual corresponde ao conteúdo de água retido pelo solo, após este sofrer saturação e consequente ação da gravidade, até a paralisação natural da drenagem (SOUZA et al., 2000). Não foi realizada adubação, nem desinfecção dos cladódios antes do plantio quanto a possíveis pragas.

O delineamento foi casualizados em blocos, com cinco repetições, sendo o critério de blocagem o peso dos cladódios. O período de avaliação foi de setembro de 2014 a setembro de 2015, sendo o plantio realizado em setembro de 2014.

Foram mensuradas as seguintes variáveis morfológicas: altura de planta, número de cladódios por ordem comprimento, largura e, espessura dos cladódios. Para as medições de comprimento e largura foi utilizada fita milimetrada e para a avaliação da espessura um paquímetro digital. As medidas de largura de cladódio consideravam a região mais larga do cladódio (região central), enquanto que, para comprimento, foi medido do ponto de intersecção de um cladódio a outro até a sua extremidade.

Para espessura de cladódio o paquímetro foi posicionado em três pontos na lateral do cladódio, um próximo à base, outro no centro e uma na extremidade, calculando-se a média das três medições.

Quanto às avaliações de infestações de cochonilhas, as plantas foram avaliadas por meio de escala de notas, variando de 0 a 5 (Figura 2).

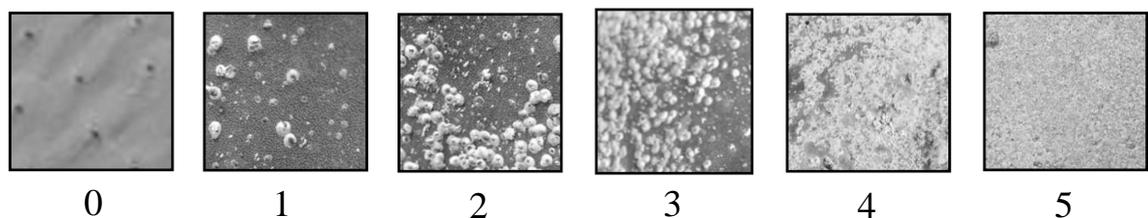


Figura 2. Cobertura por colônias de cochonilhas e suas respectivas notas de ataque.

A colheita foi realizada aos 360 dias de cultivo sendo toda parte aérea separada do sistema radicular. Após colheita, os cladódios foram separados por ordem, pesados, seccionados em finas fatias e levados a estufa de ventilação forçada, a 55 °C, até peso constante. Após secagem, as amostras foram novamente pesadas e calculados os teores de massa seca parcial da planta. Também foram realizadas avaliações no sistema radicular das plantas. Para tal, o solo foi retirado cuidadosamente dos vasos e as raízes

foram lavadas e separadas da planta. Após secas, foram pesadas e distribuídas sobre uma bancada para mensuração de comprimento e largura do sistema radicular. Em seguida, as raízes foram levadas a estufa, posteriormente pesadas e determinado o teor de matéria seca. Foi calculada a relação parte aérea/raiz (PA/R) por meio da razão da altura de planta com o comprimento do sistema radicular.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e análise de variância. Quando o teste F na ANOVA foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo software SAS University Edition.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos de clone para altura de planta e largura de cladódios, enquanto foram observadas diferenças significativas entre os clones para comprimento e espessura de cladódios. Os valores médios para altura de planta e largura de cladódios foram 48,94 cm e 8,47 cm, aos 360 dias de idade (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de planta (AP), comprimento de cladódio (CC), largura de cladódio (LC) e espessura de cladódio (EC) de clones de palma cultivados em casa de vegetação por 360 dias.

| Clones       | AP <sup>1</sup><br>(cm) | CC <sup>2</sup><br>(cm) | LC <sup>1</sup><br>(cm) | EC <sup>2</sup><br>(mm) |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| F21          | 56,75                   | 19,01 ab                | 7,53                    | 11,00 ab                |
| Miúda        | 53,75                   | 19,05 ab                | 9,19                    | 12,69 ab                |
| F8           | 49,87                   | 19,24 ab                | 6,55                    | 10,47 ab                |
| OEM          | 47,75                   | 14,72 b                 | 7,89                    | 7,93 b                  |
| IPA Sertânia | 44,75                   | 18,30 b                 | 9,23                    | 10,98 ab                |
| IPA-20       | 40,75                   | 26,70 a                 | 10,42                   | 13,80 a                 |
| Média        | 48,94                   | 19,50                   | 8,47                    | 11,14                   |
| CV(%)        | 30,66                   | 17,41                   | 24,34                   | 20,87                   |

<sup>1</sup>Não significativo (P>0,05) pelo teste F. <sup>2</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Peixoto et al. (2006), avaliando diferentes substratos no desenvolvimento da palma Gigante em casa de vegetação, observaram alturas finais (180 dias) abaixo dos 30 cm, independente do tratamento aplicado. Felix et al. (2018), observaram para cultivar Gigante, em condições de campo, alturas de planta acima de 40 cm quando as plantas

tinham 150 dias de idade. Estes resultados estão próximos aos observados neste estudo mesmo sendo aos 360 dias, tendo em vista que após os 180 dias os clones tenderam a estabilizar a altura (Figura 3).

Quanto as variáveis comprimento e espessura de cladódio foi verificada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os clones. Para comprimento de cladódio, o clone IPA-20 foi o que apresentou resultado superior aos dos clones Orelha de elefante mexicana e IPA Sertânia e estes não apresentando diferença aos demais, com valor médio de 26,70 cm. O clone Orelha de elefante mexicana teve menores valores, com 14,72 cm de comprimento e 7,93 mm de espessura. Freire et al. (2018), avaliando o efeito de diferentes teores de salinidade na água de irrigação, obtiveram valores acima de 8 mm de espessura aos 14 dias e 5 mm para 28 dias de frequência de irrigação, valores inferiores a maioria dos clones deste estudo. Apesar dessa diferença, vale salientar que os resultados deste estudo foram aos 360 dias, sendo assim, a diferença observada se dá a idade das plantas. No entanto, tal diferença não é tão elevada como deveria se esperar. Ferraz (2018) cita que a espessura do cladódio é determinada pelo teor de água presente nas células da planta, que por sua vez, sofre influência direta da disponibilidade de água no solo para a planta. No presente trabalho a irrigação semanal das plantas propiciou regularidade hídrica, tendo as palmas apresentado cladódios espessos.

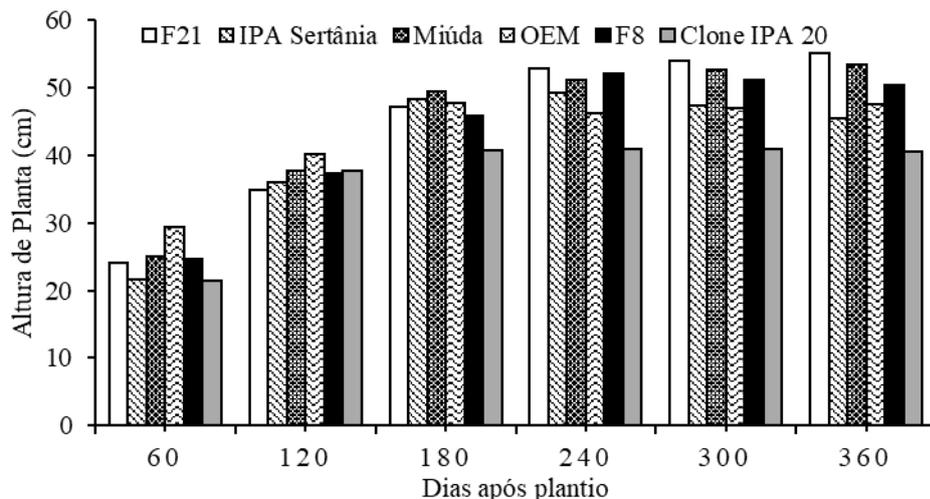


Figura 3. Altura de planta de clones de palma forrageira cultivados em casa de vegetação, conforme os períodos de avaliação.

Os clones apresentaram comportamentos similares para a variável altura de planta, ao longo dos períodos de avaliação (Figura 3), com aumento de altura de planta até aproximadamente 180 dias. O crescimento da palma é considerado lento quando comparado a outras culturas de interesse forrageiro (GUEVARA et al., 2009), muito devido ao seu metabolismo fotossintético, além de que quando a planta é jovem o índice de área de cladódio ainda é muito baixo.

Para as variáveis morfológicas dos cladódios (Tabela 1), o clone IPA-20 destacou-se com os maiores valores de comprimento e espessura de cladódio. O comprimento de cladódio do clone IPA-20 atingiu média de 26,7 cm, enquanto que os demais clones apresentaram valores abaixo dos 20 cm de comprimento. Sabe-se que clones do gênero *Opuntia* apresentam cladódios com maiores dimensões que a maior parte dos cultivares do gênero *Nopalea*. No entanto, o clone Orelha de elefante mexicana, também pertencente ao gênero *Opuntia*, não teve desempenho semelhante, sendo inferior aos observados para os clones do gênero *Nopalea*. Estes resultados demonstram maior dificuldade clone Orelha de elefante mexicana em se adaptar as condições submetidas no presente trabalho. Pereira et al. (2015) ao avaliarem três clones de palma forrageira, dentre esses o Orelha de elefante mexicana, observaram que este tem a tendência a possuir maiores dimensões de cladódios, e melhor capacidade de desenvolvimento em condições de reduzida quantidade de água, enquanto que o clone Miúda teria maior dificuldade. Neste estudo, porém, a questão da água era igualitária e não deficitária, o que permitiu ao clone Miúda condições hídricas favoráveis de crescimento.

O comportamento foi semelhante entre os clones, para comprimento, largura e espessura de cladódios, com alto desenvolvimento até os 120 dias e redução gradativa até se estabilizar. Tal efeito pode estar associado a maturação dos cladódios, em que aos 120 dias atingiram a fase adulta, reduzindo seu crescimento.

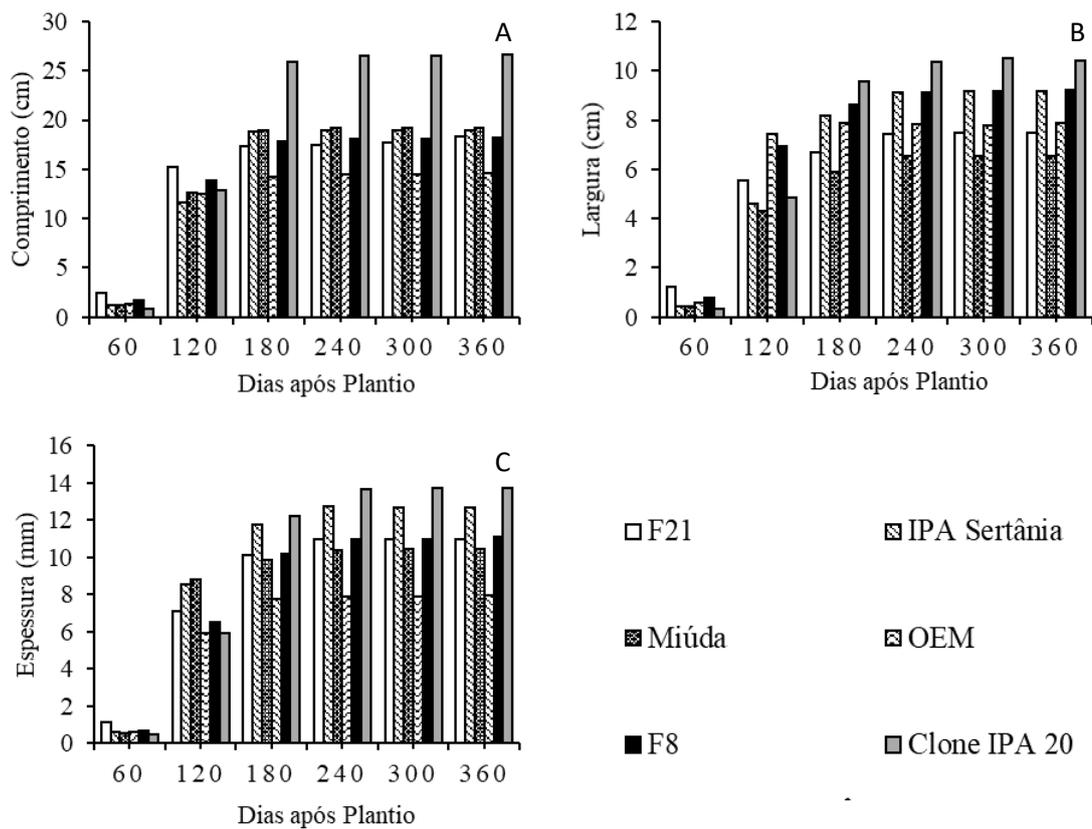


Figura 4. Comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de cladódios em clones de palma forrageira cultivados em casa de vegetação ao longo dos períodos de avaliação.

O clone Miúda apresentou crescimento até os 180 dias (Figura 5), atingindo média de 2,5 cladódios por planta e estabilizando. Os clones IPA Sertânia e F8 apresentaram os menores valores, com média de 1,5 cladódio por planta ao final das avaliações.

Os clones F21 e Orelha de elefante mexicana não apresentaram diferenças significativas para número de brotações (Figura 5). No entanto, o clone F21 foi o que teve o maior valor observado em uma única planta, com quatro cladódios, enquanto que, para o Orelha de elefante mexicana, o maior número observado em uma planta foi de três cladódios. Peixoto et al. (2006), observaram reduzido número de brotações em palma Gigante, cultivada em casa de vegetação com diferentes substratos. Os autores observaram valor de 2,5 cladódios por planta em solo adubado com esterco bovino, aos 180 dias. Valor médio observado para o clone Miúda, aos 180 dias de avaliação, que também apresentou média de 2,5 cladódios por planta (Figura 5).

Para as variáveis altura de planta, comprimento, largura e espessura de cladódio, assim como para número de cladódios (Figuras 3, 4 e 5), o desenvolvimento da planta ocorreu até os 180 dias. Tal resultado pode estar associado a ausência de adubação, sendo a fertilidade natural do solo utilizada pelas plantas no início do crescimento, até os 120 dias e ocorrendo em seguida redução do crescimento por limitações nutricionais do solo.

