

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

ANA CAROLINE DE ALMEIDA MOURA

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA EM  
DIFERENTES ORDENS DE CLADÓDIO**

Rio Largo – AL

2023

ANA CAROLINE DE ALMEIDA MOURA

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA EM  
DIFERENTES ORDENS DE CLADÓDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, como requisito de avaliação para obtenção do Título de Engenheira Agrônoma, formada pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

Rio Largo – AL

2023

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 – 1512

M929c Moura, Ana Caroline de Almeida.

Crescimento e produtividade da palma forrageira em diferentes ordens de cladódio / Ana Caroline de Almeida Moura. – 2023.

32f.: il.

Orientador(a): Jorge Luiz Lins Cunha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Nopalea cochenillifera. 2. Cactáceas. 3. Produção. I. Título.

CDU: 633.2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA CAROLINE DE ALMEIDA MOURA

## CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA EM DIFERENTES ORDENS DE CLADÓDIO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia Apresentado e aprovado em 24 de julho de 2023.

### Banca examinadora

Documento assinado digitalmente  
 JORGE LUIZ XAVIER LINS CUNHA  
Data: 26/07/2023 11:18:12-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr. Jorge Luiz Lins Cunha  
(Prof. Orientador – CECA/UFAL)

Documento assinado digitalmente  
 REINALDO DE ALENCAR PAES  
Data: 27/07/2023 07:58:55-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr. Reinaldo de Alencar Paes  
(Professor CECA/UFAL)

Documento assinado digitalmente  
 MARIA GILBERLÂNDIA FERREIRA FERRO  
Data: 26/07/2023 11:33:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Maria Gilberlândia Ferreira Ferro  
(Mestre em Agricultura e Meio Ambiente – UFAL)

## DEDICO

*À minha mãe **Fernanda de Almeida**, minha irmã **Ana Beatriz** por todo e carinho e apoio nessa jornada. Ao meu namorado e amigo **Vitor** pelo companheirismo e incentivo.*

## HOMENAGEM

Ao Prof. Dr. **Jorge Luiz Xavier Lins Cunha** por todos os ensinamentos, toda dedicação, e toda paciência para realização deste trabalho.

Ao meu grande amigo **Marcelo Augusto** com quem obtive apoio durante toda a graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pela oportunidade de enfrentar os desafios que me foram propostos e permissão de realizar um grande sonho.

Agradeço aos meus familiares, pelo apoio, incentivo e carinho durante esses anos de graduação.

Agradeço de forma especial ao meu orientador Jorge Luiz Xavier Lins Cunha pelo apoio e orientação, por todos os ensinamentos e principalmente pela paciência.

Agradeço ao meu namorado Vitor Guilherme por ter compartilhado essa trajetória comigo, pelos conselhos e por acreditar sempre em mim.

Agradeço ao meu amigo Marcelo Augusto por sempre acreditar no meu potencial, pelo apoio, amizade e todos os ensinamentos passados.

Agradeço aos meus colegas do LATEP (Laboratório de Tecnologia da Produção) pela ajuda na execução do meu trabalho Marcelo, Rafaela, Lucas, Gerlan e Bruno.

Agradeço aos meus colegas de turma por compartilhar de uma parte importante da minha vida, pois todos, de forma direta ou indireta contribuíram com a minha formação.

Agradeço em especial aos meus amigos de graduação Dorothy, Jean, Isadora, Felipe, Jonas e Jeferson.

Agradeço à minha banca examinadora, Prof Dr. Reinaldo de Alencar Paes como membro interno (CECA/UFAL), e a estudante de doutorado Maria Gilberlândia Ferreira Ferro (CECA/UFAL), que se dispuseram para contribuir com o aperfeiçoamento do meu trabalho de conclusão.

Agradeço ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias CECA – UFAL, e todo corpo docente do curso de Agronomia por toda oportunidade de conhecimento compartilhado e adquirido.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando  
nos mantemos fiéis a nós mesmos”

**Friedrich Nietzsche**

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar se existe interferência na produtividade e no número de cladódios da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) em função das respectivas ordens de cladódio: primeira, segunda e terceira. O experimento foi realizado no Laboratório de Tencologia da Produção (LATEP), no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. As parcelas experimentais foram constituídas por um vaso com capacidade de 18 quilos, contendo um cladódio por vaso das diferentes ordens (1º, 2º e 3º) o espaçamento entre as plantas foram de 0,20 m entre as vasos e 1,20 m entre fileiras. Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados. As variáveis analisadas foram divididas em biométricas (número de cladódios por planta, número de cladódios por hectare, altura e largura de planta e índice de área de cladódio) e variáveis de produtividade (peso por planta e massa verde). As avaliações foram feitas a cada 60, 120; 180; 240; 300 e 360 dias após o plantio (DAP) utilizando trena métrica graduada, com total de seis avaliações Os dados foram submetidos a análise de variância e média comparada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis biométricas obtiveram diferença significativa apenas até aos 120 dias após o plantio e as variáveis de produtividade analisadas não obtiveram diferença significativa.

**Palavras chave:** *Nopalea cochenillifera*, cactáceas, produção.

## ABSTRACT

The present study had as general objective to evaluate if there is interference in the productivity and in the number of cladodes of cactus pear (*Nopalea Cochenillifera*) in function of the respective cladode orders: first, second and third. The experiment was carried out at the Laboratory of Production Technology (LATEP), at the Campus of Engineering and Agricultural Sciences – CECA, at the Federal University of the Alagoas – UFAL. The experimental plots consisted of a vase with a capacity of 18 kg, containing one cladode per vase of the different orders (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> and 3<sup>a</sup>). The spacing between plants was 0,20 m between plants and 1,20 m between rows. A completely randomized block design was used. The analyzed variables were divided into biometrics (number of cladodes per plant, number of cladodes per hectare, plant height and width and cladode area index) and productivity (weight per plant and green mass). Assessments were made every 60, 120, 180, 240, 300 and 360 days after planting (DAP) using a graduated measuring tape, with a total of six evaluations. The data were submitted to analysis of variance and mean compared by Tukey's test at 5% probability. All variables (biometric and productivity) analyzed did not show significant difference.

