



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

EVILASIO DOS SANTOS SOUZA

**PALMA FORRAGEIRA 'GIGANTE' EM ARRANJO MECANIZÁVEL,  
DIFERENTES DENSIDADES E TIPOS DE CORTES NA COLHEITA**

GUANAMBI  
BAHIA - BRASIL  
2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

EVILASIO DOS SANTOS SOUZA

**PALMA FORRAGEIRA ‘GIGANTE’ EM ARRANJO MECANIZÁVEL,  
DIFERENTES DENSIDADES E TIPOS DE CORTES NA COLHEITA**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

GUANAMBI  
BAHIA - BRASIL  
2019

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596,  
IF Baiano, Campus Guanambi.

S729p Souza, Evilasio dos Santos

Palma forrageira 'gigante' em arranjo mecanizável,  
diferentes densidades e tipos de cortes na colheita / Evilasio dos  
Santos Souza.-- Guanambi, Ba., 2019.

44f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no  
Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, 2019.

Orientador: João Abel da Silva.

1. Palma forrageira. 2. Produtividade. 3. Características  
morfométricas. 4. Semiárido baiano. I. Título.

CDU: 633.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO

**TERMO DE APROVAÇÃO  
DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

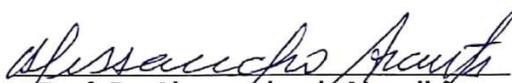
**PALMA FORRAGEIRA EM ARRANJO MECANIZÁVEL, DIFERENTES DENSIDADES E TIPOS DE CORTE NA COLHEITA**

por

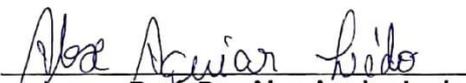
**EVILÁSIO DOS SANTOS SOUZA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 08 horas 00 min. do dia 03 de abril de 2019, como requisito para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus Guanambi*. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

  
Prof. Dr. Alessandro de Magalhães  
Arantes

Membro

  
Prof. Dr. Alex Aguiar Ledo

Membro

  
Prof. Dr. José Alberto Alves de Souza  
Membro

  
Prof. Dr. João Abel da Silva  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em todos os momentos da vida, desde a forma mais simples a mais complexa.

Aos meus pais e irmã, avós, tios e primos pelo apoio, incentivo e por estarem presentes nos diferentes momentos ao longo desses anos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, pelo apoio na realização do curso, e a todo quadro de funcionários desta instituição.

Aos professores do instituto e aos professores do Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido que compartilham seus conhecimentos e experiências profissionais com os alunos.

Ao Orientador, Professor Dr. João Abel da Silva, pelo apoio, ensinamentos e presteza no desenvolvimento do projeto ao longo do curso.

Aos professores que participaram da banca no exame de qualificação e na defesa, professores Dr. Alessandro de Magalhães Arantes, Dr. José Alberto Alves de Souza e Dr. Alex Aguiar Ledo pelas sugestões e ensinamentos.

Aos colegas de curso, pela convivência e experiências compartilhadas, ao longo desse período.

Aos funcionários do setor de agricultura e alunos que participaram das atividades realizadas no desenvolvimento do experimento.

E a todos que participaram na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Palma forrageira.....	13
2.2 Características do Semiárido.....	14
2.3 Densidade de plantas.....	15
2.4 Tipos de cortes.....	16
2.5 Importância da palma forrageira.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Local do experimento.....	19
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.3 Implantação e condução do experimento.....	21
3.4 Características avaliadas.....	21
3.5 Análise estatística.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Avaliação das características morfométricas.....	24
4.1.1 Largura de cladódio.....	24
4.1.2 Área de cladódio.....	26
4.1.3 Índice de área de cladódio.....	27
4.1.4 Número de cladódios.....	29
4.1.5 Área total de cladódios.....	31
4.1.6 Comprimento de cladódio.....	32
4.1.7 Altura de planta.....	34
4.2 Avaliação das características produtivas.....	35
4.2.1 Produtividade de matéria verde.....	35
4.2.2 Produtividade de matéria seca.....	36
4.2.3 Teor de matéria seca.....	37
5 CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## RESUMO

SOUZA, E. S. Palma forrageira 'Gigante' em arranjo mecanizável, diferentes densidades e tipos de cortes na colheita 2019. 44 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus Guanambi*, Guanambi, 2019.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), cv. Gigante pertence à família das cactáceas e apresenta características importantes para a região de clima semiárido. A palma é uma cultura perene e o manejo adotado durante o ciclo produtivo pode influenciar na resposta produtiva das plantas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade e as características morfológicas da palma forrageira submetida a diferentes densidades de plantas e tipos de cortes durante dois ciclos de colheita. O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. O experimento foi delineado em bloco casualizados (DBC) com parcela subdividida (6 x 3 x 2). A parcela foi constituída por seis densidades: 22.857; 34.286; 51.428; 62.857; 80.000 e 95.000 plantas ha<sup>-1</sup>; a subparcela foi constituída por três tipos de cortes: preservando três, dois e um cladódios primários por planta; e a subsubparcela foi constituída por dois ciclos de colheitas: correspondente ao ano de 2017 e 2018. No total, foram 36 tratamentos, com três repetições, totalizando 108 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância para verificação da significância e, quando constatada, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05) para tipos de corte e ciclo de colheita e, análise de regressão para as densidades de plantas. Houve interação significativa entre a densidade e o tipo de corte, também para a densidade e o ano de colheita. Observou-se diferença significativa para os tipos de cortes e para o ano de colheita. O aumento da densidade de plantas aumenta o índice de área de cladódio e diminui a área total de cladódio e o número de cladódio por plantas. A realização de cortes que preservem três cladódios primários na colheita proporciona maior produtividade. Ano com maior precipitação pluviométrica proporciona maiores número de cladódio, área total de cladódio, altura de planta e índice de área de cladódio.