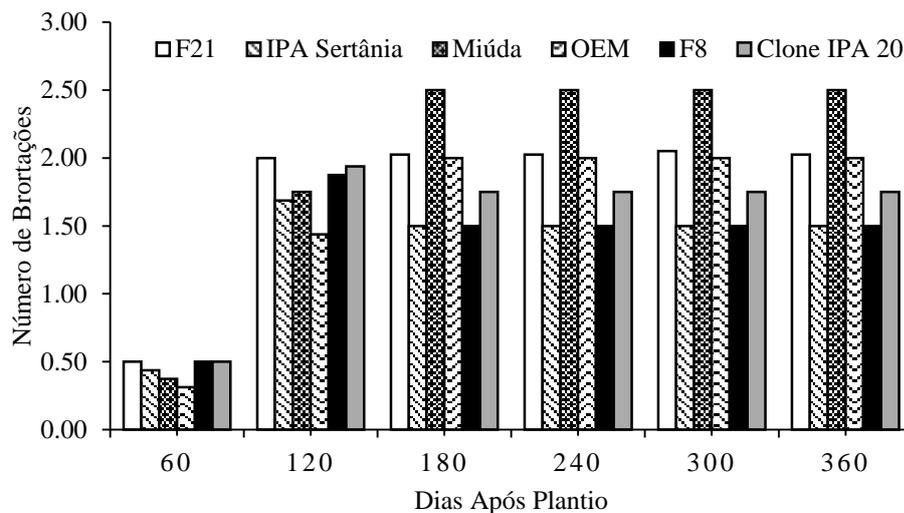


Figura 5. Número de cladódios em clones de palma forrageira cultivados em casa de vegetação ao longo dos períodos de avaliação

Vale ressaltar também que aos 180 dias possivelmente as plantas atingiram sua idade “adulta” e pararam de crescer e de emitir novas brotações. Este efeito foi observado para altura de planta, comprimento, largura e espessura de cladódio e número de brotações. Apenas o clone Miúda demonstrou novas brotações após os 120 dias.

Os clones F8, IPA Sertânia e IPA-20 apresentaram pequenas reduções no número de brotações no período de 120 a 180 dias (Figura 5), provocadas por perdas de cladódios, decorrentes de quebra ou morte.

Dubeux Júnior. et al. (2010), ao avaliarem o clone IPA-20 sob diferentes adubações em casa de vegetação observaram, número de cladódios totais de 5,55 cladódios/planta, sendo o menor resultado observado de 4,50 cladódios/planta. Esses resultados são superiores aos observados neste estudo para o mesmo clone, que teve como melhor média observada a de 2,00 cladódios por planta (Figura 5). Soni et al.

(2015), avaliando sete acessos de *Opuntia ficus-indica* em casa de vegetação para introdução na Índia, observaram valores de 14,4 cladódios/planta para o acesso denominado CAZRI, tendo todos os demais acessos apresentados valores abaixo de 5 cladódios/planta. Tal resultado demonstra a diferenciação comportamental que determinados genótipos podem expressar em condições controladas, necessitando maiores avaliações. No geral, a grande maioria dos cladódios que surgiram foram de primeira ordem (Tabela 2). Apenas os clones Miúda e Orelha de elefante mexicana apresentaram cladódios terciários, sendo estes pequenos e estreitos (Figura 4B).

Tabela 2. Número de cladódios por ordem de aparecimento de clones de palma aos 360 dias.

| Clones       | Primário <sup>1</sup> | Secundário <sup>2</sup> | Terciário <sup>2</sup> |
|--------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| F21          | 2,25 ab               | 1,25                    | 0,00                   |
| IPA Sertânia | 1,00 b                | 1,00                    | 0,00                   |
| Miúda        | 1,50 ab               | 1,50                    | 1,25                   |
| OEM          | 2,25 ab               | 0,75                    | 0,25                   |
| F8           | 3,25 a                | 0,25                    | 0,00                   |
| IPA-20       | 1,50 ab               | 0,25                    | 0,00                   |
| Média        | 1,96                  | 0,83                    | 0,25                   |
| CV(%)        | 46,54                 | 73,76                   | 266,67                 |

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey. <sup>2</sup>Não significativo ( $P>0,05$ ) pelo teste F.

Foi observado efeito de clones para o número de cladódios por planta apenas para os de primeira ordem (Tabela 2), com o clone F8 tendo apresentado os maiores valores médios (3,25 cladódios/planta) e o IPA Sertânia, o menor (1 cladódio/planta).

Quanto aos cladódios de ordem secundária e terciária, não foi observada diferença estatística entre os clones. Dubeux Júnior. et al. (2010) obtiveram, aos 180 dias, para o clone IPA-20, médias de 1,87, 3,21 e 0,55 cladódios nas ordens primária, secundária e terciária, respectivamente, os quais são superiores aos observados para o mesmo clone neste estudo.

Não foram observadas infestações de cochonilha do carmim ao longo do período avaliado, apenas para cochonilha de escamas (Tabela 3). Tais resultados estão de acordo com os observados por Santos et al. (2013), após avaliações de campo e em laboratório, quando identificaram que os clones IPA- 200016/Orelha de elefante Mexicana, IPA-

200205/IPA-Sertânia e IPA-10004/Miúda apresentam resistência e o IPA-200008/F8, IPA-200021/ F21 foram semi-resistentes a cochonilha do carmim. Por outro lado, o clone IPA-20 é considerado susceptível a cochonilha do carmim (LOPES et al., 2010; FALCÃO et al., 2013 e FERRAZ, 2018).

Tabela 3. Notas\* de ataque de cochonilha de escamas em clones de palma forrageira ao longo do período de avaliação.

| Dias após plantio | F21 | F8  | IPA-20 | IPA Sertânia | Miúda | OEM |
|-------------------|-----|-----|--------|--------------|-------|-----|
| 30                | 0,0 | 0,0 | 0,0    | 0,0          | 0,0   | 0,0 |
| 60                | 0,0 | 0,0 | 0,0    | 0,0          | 0,0   | 1,0 |
| 90                | 1,0 | 0,0 | 0,0    | 2,0          | 0,0   | 2,0 |
| 120               | 1,0 | 0,0 | 0,0    | 1,0          | 1,0   | 2,0 |
| 150               | 2,5 | 1,0 | 0,0    | 2,0          | 1,0   | 2,5 |
| 180               | 3,0 | 1,0 | 0,0    | 2,0          | 1,0   | 2,0 |
| 210               | 3,0 | 1,0 | 0,0    | 2,0          | 1,0   | 3,0 |
| 240               | 3,0 | 1,0 | 0,0    | 2,0          | 1,0   | 3,0 |
| 270               | 3,0 | 1,0 | 0,0    | 3,0          | 2,0   | 4,0 |
| 300               | 2,5 | 1,0 | 0,0    | 2,0          | 2,0   | 4,5 |
| 330               | 1,5 | 1,5 | 0,0    | 2,0          | 1,5   | 4,0 |
| 360               | 1,0 | 1,5 | 0,0    | 1,5          | 1,0   | 2,5 |

\* Nota 0 quando não há presença de cochonilha e 5 total cobertura por cochonilha.

Epifânio (2019) observou, em condições de casa de vegetação, alta incidência de cochonilha de carmim para o clone IPA-20, independente de tipo de solo e níveis de umidade testados. Neste estudo, a ausência de cochonilha do carmim pode estar associada provavelmente a não contaminação do material utilizado para o estabelecimento do trabalho. Não houve a introdução de nenhuma das cochonilhas nos cladódios plantados, porém, a cochonilha de escamas surgiu de forma natural. A provável contaminação por cochonilha de escamas se deu, provavelmente, na origem do material coletado. Os cladódios utilizados neste estudo não passaram por uma “descontaminação” para o plantio, como realizado por grande parte dos produtores de palma. A presença de qualquer fonte de contaminação (inseto, ovos, e etc.) podem acarretar em grandes infestações.

O clone Orelha de elefante mexicana foi o que apresentou maior infestação por cochonilha de escamas, atingindo notas acima de 4 (Tabela 3). Os clones F21, IPA Sertânia, Miúda e F8, apresentaram notas 3, 3, 2 e 1,5, respectivamente. Os maiores

ataques foram observados no período compreendido entre os 180 e 330 dias após o plantio. O período de maior infestação coincide com o momento em que as plantas atingiram o maior crescimento (Figuras 3, 4 e 5). O único clone que não apresentou ataque por cochonilha de escamas foi o IPA-20.

O período de início das infestações da cochonilha de escama variou entre os clones. Foi observada infestação aos 60 dias de estabelecimento da palma para o clone Orelha de Elefante Mexicana, o que promoveu danos às plantas, influenciando o crescimento (Figura 3) e as características morfológicas, sendo acentuado tal efeito a partir dos 120 dias de avaliação (Tabela 3). Os clones IPA Sertânia e F21 passaram a serem infestadas pela cochonilha de escamas a partir dos 90 dias. Os clones Miúda e F8 apresentaram infestação a partir dos 120 e 150 dias, com menor proporção no F8.

A produção de matéria seca da parte aérea apresentou baixos valores (Figura 6) quando comparado ao plantio em sequeiro (Capítulo 3, Tabela 12), além de não diferenciarem entre os clones. A baixa produção de matéria seca já era esperada, tendo em vista o efeito do manejo, cultivo e local resultando em desempenho baixo sobre o desenvolvimento das plantas. A produção dos clones variou entre 50 e 135 g/vaso, não havendo diferença significativa entre os clones.

Já para o teor de matéria seca (MS%), o clone F8 apresentou o maior valor observado (14%), seguido pelos clones IPA-20, Miúda, IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana com 13,50, 13,08, 13,06 e 13,05 % cada. O clone F21 apresentou o menor valor, com média de 12,13% de MS. Os cladódios primários tendem a apresentar maior teor de matéria seca para maior sustentação a planta, o clone F8 apresentado elevado número de cladódios primários, sendo esta ordem a única observada nas plantas. Dentre os clones do gênero *Nopalea*, o clone F21 foi o que obteve o maior número de cladódios primários, no entanto, teve menor teor de MS, possivelmente, por possuir cladódios menores, mais tenros e suculentos.

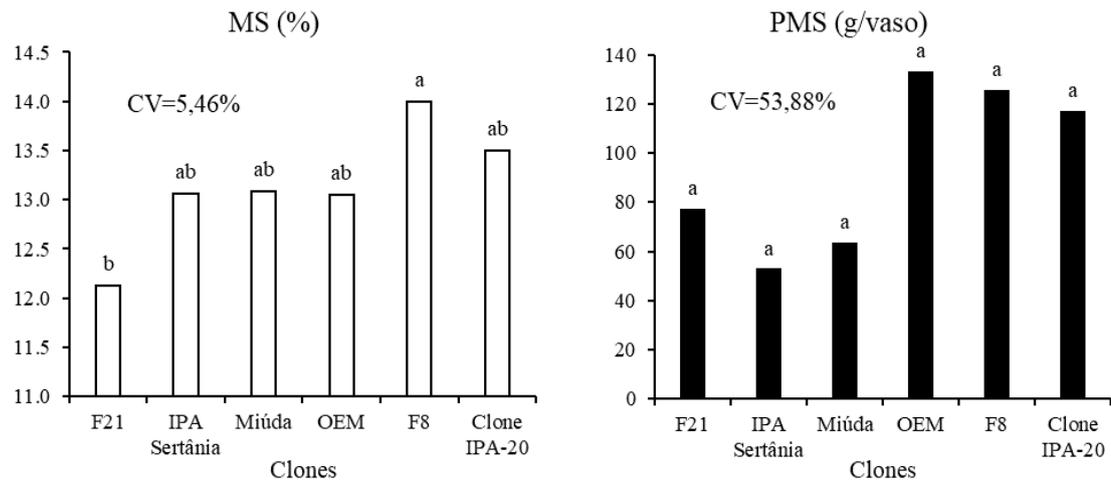


Figura 6. Teor (%) e produção de matéria seca (g/vaso) da parte aérea em seis clones de palma forrageira aos 360 dias. Médias seguidas por letras iguais não diferem ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Teles et al. (2002), avaliando o efeito da adubação e do uso de nematicida em palma Gigante, em condições de cultivos semelhantes ao deste estudo, encontraram média de 42,73 g MS/vaso de PMS para a parte aérea das plantas. O menor valor observado pelos autores foi de 27,29 g MS/vaso, inferior à média (94,56 g MS/vaso) observada neste estudo, e em um período menor, tendo em vista que o estudo citado durou nove meses. O comportamento dos clones em condições de casa de vegetação pode variar muito, tendo em vista as limitações que possam ocorrer nesse meio. A exemplo, Freire et al. (2018), trabalhando com palma Miúda, obtiveram produções de matéria seca acima dos 34,3 g MS/planta.

Vale salientar que nos estudos citados acima foram considerados parte aérea apenas os cladódios a partir da ordem primária de aparecimento. Já neste estudo o cladódio mãe foi inserido na produção. Fato que também contribuiu para os teores de matéria seca (Figura 6), em sua maioria, valores acima dos 13% de MS.

De maneira geral, as plantas apresentaram baixo crescimento. Cândido et al. (2013) relatam que a palma tem melhor desenvolvimento em localidades com altitudes acima dos 300 metros. O município do Recife possui altitude entorno dos 4 m acima do nível do mar (IBGE, 2011), muito abaixo do ideal para a palma forrageira. Costa (2007) cita que a umidade ideal para o desenvolvimento da palma situa-se entre 55 e 60%. Neste estudo, a umidade observada ficou entre 44,5 e 93,6%, ou seja, houve uma variação muito maior ao que se preconiza.

Por outro lado, em alguns estudos (FREIRE et al., 2018, TELES et al., 2002) conduzidos na mesma localidade, foi observado desempenho superior. O principal fator determinante, para o menor desenvolvimento das plantas do presente trabalho, provavelmente, foi a presença massiva de cochonilha de escamas nas plantas.

Não foram observadas diferenças significativas entre os clones para comprimento e largura do sistema radicular, com valores médios de 28,71 cm e 25,59 cm, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento de raiz (CR), largura de raiz (LR) e relação parte aérea/raiz (PA/R) de clones de palma forrageira aos 360 dias.

| Clones       | CR <sup>1</sup> (cm) | LR <sup>1</sup> (cm) | PA/R <sup>2</sup> |
|--------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| F21          | 23,25                | 22,75                | 2,47 a            |
| IPA Sertânia | 25,25                | 22,75                | 1,80 ab           |
| MIU          | 25,00                | 26,00                | 2,32 ab           |
| OEM          | 38,50                | 36,00                | 1,59 ab           |
| F8           | 23,75                | 21,50                | 2,32 ab           |
| IPA-20       | 36,50                | 24,52                | 0,78 b            |
| Média        | 28,71                | 25,59                | 1,88              |
| CV(%)        | 42,07                | 46,83                | 38,30             |

<sup>1</sup>Não significativo (P>0,05) pelo teste F. <sup>2</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Snyman (2004), ao avaliar o efeito de quatro níveis de irrigação sobre o desenvolvimento das raízes de *Opuntia ficus-indica* e *O. robusta* verificou variação de 23,84 a 28,40 cm e 22,00 a 12,56 cm para comprimento de raiz, respectivamente, valores próximos aos observados neste estudo. Snyman (2006b) cita que o crescimento da raiz da palma se dá de forma lateral e nos primeiros 15 cm de profundidade do solo.

Para relação parte aérea/raiz, foi observada diferença entre os clones, tendo o clone F21 apresentado a maior relação (2,47), sendo superior apenas ao clone IPA-20. Epifânio (2019), trabalhando em condições de casa de vegetação, observou variação entre clones de palma para os diferentes tipos de raízes avaliadas, tendo os clones Orelha de Elefante Mexicana e Miúda apresentado aos maiores volume de raízes. Edvan et al. (2013), avaliando o clone IPA-20 em condições de campo, observaram comprimento máximo das raízes aos 300 dias, com valor médio de 60 cm. Vale ressaltar

que, em condições de campo, a depender do tipo e profundidade do solo, a raiz tem crescimento livre, o que contribui para maior crescimento da planta. No caso de plantas cultivadas em vasos, devido à limitação lateral e de profundidade para crescimento, as raízes assumem um crescimento em forma de “espiral” pelas paredes do vaso. A expansão da raiz no solo tem grande importância para o desenvolvimento da planta como um todo, por aumentar o raio de ação para absorção de nutrientes e água do solo. No caso do plantio em vasos, o crescimento lateral não é possível o que faz com que as raízes se aprofundem, muito facilitada pela pouca densidade do solo nestes casos.