**Keywords:** *Nopalea cochenillifera*, cacti

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>11</b>
<b>2. Revisão de literatura</b>	<b>12</b>
2.1 <i>Palma forrageira no Brasil e em Alagoas</i>	12
2.2 <i>Classificação botânica, características morfofisiológicas e cultivar <i>Nopalea cochenillifera</i></i>	13
2.3 <i>Forma de plantio e cultivo da palma</i>	14
<b>3. Material e métodos</b>	<b>16</b>
<b>4. Resultados e discussão</b>	<b>22</b>
4.1 <i>Variáveis biométricas</i>	22
4.2 <i>Variáveis de produtividade</i>	27
<b>5. Conclusão</b>	<b>29</b>
<b>6. Referências</b>	<b>30</b>

## Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, na região de Rio Largo, AL, 2019.....17
- Tabela 2.** Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias das 3 ordens de cladódio, em relação aos dados de Cladódio por planta (CP).....22
- Tabela 3.** Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias das 3 ordens de cladódio, em relação aos dados de Cladódio por hectare (CH).....24
- Tabela 4.** Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias das 3 ordens de cladódio, em relação aos dados de Índice de área de cladódio (IAC).....26
- Tabela 5** – Análise de variância e coeficiente de variação em relação aos dados de produtividade Peso por planta e Massa verde.....27

## 1. Introdução

A palma forrageira (*Nopalea cochenilifera*) é a cactácea de maior importância econômica no mundo, de acordo com ALMEIDA (2011) essa planta pode ser utilizada para preservação do solo, produção de frutos e verduras para o consumo humano, forragem para o gado, biomassa para fins energéticos, produção do carmim e outros produtos como remédios e cosméticos.

Exportada do México para o Brasil, inicialmente, a palma foi cultivada para beneficiar a indústria têxtil com o objetivo de hospedar a Cochonilha do Carmim (*Dactylopius coccus*), um inseto produtor de um corante vermelho (carmim) mas que não causa danos à planta, quando bem manejada (SILVA *et al*, 2018) De acordo com ROCHA *et al* (2012) seu uso como planta forrageira somente se intensificou na década de 90 quando ocorreram secas prolongadas no Nordeste.

Essa cactácea foi introduzida no Brasil por volta de 1880, em Pernambuco, através de sementes vindas do Texas (SILVA, SANTOS *et al* 2006). Atualmente, o Brasil é o país com maior cultivo da palma forrageira do mundo, com área estimada em 600 mil ha (MARQUES *et al*, 2017).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) reconhece o potencial de desenvolvimento e a importância da palma nas regiões áridas e semiáridas do mundo através da exploração econômica para a segurança alimentar humana, animal e usos na conservação do meio ambiente (Neves *et al*, 2020). As condições edafoclimáticas impostas pelas regiões áridas e semi-áridas satisfaz várias exigências da palma, fazendo com que essas plantas desempenhem um papel de suma importância para conservação do solo (AMORIM, 2011).

A palma é uma cultura que pode crescer em solos degradados, inadequados para outras espécies, e é altamente resistente ao déficit hídrico, destacando-se como uma importante alternativa para o plantio diante dos cenários de mudanças climáticas. (Moura *et al*, 2011)

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar se existe interferência na produtividade e no número de cladódios por planta em função das respectivas ordens de cladódio: primeira, segunda e terceira.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1 Palma forrageira no Brasil e em Alagoas

A Palma forrageira (*Nopalea Cochenillifera*), segundo (GAVA; LOPES 2012) possui ampla distribuição geográfica, encontra-se dispersa em todos os continentes, exceto nas regiões polares. No Brasil, possui a maior parte na região Nordeste, principalmente nos estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia, Ceará e Alagoas (Silva 2012). De acordo com Lira *et al* (2017) a palma é cultivada com sucesso no Semiárido nordestino desde o século XX, por apresentar características morfofisiológicas que a tornam apropriada a essas regiões. E também, possui elevado potencial de produção de fitomassa nas condições ambientais do semiárido (RAMOS *et al*, 2017).

Estudos indicam que a palma forrageira é uma espécie que poderá se destacar em termos de produtividade diante dos cenários futuros que preveem o aquecimento global, pois a mesma tem aptidão para ser cultivada em regiões com elevados valores de temperatura média do ar (Moura *et al*, 2011). Segundo, Marques *et al*, (2017) as cactáceas constituem o exemplo mais perfeito de eficiência de adaptação e aproveitamento da água e energia em ambientes secos, reconhecido por servirem como reservatórios de água para o metabolismo durante os períodos de déficit hídrico.

Além disso, esta planta possui inúmeras propriedades medicinais como anti-inflamatória, capacidade neuroprotetora, anti-diabética, antioxidante etc. A utilização da palma na indústria farmacêutica inclui a fabricação de medicamentos usados no tratamento de úlceras e anti-diabetes. Ainda é possível produzir cosméticos, como sabonetes, xampus, cremes etc. (Neves *et al*, 2020).

No Brasil, o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) são pioneiros nas pesquisas dessa planta forrageira (Rocha *et al*, 2012). E, de acordo com SANTOS *et al* (2006) nos últimos anos, a palma voltou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras, principalmente de Pernambuco e Alagoas.

A introdução da palma forrageira no estado de Alagoas, de acordo com Lira *et al* (2017) foi no ano de 1946, a Secretaria de Agricultura do estado de Alagoas passou a incentivar o cultivo da palma nos sertões Alagoanos, por meio da

distribuição de mudas e prêmios aos que se mostravam interessados pela cultura. Vários municípios do estado se transformaram em zonas prósperas de produção animal, notadamente na produção de bovinos leiteiros e de corte.

A palma forrageira possui grande importância econômica no estado alagoano visto que, no estado de Alagoas a produção de leite é segunda maior atividade rural empregadora, depois da cana de açúcar (ALMEIDA, 2012). Segundo, Lopes, *et al* (2012) A cultivar mais plantada no estado é a variedade miúda ou doce (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick.), por apresentar alta palatabilidade.