**Palavras-chave:** *Opuntia ficus*, produção, semiárido.

## ABSTRACT

SOUZA, E. S. Forage cactus 'Giant' in mechanizable arrangement, different densities and types of harvest cuts 2019. 44 p. Dissertation (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus Guanambi*, Guanambi, 2019.

The forage cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), cv. Giant belongs to the cactaceae family, and has important characteristics for the semiarid climate region. Forage cactus is a perennial crop and the management adopted during the productive cycle can influence the productive response of plants. The objective of this work was to evaluate the productivity and morphometric characteristics of the forage cactus submitted to different plant densities and cut types during two harvest cycles. The experiment was installed at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, Campus Guanambi, in a dystrophic Yellow Red Latosol. The experiment was a randomized block design (RBD) in a split-split-plot (6 x 3 x 2). The plot consisted of six densities: 22,857; 34,286; 51,428; 62,857; 80,000 and 95,000 plants ha<sup>-1</sup>; the split-plot was constituted by three types of cuts: preserving three, two and one primary cladodes per plant; and the split-split-plot was constituted by two harvest cycles: corresponding to the year 2017 and 2018. In total, there were 36 treatments, with three replications, totaling 108 experimental units. The data were submitted to analysis of variance to verify the significance and, when found, these were compared by Tukey test (P <0.05) for cut types and harvest cycle, and regression analysis for plant densities. There was a significant interaction between density and cut type, also for density and harvest year. It observed a significant difference for cut types and year of harvest. The increase in planting density increases the cladode area index and decreases the total cladode area and the cladode number by plants. Cutting that preserves three primary cladodes per plant at harvest provides greater productivity. Years with higher rainfall provide higher cladode number, total cladode area, plant height and cladode area index.

**Key words:** *Opuntia ficus*, production, semiarid.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação, temperatura média, mínima e máxima durante o período de avaliação do experimento obtidos a partir da estação meteorológica automática instalada na área de agricultura do Campus..... 19
- Figura 2.** Croqui do experimento com a ilustração das dimensões da parcela, subparcela e área útil. .... 20
- Figura 3.** Coleta das amostras na área do experimento usando serra copo acoplado à furadeira (A), amostras frescas de 1 kg, coletadas e pesadas (B), amostra frescas sendo fatiadas para secagem (C), amostras secando em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas (D)..... 23
- Figura 4.** Largura de cladódios de palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade no corte 3 ..... 25
- Figura 5.** Área de cladódio da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade no corte 3. .... 26
- Figura 6.** Índice de área de cladódio da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade e tipos de cortes ..... 28
- Figura 7.** Número de cladódios da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade e anos de colheita..... 30
- Figura 8.** Área total de cladódio da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade e anos de colheita..... 32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Largura de cladódio (LCL), área de cladódio (ACL) e índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira, em diferentes densidades e tipos de cortes .....	24
<b>Tabela 2.</b> Índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira em diferentes anos de colheita .....	28
<b>Tabela 3.</b> Número de cladódio (NCL) e área total de cladódio (ATC) da palma forrageira, em diferentes densidades e anos de colheita .....	29
<b>Tabela 4.</b> Comprimento de cladódio (CPC), número de cladódio (NCL), área total de cladódio (ATC) da palma forrageira, em diferentes tipos de corte .....	33
<b>Tabela 5.</b> Altura de planta (ALP) da palma forrageira em diferentes anos de colheita .....	34
<b>Tabela 6.</b> Produtividade de matéria seca (PMS) e produtividade de matéria verde (PMV), em diferentes tipos de cortes; produtividade de matéria verde (PMV), e teor de matéria seca (MS), em diferentes anos de colheita .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) é uma cultura que possui características, que a torna importante para a região de clima semiárido; A palma forrageira *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*, plantas CAM, pertencentes à família das cactáceas, apresentam características morfofisiológicas que as tornam resistentes para suportar os rigores do clima e as condições do solo das zonas semiáridas (CHIACCHIO; MESQUITA; SANTOS, 2006). As espécies de plantas CAM, que crescem em ambientes com disponibilidade de água limitada, abrem seus estômatos pela noite em condições mais frias, e durante o dia que é mais quente fecha os estômatos, dessa forma minimiza as perdas de água pela planta (TAIZ et al., 2017).

A região de clima semiárido do Nordeste brasileiro apresenta período chuvoso que varia de três a cinco meses, podendo apresentar períodos de estiagens que dura de sete a nove meses, onde essas condições limitam as atividades agrícolas nesta região (SILVA, 2012a). As constantes secas e irregularidades das chuvas resultam em baixa disponibilidade de forragem, prejudicando a pecuária no Nordeste, e aumenta o custo de produção para os produtores, pelo uso de alimentos de alto custo, para alimentação dos animais (SILVA & SANTOS, 2006).

A palma forrageira é considerada como um dos principais recursos forrageiros de subsistência para a alimentação dos rebanhos na região Nordeste brasileira, sendo fonte de água, de energia e de minerais (ALMEIDA, 2011). Nesta região, a palma forrageira é um recurso que é incluído principalmente nas bacias leiteira de estados como Pernambuco e Alagoas, sendo também encontrada em outros estados como Paraíba e Bahia (OLIVEIRA et al., 2011).

O cultivo da palma forrageira na região do semiárido da Bahia está em expansão, mas, com tecnologia insuficiente para que a planta possa expressar seu potencial produtivo (SILVA et al., 2016). Mudanças no manejo que permita a combinação de espaçamento e adubação podem melhorar a forma de como a planta faz o uso da radiação e o seu estado nutricional, tendo como resultado aumento nas taxas fotossintéticas, no crescimento, na produtividade e em sua composição nutricional (SILVA, 2012a).