Foram encontrados sistemas radiculares pouco desenvolvidos nos clones avaliados (Figura 7), sendo o maior emitido pelo clone Orelha de elefante mexicana (4,8 g MS/vaso), e o menor pelo clone F8 (1,9 g MS/vaso). Esses resultados corroboram em comportamento com os teores de MS (%) observados para o sistema radicular. As proporções, porém, demonstram que, para o clone IPA Sertânia, por exemplo, o volume de raiz foi baixo, tendo em vista que sua alta % de MS resultou em uma quantidade pequena por balde (Figura 7).

Os maiores teores de MS de raízes foram encontrados nos clones Orelha de elefante mexicana e Clone IPA-20, ambos com 11,75% e o menor teor no clone Miúda, com 9,74%.

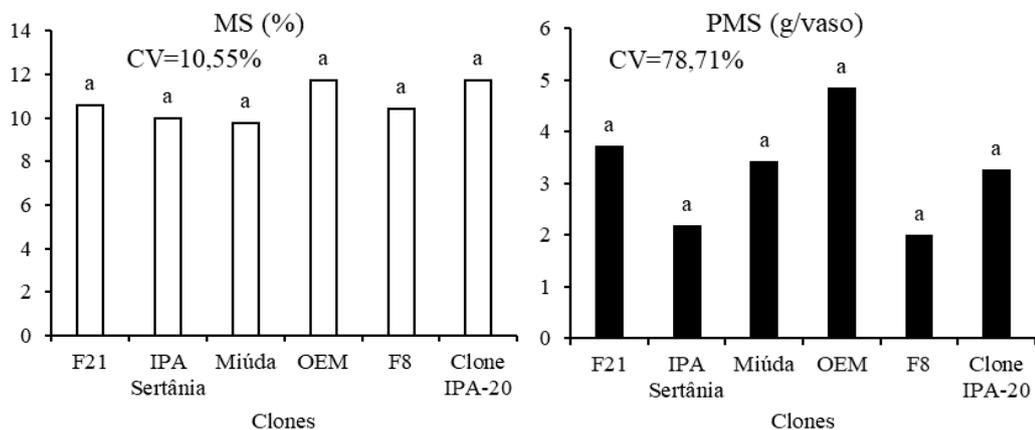


Figura 7. Teores (%) e Produção de matéria seca (g/vaso) de raízes em clones de palma forrageira, aos 360 dias. Médias seguidas por letras iguais não diferem ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Teles et al. (2002), ao avaliarem a raiz da palma forrageira cv. Gigante, aos nove meses de idade, observaram média de 25,92 g/vaso de MS, com variação de 16,42 a

39,42 g/vaso. Valores muito semelhantes aos observados neste estudo. No entanto, os referidos autores utilizaram vasos com maior conteúdo de solo, o que permitiu as raízes maior área de desenvolvimento. Snyman (2006a) relata que o desenvolvimento da raiz (ou de qualquer outra parte vegetativa da palma) depende muito de fatores externos favoráveis, como clima, solo e o manejo empregado. Muitos fatores podem ter limitado o desenvolvimento das raízes da planta. O mesmo autor também cita que o maior crescimento da raiz acontece no período entre 6-12 h, devido ao acúmulo de reservas durante a noite. No entanto, uma possível redução da luminosidade pode reduzir os processos fotossintéticos da palma, prejudicando a utilização dessas reservas.

#### **4. CONCLUSÃO**

Os clones de palma não apresentaram variabilidade quanto às características morfológicas e produtivas avaliadas.

Nas condições avaliadas, todos os clones de palma foram infestados por cochonilha de escama, a exceção do clone IPA-20.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, P. L.; MARTUSCELLO, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. T.; CUNHA, D. N. F.V.; JANK, L. Morphological and productive characterization of forage cactus varieties. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 230 – 238, 2015.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural**, ano 7, n.3, 2013. Trocar

COSTA, M. R. G. F. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. 2007. 11. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Ceará. 2007. Trocar

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129 – 135, 2010.

EDVAN, R. L.; FERNANDES, P. D.; CARNEIRO, M. S. S.; NEDER, D. G.; ARAUJO, J. S.; ANDRADE, A. P.; SOUTO FILHO, L. T. Acúmulo de biomassa e crescimento radicular da palma forrageira em diferentes épocas de colheita. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 11, n. 4, p. 35 - 43, 2013.

EPIFÂNIO, N. M. L. S. **Descritores morfológicos e indicador de metabolismo fotossintético em clones de palma forrageira**. 2019. 84 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FALCÃO, H. M.; OLIVEIRA, M. T.; MERGULHÃO, A. C.; SILVA, M. V.; SANTOS, M. G. Ecophysiological performance of three *Opuntia ficus-indica* cultivars exposed to carmine cochineal under field conditions. **Scientia Horticulturae**, v.150, p.419 – 424, 2013.

FREIRE, J. L.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; NETO, E. B.; LIRA, M. A.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C.; AMORIM, S. O.; MELLO, A. C. L. Growth of cactus pear cv. Miúda under different salinity levels and irrigation frequencies. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3893 - 3900, 2018.

FREIRE, K. T. L. S.; ARAÚJO, G. R.; BEZERRA, J. D. P.; BARBOSA, R. N.; SILVA, D. C. V.; SVEDESE, V. M.; PAIVA, SOUZA-MOTTA, L. M.; C. M. Fungos endofíticos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae) sadia e infestada por *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) (Hemiptera: Dactylopiidae). **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 104 – 110, 2015.

FELIX, E. S.; LIMA, W. B.; SILVA, C. T.; ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, E. C. Cultivo de palma forrageira (*Opuntia Stricta*) irrigada com água salinizada. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 6, 2018.

FERRAZ, A. P. F. **Avaliação de clones de palma forrageira no agreste e sertão de Pernambuco**. 2018. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GUEVARA, J. C.; SUASSUNA, P.; FELKER, P. *Opuntia* Forage Production Systems: Status and Prospects for Rangeland Application. **Rangeland Ecology Manage**, v.62, p.428 – 434, 2009.

IBGE, Índice de organização do território, estrutura territorial e localidades. (geoftp.ibge.gov.br), 2011. Acessado em 27/04/2019.

LIMA, C. D. S.; GOMES, H. S.; DETONI, C. E. Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L.) cv. Miúda. **Magistra**, n.16, p.1 – 8, 2004.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) Resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 204-215, 2010.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanálise**, v. 3, p. 49-54, 2016.

PEIXOTO, M. J. A.; CARNEIRO, M. D. S.; AMORIM, D. S.; EDVAN, R. L.; PEREIRA, E. S.; COSTA, M. R. G. F. Características agronômicas e composição química da palma forrageira em função de diferentes sistemas de plantio, **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 257, p. 35 – 39, 2018.

PEIXOTO, M. J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; SOUZA, P. Z.; DINIZ, J. D. N.; SOUTO, J. S.; CAMPOS, F. A. P. Desenvolvimento de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., em diferentes substratos, após micropropagação *in vitro*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p. 17-20, 2006.

PEREIRA, M. L. T., SOARES, M. P. A., SILVA, E. A., DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO, A. A., SOUZA, W. M. Variabilidade climática no Agreste de Pernambuco e os desastres decorrentes dos extremos climáticos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4, p. 394-402, 2017.

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F.; SANTOS, D. C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 184 - 195, 2015.

REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; GUEDES, F. X.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B. Morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada sob doses de adubação orgânica e intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.118 - 130, 2014.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte, **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 363 – 371, 2017.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. M. **Manejo e utilização de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Napolea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (Boletim Técnico, 30).

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SILVA, R. M. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: Novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.111-121, 2013.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; 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, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V. E.; NETO, J. D.; FARIAS, M. S. S. Morphology and biomass yield of forage cactus under mineral fertilization in organic soil. **African Journal of Agriculture Research**, vol. 11, n. 37, p. 3497-3505, 2016.

SNYMAN, H. A. Effect of various water application strategies on root development of *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* under greenhouse growth conditions. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 6, p. 31 - 61, 2004.

SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 529 – 542, 2006.b

SNYMAN, H. A. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* plants. **South African Journal of Botany**, v. 72, n. 3, p. 434–441, 2006.a

SONI, M. L.; YADAVA, M. D.; KUMAR, S.; ROY, M. M. Evaluation for growth and yield performance of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) accessions in hot arid region of Bikaner, India. **Range Management and Agroforestry**, v.36, n.1, p.19 - 25, 2015.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F. AMORIM NETO, M. S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.338-342, 2000.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; NETO, E. B.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. A. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.52-60, 2002.

### **CAPÍTULO III**

---

Adaptação e caracterização de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão  
pernambucano

**RESUMO:** A palma forrageira é muito utilizada como fonte de nutrientes e água para os rebanhos no Nordeste brasileiro, principalmente em períodos do ano de baixa pluviosidade e escassez de forragem. Objetivou-se avaliar características morfológicas e produtivas de clones de palma forrageira em Arcoverde (Sertão) e São Bento do Una (Agreste), bem como a incidência das cochonilhas do carmim e de escama. Foram avaliados seis clones de palma: IPA-20, F8, F21, Miúda, IPA-Sertânia e Orelha de elefante mexicana. Os genótipos de palma foram casualizados em blocos, com três repetições, em cada local. Foram realizadas duas colheitas bienais, preservando-se os cladódios primários. Os genótipos foram avaliados no período de quatro anos, quanto a altura e largura de plantas, número de cladódios, comprimento, largura e espessura dos cladódios, índice de área de cladódio e interceptação luminosa, produção de forragem e estande final de plantas. Foi avaliada também a infestação das plantas pelas cochonilhas do carmim e de escama utilizando-se escala de notas. Para altura de plantas, o clone IPA-20 foi superior, medindo 84,5 e 132,2 cm em Arcoverde e São Bento do Una, respectivamente. A primeira colheita teve produção de matéria seca superior em ambos os locais, com destaque em São Bento do Una, que teve produção de 19,2 t e MS/ha. Houve maior incidência de cochonilha do carmim no clone IPA-20, com notas de infestação próximas a 4, em ambos os locais. A cochonilha de escama em Arcoverde apresentou maior infestação nos clones IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana, em São Bento do Una, apenas o clone Orelha de elefante mexicana apresentou alto nível de infestação, com nota próxima de 4. O índice de mortalidade do clone F21 foi de 93% em Arcoverde, já em São Bento do Una, o maior índice de mortalidade foi no clone F8, com 43%. O clone Orelha de elefante mexicana é superior quanto as características morfológicas e produtivas. Os clones F21, F8 e Miúda apresentam dificuldade de estabelecimento, independentemente do local de cultivo, com alta mortalidade e redução de desempenho. A primeira colheita (2015) teve maior produtividade, independentemente do local de cultivo. O clone Orelha de elefante mexicana é mais susceptível a cochonilha de escama, enquanto o clone IPA-20 é vulnerável a do carmim. Os níveis de infestação pela cochonilha de escama são mais expressivos em São Bento do Una, com ocorrência de tal praga em todos os clones.

**ABSTRACT:** The cactus forage is widely used as a source of nutrients and water for herds in northeastern Brazil, especially during periods of low rainfall and fodder shortages during the year. The objective was to evaluate morphological and productive characteristics of cactus forage clones in Arcoverde ("Sertão") and São Bento do Una ("Agreste"), as well as the incidence of carmine cochineal and scales. Six cactus forage clones were evaluated: "IPA-20", "F8", "F21", "Miúda", "IPA-Sertânia" and "Orelha de elefante mexicana". The cactus forage genotypes were randomized in blocks, with three repetitions, at each site. Two biennial collections were performed, preserving the primary cladodes. The genotypes were evaluated in the four-years period in terms of plant height and width, number of cladodes, length, width and thickness of the cladodes, index of claddium area and light interception, fodder production and final plant stand. Plant infestation by carmine and scale cochineal was also evaluated using a scale of notes. For plant height, the "IPA-20" clone was superior, measuring 84.5 and 132.2 cm in Arcoverde and São Bento do Una, respectively. The first harvest had a higher production of dry matter in both locations, especially in São Bento do Una, which had a production of 19.2 t and MS/ha. There was a higher incidence of carmine cochineal in the "IPA-20" clone, with infestation notes close to 4, in both locations. The Scale cochineal in Arcoverde presented higher infestation in the clones "IPA Sertânia" and "Orelha de elefante mexicana", in São Bento do Una, only the clone "Orelha de elefante mexicana" presented high level of infestation, with a score close to 4. The mortality rate of clone "F21" was 93% in Arcoverde, while in São Bento do Una, the highest mortality rate was in clone "F8", with 43%. The "Orelha de elefante mexicana" clone is superior in terms of morphological and productive characteristics. Clones "F21", "F8" and "Miúda" are difficult to establish, regardless of the place of cultivation, with high mortality and reduced performance. The first harvest (2015) had higher productivity, regardless of the place of cultivation. The "Orelha de elefante mexicana" clone is more susceptible to scale scales, while the IPA-20 clone is vulnerable to carmine. Scale cochineal infestation levels are most significant in São Bento do Una, with such a pest occurring in all clones.

## 1. INTRODUÇÃO

As zonas áridas e semiáridas representam cerca de um terço da área terrestre do mundo e são habitadas por cerca de 400 milhões de pessoas. No Brasil, em particular, o semiárido ocupa uma vasta área, em torno de 1.1 milhão de km<sup>2</sup>, equivalente a cerca de 62% da área total da região Nordeste, representando 12% do território nacional (SUDENE, 2017).

A utilização da palma forrageira no nordeste brasileiro tem como principal função suprir as necessidades de nutrientes e água para os rebanhos, principalmente em períodos secos do ano, que apresentam baixa pluviosidade e escassez de forragem. A variabilidade climática torna irregular a produção de alimentos para os rebanhos, o que acarreta na redução da produtividade animal na região. Neste contexto, o uso de espécies adaptadas às condições climáticas locais, como a palma, é essencial, principalmente para altas temperaturas e déficit hídrico (QUEIROZ et al., 2015). Essa adaptabilidade é devida em grande parte ao seu metabolismo, CAM ou MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas). Esse metabolismo apresenta vantagens marcantes, em comparação com as plantas que apresentam metabolismo C3 e C4, notadamente, quanto a maior eficiência quanto ao uso da água (TAIZ e ZEIGER, 2013).

No Nordeste brasileiro são cultivadas as espécies *Opuntia ficus indica* Mill, *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck e *Opuntia stricta* Haw. Duas das principais cultivares utilizadas no Nordeste (Gigante e Redonda) são susceptíveis a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell 1929), praga que provoca grandes danos e morte das plantas (SANTOS et al., 2010). A cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833) é uma praga que também pode atacar a palma forrageira (FERRAZ et al., 2016).