A presença da palma na dieta dos ruminantes no período de seca ajuda aos animais a suprir a maior parte da água necessária do corpo (SANTOS *et al*, 2006). Representando assim grande parte da alimentação que compõem a dieta dos ruminantes (Lira *et al*, 2017). De acordo com Neves *et al*, (2020) a palma pode ser considerada um “hidroalimento” devido ao seu grande armazenamento hídrico e por ser uma alternativa energética de baixo custo. Além disso, a palma forrageira é rica em carboidratos não fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (62%) (Rocha *et al*, 2012).

## **2.2 Classificação botânica, características morfofisiológicas e cultivar *Nopalea cochenillifera***

A palma forrageira pertence à família das Cactáceas, divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermea, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclamideae e ordem: Opuntiales. Nessa família, existem 178 gêneros com cerca de 2.000 espécies conhecidas, entretanto dois deles *Opuntia* e *Nopalea* são os mais utilizados como forrageira (ANOOP; RANA; PREETHAM, 2012).

A *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck cv miúda ou doce apresenta cladódios em torno de 25 cm de comprimento com formato abovado (base mais fina que a ponta) e coloração verde intenso brilhante, o caule apresenta grande ramificação e de pequeno porte, as flores são vermelhas e durante o ciclo a corola permanece semiaberta, o fruto tem formato de baga e com cor roxa (SILVA; SANTOS *et al*, 2006). Podendo ser classificados em ordens, como de primeira, segunda, terceira e assim sucessivamente de acordo com a sua disposição sobre o crescimento (VIDAL; VIDAL 2003).

A palma forrageira é bem adaptada às condições semiáridas e pode suportar longos períodos de estiagem. Esta adaptação é atribuída a sua fisiologia, caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM, do inglês Crassulacean Acid Metabolism) (MARQUES *et al*, 2017). Sua respiração possibilita maior retenção durante o dia, por seus estômatos se manterem fechados nas horas mais quentes, abrindo apenas no período noturno (SILVA *et al*, 2018). E concentração de CO<sub>2</sub>. Em geral, atingem a máxima profundidade de 30 cm e dispersão de 4 a 8 cm em diferentes tipos de solo (SUDZUKI-HILLS, 2001).

Essas características são importantes pois permite que a palma forrageira tenha maior eficiência no uso da água, chegando a ser superior a 5 e 8 vezes quando comparada às plantas de metabolismo C4 e C3 (FILHO, 2018).

A composição química da palma varia conforme a época do ano, idade da planta, ordem do artigo, cultivar, manejo de adubação, espaçamento de plantio, entre outros fatores (DUBEUX JÚNIOR *et al*, 2010).

### **2.3 Forma de plantio e cultivo da palma**

As raquetes escolhidas para serem usadas como mudas devem ser sadias, maduras, vigorosas, sem nenhum dano ou doença e retiradas de plantas após um ou dois anos sem nenhuma colheita. Raquetes muito novas não podem ser utilizadas para o plantio, pois são mais fáceis de apodrecer. Em contrapartida, as raquetes muito velhas têm maior dificuldade de enraizamento. As raquetes ideais para o plantio são as retiradas do terço médio das plantas, com aproximadamente dois anos de idade, que já tenham emitido ou próximas de emitir brotos, além de possuir uma maior uniformidade de tamanho e peso.

Após a retirada das mudas, elas devem ser colocadas para cicatrizar e desidratar à sombra durante aproximadamente 15 dias no processo conhecido como cura ou cicatrização dos cortes das raquetes. A cicatrização do corte evita a contaminação da muda por fungos e bactérias, e a desidratação favorece o enraizamento (SILVA, SANTOS *et al* 2006).

As raquetes devem ser enterradas até a metade do seu tamanho (50%), para que fiquem bem firmes e não venham a tombar devido ao peso da planta (Neves *et*

al, 2020) o adensamento do número de plantas por área, adubações estratégicas, materiais genéticos adaptados ao clima permite o aumento significativo da produtividade.

O plantio no sistema intensivo deve ser realizado com a face das raquetes voltada para o sentido leste-oeste em relação à posição do sol, tomando o cuidado de evitar o plantio na direção predominante dos ventos. palma não tolera competição por água e nutrientes com outras plantas na área de plantio. O controle de plantas invasoras pode ser feito com duas capinas ao ano com enxada, roçadeira ou usando herbicidas de pré-emergência com os princípios ativos.

Além disso, um palmal tem uma vida útil aproximada de 10 a 15 anos, podendo chegar aos 20 anos caso seja bem conduzido (NEVES et al, 2020)

A colheita se inicia 1,5 a 2 anos após o plantio, dependendo do espaçamento e das condições de clima e solo. É realizada manualmente, como forma de preservar o palmal. Embora haja custo com mão de obra, essa é a forma recomendada de colheita (SILVA; SANTOS, 2006), porque o pastejo direto danifica muito as plantas.

### 3. Material e métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo, AL (09°28'02" S e 35°49'43" W, 127 m de altitude), o solo utilizado nos vasos foi classificado como sendo um Latossolo Amarelo coeso argissólico, com textura média argilosa, o clima da região conforme a classificação de Thornthwaite e Mather é quente e úmido (B<sub>1</sub>), megatérmico (A'), com deficiência de água moderada no verão (s), com grande excesso de água no inverno (w<sub>2</sub>), e a precipitação pluvial média anual da região é 1.800 mm.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados 3 x 10 sendo 3 tratamentos e 10 repetições. Foram avaliadas três ordens de cladódios a saber, de primeira, segunda e terceira ordem, sendo as avaliações a cada sessenta dias. Os vasos do experimento foram preenchidos com solo peneirado, sendo retirado da camada que compreendeu a profundidade de 0 a 20 centímetros.