Além disso, a realização de mudanças na configuração ou arranjo de plantas podem facilitar operações com mecanização na cultura para realização de práticas culturais como aplicação de fertilizantes, controle fitossanitário, e a colheita que é considerada a operação mais onerosa do cultivo (PADILHA JUNIOR et al., 2016).

A maneira como é realizada a colheita da palma forrageira pode aumentar a produção de forragem para a alimentação dos animais. Entretanto, pode influenciar as características da planta, e interferir em sua capacidade de desenvolvimento posterior.

Por se tratar de uma cultura perene, o manejo adequado para manter a viabilidade das plantas por um longo período requer uma avaliação de como esta planta responde as medidas adotadas. Dessa forma, objetiva-se com este trabalho avaliar a produtividade e as características morfométricas da palma forrageira em diferentes densidades de plantas e tipos de cortes, em dois ciclos de colheita.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Palma forrageira

A palma forrageira *Opuntia ficus-indica* cultivar Gigante pertence à família das cactáceas. Nessa família, existem 178 gêneros com cerca de 2.000 espécies conhecidas (SILVA & SANTOS, 2006). Dentre os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* estão presentes as principais espécies utilizadas como forrageira, nestes gêneros, existem três espécies de palma mais comum cultivadas no Nordeste do Brasil: a palma ‘Gigante’, e a palma ‘Redonda’, pertencentes ao gênero *Opuntia* e a palma ‘Miúda’ do gênero *Nopalea* (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA & SAMPAIO, 2015).

A área plantada com palma forrageira no Brasil é de aproximadamente 600.000 hectares, voltado principalmente para produção de forragem (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013). As cactáceas são nativas das Américas, e o México é o país que apresenta, provavelmente, o maior número de espécies (BRAVO-HOLLIS, 1978). Os relatos sobre a introdução da palma forrageira no Brasil divergem quanto à época e o local. De acordo com Pupo (1979), a introdução da palma forrageira no Brasil aconteceu por volta de 1880, no estado de Pernambuco, através de sementes importada do Texas, Estados Unidos da América.

A palma forrageira apresenta características morfofisiológicas que a torna adaptada às condições do semiárido (SILVA et al., 2012). Plantas que habitam em ambientes áridos, com precipitação sazonal, apresentam adaptação, como o mecanismo concentrador de CO<sub>2</sub> chamado metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), e folhas com características que minimizam a perda de água como cutículas grossas, grandes vacúolos e estômatos com pequenas aberturas (TAIZ et al., 2017).

As Plantas CAM apresentam elevada eficiência de uso da água, que está associada a sua capacidade de regular a abertura estomática e por seu mecanismo concentrador de CO<sub>2</sub> (MAJEROWICZ, 2004). As plantas CAM abrem seus estômatos predominantemente à noite, quando ocorre a captura do CO<sub>2</sub>, que posteriormente é acumulado no vacúolo como malato, e durante o dia com os estômatos fechados, com menor perda de água por transpiração, o malato é descarboxilado e libera o CO<sub>2</sub>, acumulando nas proximidades do sítio ativo da rubisco (TAIZ et al., 2017).

A palma forrageira apresenta sistema radicular raso, concentrado nos 15 cm da superfície do solo, permitindo que esta planta possa absorver água do solo, mesmo após

chuvas leves (SNYMAN, 2006). As raízes espalham na superfície do solo, e durante o período de aproximadamente um ano pode atingir de 1,5 a 1,8 m de distância da planta (SNYMAN, 2005).

A palma forrageira é relativamente exigente em relação às características físico-químicas do solo, desde que seja considerado fértil, podem ser indicadas áreas com solos de textura arenosos a argilosos, onde geralmente são recomendados solos argilo-arenosos, e que apresenta boa drenagem, pois áreas em que podem ocorrer encharcamento não se prestam para o seu cultivo (SANTOS et al., 2006).

A palma forrageira, assim como qualquer cultura, é alvo de pragas e doenças, no entanto, o principal problema para a cultura no Nordeste do Brasil é a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché) e a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), que podem ser controladas por métodos químicos, mecânicos quando em baixa densidade populacional do inseto, ou com o plantio de variedades resistentes (DIAS et al., 2017).

Com relação às condições ambientais; a palma forrageira se adapta a uma ampla faixa climática, seu potencial produtivo é expresso de forma mais acentuada em regiões de clima ameno com temperaturas variando de 16,1°C a 25,4°C, e a faixa ideal de precipitação para o cultivo e boa produção situam-se entre 368,4 e 812,4 mm anuais (SOUZA et al., 2008).

### **Características do semiárido**

O semiárido brasileiro apresenta uma população de 27.870.241 habitantes, ocupa uma área de 1.128.697 km<sup>2</sup>, e inclui 1.262 municípios, sendo 1.171 desses municípios pertencentes aos estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e 91 municípios pertencentes ao estado de Minas Gerais, que faz parte da região Sudeste (BRASIL, 2017).

A região do Semiárido brasileiro é formada por um conjunto de espaço que apresenta precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, temperaturas médias anuais de 23° a 27° C, evaporação de 2.000 mm ano<sup>-1</sup> e umidade relativa do ar média em torno de 50% (MOURA et al., 2007). Geralmente o balanço hídrico observado nessa região apresenta deficiência hídrica, que é causado pelo fato do potencial de evapotranspiração ser maior do que o total das precipitações (ARAÚJO, 2011).