A introdução de novas cultivares envolve, necessariamente, o conhecimento sobre as características morfológicas e de produção, o que tornará possível a seleção de cultivares de interesse econômico para cada região (LIMA et al., 2016).

Aspectos morfológicos e produtivos variam conforme o genótipo de palma utilizado (SILVA et al., 2014a; ROCHA et al., 2017) e condições de cultivo (SOUZA et al., 2017a). Apesar de todos os clones de palma serem fisiologicamente do grupo MAC, estes apresentam diferenças morfológicas e estruturais (BARBOSA et al., 2018). Essas diferenças interferem na arquitetura das plantas e do dossel o que, conseqüentemente,

modificam a forma como as plantas interagem com o ambiente (SILVA et al., 2014b). Segundo Pinheiro et al. (2014), o clone IPA 20 apresenta variação do rendimento em razão do índice de área do cladódio. Já o clone Miúda, tem demonstrado produzir maiores quantidades de cladódios por planta, (CAVALCANTE, et al., 2014; ROCHA et al., 2017).

Objetivou-se avaliar clones de palma forrageira quanto as características morfológicas e produtivas nos municípios de Arcoverde e São Bento do Una, bem como avaliar a incidência das cochonilhas do carmim e de escama.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em diferentes zonas fisiográficas de Pernambuco, Agreste (São Bento do Una) e Sertão (Arcoverde), nas estações experimentais pertencentes ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Em Arcoverde o solo foi classificado como REGOSSOLO EUTRÓFICO e, em São Bento do Una, como NEOSSOLO REGOLÍTICO (EMBRAPA, 2013), ambos com textura franco-arenosa. Foram realizadas duas coletas de amostras de solo para observação das características químicas dos solos (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas\* do solo dos experimentos em cada colheita realizada

|      | Arcoverde           |      |     |     |     |     |
|------|---------------------|------|-----|-----|-----|-----|
|      | pH                  | P    | Ca  | Mg  | K   | Al  |
|      | mg dm <sup>-3</sup> |      |     |     |     |     |
|      | 2015                |      |     |     |     |     |
| Máx. | 5,3                 | 31,5 | 2,9 | 1,4 | 0,1 | 0,9 |
| Mín. | 5,1                 | 27,0 | 2,7 | 1,0 | 0,1 | 0,5 |
|      | 2017                |      |     |     |     |     |
| Máx. | 5,2                 | 37,0 | 1,4 | 1,2 | 0,2 | 1,0 |
| Mín. | 5,0                 | 33,0 | 1,2 | 0,6 | 0,1 | 0,8 |
|      | São Bento do Una    |      |     |     |     |     |
|      | 2015                |      |     |     |     |     |
| Máx. | 6,9                 | 76,0 | 6,8 | 1,0 | 0,2 | 0,1 |
| Mín. | 4,0                 | 72,0 | 5,7 | 0,7 | 0,2 | 0,0 |
|      | 2017                |      |     |     |     |     |
| Máx. | 5,6                 | 32,0 | 3,6 | 3,0 | 0,2 | 0,1 |
| Mín. | 5,4                 | 30,0 | 3,2 | 1,0 | 0,1 | 0,1 |

\*P extraído com Mehlich-1; pH em água (1:2,5); Mg estimado quando Ca+Mg > 10,00 e Ca > 9,95.

Arcoverde está localizado na mesorregião do sertão (08° 25' 08" S e 37° 03' 14" O), com altitude aproximada de 680 metros. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é semiárido BSh, temperatura do ar média de 22,9 °C e precipitação média anual de 694 mm (APAC, 2017). São Bento do Una está localizado na mesorregião do agreste (08° 32' 15" S e 36° 27' 29" O), com altitude aproximada de 614 metros. O clima, pela classificação de Köppen, é de semiárido BSh, temperatura do ar média de 26,2 °C e precipitação média anual de 643 mm (APAC, 2017).

A precipitação pluviométrica (Figura 1A) foi obtida através dos dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), assim como os dados de temperatura e umidade (Figuras 1B e 1C).

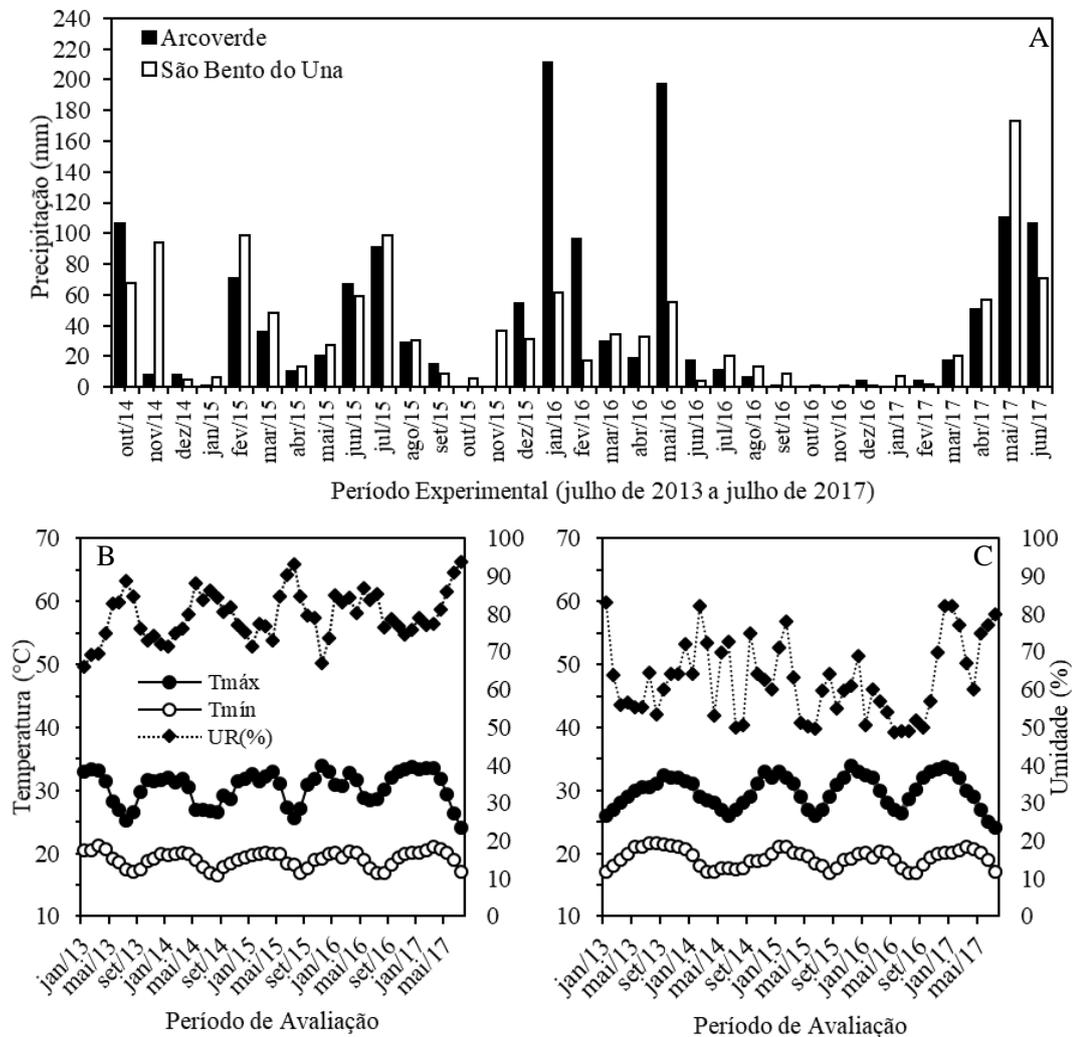


Figura 1. Precipitação mensal (A) nos dois locais, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar para Arcoverde (B) e São Bento do Una (C). Fonte das informações de chuva: APAC (2017).

Em ambos os locais foram avaliados seis clones de palma forrageira, sendo três pertencentes ao gênero *Opuntia* e os outros três *Nopalea*, os quais foram previamente multiplicados na Estação Experimental do IPA de Arcoverde – PE, sendo alguns introduzidos e outros obtidos pelo Programa de Melhoramento de palma forrageira do IPA/UFRPE. Alguns ainda em avaliação para liberação e outros já são cultivados na região (Tabela 2).

Tabela 2. Clones de palma forrageira avaliados em Arcoverde e São Bento do Una, PE

| Clone                             | Nome científico*                        | Origem/<br>Procedência |
|-----------------------------------|---|------------------------|
| Orelha de elefante mexicana (OEM) | <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.      | México                 |
| Clone IPA-20 (C20)                | <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.  | IPA/UFRPE              |
| F8                                | <i>Opuntia atropes</i> Rose             | México                 |
| F21                               | <i>Nopalea</i> sp.                      | México                 |
| Miúda (MD)                        | <i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck | México                 |
| IPA – Sertânia (IS)               | <i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck | IPA                    |

\*Adaptado de Santos et al. (2013).

Os experimentos foram implantados pelo IPA, sendo para plantio utilizado um cladódio de cada genótipo por cova na posição vertical, obedecendo-se espaçamento entre filas de 1,5 m e entre plantas de 0,4 m, resultando em 16.667 plantas ha<sup>-1</sup>. Cada parcela foi representada por 10 plantas, sendo a parcela útil composta pelas oito plantas centrais. No plantio, foi estabelecida uma bordadura externa, que circundava a competição dos clones de palma, a qual era composta por plantas do Clone IPA-20, por este ser susceptível às cochonilhas do carmim e de escama. A bordadura foi plantada no mesmo espaçamento dos tratamentos.

O delineamento utilizado foi casualizado em blocos, com três repetições, em ambos os locais (Arcoverde e São Bento do Una). Em Arcoverde, o plantio foi realizado em julho de 2013, sendo a primeira colheita em maio de 2015 e a segunda em junho de 2017. Em São Bento do Una, o plantio foi realizado em julho de 2013, com a primeira colheita em março de 2015 e a segunda colheita em maio de 2017. As colheitas foram realizadas preservando-se os cladódios primários.

Foi realizada uma adubação orgânica com 20 t/ha com esterco bovino, em março de 2014 (época chuvosa). Durante os quatro anos de avaliação dos experimentos, quando necessárias, foram feitas capinas manuais para eliminação de plantas invasoras.

Foram avaliadas características morfológicas em duas plantas da área útil. Foram escolhidas plantas representativas da condição geral da parcela e contabilizado o número total de cladódios e por ordem. Com o uso de fita métrica, foi mensurada a largura e o comprimento de todos os cladódios presentes nas duas plantas, enquanto as espessuras foram obtidas com paquímetro digital, aproximadamente no comprimento médio de cada cladódio.

Mediu-se também a altura das plantas, desde a superfície do solo até o cladódio mais alto, e a largura das plantas, considerando a maior distância entre uma extremidade e outra.

Para a estimativa do índice de área do cladódio (IAC) foi empregada a equação proposta por Pinheiro et al. (2014):

$$IAC = \frac{(\sum_{n=1}^i AC)}{10000} / (E1 \times E2)$$

Onde “IAC” é o índice de área do cladódio observado; 10.000 é o fator usado para conversão de cm<sup>2</sup> para m<sup>2</sup>; e E1×E2 é o espaçamento adotado entre fileiras e plantas. Os dados obtidos de IAC foram multiplicados por dois, seguindo a metodologia descrita por Nobel & Bobich (2002), que leva em consideração à área total de ambos os lados dos cladódios.

Para a área do cladódio foram utilizados os modelos de equações de área para cada clone, conforme Silva et al. (2014b).

A incidência das cochonilhas nos clones de palma forrageira foi avaliada entre outubro de 2014 e junho de 2017. As cochonilhas foram identificadas como sendo do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell 1929) ou de escamas (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833) considerando os aspectos morfológicos de cada uma. As avaliações foram realizadas através de escala de notas, variando de 0 a 5, conforme o aspecto geral das plantas. A nota zero (0) representou ausência dos insetos nas plantas; 1, infestação inicial, com poucas colônias de insetos nas plantas; 2, infestação de aproximadamente 25%; 3, de 26 a 50%; 4, de 51 a 75%; e 5, infestação generalizada da planta, acima de

76%, com presença dos insetos em todos os cladódios (Figura 2). A infestação pelas cochonilhas também foi observada ao longo do período experimental.

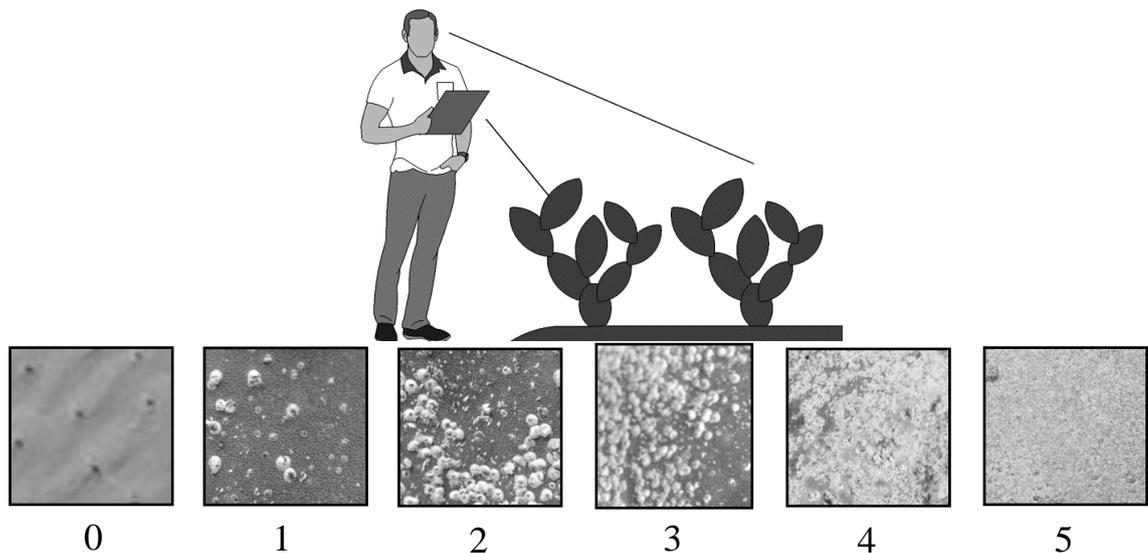


Figura 2. Esquemática da coleta de dados da cobertura por colônias de cochonilha e suas respectivas notas de ataque.

Para o cálculo da produção de forragem ( $MS\ ha^{-1}\ 2\ anos^{-1}$ ), foram colhidas todas as plantas da área útil da parcela. Foi contabilizado o número de plantas colhidas, que refletiu o estande plantas no momento da colheita, descrito em porcentagem de plantas vivas em relação ao estande no momento da implantação do experimento.