A variedade utilizada para o plantio foi a palma forrageira miúda (*Nopalea cochenillifera*), o plantio ocorreu de forma manual sendo os cladódios selecionados por tamanho e de massa semelhante, isentos de pragas e doenças visualmente, os mesmos foram colocados a uma profundidade de 30% de seu tamanho, após passarem pelo processo de desidratação por 08 dias. As parcelas experimentais foram constituídas por um vaso com capacidade de 18 quilos, contendo um cladódio por vaso das diferentes ordens (1°, 2° e 3°) o espaçamento entre as plantas foram de 0,20 m entre as vasos e 1,20 m entre fileiras.

**Figura 1.** Distribuição das parcelas

Fonte: Autor (2019)

A correção do solo foi realizada de acordo com a análise química, para elevar a saturação de bases para 80% (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, na região de Rio Largo, AL, 2019.

<b>Determinações</b>	<b>Resultados (0-20 cm)</b>	<b>Determinações</b>	<b>Resultados (0-20 cm)</b>
pH em água	6,00	Soma de bases (cmol dm <sup>-3</sup> )	4,19
Sódio (mg dm <sup>-3</sup> )	10,00	CTC efetiva (cmol dm <sup>-3</sup> )	4,23
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	9,00	CTC total (cmol dm <sup>-3</sup> )	7,53
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	115,00	Matéria orgânica (%)	20,0
Cálcio (cmol dm <sup>-3</sup> )	2,69	Saturação de bases (%)	56,00
Magnésio (cmol dm <sup>-3</sup> )	1,21	Saturação de Al (%)	0,00
Ca + Mg (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,90	Saturação de Ca (%)	35,70
Alumínio (cmol dm <sup>-3</sup> )	0,00	Saturação de Mg (%)	16,10
H + Al (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,30	Saturação de K (%)	3,90

A adubação química foi realizada em duas etapas, a primeira em fundação 125,0 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ , a segunda foi realizada aos 90 dias após o plantio (DAP) utilizando 109,2 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$  e 40 Kg de N por  $ha^{-1}$ , conforme a recomendação da análise de solo (Tabela 1). Para isso, foram retirados o solo a uma profundidade de 15 cm da borda ,onde foi colocado 100% da dose recomendada de fósforo, colocou-se uma leve camada se solo para que a cultura não ficasse em contato direto com o elemento químico. A quantidade de fósforo utilizada foi com base na sua capacidade tampão e o nitrogênio calculado com base no teor de matéria orgânica solo que foi dividido em três aplicações durante o ciclo da cultura conforme Souza *et al.* (2016) e o potássio de acordo com Cavalcanti (2008).

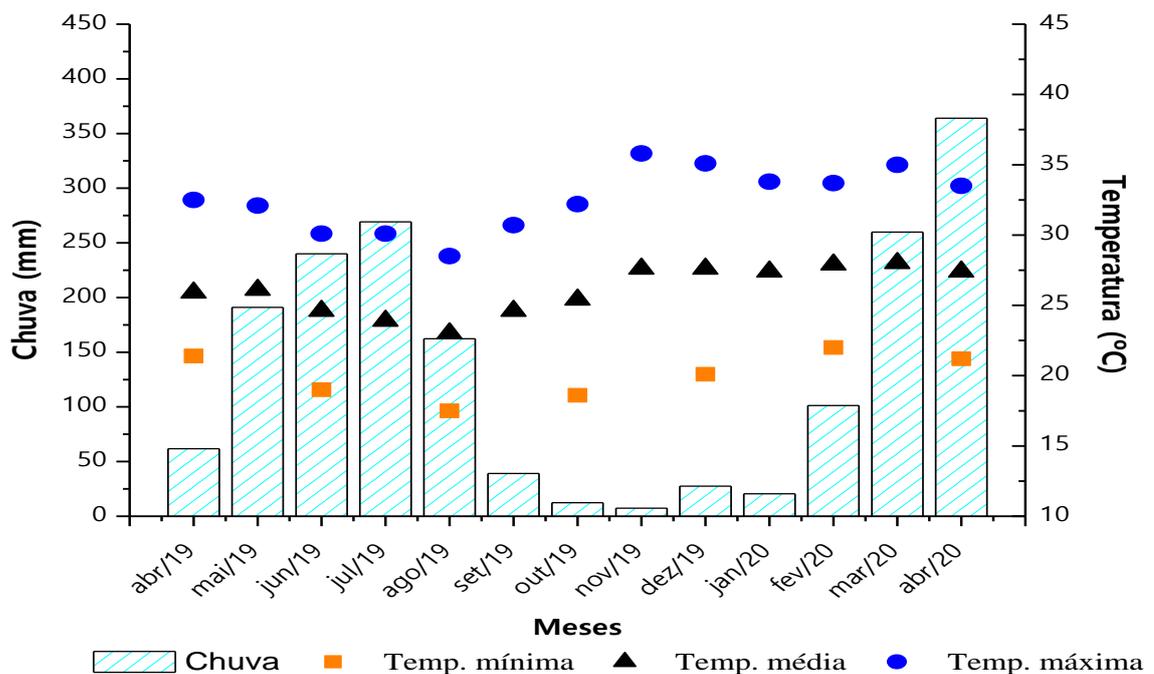
**Figura 2.** Aplicação de adubação NPK aos 90 dias após o plantio (DAP)



Fonte: Autor (2019)

Os dados meteorológicos de precipitação pluvial e temperatura foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia (LIA) do CECA/UFAL, que mantém uma estação automática de aquisição de dados (Modelo Micrologger CR10X, Campbell Scientific) ao lado do experimento. A precipitação pluvial total e temperatura média foi de 1290,3 mm e 24,8 °C, respectivamente.

**Figura 3.** Precipitação pluvial e temperatura máxima (T. máxima), média (T. média) e mínima (T. mínima), no período de 04/2019 a 04/2020, na região de Rio Largo – AL .



As avaliações foram feitas aos 60, 120; 180; 240; 300 e 360 dias após o plantio (DAP) utilizando trena métrica graduada, com total de seis avaliações.

**Figura 4.** Medições biométricas



Fonte: Autor (2019)

As colheitas foram realizadas de forma manual, o que ocorreu no dia 20/04/2020 (360 DAP). Em cada parcela experimental a planta foi colhida totalmente para avaliar as seguintes, características em laboratório: número de cladódio por planta (CP), índice de área de cladódio (IAC), número de cladódio por hectare (NCH). largura da planta (LP) Peso de Planta e Matéria Verde.