Há algumas regiões centrais em que as precipitações atingem valores maiores, próximos a 1500 mm, nesses locais são observados microclimas específicos, que ocorrem devido à presença de serras e montanhas (MOURA et al., 2007).

Na região semiárida, o ecossistema predominante é a Caatinga, que apresenta uma flora formada por árvores e arbustos que tem como características serem rústicas, tolerantes e adaptadas às condições climáticas desta região (CORREIA et al., 2011).

Geralmente, os solos da região semiárida são pouco desenvolvidos, em razão das condições de escassez das chuvas, que tornam os processos químicos mitigados (ARAÚJO, 2011). A palma forrageira ‘Gigante’, ‘Redonda’ e ‘Miúda’, pertencente à família das cactáceas, constituem forrageiras de elevada importância para as regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro dada suas características de rusticidade e resistência à seca (PUPO, 1979).

### **Densidade de plantas**

A palma forrageira é uma cultura perene, que apresenta um longo período produtivo, que pode durar por dez anos ou mais, e sua implantação é importante para a longevidade do palmar, devendo ser estrategicamente estudada para evitar prejuízos ao longo de sua vida produtiva (DONATO et al., 2017a).

A definição do espaçamento de plantio da palma forrageira é realizada de acordo com a fertilidade do solo, a quantidade de chuva, a finalidade de exploração e com o consórcio a ser utilizado (TELES et al., 2002). O espaçamento de plantio tem efeito na absorção da luz solar, eficiência fotossintética e influencia no desenvolvimento e produtividade da cultura (OLIVEIRA, 2008).

Exemplificando este sistema de plantio, Teles et al. (2002) relatam que em espaçamento 2,00 x 1,00 m têm-se uma densidade de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, enquanto no espaçamento 1,00 x 0,25 m, a quantidade de plantas é oito vezes maior, 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>, sendo necessário maior cuidado com as adubações. De acordo com Padilha Junior et al. (2016), o plantio da palma forrageira em configuração de plantas (fileira tripla ou quádrupla) pode facilitar a mecanização da cultura.

A agricultura em condições de sequeiro convive com altos riscos e seu cultivo tem sido baseada em poucos pousios, e o resultado deste processo, é a redução na fertilidade do solo das propriedades (SILVA, 2012b). A forma como o solo é manejado tradicionalmente resulta na redução da qualidade, na resistência e na resiliência do solo, principalmente em sua superfície (FIALHO et al., 2013).

O emprego da adubação orgânica ou mineral e de um espaçamento adequado pode propiciar aumento na produção de forragem (SANTOS et al., 2006). A aplicação de esterco

proporciona aumento na disponibilidade de nutrientes no solo, podendo modificar os caracteres morfológicos e influenciar no rendimento da planta (DONATO et al., 2014). De acordo com Padilha Junior (2016), a aplicação de adubos, utilizando como fonte adubações química, orgânica e organomineral, aumenta o rendimento da cultura, independentemente da configuração de plantio usado.

O espaçamento menos adensado permite a realização dos tratos culturais com tração animal, sendo importante para a agricultura familiar no semiárido, e minimiza os riscos de pragas e doenças na cultura, por permitir maior aeração e exposição das plantas ao sol (RAMOS et al., 2011). O plantio mais adensado permite obter maiores produções, no entanto, esse sistema de plantio requer maiores investimentos na implantação e exige maiores cuidados na realização dos tratos culturais (FARIAS et al., 2000).

A palma forrageira, assim como qualquer cultura, apresenta bons resultados quando é realizado práticas de cultivo, como adubação e técnicas de plantio adequado (SILVA, 2012b). A palma forrageira apresenta maior produção de biomassa e aproveitamento da chuva em maiores densidades de plantas (RAMOS et al., 2011). O plantio adensado somado à adubação permite incrementar a produção de forragem da palma forrageira e dessa forma reduz a vulnerabilidade das propriedades rurais aos períodos secos, e contribui para a preservação da vegetação nativa por reduzir a pressão de pastejo, ao proporcionar maior oferta de forragem para os rebanhos (ALMEIDA, 2011).

### **Tipos de cortes**

A longevidade do palmal, mantendo a segurança produtiva e a qualidade, está relacionada com o manejo adotado durante a colheita, principalmente com o tipo de corte realizado e o número de cladódios que são preservados na planta (SILVA et al., 2017). De acordo com Farias et al. (2000), quando são mantidos os cladódios primários na palma forrageira, a produção de forragem é maior com a frequência de corte de 4 anos, em comparação a frequência de corte de 2 anos.

O início da colheita depende do desenvolvimento da cultura que pode ser afetado pelas condições de clima e do solo e, comumente, ocorre com 1,5 a 2 anos após o plantio, e que após a primeira colheita as demais podem ser realizadas anualmente (SILVA e SANTOS, 2006). A palma forrageira é considerada como reserva estratégica de forragem, sendo assim, a frequência em que é realizado o corte na cultura pode variar de acordo com a necessidade do produtor e das condições climáticas (SILVA & SAMPAIO, 2015).

Durante a realização da colheita, quase toda a parte vegetativa da planta é removida, não deixando resíduos para incorporação ao solo, o que resulta em grande extração e exportação de nutrientes (DONATO et al., 2017b). A adubação de manutenção usando fonte mineral ou orgânica é um manejo importante para a cultura, que deve ser realizado a cada corte da palma forrageira em razão da alta extração dos nutrientes, que acontece ao remover os cladódios da planta (SILVA & SAMPAIO, 2015).

A realização de colheita anual é importante para manter as plantas saudáveis, prevenindo contra pragas e doenças, que possa ocorrer nesse período (SUASSUNA, 2008). A palma forrageira é uma cultura que apresenta alta produtividade quando é manejada racionalmente, com o uso de medidas como a correção e adubação de solo, densidade de plantio adequado, controle de plantas daninhas e manejo correto da colheita (OLIVEIRA et al., 2010).