A eficiência de uso de água foi estimada através dos dados pluviométricos e da produção de massa seca da cultura, conforme equação proposta por Silva et al. (2014c).

$$EUA = \frac{\sum P}{PMS}$$

EUA - Eficiência do uso da água;

$\sum P$  – Somatório de todo o volume pluviométrico do período;

PMS – Produção de matéria seca do período.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas separadamente para cada município, por meio do software SAS University Edition. Algumas variáveis necessitaram ser transformadas, uma vez que não atenderam as premissas da ANOVA. As variáveis largura de planta, produção de matéria seca e eficiência do uso da água, obtidos em Arcoverde, foram transformadas para  $\sqrt{x}$ , número de cladódios totais e secundários foram transformados para  $\log x+1$  e para número de cladódios terciários foi

usada  $1/\sqrt{(x+0,5)}$ . Foram considerados os efeitos de genótipos, blocos e ano. Os blocos foram considerados como efeito aleatório e o ano como medidas repetidas no tempo. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey e o nível de significância considerado nas análises foi de 5%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para altura de planta entre clones nos distintos anos de colheita em Arcoverde (Tabela 3). Lima et al. (2016) também não observaram efeito entre dois anos de corte para cultivar Gigante, com valor médio de 112,62 cm de altura de planta. No entanto, as médias dos clones, independente do ano, apresentaram diferença significativa (Tabela 3).

Os clones IPA-20 e Orelha de elefante mexicana (OEM), ambos do gênero *Opuntia*, foram os que obtiveram maiores valores de altura de planta observados, chegando a 84,5 e 83,2 cm em média, respectivamente. O clone Miúda foi o que apresentou menor valor de altura, com 61,2 cm. Lima et al. (2018), ao avaliarem o efeito da adubação orgânica, observaram média de 39,05 cm para altura de planta para o clone Orelha de elefante mexicana aos 240 dias de idade. Os resultados observados são próximos aos obtidos por Rocha et al. (2017) em Curaçá-BA, ao avaliarem as características estruturais de três genótipos de palma, em quatro intervalos de corte, no qual observaram alturas de 104,00 cm para o clone Miúda, 74,77 cm para o clone Orelha de elefante mexicana e 98,80 cm para o clone IPA-20 aos 480 dias de idade.

Houve efeito significativo de genótipo em cada ano de colheita para as plantas cultivadas em São Bento do Una. Igualmente ao observado em Arcoverde, o clone IPA-20 se destacou com maior valor médio para altura de planta, observado na primeira colheita (2015), alcançando 132,7 cm de altura, não sendo observada diferença significativa entre os demais clones. Na segunda colheita (2017) não se observou diferença significativa entre os clones.

Altura de planta tem relação direta com produtividade e é influenciada por características inerentes aos genótipos e aos fatores de meio. Plantas do gênero *Opuntia* tendem a apresentar maiores alturas, do que plantas do gênero *Nopalea*, o que está associado ao tamanho e número de cladódios, bem como arranjo destes na planta. Silva et al. (2016) observaram altura de planta variando de 60,77 a 72,76 cm para palma

Gigante, aos 360 dias de crescimento em diferentes espaçamentos e níveis de adubação. Silva et al. (2010) identificaram que a altura, quando associada à largura da planta, explicaram melhor o potencial de produção de matéria seca de 50 clones de palma forrageira.

Tabela 3. Altura de planta (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo                     | Ano     |         | Média  |
|------------------------------|---------|---------|--------|
|                              | 2015    | 2017    |        |
| Arcoverde (EP=4,0188)        |         |         |        |
| F21                          | 87,5    | 70,7    | 79,2AB |
| IPA Sertânia                 | 70,8    | 71,7    | 71,2AB |
| Miúda                        | 65,8    | 56,7    | 61,2B  |
| OEM                          | 82,5    | 83,8    | 83,2A  |
| F8                           | 64,7    | 70,3    | 67,5AB |
| IPA-20                       | 82,8    | 86,2    | 84,5A  |
| Média                        | 75,7    | 73,2    |        |
| São Bento do Una (EP=8,0046) |         |         |        |
| F21                          | 92,3Ba  | 86,7Aa  | 89,5   |
| IPA Sertânia                 | 80,3Ba  | 86,0Aa  | 83,2   |
| Miúda                        | 75,3Bb  | 104,0Aa | 89,7   |
| OEM                          | 92,0Ba  | 112,7Aa | 102,3  |
| F8                           | 91,0Ba  | 90,3Aa  | 90,7   |
| IPA-20                       | 132,7Aa | 94,7Ab  | 113,7  |
| Média                        | 93,9    | 95,7    |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Para largura da planta houve efeito de interação entre genótipos e ano de colheita em Arcoverde e São Bento do Una (Tabela 4). No entanto, não houve diferença significativa entre os clones avaliados, seja nas médias de cada ano de colheita ou na média geral. Apenas um clone apresentou diferença significativa entre colheitas em

Arcoverde. O clone Miúda apresentou menor ( $P<0,05$ ) largura de planta na colheita de 2017 (65,5 cm), quando comparada a largura obtida em 2015, que foi de 116,7 cm.

Em São Bento do Una ocorreu efeito semelhante, não havendo diferença significativa entre os clones, no entanto, entre colheitas, houve diminuição nos valores de largura de planta para o clone F8, que variou de 142,3 para 84,3 cm (Tabela 4).

Tabela 4. Largura de planta (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita.

| Genótipo                      | Ano     |         | Média |
|-------------------------------|---------|---------|-------|
|                               | 2015    | 2017    |       |
| Arcoverde (EP=0,6897)         |         |         |       |
| F21                           | 111,2Aa | 93,0Aa  | 102,1 |
| IPA Sertânia                  | 107,7Aa | 113,0Aa | 110,3 |
| Miúda                         | 116,7Aa | 65,5Ab  | 91,1  |
| OEM                           | 109Aa   | 114,3Aa | 111,7 |
| F8                            | 77,5Aa  | 88,5Aa  | 83,0  |
| IPA-20                        | 97,2Aa  | 96,7Aa  | 96,9  |
| Média                         | 103,2   | 95,2    |       |
| São Bento do Una (EP=15,2852) |         |         |       |
| F21                           | 93,7Aa  | 100,3Aa | 97,0  |
| IPA Sertânia                  | 92,3Aa  | 102,7Aa | 97,5  |
| Miúda                         | 136,0Aa | 100,7Aa | 118,3 |
| OEM                           | 119,3Aa | 101,0Aa | 110,2 |
| F8                            | 142,3Aa | 84,3Ab  | 113,3 |
| IPA-20                        | 116,7Aa | 132,3Aa | 124,5 |
| Média                         | 116,7   | 103,6   |       |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Largura de planta tem relação direta com número e posição dos cladódios na planta, bem como espaçamento de plantio, além do efeito de rebrota, tendo em vista as colheitas. Plantas mais abertas podem facilitar a colheita de material, que é manual em palma e um dos itens de maior custo (BARBOSA et al., 2018), além de facilitar a

realização de tratamentos culturais. Tendo em vista o espaçamento adotado entre linhas (1,5 m), para o clone F8 haveria aproximadamente um raio de alcance dos cladódios em torno de 70 cm. Em tese, isso dificultaria o manejo das plantas devido ao fechamento das entrelinhas, todavia, o surgimento de plantas daninhas seria reduzido por efeito do sombreamento.

Silva et al. (2010) ao avaliarem 50 clones de palma forrageira, obtiveram média de 71,5 cm para largura de planta, tendo uma variação de 19 cm a 116 cm. Ao estudar características morfológicas de três clones de palma, Pereira et al. (2015) obtiveram valores de largura de planta de 49,8 cm, 48,8 cm e 56,8 cm para os clones IPA Sertânia, Miúda e Orelha de elefante mexicana, respectivamente.

Para comprimento, largura e espessura dos cladódios, não foram observados efeitos significativos de interação entre os clones e os anos de colheita para Arcoverde (Tabelas 5, 6 e 7), havendo apenas entre as médias dos clones. Diferentemente do observado em São Bento do Una, onde tal efeito foi significativo.

Os clones IPA-20, IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana despontaram com valores superiores quanto ao comprimento de cladódio em Arcoverde, com médias de 33,1, 32,8 e 29,2 cm, respectivamente. Já os clones F8, F21 e Miúda apresentaram resultados mais baixos, com valores de 21,5, 20,8 e 19,1 cm, respectivamente.

Em São Bento do Una, o clone IPA Sertânia foi o que teve maior média de comprimento de cladódio na primeira colheita (2015), com 41,5 cm (Tabela 5). O clone IPA Sertânia também figura entre os maiores na segunda colheita (2017), com 27,6 cm. Porém, o clone F21, para este ano, apresentou o maior comprimento médio observado, com 30,6 cm. Entre anos de colheita, houve redução dos valores de comprimento de cladódio para os clones IPA Sertânia e IPA-20 e aumento de comprimento para o clone F21, que teve crescimento de 6,4 cm.

As dimensões de cladódios são características do genótipo, bem como das condições de cultivo. Maiores comprimentos de cladódio para o IPA-Sertânia evidencia a forma bem típica de cladódios deste clone, alongados, maiores que os da Miúda, apesar de ambas serem do gênero *Nopalea*. Silva et al (2014a) observaram que o aumento da densidade de plantio reduziu o comprimento e a largura do cladódio, bem como encontraram diferenças entre os clones Gigante, Redonda e Miúda, com valores médios de comprimento 29,97, 25,79 e 20,81 cm, respectivamente.

Tabela 5. Comprimento de cladódio (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo                     | Ano    |         | Média  |
|------------------------------|--------|---------|--------|
|                              | 2015   | 2017    |        |
| Arcoverde (EP=1,4609)        |        |         |        |
| F21                          | 20,0   | 21,7    | 20,8 B |
| IPA Sertânia                 | 32,4   | 33,2    | 32,8 A |
| Miúda                        | 19,1   | 19,0    | 19,0 B |
| OEM                          | 27,8   | 30,5    | 29,2 A |
| F8                           | 21,4   | 21,6    | 21,5 B |
| IPA-20                       | 32,9   | 33,2    | 33,1 A |
| Média                        | 25,6   | 26,5    |        |
| São Bento do Una (EP=2,3213) |        |         |        |
| F21                          | 24,2Bb | 30,6Aa  | 27,4   |
| IPA Sertânia                 | 41,5Aa | 27,6ABb | 34,5   |
| Miúda                        | 21,1Ba | 26,8ABa | 23,9   |
| OEM                          | 27,3Ba | 27,2ABa | 27,2   |
| F8                           | 26,3Ba | 21,9ABa | 24,1   |
| IPA-20                       | 29,9Ba | 19,4Bb  | 24,7   |
| Média                        | 28,4   | 25,6    |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para largura de cladódios entre clones dentro de cada colheita em Arcoverde (Tabela 6), sendo identificados cladódios mais largos na segunda colheita (16,1 cm), quando comparados a primeira (13,8 cm). Para largura de cladódios nas duas colheitas, o clone Orelha de elefante mexicana emitiu, em média, cladódios mais largos (24,9 cm). Os clones F8, F21 e Miúda emitiram os cladódios mais estreitos, com larguras médias de 11,8, 11,4 e 9,35 cm, respectivamente, ficando os clones IPA-20 e IPA Sertânia com largura de cladódio intermediárias entre os demais clones avaliados. Pereira et al. (2015), trabalhando com os clones Orelha de elefante mexicana, IPA-20 e Miúda, também observaram resultados superiores de largura de cladódio para o clone Orelha de elefante mexicana.

Em São Bento do Una, em ambas as colheitas, o clone Orelha de elefante mexicana teve maior média de largura de cladódio (Tabela 6), com valores de 23,4 cm em 2015 e 21,7 cm em 2017. Os menores valores observados foram para o clone Miúda (10,1 cm), na primeira colheita e, o clone IPA-20 (11,8 cm), na segunda colheita.

Tabela 6. Largura de cladódios (cm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo                     | Ano     |         | Média |
|------------------------------|---------|---------|-------|
|                              | 2015    | 2017    |       |
| Arcoverde (EP=1,5873)        |         |         |       |
| F21                          | 10,7    | 12,1    | 11,4C |
| IPA Sertânia                 | 13,6    | 16,6    | 15,1B |
| Miúda                        | 9,0     | 9,7     | 9,3C  |
| OEM                          | 23,2    | 26,5    | 24,9A |
| F8                           | 10,8    | 12,8    | 11,8C |
| IPA-20                       | 15,3    | 18,6    | 16,9B |
| Média                        | 13,8b   | 16,1a   |       |
| São Bento do Una (EP=1,1627) |         |         |       |
| F21                          | 13,8BCb | 17,2ABa | 15,5  |
| IPA Sertânia                 | 14,8Ba  | 14,3BCa | 14,5  |
| Miúda                        | 10,1Cb  | 13,6BCa | 11,9  |
| OEM                          | 23,4Aa  | 21,7Aa  | 22,5  |
| F8                           | 15,0Ba  | 13,4BCa | 14,2  |
| IPA-20                       | 18,3Ba  | 11,8Cb  | 15,0  |
| Média                        | 15,9    | 15,3    |       |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Ao avaliarem alguns aspectos morfológicos de palma Miúda sob diferentes intensidades de corte e adubação, Rego et al. (2014) observaram largura de cladódios acima dos 11 cm, preservando-se os cladódios primários e secundários nas colheitas. Valores próximos dos observados neste estudo para o mesmo clone. Silva et al. (2015) observaram maiores valores de largura de cladódio para os clones IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana, com valores para cladódios primários e secundários de 17,0 e

13,5 cm e 24,5 e 22,9 cm, respectivamente, aos dois anos de avaliação. Cunha et al. (2012), ao avaliarem o efeito da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas de palma Miúda relataram que a redução de dimensões dos cladódios é uma resposta a elevação do número de cladódios.

Para espessura de cladódio, o clone IPA Sertânia apresentou maior média, com 28,5 mm, seguido pelo clone IPA-20, com 26,1 mm. O clone IPA-20 também figurou entre as médias mais elevadas em São Bento do Una na primeira colheita (Tabela 7) com 20,0 mm, porém, na segunda colheita, o mesmo ficou entre as médias mais baixas. Quando se observa entre colheitas, em São Bento do Una, a exceção do clone IPA-20, todos os clones demonstraram um aumento da espessura dos cladódios. Isso também é observado nas médias das colheitas em Arcoverde. Tal resultado está associado provavelmente à capacidade de armazenamento de água da planta, que tende a apresentar cladódios mais espessos em períodos de maior pluviosidade. De acordo com Pereira et al. (2015), as cactáceas, de modo geral, possuem a capacidade de “armazenamento” de líquido em seus vacúolos, o que provoca uma certa turgidez do cladódio.

As variações nas dimensões dos artigos entre os anos de colheita podem ser associadas a diferentes aspectos. Observa-se resposta rápida da palma após eventos de chuva, poucos meses após a primeira colheita ocorreu grandes precipitações em Arcoverde, no qual em janeiro de 2016 chegou a mais de 210 mm de chuva (Figura 1). Outro aspecto a ser considerado, seria a redução da competição por água, uma vez a que ocorreu uma alta mortalidade de plantas no segundo ano.

De maneira geral, todos os clones apresentaram médias acima dos 20 mm de espessura, tendo destaque o clone IPA Sertânia com mais de 28 mm. Silva et al (2014a) também observaram diferença entre clones de palma quanto a espessura de cladódios, sendo a menor espessura observada par o clone Miúda, com 1,54 cm.