A área de cladódio foi calculada conforme a equação utilizada por Seixas, (2014):  $AC = CC \times LL \times 0,693$ , em que: CC é o comprimento do cladódio, LL é a largura do cladódio e 0,693 é o fator de correção em função da forma da elipse do cladódio (Pinto, 2002).

O número de cladódio por planta foi obtido a partir da contagem de todos os cladódios por planta, sem distinção de ordens. O número de cladódios por hectare foi obtido a partir do resultado da equação:  $NCH = (N^\circ \text{ de cladódio} \times 0,24) \times 10000$  em que, NCH é o número de cladódio por hectare, 0,24 é o espaço que um planta ocupa (Espaçamento entre plantas x espaçamento entres linha)  $0,2 \times 1,2 \times 10000$  (área de hectare)

O índice de área de cladódio (IAC) foi calculado com uso da equação utilizada por Silva, (2014):  $IAC = \sum(AC_1 + AC_n) / 10.000 / (E1 \times E2)$ , em que, IAC é o índice de área de cladódio, AC é a área de cada cladódio ( $m^2$ ), E1 e E2 são os

espaçamentos entre plantas e fileiras e 10.000 é o fator de conversão de  $\text{cm}^2$  para  $\text{m}^2$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (Sistema de Análise de Variância). Os gráficos gerados nesse estudo foram feitos pelo software Microcal Origin 6.0.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1 Variáveis biométricas

Na tabela 2, consta o resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias para cladódio por planta (CP) aos 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após o plantio (DAP). Foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para o teste F, até os 120 dias após o plantio, no entanto não houve diferença significativa aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio respectivamente.

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias as 3 ordens de cladódio, em relação aos dados de Cladódio por planta (CP).

Tratamento	Dias após o plantio (DAP)					
	60	120	180	240	300	360
1ª ORDEM	5,1 a	11,3 a	11,5 a	12,5 a	14,0 a	14,2 a
2ª ORDEM	2,0 b	8,9 b	11,1 a	12,2 a	14,2 a	14,6 a
3ª ORDEM	1,8 b	7,9 b	11,0 a	12,0 a	14,5 a	14,8 a
Teste F	115,610*	17,440*	0,243 <sup>NS</sup>	0,208 <sup>NS</sup>	0,110 <sup>NS</sup>	0,237 <sup>NS</sup>
CV (%)	18,34	14,13	15,17	14,25	16,84	13,65

Números seguidos pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Há uma grande variação de incremento entre 60 DAP e 120 DAP, este comportamento pode ser justificado pois foi realizada uma adubação aos 90 DAP, e, de acordo com (Dubeux Júnior et al., 2013; Souza, 2015) a liberação de macronutrientes importantes ao desenvolvimento das plantas, principalmente N, P e K, estão diretamente envolvidos no aproveitamento do CO<sub>2</sub> atmosférico, emissão de novos cladódios, desenvolvimento do sistema radicular e absorção de nutrientes (DUBEUX JÚNIOR *et al.*, 2013; LOZANO *et al.*, 2013).

Os valores das médias de cladódio por planta aqui encontrados foram superiores aos observados por Silva *et al* (2018) em seu trabalho sobre avaliação da produtividade da palma forrageira, no qual ele obteve a média de 13,5 cladódio por planta. Esse resultado superior provavelmente está associado à morfologia e fisiologia das cactáceas as quais podem ser influenciadas pelas condições climáticas da região.

Segundo Ramírez Tobias et al. (2010) a palma apresenta três fases de crescimento com cerca de 40 dias uma fase chamada *Lag*, 200 dias de crescimento

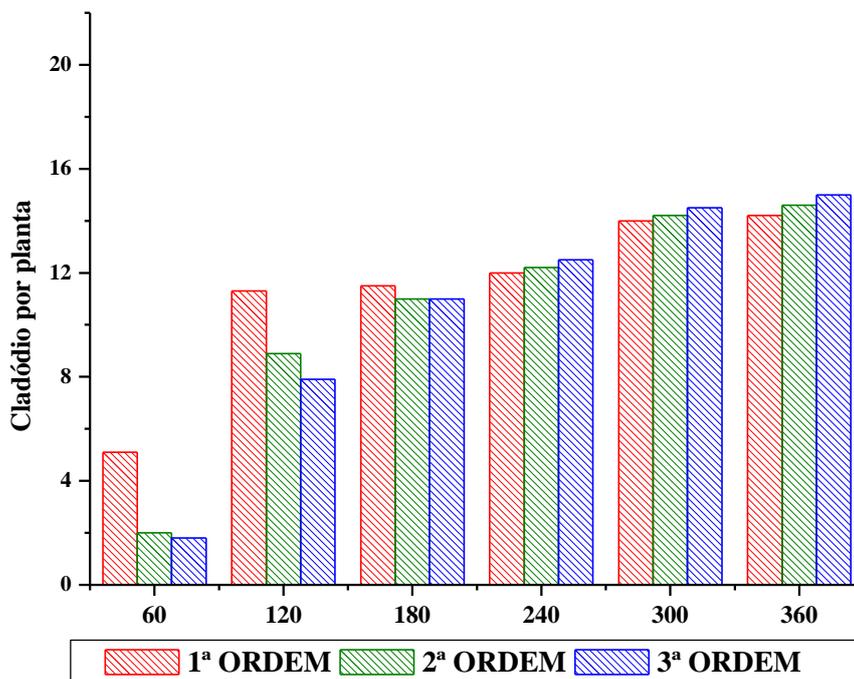
exponencial com aumento do sistema radicular e alta captação de CO<sub>2</sub> e, posteriormente, a fase de estabilização.