### **Importância da palma forrageira**

Os períodos de estiagem que acontecem ao longo dos anos, faz da palma forrageira um alimento considerado estratégico para os anos secos, no momento em que o crescimento de outras forrageiras se torna limitados, em razão das baixas precipitações pluviométrica (CAVALCANTI, 2007). Os baixos índices e a sazonalidades das chuvas dificultam a produção de forragens tradicionais, que possam suprir a demanda por alimentos, fazendo da palma forrageira alternativa para alimentação dos animais (MARQUES, et al., 2017).

A palma forrageira é importante para a alimentação dos rebanhos, como alimento verde e como fonte de água, suprimindo grande parte das necessidades de água dos animais, durante o período de estiagem (SANTOS et al., 2006).

A palma forrageira apresenta em média 90% de água e contribui com o suprimento deste recurso para os animais, devendo ser ofertado junto com outros alimentos para aumentar o consumo de matéria seca e proteínas, e evitar que ocorra diarreia nos animais pelo consumo isolado da palma (SANTOS et al., 2006).

A palma forrageira é considerada como reserva forrageira importante para a sustentabilidade na pecuária regional, segmento que é fortemente atingido pela escassez de alimento (OLIVEIRA et al., 2010). A palma forrageira pode ser aplicada para o uso desde a alimentação animal, até alimentação humana, voltado para subsistência ou escala comercial (CHIACCHIO; MESQUITA; SANTOS, 2006). Além da alimentação humana e animal, a

palma forrageira ainda é usada para fins medicinais e para produção de cosméticos (RIBEIRO, et al., 2010).

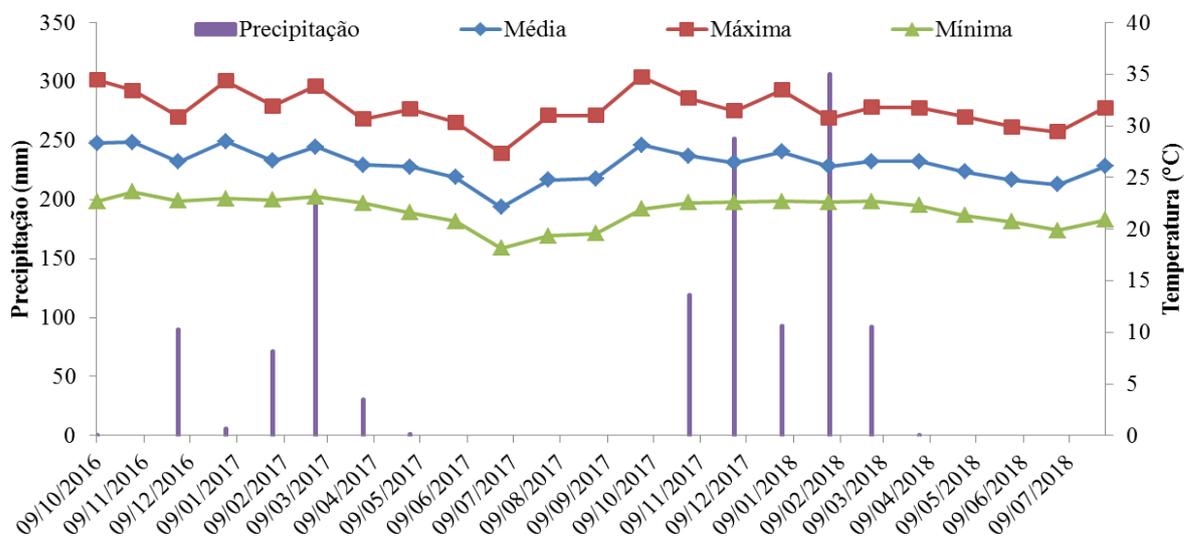
A diversidade de uso da palma forrageira e a obtenção de produtos e subprodutos faz dessa cultura, uma opção de renda para os habitantes de regiões áridas e semiáridas (OLIVEIRA et al., 2010). De acordo com Silva e Sampaio (2015), a palma forrageira apresenta um grande potencial de uso, e poderia ser utilizada em estratégias de políticas públicas com o objetivo de reduzir os impactos causados pela escassez de alimentos nas regiões semiáridas do Brasil e de outros países do mundo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do experimento

O experimento foi instalado na área de agricultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi; localizado no Distrito de Ceraíma, pertencente ao município de Guanambi, no Sudoeste Baiano.

O município apresenta coordenadas geográficas de 14° 13' 29" latitude Sul e 42° 46' 53" longitude Oeste, e altitude de 525 m (IBGE, 1958). O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 2008). Os dados climatológicos, incluindo precipitação, temperatura máxima, média e mínima observados durante o período do experimento, foram obtidos a partir de estação meteorológica automática instalada na área de agricultura do Campus (Figura 1).