Tabela 7. Espessura de cladódios (mm) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo                     | Ano     |         | Média  |
|------------------------------|---------|---------|--------|
|                              | 2015    | 2017    |        |
| Arcoverde (EP=1,3834)        |         |         |        |
| F21                          | 17,7    | 24,8    | 21,2BC |
| IPA Sertânia                 | 25,4    | 31,6    | 28,5A  |
| Miúda                        | 19,7    | 21,5    | 20,6BC |
| OEM                          | 17,8    | 26,5    | 22,2BC |
| F8                           | 16,8    | 21,5    | 19,1C  |
| IPA-20                       | 23,2    | 28,9    | 26,1AB |
| Média                        | 20,1b   | 25,8a   |        |
| São Bento do Una (EP=2,8375) |         |         |        |
| F21                          | 15,1ABb | 37,8Aa  | 26,4   |
| IPA Sertânia                 | 16,9ABb | 34,8ABa | 25,9   |
| Miúda                        | 15,3ABb | 35,0ABa | 25,2   |
| OEM                          | 11,6Bb  | 28,2BCa | 19,9   |
| F8                           | 15,7ABb | 26,4DCa | 21,1   |
| IPA-20                       | 20,0Aa  | 19,6Da  | 19,8   |
| Média                        | 15,8    | 30,3    |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Em Arcoverde, para número de cladódios totais (Tabela 8) e secundários (Tabela 9), observou-se efeito de genótipo para cada ano de colheita. Para os cladódios primários e terciários, não houve diferença significativa nas mesmas condições, apenas para as médias dos genótipos. Em São Bento do Una, apenas para cladódios secundários não foi observado efeito significativo entre genótipos e entre colheitas (Tabela 10).

Em Arcoverde, para o número de cladódios totais na primeira colheita (2015) o clone F21 apresentou média superior, com 55 cladódios/planta (Tabela 8). Seguido pelos genótipos Miúda e F8 com 47,2 e 32,0 cladódios/planta, respectivamente. Por outro lado, o clone IPA-20 teve o menor número de cladódios/planta, com 8,2 de média.

Tabela 8. Número de cladódios totais em genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo                     | Ano      |         | Média |
|------------------------------|----------|---------|-------|
|                              | 2015     | 2017    |       |
| Arcoverde (EP=0,0035)        |          |         |       |
| F21                          | 55,0Aa   | 29,0Ab  | 42,0  |
| IPA Sertânia                 | 13,8CDa  | 15,7Aa  | 14,8  |
| Miúda                        | 47,2ABa  | 28,5Ab  | 37,8  |
| OEM                          | 15,7BCDa | 18,2Aa  | 16,9  |
| F8                           | 32,0ABCa | 40,5Aa  | 36,3  |
| IPA-20                       | 8,2Da    | 9,2Aa   | 8,7   |
| Média                        | 28,6     | 23,5    |       |
| São Bento do Una (EP=6,0054) |          |         |       |
| F21                          | 34,7Ba   | 24,7Ba  | 29,7  |
| IPA Sertânia                 | 21,3Ba   | 37,0ABa | 29,2  |
| Miúda                        | 65,7Aa   | 35,3ABb | 50,5  |
| OEM                          | 21,0Ba   | 26,3Ba  | 23,7  |
| F8                           | 41,7ABa  | 16,7Bb  | 29,2  |
| IPA-20                       | 17,3Ba   | 55,7Ab  | 36,5  |
| Média                        | 33,6     | 32,6    |       |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Em São Bento do Una, onde observou-se diferenças dos clones para cada colheita, que o clone Miúda teve o maior número de cladódios totais, com 65,7 cladódios/planta, seguido do clone F8, com 41,7 cladódio/planta (Tabela 8). Para a segunda colheita, apesar de ter ocorrido uma redução de 30 cladódios em média para o clone Miúda, este ainda se manteve entre os destaques, onde o clone IPA-20 foi o de maior valor observado, com 55,7 cladódios/planta. Tal resultado evidencia que as condições de Agreste (São Bento do Una) foram mais favoráveis ao desenvolvimento do clone Miúda. Outro ponto a ser observado é a presença de cochonilhas, que influenciam no desenvolvimento das plantas e foram observados nos clones (Tabela 14).

Rocha et al. (2017) avaliaram características morfológicas de clones de palma e observaram, que aos 16 meses após a implantação, o clone Miúda apresentou mais que o dobro (44,20) de cladódios/planta em relação ao clone Orelha de elefante mexicana (19,70) que, por sua vez, apresentou quase o dobro do clone IPA-20 (11,05). Rego et al. (2014), avaliando o clone Miúda aos 12 meses de rebrota e em diferentes intensidades de corte e doses de adubação, observaram média de 21,11 cladódios/planta quando estas eram colhidas preservando o cladódio primário, semelhante ao realizado no presente estudo.

Observou-se, no presente estudo, que os clones com característica de produzirem cladódios maiores tiveram a tendência a emitir número menor de cladódios. Notadamente, isso é mais evidenciado em ordens superiores, onde os clones que possuem maior número de cladódios primários são os que apresentam cladódios maiores. Nas ordens seguintes, esses clones têm redução de aparecimento de cladódios. Em contrapartida, os clones que possuem cladódios menores, demonstram maiores quantidades de cladódios nas ordens secundárias e terciárias, além de mais ordens de aparecimento. Esse efeito, porém, foi mais evidente nas plantas cultivadas em Arcoverde (Tabela 9), onde os clones apresentaram maior número de cladódios primários. Uma possível causa desse efeito seria a maturidade dos cladódios, considerando que cladódios menores atingiram a maturidade mais rápido, a exemplo o clone Miúda que possui a característica de cladódio menores. Ao atingir a maturidade a planta, por consequência, emite novos cladódios.

Em São Bento do Una, para os cladódios primários, os clones com os mais baixos resultados na primeira colheita foram o IPA-20 e o F21, com 3,7 cladódios, porém, não diferenciaram significativamente dos clones F8, Orelha de elefante mexicana e Miúda, com 5,0, 5,3 e 5,7 cladódios, respectivamente (Tabela 10). Quando se observa as ordens posteriores, em ambos os locais, os clones Miúda e F21 se distanciam dos demais no número de cladódios, o que corrobora com o padrão mencionado anteriormente. O clone Miúda apresentou 15,7 cladódios de ordem secundária, não diferenciando estatisticamente do clone IPA Sertânia, com 10,7 cladódios secundários. Os demais clones não apresentaram diferenças estatísticas entre si, apresentando médias abaixo dos 9 cladódios secundários por planta (Tabela 10).

Tabela 9. Número de cladódios por ordem em genótipos de palma forrageira, Arcoverde-PE

| Genótipo                | Ano     |         | Média  |
|-------------------------|---------|---------|--------|
|                         | 2015    | 2017    |        |
| Primários (EP=0,4516)   |         |         |        |
| F21                     | 5,0     | 4,3     | 4,6BC  |
| IPA Sertânia            | 7,3     | 7,2     | 7,3A   |
| Miúda                   | 3,3     | 4,2     | 3,8C   |
| OEM                     | 5,8     | 6,2     | 6,0AB  |
| F8                      | 6,2     | 4,5     | 5,3ABC |
| IPA-20                  | 3,7     | 4,0     | 3,8C   |
| Média                   | 5,2     | 5,0     |        |
| Secundários (EP=0,1062) |         |         |        |
| F21                     | 17,7Aa  | 9,8ABb  | 13,7   |
| IPA Sertânia            | 6,3ABa  | 8,5ABa  | 7,4    |
| Miúda                   | 12,8ABa | 14,8Aa  | 13,8   |
| OEM                     | 9,5ABa  | 12,0ABa | 10,8   |
| F8                      | 11,5ABb | 21,3Aa  | 16,4   |
| IPA-20                  | 4,2Ba   | 3,8Ba   | 4,0    |
| Média                   | 10,3    | 11,7    |        |
| Terciários (EP=0,1714)  |         |         |        |
| F21                     | 25,2    | 15,0    | 20,1A  |
| IPA Sertânia            | 0,2     | 0,0     | 0,1B   |
| Miúda                   | 23,3    | 8,8     | 16,1A  |
| OEM                     | 0,3     | 0,0     | 0,2B   |
| F8                      | 13,3    | 14,7    | 14,0A  |
| IPA20                   | 0,3     | 1,3     | 0,8B   |
| Média                   | 10,4    | 6,6     |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Quando se observa os cladódios de ordem terciária, para a primeira colheita (2015) os clones Miúda, F8 e F21 apresentaram resultados superiores, com médias de 27,0, 19,7 e 17,3, respectivamente (Tabela 10). Para a mesma colheita, o clone IPA

Sertânia foi o que teve o resultado mais baixo, com média de 3,0 cladódios terciários por planta.

Tabela 10. Número de cladódios por ordem em genótipos de palma forrageira, São Bento do Una-PE

| Genótipo                | Ano     |         | Média  |
|-------------------------|---------|---------|--------|
|                         | 2015    | 2017    |        |
| Primários (EP=0,6009)   |         |         |        |
| F21                     | 3,7Ba   | 4,7Aa   | 4,2    |
| IPA Sertânia            | 7,3 Aa  | 3,3Ab   | 5,3    |
| Miúda                   | 5,7ABa  | 5,0Aa   | 5,3    |
| OEM                     | 5,3ABa  | 3,7Aa   | 4,5    |
| F8                      | 5,0ABa  | 3,7Ab   | 4,3    |
| IPA-20                  | 3,7Ba   | 4,0Aa   | 3,8    |
| Média                   | 5,1     | 4,1     |        |
| Secundários (EP=1,6795) |         |         |        |
| F21                     | 7,7     | 7,7     | 7,7B   |
| IPA Sertânia            | 10,7    | 10,7    | 10,7AB |
| Miúda                   | 18,0    | 13,3    | 15,7A  |
| OEM                     | 8,3     | 8,0     | 8,2B   |
| F8                      | 11,0    | 5,7     | 8,3B   |
| IPA-20                  | 4,7     | 12,0    | 8,3B   |
| Média                   | 10,1    | 9,6     |        |
| Terciários (EP=2,8771)  |         |         |        |
| F21                     | 17,3ABa | 10,3ABa | 13,8   |
| IPA Sertânia            | 3,0Cb   | 16,0ABa | 9,5    |
| Miúda                   | 27,0Aa  | 7,7ABb  | 17,3   |
| OEM                     | 6,7BCa  | 7,3ABa  | 7,0    |
| F8                      | 19,7ABa | 4,7Bb   | 12,2   |
| IPA-20                  | 7,3BCb  | 19,7Aa  | 13,5   |
| Média                   | 13,5    | 10,9    |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Ao se observar entre as colheitas, o clone IPA Sertânia, juntamente com o clone IPA-20 apresentaram um aumento na média de cladódios terciários, onde o clone IPA Sertânia passou de 3,0 para 16,0 cladódios terciário por planta, enquanto o clone IPA-20 passou de 7,3 para 19,7 cladódios terciários por planta (Tabela 10).

Já os clones F8 e Miúda apresentaram redução no número de cladódios terciários. O clone F8, que na primeira colheita apresentou 19,7 cladódios terciários por planta, na segunda colheita exibiu média de 4,7 cladódios, enquanto o clone Miúda passou de 27,0 para 7,7 cladódios terciários por planta (Tabela 10). Tal resultado pode estar atrelado a maior irregularidade das chuvas no período pós colheita (2015/2016), uma vez que, segundo Silva et al., (2014) o clone Miúda apresenta pouca eficiência do uso da água (EUA), o que de certo modo prejudica seu desempenho em condições de escassez de água. A EUA é abordada mais à frente na tabela 13.

Amorim et al. (2017) apresentaram a evolução da Orelha de elefante mexicana em fenofases, e evidenciaram que cada fenofase sofria influencias diretas do tipo de irrigação e do sistema de cultivo aplicado, onde o aumento de irrigação teria favorecido o aparecimento de mais cladódios de segunda ordem em detrimento dos de terceira. Deste modo, o manejo aplicado tem efeito na forma como são dispostos cladódios nas diferentes ordens de aparecimento. No presente trabalho, em São Bento do Una ocorreu maior pluviosidade (Figura 1), o que pode ter contribuído para diferenças na dinâmica de aparecimento de cladódios de diferentes ordens.

Para o índice de área do cladódio, não foi observado diferenças significativas entre os clones dentro e entre colheitas em Arcoverde, contudo para a média das colheitas, os clones se diferenciaram (Tabela 11). Diferentemente do observado em São Bento do Una, em que houve efeito de interação dos clones com os anos de colheita.

Em Arcoverde, o clone com maior IAC foi o Orelha de elefante mexicana, com valor de 0,34, seguido pelo IPA Sertânia com 0,24 de IAC. Já o clone F21 demonstrou o resultado mais baixo, com média de 0,08 de IAC. Tal resultado pode estar atrelado a menor largura de cladódio observada para o clone F21 (Tabela 6). Resultado semelhante de IAC é observado em São Bento do Una, onde, nas duas colheitas, o clone Orelha de elefante mexicana apresentou maior valor de IAC, 0,30 e 0,28 nas colheitas de 2015 e 2017, respectivamente.

Tabela 11. Índice de área do cladódio de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo   | Ano    |         | Média  |
|--|--------|---------|--------|
|  | 2015   | 2017    |        |
| Arcoverde ( $EP_{\text{genótipo}}=0,0120$ e $EP_{\text{ano}}=0,0009$ ) |        |         |        |
| F21  | 0,07   | 0,08    | 0,08D  |
| IPA Sertânia   | 0,21   | 0,27    | 0,24B  |
| Miúda  | 0,08   | 0,09    | 0,09DC |
| OEM  | 0,30   | 0,38    | 0,34A  |
| F8   | 0,08   | 0,09    | 0,09DC |
| IPA-20   | 0,12   | 0,13    | 0,13C  |
| Média  | 0,14b  | 0,17a   |        |
| São Bento do Una ( $EP=0,0260$ )                                       |        |         |        |
| F21  | 0,10Ba | 0,12Ba  | 0,11   |
| IPA Sertânia   | 0,30Aa | 0,19ABb | 0,25   |
| Miúda  | 0,10Bb | 0,18ABa | 0,14   |
| OEM  | 0,30Aa | 0,28Aa  | 0,29   |
| F8   | 0,10Ba | 0,09Ba  | 0,10   |
| IPA-20   | 0,12Ba | 0,08Ba  | 0,10   |
| Média  | 0,17   | 0,16    |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

É sabido que o clone Orelha de elefante apresenta cladódios maiores, o que influencia no maior IAC observado para este clone. Pinheiro et al. (2014) avaliaram três clones de palma forrageira, em condições de sequeiro: IPA Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana e observaram que as variáveis altura x largura e número total de cladódios foram as que melhor explicaram a variação do índice de área do cladódio.

A associação das diferentes características morfológicas de cada clone resultou na representação gráfica da Figura 3, sendo observadas variações entre plantas dentro do mesmo gênero. O clone IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera*) apresenta características comumente observada para o gênero, com dimensões de cladódios mais elevadas se assemelhando a uma *Opuntia*. O mesmo pode se considerar em relação ao

clone F21 (*Opuntia* sp), que por sua vez, se assemelha mais a plantas do gênero *Nopalea*.