Antes da estabilização houve um incremento de 59,2% para a 1ª ordem, de 83% para a 2ª ordem e 85% para 3ª ordem. A partir da estabilização do crescimento só houve um incremento de 11,9 % para 1ª ordem, 16% para 2ª ordem e 18,8% para 3ª ordem

Em seu trabalho sobre a as características produtivas da palma forrageira, Pinheiro *et al* (2014) destaca a elevada quantidade de cladódios terciários. Semelhante ao que (OLIVEIRA, 2019) encontra em seu trabalho, afirmando que a cada nova ordem há um surgimento maior de cladódios que na ordem anterior.

Na **figura 5**, consegue compreender de forma mais visível a distribuição das médias de cada tratamento de 1ª, 2ª, 3ª ordem. Entende-se que ao final do experimento aos 360 dias após o plantio (12 meses), o tratamento de 3ª ordem obteve a maior taxa de incremento, no entanto não houve diferença significativa pelo teste F a 5% de probabilidade.

**Figura 5:** Gráfico das médias de cladódio por planta



Na tabela 3, consta o resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias para a cladódio por hectare (CH) aos 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após o plantio (DAP). Foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para o teste F, até os 120 dias após o plantio, no entanto não houve diferença significativa aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio respectivamente.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias as 3 ordens de cladódio, em relação aos dados de Cladódio por hectare (CH).

Tratamento	Dias após o plantio (DAP)					
	60	120	180	240	300	360
1ª ORDEM	12283 a	25930a	27600 a	30200 a	32220a	33080 a
2ª ORDEM	4800 b	24440 a	27040 a	30620 a	32560 a	33560 a
3ª ORDEM	4321 b	24230 a	27000 a	30930 a	32720 a	33840 a
Teste F	302,931*	1,086*	0,07 <sup>NS</sup>	0,186 <sup>NS</sup>	0,221 <sup>NS</sup>	0,037 <sup>NS</sup>
CV (%)	18,88	11,31	14,43	8,78	17,3	18,65

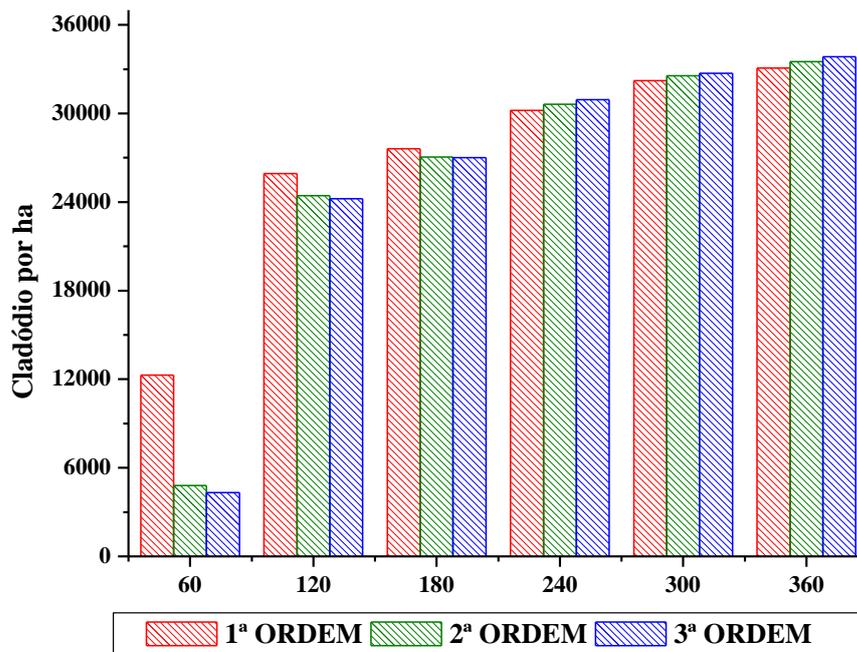
A variável número de cladódios/hectare seguiu a mesma tendência do número de cladódio/planta, pois essas medidas estão correlacionadas.

É possível justificar segundo as alterações fisiológicas da palma forrageira o motivo pelo qual os cladódios de 1ª ordem crescerem mais rápido e depois entrar em equilíbrio com as demais ordens é possível. Inicialmente, a palma vive de suas reservas do material vegetativo (BARROS, 2019). De acordo com (DUBEUX JÚNIOR *et al.*, 2006), plantas com maior idade apresentam maior crescimento, ocorrendo o efeito de diluição do nitrogênio que é distribuído por todo cladódio. O nitrogênio é um nutriente que estimula a divisão celular e induz a emissão de novos cladódios, promove alterações na morfologia das plantas e, em condições de alto suprimento de N, ocorrem maior crescimento e aumento na área foliar (RODRIGUES, 2020).

Em relação a variável cladódio por hectare ao compararmos com as tabelas analisadas, é perceptível a correlação dela com a variável cladódio por planta. Há um padrão entre as duas sendo que o maior número de incremento ocorre entre 60 e 180 DAP a taxa de incremento foi de 55,5% para 1ª ordem, 82% para 2ª ordem e 83% para 3ª ordem enquanto para 180 a 360 DAP a taxa foi de 16,5% para a 1ª ordem, 17% para 2ª ordem e 20% para 3ª ordem.

Na **figura 6**, consegue compreender de forma mais visível a distribuição das médias de cada tratamento de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> ordem. Entende-se que ao final do experimento aos 360 dias após o plantio (12 meses), o tratamento de 3<sup>a</sup> ordem obteve a maior taxa de incremento, no entanto não houve diferença significativa pelo teste F a 5% de probabilidade.

**Figura 6:** Gráfico das médias de cladódio por hectare



Na tabela 4, consta o resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias para Índice de Área de Cladódio (IAC) aos 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após o plantio (DAP). Foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para o teste F, até os 120 dias após o plantio, no entanto não houve diferença significativa aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio respectivamente.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias as 3 ordens de cladódio, em relação aos dados de Índice de área de cladódio (IAC).