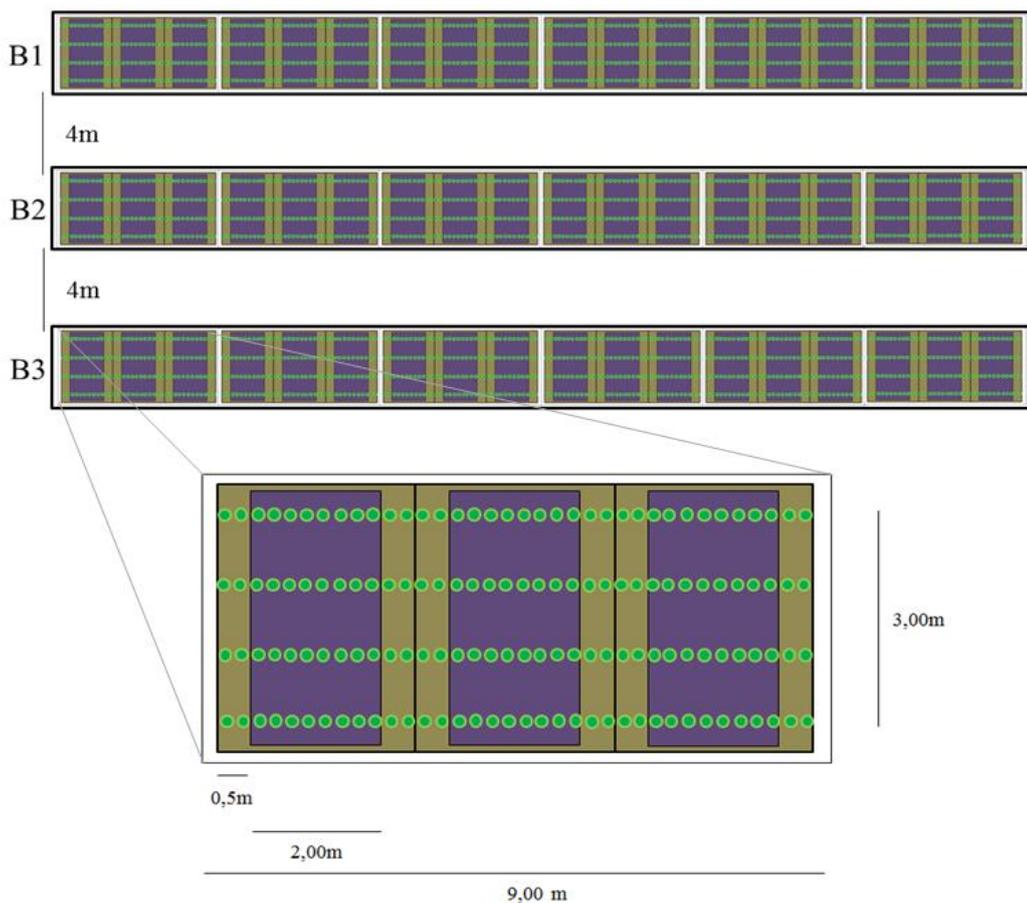
**Figura 1.** Precipitação, temperatura média, mínima e máxima durante o período de avaliação do experimento obtidos a partir da estação meteorológica automática instalada na área de agricultura do Campus.

#### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em bloco casualizados (DBC), em parcelas subdivididas, com 36 tratamentos, 6 x 3 x 2 (seis densidades de plantas, três tipos de cortes e dois ciclos de colheitas) e três repetições, totalizando 108 unidades experimentais.

As parcelas foram constituídas por seis densidades de plantas: 22.857; 34.286; 51.428; 62.857; 80.000 e 95.000 plantas  $ha^{-1}$ . As subparcelas foram constituídas por três tipos de cortes: preservando três (Corte 3), dois (Corte 2) ou um (Corte 1) cladódios primários por planta. As subsubparcelas foram constituídas por dois ciclos de colheitas correspondentes ao ano de 2017 e 2018. Em 2016, 540 dias após o plantio (DAP), foi feita a primeira colheita, com o estabelecimento dos tipos de cortes que foram avaliados no ano de 2017 e repetidos em 2018.

O experimento foi montado em fileiras quádruplas, com blocos espaçados por 4,00 m permitindo mecanização. O espaçamento entre plantas dentro da parcela variou entre si conforme a densidade de plantas por: 25,0; 16,7; 11,1; 9,0; 7,1 e 6,0 cm. A parcela possuía 9,00 m de comprimento, com quatro linhas de plantio espaçadas por 1,00 m. As três subparcelas possuíam 3,00 m de comprimento. A área útil correspondeu aos dois metros centrais, com bordadura de 1,00 m, correspondente a 0,50 m de cada lado das subparcelas (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui do experimento com a ilustração das dimensões da parcela, subparcela e área útil.

### **3.3 Implantação e condução do experimento**

Para a implantação do experimento na área, no ano de 2014, foi realizado o preparo do solo, com subsolagem a 30 cm de profundidade, aração e gradagem. Os sulcos de plantio foram feitos com sulcador à profundidade de 30 cm e distância de um metro entre as fileiras.

As mudas de plantio foram obtidas em cultura de palma forrageira ‘Gigante’ do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, livres de pragas e doenças. Após o corte no campo, o material foi colocado à sombra, por um período de dez dias, para cicatrização dos ferimentos feitos no processo de colheita e, posteriormente, foram plantados.

A adubação foi composta por adubos orgânico e químico, com aplicação de 90 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (30 Mg ha<sup>-1</sup> na fundação e 60 Mg ha<sup>-1</sup> em cobertura), 300 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, usando como fonte o cloreto de potássio e 150 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando como fonte superfosfato simples. Durante a condução do experimento, essas adubações foram repetidas anualmente em cobertura, além disso, foram realizados tratos culturais, como controle de plantas invasoras através de capinas.

### **3.4 Características avaliadas**

As avaliações ocorreram no mês de agosto dos anos de 2017 e 2018, correspondendo ao segundo e terceiro ciclo de colheita. Foram avaliadas as características morfométricas, incluindo o comprimento (CPC), largura (LCL) e número de cladódios por planta (NCL), a altura da planta (ALP), a área de cladódio (ACL), a área total de cladódio (ATC) e o índice de área de cladódio (IAC). Foram avaliadas as seguintes características produtivas: Teor de matéria seca (MS), a produtividade de matéria verde (PMV) e a produtividade de matéria seca (PMS).