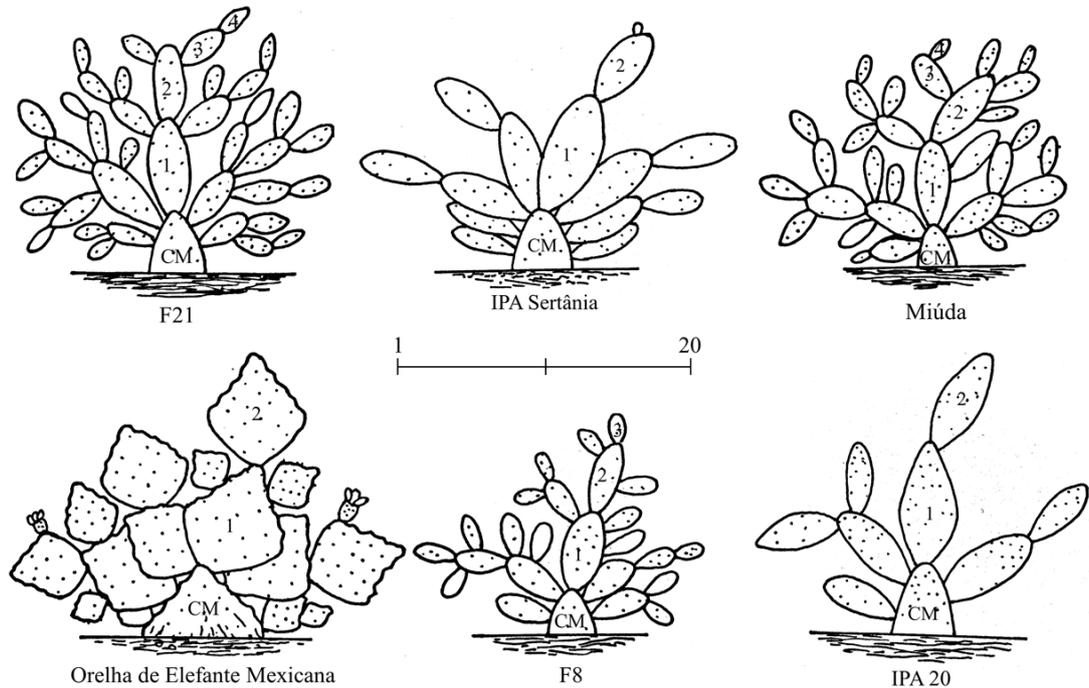


Figura 3. Representação gráfica dos clones de palma avaliados.

A caracterização morfológica da palma como um meio de entender seu desenvolvimento e aplicação de manejo correto e adequado é de suma importância. Ao se observar a Figura 3 evidencia-se a amplitude de formas que existem, mesmo dentro de plantas do mesmo gênero, o que exige, para melhor compreensão da palma como um todo, adaptação das técnicas de manejo empregadas para cada.

Quanto aos dados de produção de matéria seca, houve diferença significativa entre clones e anos de colheita, em Arcoverde (Tabela 12). Não foi observada diferença significativa entre clones dentro da primeira colheita (2015). Na segunda colheita (2017) houve diferença entre os clones, tendo o clone Orelha de elefante mexicana se destacado, com valores de PMS superior aos demais clones ( $12 \text{ t MS/ha}^{-1}$ ), que por sua vez, não diferenciaram entre si (Tabela 12). Silva et al. (2015) ao avaliarem a produtividade de três genótipos de palma (Miúda, IPA-20 e Orelha de elefante mexicana) obtiveram valores de PMS 11,5, 10,7 e  $15,6 \text{ t MS/ha}^{-1}$ , respectivamente.

Resultados próximos aos observados neste estudo ao primeiro ano de colheita. Pinheiro et al. (2014), observaram que o número total de cladódios, o índice de área do cladódio e a morfologia dos cladódios de quarta ordem são as variáveis que melhor explicam a variabilidade do rendimento dos clones de palma forrageira avaliados em ambiente semiárido.

Quando se compara as colheitas em Arcoverde, na primeira (2015) observaram-se valores de produtividade superior à segunda (2017) para a maioria dos clones, a exceção do clone Orelha de elefante mexicana, que não apresentou diferença significativa de uma colheita para outra. Todos os outros clones apresentaram redução de estande, o que influenciou marcadamente na produtividade.

Em São Bento do Una, apesar de também ter ocorrido uma redução da produtividade de uma colheita para outra, esta não foi tão expressiva como observado em Arcoverde (Tabela 12). Uma vez que, a mortalidade de plantas em São Bento do Una, de modo geral, foi menor (Tabela 15). Apesar de não ter ocorrido efeito significativo entre genótipos em cada ano de colheita, nem mesmo nas médias das duas colheitas, é notável que os clones que apresentaram maior mortalidade foram responsáveis pela redução dos valores produtivos entre as colheitas.

No entanto, a mortalidade dos clones provavelmente não foi o único fator que influenciou na redução de produtividade observada. Aspectos climáticos ou mesmo o impacto causado pela presença das cochonilhas também provavelmente afetaram a produção dos clones. Foi observado um menor índice pluviométrico (Figura 1A) no segundo ciclo produtivo (pós colheita de 2015). Contudo, ao se observar a média geral entre colheitas, a primeira teve maior produção de MS em relação a segunda, com valores de 19,2 t MS/ha<sup>-1</sup> em 2015 e 8,6 t MS/ha<sup>-1</sup> em 2017. Ao se estender a comparação para Arcoverde, nota-se que São Bento do Una apresentou valores superiores nas duas colheitas.

Outro aspecto importante a ser considerado é que, além das características já citadas de cada localidade, os teores de fósforo (P) no solo podem ter interferido no desenvolvimento das plantas. Em São Bento do Una, os teores de P foram superiores no primeiro ano, quando comparados ao segundo ano de colheita na mesma localidade e aos dois anos em Arcoverde (Tabela 1). De acordo com Souto et al. (2009), o fósforo

tem papel crucial na fase inicial das plantas, pois são essenciais no metabolismo e sua baixa disponibilidade nessa fase podem causar restrições ao seu desenvolvimento.

Tabela 12. Produção de forragem (t MS/ha<sup>-1</sup>) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo                     | Ano     |         | Média |
|------------------------------|---------|---------|-------|
|                              | 2015    | 2017    |       |
| Arcoverde (EP=0,3279)        |         |         |       |
| F21                          | 11,0 Aa | 0,6 Bb  | 5,8   |
| IPA Sertânia                 | 17,1 Aa | 3,0 Bb  | 10,0  |
| Miúda                        | 13,1 Aa | 2,6 Bb  | 7,8   |
| OEM                          | 13,5 Aa | 12,0 Aa | 12,7  |
| F8                           | 12,4 Aa | 3,2 Bb  | 7,8   |
| IPA-20                       | 14,7 Aa | 2,6 Bb  | 8,6   |
| Média                        | 13,6    | 4,0     |       |
| São Bento do Una (EP=1,1526) |         |         |       |
| F21                          | 19,9    | 9,2     | 14,5  |
| IPA Sertânia                 | 16,4    | 7,5     | 12,0  |
| Miúda                        | 24,7    | 11,3    | 18,0  |
| OEM                          | 21,8    | 13,5    | 17,7  |
| F8                           | 18,8    | 6,7     | 12,7  |
| IPA-20                       | 13,4    | 3,5     | 8,4   |
| Média                        | 19,2a   | 8,6b    |       |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ), EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Os maiores teores de P na fase inicial de crescimento da palma podem ter resultado maior desenvolvimento de toda a parte vegetativa, visto que, em praticamente todas as características morfológicas, foi observada superioridade de São Bento do Una em relação a Arcoverde. Araújo e Machado (2006) relatam que o P tem grande papel nas reações fotossintéticas e no metabolismo do carbono, e que o fósforo pode interagir com o nitrogênio, promovendo aumentos na produção vegetal, maiores que aqueles obtidos com aplicações de cada nutriente isoladamente. Neste estudo houve a utilização

de esterco bovino como fonte externa de nutrientes que, por sua vez, é rica em nitrogênio (DONATO et al., 2014) que, de certo modo, pode ter interagido com o P contido no solo.

Foi observada variação entre clones e colheitas para a eficiência do uso da água (EUA) apenas para Arcoverde (Tabela 13), a qual apresentou redução entre uma colheita e outra, exceto para o clone Orelha de elefante mexicana, que não variou significativamente entre colheitas.

Tabela 13. Eficiência do uso da água (kg de MS/mm de chuva) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipo     | Ano                   |        | Média |
|--------------|-----------------------|--------|-------|
|              | 2015                  | 2017   |       |
|              | Arcoverde (EP=0,4129) |        |       |
| F21          | 15,1Aa                | 1,2Bb  | 8,1   |
| IPA Sertânia | 23,3Aa                | 5,9Bb  | 14,6  |
| Miúda        | 17,9Aa                | 5,1Bb  | 11,5  |
| OEM          | 18,5Aa                | 23,8Aa | 21,2  |
| F8           | 16,9Aa                | 6,4Bb  | 11,6  |
| IPA-20       | 20,1Aa                | 5,2Bb  | 12,6  |
| Média        | 18,6                  | 7,9    |       |
|              | São Bento do Una      |        |       |
| F21          | 15,8                  | 13,9   | 14,8  |
| IPA Sertânia | 13,0                  | 11,4   | 12,2  |
| Miúda        | 19,6                  | 17,2   | 18,4  |
| OEM          | 17,3                  | 20,4   | 18,9  |
| F8           | 14,9                  | 10,1   | 12,5  |
| IPA-20       | 10,6                  | 5,3    | 8,0   |
| Média        | 15,2                  | 13,0   |       |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

A EUA é alta para plantas de metabolismo CAM (SILVA et al., 2015). Em Serra Talhada, Silva et al. (2014c) observaram que o clone Orelha de elefante mexicana e o

IPA Sertânia foram os clones que se destacaram com maior EUA, isso quando comparado com o clone Miúda, que segundo os autores, teve o desempenho mais baixo. Ferraz (2018) observaram que os genótipos do gênero *Nopalea* 6, 13 e 21 apresentaram maior EUA, com valores médios de  $26,08 \pm 17,34$  kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. Neste estudo, o clone Orelha de elefante mexicana teve, na segunda colheita uma EUA de 23,8 kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, superior aos demais clones, que por sua vez, não apresentaram diferença. Tais resultados evidenciam a melhor adaptação do clone Orelha de elefante mexicana em condições desfavoráveis de chuva, fato que foi observado em alguns períodos da avaliação (Figura 1A).

A ocorrência de cochonilhas variou entre os locais avaliados e anos de avaliação, bem como entre os clones (Tabela 14). Em ambos os locais, a incidência de cochonilha do carmim evidenciou comportamento semelhante, sendo observadas no início das avaliações (2014), atingindo um pico em 2015 e depois caindo até a última avaliação em 2017. Entre os clones atacados pela cochonilha do carmim (IPA-20, F21 e F8), em ambos os locais, o clone IPA-20 mostrou-se como o mais susceptível, sendo considerado de alta infestação pelo inseto, com notas superiores a 3. Essa imunidade dos clones Orelha de elefante mexicana, IPA Sertânia e Miúda, os classificaram como resistentes a cochonilha do carmim, conforme também observado por Santos et al. 2013.

Diferentemente do observado para a cochonilha do carmim, a de escamas não obedeceu a um padrão, sendo observada em três clones de palma em Arcoverde e em todos os clones em São Bento do Una (Tabela 14). Em Arcoverde os clones IPA Sertânia e Orelha de elefante mexicana apresentaram presença de cochonilha de escamas, com notas médias de 1,33 e 1,67, respectivamente. O clone Miúda, inicialmente, também exibiu infestação, porém, reduzida, com notas abaixo de 1. No entanto, em São Bento do Una, se observou alta infestação por cochonilhas de escamas. O clone Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw), de modo geral, teve maior presença da cochonilha de escamas, com notas médias de 4 ao final das avaliações. O clone IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) apresentou comportamento semelhante com notas acima de 3, ao final das avaliações (Tabela 14).

Tabela 14. Infestação por cochonilhas em clones de palma forrageira em Arcoverde e São Bento do Una, conforme os anos de observação.

| Clones/Ano   | Arcoverde            |      |      |      |                      |      |      |      |      |
|--------------|----------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|
|              | Cochonilha do Carmim |      |      |      | Cochonilha de escama |      |      |      |      |
|              | 2014                 | 2015 | 2016 | 2017 | 2014                 | 2015 | 2016 | 2017 |      |
| F21          | 1,33                 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |      |
| IPA Sertânia | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33                 | 0,33 | 1,33 | 0,67 |      |
| Miúda        | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67                 | 0,67 | 0,00 | 0,33 |      |
| OEM          | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33                 | 1,67 | 1,00 | 1,00 |      |
| F8           | 0,33                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |      |
| IPA-20       | 3,33                 | 3,67 | 1,33 | 0,00 | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |      |
| Clones/Ano   | São Bento do Una     |      |      |      |                      |      |      |      |      |
|              | F21                  | 1,00 | 1,33 | 0,00 | 0,00                 | 1,33 | 0,00 | 1,33 | 1,00 |
|              | IPA Sertânia         | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00                 | 0,00 | 0,67 | 2,33 | 3,67 |
|              | Miúda                | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00                 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 |
|              | OEM                  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00                 | 0,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 |
|              | F8                   | 0,33 | 1,00 | 0,00 | 0,00                 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 1,00 |
|              | IPA-20               | 2,00 | 3,33 | 1,33 | 1,00                 | 3,33 | 0,00 | 0,33 | 0,33 |

Notas atribuídas variando de 0 (quando não há presença de cochonilha) a 5 (total cobertura por cochonilha).

O fato de haver a presença da cochonilha de escama em diversos dos clones, revelam um possível fator ambiental interferindo no comportamento do inseto, certamente a maior presença de chuvas constantes, o que pode ter tornado as plantas mais “suculentas” e atrativas ao inseto. No entanto, deve-se considerar que a infestação, em ambos os locais e pelas duas cochonilhas, ocorreu de forma natural, sem indução ou infestação artificial. Desta forma, a maneira como a palma é manejada, bem como fatores externos como as espécies de plantas ou outras cultivares de palma no entorno do local de plantio podem influenciar na proliferação do inseto. Vale salientar que, em condições de casa de vegetação, foi observado ataque de cochonilha de escamas em cinco clones (Tabela 3, capítulo 2), sendo o clone IPA-20 o único não atacado.

Existem relatos de impactos severos na produtividade da palma provocados por cochonilha de escamas (SANTOS et al., 2006). Para este estudo foi observado redução

de produtividade em ambos os locais (Tabela 12). No entanto, os níveis de infestação não foram suficientes para tal efeito, uma vez que, os clones que demonstraram maiores perdas produtivas e de desenvolvimento não foram os que apresentaram as plantas mais atacadas por cochonilhas. A exemplo, o clone F21 em Arcoverde, que demonstrou alta mortalidade (Tabela 15) e grande perda de produtividade (Tabela 12) e teve presença de cochonilha do carmim no início das avaliações, com notas próximas a 2 e média de 1,33. Nota-se que após a primeira colheita (2015), não foi mais observado presença de cochonilha do carmim. Tal efeito pode estar atrelado a presença de alguma doença que prejudicou o desenvolvimento do clone F21, que associado a cochonilha, as baixas pluviosidades nos meses posteriores a colheita de 2015 elevaram a mortalidade da planta.