Tratamento	Dias após o plantio (DAP)					
	60	120	180	240	300	360
1ª ORDEM	0,13 a	0,21 a	0,36 a	0,37 a	0,49 a	0,53 a
2ª ORDEM	0,05 b	0,17 b	0,35 a	0,38 a	0,51 a	0,58 a
3ª ORDEM	0,01 b	0,14 b	0,32 a	0,39 a	0,52 a	0,60 a
Teste F	226,052*	19,076*	2,346*	0,205 <sup>NS</sup>	0,222 <sup>NS</sup>	2,258*
CV (%)	18,88	14,22	10,2	13,7	16,4	12,88

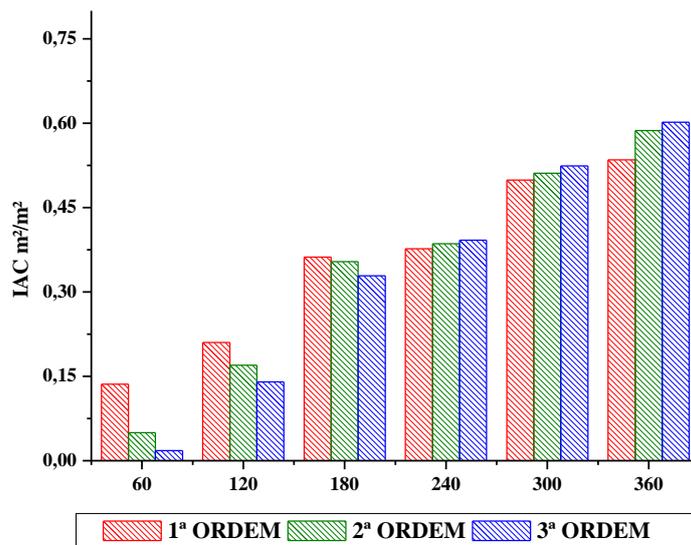
No que se refere ao IAC, é medida essencial para se estimar a capacidade fotossintética da planta, servindo com um determinante na mensuração do crescimento vegetativo e sendo ainda um norteador dos efeitos do manejo sobre o desenvolvimento do palmar (OLIVEIRA JUNIOR, et al., 2009 e SILVA, 2018).

Segundo, (ROCHA, 2016) o crescimento da palma está relacionado com o IAC, é importante para a capacidade fotossintética e de armazenamento de água da palma. O índice de área de cladódios (IAC) é uma variável utilizada para analisar a interceptação da radiação fotossintética pela palma (RODRIGUES, 2020). Dessa forma quanto maior IAC maior interceptação luminosa e conseqüentemente maiores brotações de novos cladódios por planta, proporcionando mais cladódios por planta.

Desse modo, segundo (BARROS, 2016) a magnitude do índice de área do cladódio da palma forrageira está vinculada ao número de cladódios presentes na planta e ao hábito de crescimento da cultura, sendo assim, quanto maior o número de plantas brotadas em um cladódio maior será sua área, e conseqüentemente a planta irá capturar mais luz solar aumentando a sua eficiência na fotossíntese.

Ao analisar a **figura 7**, nota-se claramente que houve incremento no índice de área foliar no que se refere as devidas ordens de cladódios foram de 75% para cladódios de 1ª ordem, 91% para cladódios de 2ª ordem e 98,3% para cladódios de 3ª ordem, esses valores correspondem o período de 60 DAP aos 240 DAP. Já para os períodos de tempo de 240 a 360 DAP houve um aumento significativo entre ordens, no entanto, quando se observa ao final dos 360 DAP que o cladódio de 3ª ordem, se destaca dos demais, esse destaque pode estar relacionado com a idade do cladódio e de suas estruturas de reservas, onde os de 1ª; 2ª e 3ª ordem.

**Figura 7:** Gráfico das médias de Índice de área de cladódio (IAC)  $m^2/m^2$



#### 4.2 Variáveis de produtividade

**Tabela 5** – Análise de variância e coeficiente de variação em relação aos dados de produtividade Peso por planta e Massa verde.

Fontes de Variação	GL	Peso por planta	
		Peso por planta	Matéria verde
Tratamento	2	0,023 <sup>NS</sup>	0,032 <sup>NS</sup>
Repetição	9	0,992*	1,480*
CV (%)	-	13,65	18,65

De acordo com Cavalcante et al. (2014), a palma Miúda produz, em média, 68 t  $há^{-1} ano^{-1}$  de massa verde (MV), no entanto, os resultados referentes a

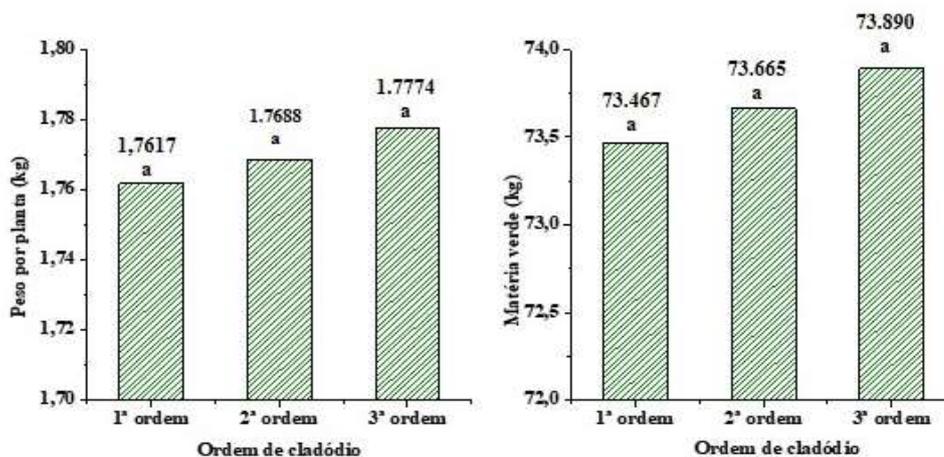
produtividade de matéria verde são semelhantes aos observados por Nascimento, (2020) onde a média de massa verde em seu trabalho foi de 71,51 t MV ha<sup>-1</sup>.

Em seu trabalho sobre crescimento da palma forrageira (OLIVEIRA, 2019) afirmou que a maior produção de matéria verde ocorre quando a planta apresenta maior número de cladódios.