As características morfométricas foram obtidas a partir de medidas de quatro plantas ao acaso, dentro da área útil de cada subsubparcela. Foi utilizada trena métrica para medir a altura da planta, a largura e, o comprimento de cladódio. Para as medições de largura e comprimento dos cladódios, foi considerada a região de maior extensão na largura e no comprimento. A altura foi medida do nível do solo até a extremidade do cladódio mais alto.

A ACL foi determinada conforme metodologia descrita por Pinto et al. (2002), conforme a Equação 1.

$$ACL = CCL \times LCL \times 0,693 \quad (1)$$

Em que:

ACL = Área de cladódio (cm<sup>2</sup>)

CCL = Comprimento de cladódio (cm)

LCL = Largura de cladódio (cm)

0,693 = Fator de correção em função da forma elipse do cladódio

Para determinar a ATC foi realizada a multiplicação da ACL (encontrada na Equação 1) com o NCL e por 2, indicando os dois lados do cladódio.

O IAC foi obtido pela divisão da área total do cladódio pela área ocupada por planta no solo.

Para determinação do teor de matéria seca, as amostras de cladódios foram obtidas com o uso de uma serra copo, acoplada a uma furadeira movida à bateria, que foi acionada sobre os cladódios da planta, conforme Donato (2011).

As amostras frescas, coletadas na área útil da subsubparcela, contendo 1000 gramas foram pesadas, fatiadas e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas (Figura 3). A determinação do teor de matéria seca foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2009).

As análises das amostras para determinação dos teores de matéria seca foram realizadas no Laboratório do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*.

A PMV (Mg ha<sup>-1</sup>) foi obtida a partir da extrapolação da massa por unidade de área (Kg m<sup>-2</sup>) do material colhido de todas as plantas dentro da área útil da parcela, para Mg ha<sup>-1</sup>.

A PMS foi determinada a partir do teor da MS (porcentagem) e da PMV (Mg ha<sup>-1</sup>) obtidos nos tratamentos.



**Figura 3.** Coleta das amostras na área do experimento usando serra copo acoplado à furadeira (A) (Foto (A) por Silva, J. A.), amostras frescas de 1 kg, coletadas e pesadas (B), amostras frescas sendo fatiadas para secagem (C), amostras secando em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas (D).

### 3.5 Análise estatística

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância. Quando constatada a interação entre os fatores, estes foram desdobrados entre si. Quando não constatada a interação entre os fatores testados, as médias das diferentes densidades de plantas foram submetidas à análise de regressão, e as médias dos diferentes tipos de cortes e anos de colheita foram submetidas ao teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão divididos em características morfométricas e características produtivas. As plantas responderam aos fatores testados. Foram observadas interações entre os fatores densidades de plantas e tipos de cortes e, densidades de plantas e anos de colheitas. Foram observadas diferenças significativas para os fatores tipos de cortes e anos de colheitas.

### 4.1 Avaliação das características morfométricas

#### 4.1.1 Largura de cladódio

A largura do cladódio (LCL), a área de cladódio (ACL) e o índice de área de cladódio (IAC) apresentaram interações significativas ( $P < 0,05$ ) para os fatores densidades e tipos de cortes (Tabela 1).

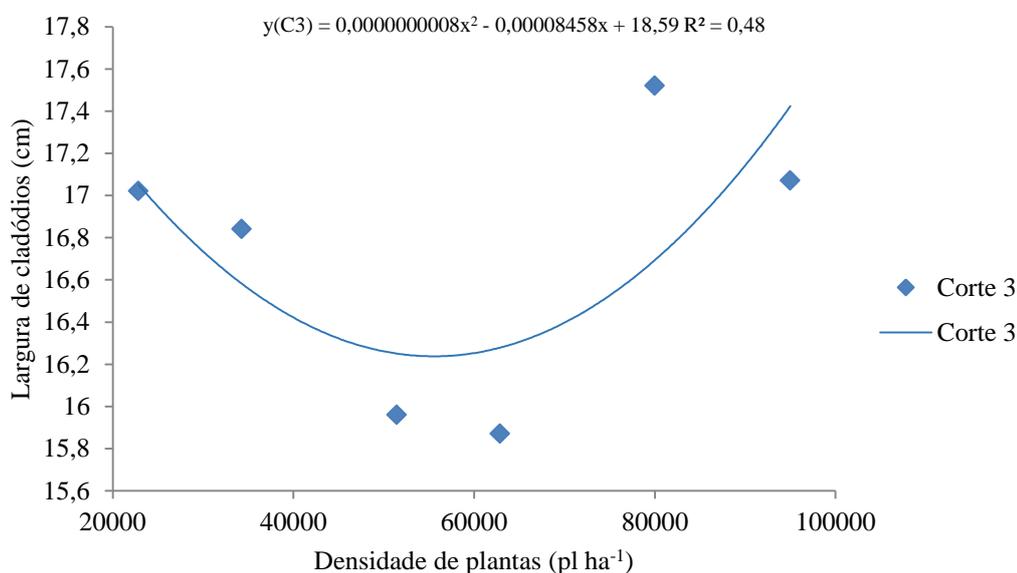
A largura do cladódio apresentou efeito de interação entre os fatores densidade e tipos de cortes. Diferença entre os tipos de cortes foram observados apenas na densidade 51.428 plantas  $ha^{-1}$ , sendo o maior resultado encontrado no corte 2, apresentando 17,66 cm.