Na primeira colheita (2015) observou-se redução do estande de plantas (Tabela 15), em relação ao stand inicial. Em Arcoverde foi observada alta mortalidade de plantas, sendo o clone mais afetado o F21, que já na primeira colheita teve redução de quase 17% do estande (Tabela 15), chegando ao segundo corte com apenas 10% do total de plantas. Em São Bento do Una, o mesmo clone teve perdas de estande, porém, muito inferiores aos observados em Arcoverde, chegando à redução de 16,7% do estande de plantas na segunda colheita.

O clone F21 não foi o único a apresentar alta mortandade em Arcoverde, os clones F8 (73%), Miúda (30%), IPA-20 (20%) também demonstraram redução considerável do estande. O clone IPA Sertânia teve uma redução do estande de 6% apenas. Quando se observa São Bento do Una, o clone F8 foi o que apresentou maior redução de estande, de 43% em relação ao valor inicial (Tabela 15). Uma diferença de 30% em relação a Arcoverde, isso para a segunda colheita (2017).

Aspectos climáticos e de ocorrência de pragas podem ter contribuído para grande variação do estande, além da realização do plantio no mês de julho, com ocorrência de algumas chuvas. Notadamente, Arcoverde apresentou maior irregularidade pluviométrica (Figura 1), comparado a São Bento do Una. Nas duas situações de colheitas (2015 e 2017), nos meses antecedentes as colheitas houve período de estiagem. Por outro lado, a presença de podridão nos cladódios é a principal causa da redução de plantas. Esse tipo de doença é muito causado pela presença de *Alternaria*

(*Alternaria* sp.) e fusariose que é causada pela presença de fungos do gênero *Fusarium* (BOMFIM, 2015; SOUZA et al., 2017b).

Tabela 15. Estande de plantas (%) de genótipos de palma forrageira, conforme o local e ano de colheita

| Genótipos    | Ano                          |         | Médias |
|--------------|------------------------------|---------|--------|
|              | 2015                         | 2017    |        |
|              | Arcoverde (EP=10,2199)       |         |        |
| F21          | 83,3Aa                       | 10,0Bb  | 46,7   |
| IPA Sertânia | 96,7Aa                       | 93,3Aa  | 95,0   |
| Miúda        | 86,7Aa                       | 70,0Aa  | 78,3   |
| OEM          | 100,0Aa                      | 100,0Aa | 100,0  |
| F8           | 73,3Aa                       | 26,7Bb  | 50,0   |
| IPA-20       | 100,0Aa                      | 80,0Aa  | 90,0   |
| Médias       | 90,0                         | 63,3    |        |
|              | São Bento do Una (EP=6,4550) |         |        |
| F21          | 100,0Aa                      | 83,3Aba | 91,7   |
| IPA Sertânia | 100,0Aa                      | 100,0Aa | 100,0  |
| Miúda        | 100,0Aa                      | 90,0Aa  | 95,0   |
| OEM          | 100,0Aa                      | 96,7Aa  | 98,3   |
| F8           | 96,7Aa                       | 56,7Bb  | 76,7   |
| IPA-20       | 96,7Aa                       | 76,7ABb | 86,7   |
| Médias       | 98,9                         | 83,9    |        |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). EP=erro padrão da média para o fator que foi significativo a 5% de probabilidade.

Silva et al. (2015), trabalhando com clones de IPA Sertânia, Miúda e Orelha de elefante mexicana, observaram maior dificuldade de estabelecimento para os clones do gênero *Nopalea*, sendo a mortalidade de 10,4%; 4,4% e 1,0% para os clones avaliados, respectivamente. No presente trabalho, o clone F21 (*Nopalea*), também apresentou elevada mortalidade. O clone F8 (*Opuntia*) apresentou alta mortalidade, independentemente do local. O clone Orelha de elefante mexicana demonstrou baixa mortalidade, evidenciando maior adaptação as condições dos dois locais de avaliação.

A mortalidade de plantas teve efeito direto na produtividade (Tabela 12), observando-se produção de matéria seca baixa em Arcoverde, na segunda colheita, na qual ocorreram as maiores mortalidades. Deste modo, a sobrevivência é um aspecto importante a ser observado como característica desejável em um genótipo de palma, por influenciar diretamente no sistema produtivo.

#### **4. CONCLUSÕES**

O clone Orelha de elefante mexicana é superior quanto as características morfológicas e produtivas.

Os clones F21, F8 e Miúda apresentam dificuldade de estabelecimento, independentemente do local de cultivo, com alta mortalidade e redução de desempenho.

A primeira colheita (2015) teve maior produtividade, independentemente do local de cultivo.

O clone Orelha de elefante mexicana é mais susceptível a cochonilha de escama, enquanto o clone IPA-20 é vulnerável a do carmim.

Os níveis de infestação pela cochonilha de escama são mais expressivos em São Bento do Una, com ocorrência de tal praga em todos os clones.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, D. M.; SILVA, T. G. F. D.; PEREIRA, P. D. C.; SOUZA, L. S. B. D.; MINUZZI, R. B. Phenophases and cutting time of forage cactus under irrigation and cropping systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 1, p. 62-71, 2017.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. FÓSFORO. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. p.253-280.

BARBOSA, M. L.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; FERREIRA, W. P. M. Environmental variables influencing the expression of morphological characteristics in clones of the forage cactus. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 3, p. 399-408, 2018.

BOMFIM, A. G. J. **Controle de fungos fitopatogênicos de palma forrageira por meio de fungos endofíticos isolados de cactáceas**. Dissertação de Mestrado em Biologia – Recife-PE: UFPE, 2015.

CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.424 - 433, 2014.

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

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; BONOMO, P.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.151-158, 2014.

DUBEUX JÚNIOR, J. C.; ARAÚJO FILHO, J. T. D.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira-Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

FERRAZ, A. P. F. **Avaliação de clones de palma forrageira no agreste e sertão de Pernambuco**. 2018. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIMA, G. F. C.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, n.2, p.481-488, 2016.

LIMA, W. S. L.; PEREZ-MARIN, A. M.; LAMBAIS, G. R. Adubos orgânicos no desenvolvimento de variedades da palma forrageira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, n. 2, p. 170 - 175, 2018.

LIRA, M. A.; SANTOS, D. C. Recomendações Gerais. In: LIRA, M. A. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo e usos**. Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades, n.7. Recife. IPA, 2016. p.49 - 58.

NOBEL, P. S.; BOBICH, E. G. Environmental biology. In: NOBEL, P. S. (Ed.). **Cacti: biology and uses**. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 2002. p.57-74.

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F.; SANTOS, D. C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p.184-195, 2015

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 939 – 947, 2014.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.931-938, 2015.

REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; GUEDES, F. X.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B. Morfologia e rendimento de biomassa da palma Miúda irrigada sob doses de adubação orgânica e intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.118-130, 2014.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, p. 363 – 371, 2017.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. M. **Manejo e utilização de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Napolea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (Boletim Técnico, 30).

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SILVA, R. M. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.111-121, 2013.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; FERREIRA, M. A.; CUNHA, M. V. Palma Forrageira. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Org.) **Plantas Forrageiras**. Viçosa, Editora UFV, 2010, cap-14. 537 f.

SILVA, J. A.; DONATO, S. L.; DONATO, P. E.; SOUZA, E. D. S.; PADILHA JR, M. C.; SILVA JR, A. A. Yield and vegetative growth of cactus pear at different spacings and under chemical fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 6, p. 564 - 569, 2016.

SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071, 2014a.

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

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

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; SILVA, S. M. S.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; ARAÚJO, J. E. M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, v.73, n.2, p.184-191, 2014c.

SILVA, T. G. F.; MIRANDA, K. R.; SANTOS, D. C.; QUEIROZ, M. G.; SILVA, M. C.; CRUZ NETO, J. F.; ARAÚJO, J. E. M. Área do cladódio de clones de palma

forrageira: modelagem, análise e aplicabilidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 626-632, 2014b.

SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, S. T.; GOMES, M. M. S.; NASCIMENTO, J. P.; SOUTO, P. C. Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de plantas de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp). **Revista Verde**, v.4, n.1, p.135 – 140, 2009.

SOUZA, A. E. F.; NASCIMENTO, L. C.; SOUZA, B. O. Principal components of the intensity of aqueous roto n prickly pear plantations in the semiarid region of the State of Paraíba, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 370 – 376, 2017b.

SOUZA, T. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; CUNHA, M. V.; LIMA, L. E.; SILVA, R. R. Productivity and nutrient concentration in spineless cactus under different fertilizations and plant densities, **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.12, n.4, p. 555 – 560, 2017a.

SUDENE, **Nova delimitação do semiárido**, Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017, Ministério da Integração Nacional. Disponível em: <http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. – 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os clones de palma forrageira apresentaram comportamento variado, conforme a condição de cultivo.

Quando cultivado em casa de vegetação, o clone Miúda apresentou número maior de brotações, seguido pelo Orelha de elefante mexicana durante os 360 dias de avaliação. Os clones avaliados apresentaram baixa produção de matéria seca, sendo o clone Orelha de elefante mexicana o de melhor desempenho. Todos os clones de palma apresentaram infestação por cochonilha de escama quando cultivados condições de casa de vegetação, a exceção do clone IPA-20. Não houve infestação por cochonilha do carmim.

As condições de luminosidade, reposição periódica de água, longo período de crescimento em vasos, são fatores que provavelmente influenciaram no desenvolvimento das plantas em casa de vegetação. Por outro lado, observações em casa de vegetação podem auxiliar na avaliação de genótipos em período de tempo menor que em condições de campo, sendo uma ferramenta importante na avaliação previa de materiais em trabalhos de melhoramento genético, notadamente quando tem-se um grande número de clones.

Nas condições de campo, os clones de palma forrageira, proporcionaram alto potencial para cultivo nas mesorregiões do Agreste e Sertão do estado de Pernambuco. No entanto, em São Bento do Una foi constatado desempenho melhor em diversas das características morfológicas analisadas. O que sugere que o efeito das condições climáticas do local influenciou favoravelmente o desenvolvimento das plantas. A exemplo o número de cladódios totais por planta, em que as plantas cultivadas em São Bento do Una tiveram, em média, de 5 a 9 cladódios a mais que as cultivadas em Arcoverde.

Os níveis de infestação pelas cochonilhas observadas nas plantas foram variáveis nos diferentes locais. Plantas de Arcoverde apresentaram maior propensão ao aparecimento da cochonilha do carmim e em São Bento do Una a de escamas. Todos os clones demonstraram algum nível de infestação por cochonilha de escamas em São Bento do Una.

A produção de matéria seca dos clones foi variável, conforme ano de colheita e local. Em Arcoverde, a redução na produção de matéria seca observada foi bastante

influenciada pela alta mortalidade das plantas, principalmente para o clone F21, que apresentou uma redução do estande de plantas de 93%.

O clone Orelha de elefante mexicana se mostrou melhor adaptado as características do Agreste e Sertão de Pernambuco.

## ANEXOS

| Bloco/Tratamento | 1      | 2         | 3         | 4         | 5     | 6       |
|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
| <b>B1</b>        | F21    | IPA Sert. | Miúda     | IPA-20    | OEM   | F8      |
| <b>B2</b>        | OEM    | IPA Sert. | F8        | F21       | Miúda | IPA-20. |
| <b>B3</b>        | IPA-20 | Miúda     | IPA Sert. | OEM       | F21   | F8      |
| <b>B4</b>        | IPA-20 | F21       | IPA Sert. | F8        | Miúda | OEM     |
| <b>B5</b>        | OEM    | F8        | F21       | IPA Sert. | Miúda | IPA-20  |

### 1. Croqui experimento em casa de vegetação.

| Bloco/Tratamento | 1      | 2         | 3         | 4     | 5     | 6         |
|------------------|--------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|
| <b>B1</b>        | IPA-20 | F21       | IPA Sert. | OEM   | Miúda | F8        |
| <b>B2</b>        | OEM    | F8        | IPA-20    | Miúda | F21   | IPA Sert. |
| <b>B3</b>        | OEM    | IPA Sert. | F21       | Miúda | F8    | IPA-20    |

| Bloco/Tratamento | 1      | 2         | 3      | 4         | 5      | 6     |
|------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-------|
| <b>B1</b>        | Miúda  | F8        | F21    | IPA Sert. | IPA-20 | OEM   |
| <b>B2</b>        | F8     | IPA Sert. | IPA-20 | OEM       | Miúda  | F21   |
| <b>B3</b>        | IPA-20 | OEM       | F21    | IPA Sert. | F8     | Miúda |

### 2. Croqui experimento de campo, Arcoverde (A) e São Bento do Una (B).



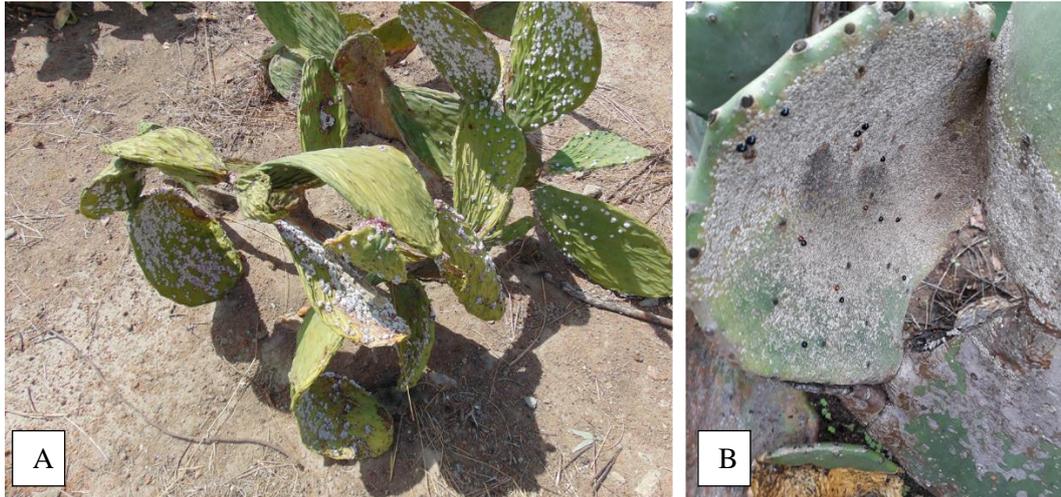
3. Distribuição dos vasos em experimento de casa de vegetação.



4. Sistema radicular da palma em casa de vegetação aos 360 dias de crescimento.



5. Presença de cochonilha de escamas na palma, casa de vegetação.



6. Presença de cochonilhas do carmim em Arcoverde (A) e de escamas em São Bento do Una (B).



7. Mortalidade das plantas aos 4 anos de crescimento (2017), Arcoverde-PE.