As variáveis de produtividade analisadas nesse trabalho foram: Peso por planta e Matéria verde. Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F a 5% de probabilidade. Seguindo a tendência das demais variáveis, para os resultados de peso por planta e matéria seca não houve diferença significativa.

A diferenças de incremento entre médias de produtividade tanto do peso por planta quanto de matéria verde são abaixo de 1%.

Na **figura 9** consegue-se compreender melhor a distribuição das médias para as variáveis de produtividade Peso por planta e Massa verde



Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. Conclusão

Ao analisar as variáveis ao longo dos 360 dias após plantio constatou-se que para as variáveis cladódio por planta e cladódio por hectare houve diferença significativa até os 120 dias após o plantio, após o 180 DAP não houve diferença significativa para o teste d Tukey a 5% de probabilidade. Para a variável índice de área de cladódio houve diferença significativa até 180 DAP. E para as variáveis de produtividade: peso por planta e massa verde não há diferença significativa de interferência na produtividade das respectivas ordens de cladódio 1ª ordem, 2ª ordem e 3ª ordem da palma forrageira.

## 6. Referências

- ALMEIDA, E. S. **Diagnóstico a pecuária leiteira dos municípios de Batalha, Major Izidoro e Craíbas do Estado de Alagoas** Rio Largo – AL: UFAL, 2012. 64p. (Dissertação de mestrado)
- AMORIM, P. L. **Caracterização morfológica e produtiva em variedades de palma forrageira** Rio Largo – AL, UFAL, 2011 55p. (Dissertação de mestrado)
- ANOOP, S. A., M. K. RANA, AND S. P. PREETHAM. 2012. “**Cactus: A Medicinal Food.**” **Journal of Food Science and Technology** 2012
- BARROS, T. M. **Propagação de palma forrageira pelo método da fragmentação do cladódio para produção de mudas** Cruz das Almas – BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2019 60p. (Dissertação de mestrado)
- CAVALCANTI, L. A. D. et al. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (Agricultural Research in the Tropics), v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C. B.et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-201 **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 5, núm. 1, enero-marzo, 2010, pp. 129-135
- FILHO, R. V. C. **Sombreamento e adubação nitrogenada influenciando o acúmulo de biomassa em palma forrageira Nopalea cochenillifera.** Rio Largo-AL: UFAL, 2018. 76p. (dissertação de mestrado).
- GAVA, C.A.T.; LOPES, E.B. Produção de Mudanças de Palma Forrageira utilizando fragmentos de cladódios. **Editora Embrapa**, Petrolina. 2012.
- HILLS, F. S. Anatomia e morfologia. In: INGLESE, P.; BRBBEBRA, G.; PIMIENTA BARRIOS, E. (Org.) Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. **SEBRAE: FAO**, 2001.
- JÚNIOR, J. G. B. G. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 20.
- LIRA, M. A. et al **Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco – v. 7, n. 7 (jul./ago. 2016).** – Recife: Editora do IPA, 2017- v. Este volume: **Palma Forrageira : Cultivo e Usos**

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHE, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; NETO, O. S. P. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Cad. Ciênc. Agra.**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.

MOURA, M. S. B. de; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. Aptidão do Nordeste brasileiro ao cultivo da palma forrageira sob cenários de mudanças climáticas. In: **SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**, 3., 2011, Juazeiro. Experiências para mitigação e adaptação; anais. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 1 CD-ROM.

NEVES, F. L. et al **Palma-forrageira : opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do Estado do Espírito Santo** – Vitória, ES : Incaper, 2020. 52 p.

OLIVEIRA, J. F. F. **Crescimento e composição químico-bromatológica da palma forrageira e do algodão sob irrigação suplementar** Garanhuns – PE, UFRPE, 2019 137p. (Dissertação de mestrado)

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. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.939-947, 2014.

PINTO, M. S. C. et al. Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 39., 2002. Recife-PE. Anais... Recife-PE: SBZ, v. 1, 2002. p.54-54

RAMÍREZ-TOBIAS, H. M.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; PINOS-RODRIGUEZ, J. M. Productivity of *Opuntia* ssp. and *Nopalea* sp. (Cactacea) growing under greenhouse hydroponics system. **Journal of Food, Agricultura & Environment**, v.8, p 660-665, 2010.

RAMOS, J. P. F. Et al. **Crescimento e Produtividade de *Nopalea Cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina**

ROCHA, R. S. **Caracterização estrutural e produtividade de genótipos a palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte** Petrolina – PE, UNIVASF, 2016 46p. (Dissertação de mestrado)

RODRIGUES, G. N. **Nutrição e seletividade de herbicida na cultura da palma forrageira (*NOPALEA COCHENILLIFERA*) (L.) Salm. – Dick miúda** Rio Largo – AL, UFAL 2020 90p. (Dissertação de mestrado)

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p.

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

SEIXAS, A. A.; BARROS, J. L.de; GOMES, V. M;DONATO, S. L. R.; SERAFIM, V. F.; SALES, E. C. J.de; SOUSA, T. E. S. **Largura, comprimento e índice de área de cladódio da palma forrageira 'Gigante' adubada com esterco bovino em diferentes espaçamentos**. 2014.

SILVA, A. S.; SANTOS, E. M.; RAMOS, J. P. F.; PERAZZO, A. F.; MUNIZ, A. C. S.; SANTOS, F. N. S da.; PEREIRA, D. M.; CRUZ, G. F. LIMA de. Características agronômicas de variedades de *Opuntia cochenillifera* e *Nopalea cochenillifera* sob diferentes densidades de plantio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.6, Nov-Dez, 2019, p. 88-96.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, J. A. Et al Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, 2012, pp. 866-875

SILVA, W. R. T. et al. **Agricultura familiar: importância da palma forrageira em um município da bacia leiteira de alagoas**. Universidade Estadual de Alagoas, 2018.

SOUZA, T. C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick)** Recife – PE: UFRPE, 2015 119p. (Dissertação de mestrado)

SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: AGROECOLOGIA, CULTIVO E USOS DA PALMA FORRAGEIRA. João Pessoa: **SEBRAE**, p. 28-34, 2001.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica-organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. Viçosa: UFV, 2003.