**Tabela 1.** Largura de cladódio (LCL), área de cladódio (ACL) e índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira, em diferentes densidades e tipos de cortes

	Tipos de cortes	Densidade de plantas ( $pl\ ha^{-1}$ )						CV%
		22857	34286	51428	62857	80000	95000	
LCL (cm)	Corte3	17,02 a	16,84 a	15,96 b	15,87 a	17,52 a	17,07 a	4,78
	Corte2	16,34 a	16,06 a	17,66 a	16,26 a	17,37 a	16,59 a	
	Corte1	15,78 a	16,67 a	16,04 b	16,47 a	17,21 a	16,52 a	
ACL ( $cm^2$ )	Corte3	384,42 a	378,88 a	337,20 b	341,05 a	407,19 a	380,80 a	9,09
	Corte2	353,07ab	344,68 a	403,34 a	350,84 a	388,87 a	359,03 a	
	Corte1	325,93 b	367,90 a	340,23 b	355,83 a	379,90 a	348,69 a	
IAC ( $m^2\ m^{-2}$ )	Corte3	3,07 a	3,37 a	3,00 a	4,56 a	5,45 a	8,46 a	21,09
	Corte2	2,51 a	2,56 a	3,38 a	4,07 a	5,27 a	8,12 a	
	Corte1	1,91 a	2,61 a	3,31 a	3,43 a	4,52 a	5,55 b	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Corte 1: deixando 1 cladódio primário; Corte 2: deixando 2 cladódios primários e Corte 3: deixando 3 cladódios primários por planta na colheita. Cm: centímetro,  $m^2$ : metro quadrado.

Foi observado o ajuste de equação quadrática para a relação entre a largura de cladódio e densidade no corte 3 (Figura 4). Pelo modelo ajustado, estima-se que a densidade de 52.812 plantas ha<sup>-1</sup> proporciona o valor mínimo de largura do cladódio de 16,34 cm.



**Figura 4.** Largura de cladódios de palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade no corte 3.

Em geral, os valores encontrados para largura de cladódio variaram entre 15,78 a 17,66 cm, apresentando pouca variação entre os tratamentos, os quais foram submetidos à mesma adubação.

Donato et al. (2014), ao avaliar a palma forrageira com adubação orgânica nas doses de 0, 30, 60, 90 Mg ha<sup>-1</sup> e espaçamento de 1,0 x 0,5 m; 2,0 x 0,25 m e 3,0 x 1,0 x 0,25 m, não encontraram diferença significativa para a largura do cladódio entre espaçamento ou para adubação, e observaram média de 16,3 cm de largura. Valor semelhante ao encontrado no presente trabalho.

Cavalcante et al. (2014), ao estudar três genótipos de palma forrageira ‘Gigante’, ‘Redonda’ e ‘Miúda’, e quatro densidades de plantas, 10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, 24 meses após o plantio, observaram redução quadrática na largura de cladódios, com o aumento da densidade de plantas, e observaram média de 15,96 cm de largura do cladódio para a cultivar ‘Gigante’. Valor próximo ao encontrado no presente trabalho.

A largura de cladódio encontrada por Lima et al. (2016), avaliando três intensidades de corte, preservando a planta mãe, os cladódios primários e os cladódios secundários, e dois anos de colheita, com densidade de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>, apresentou no primeiro e segundo ano

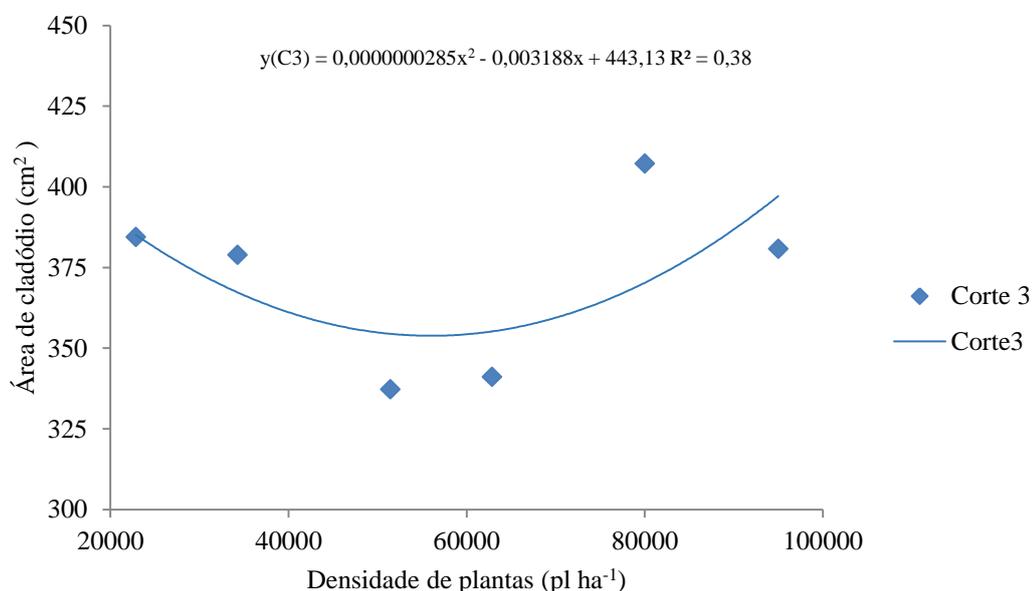
valor de 18,97 e 21,61 cm, ao preservar todos os cladódios primários da palma forrageira. Valor este maior do que o observado no presente trabalho, provavelmente, pelo fato da cultura ter sido irrigada naquele experimento.

#### 4.1.2 Área de cladódio

A área do cladódio apresentou interação significativa entre os fatores densidade e tipos de cortes (Tabela 1). Foram observadas diferenças entre os cortes nas densidades 22.857 e 51.428 plantas ha<sup>-1</sup>. As maiores áreas de cladódios, 384,42 cm<sup>2</sup> e 403,34 cm<sup>2</sup>, foram observadas nos corte 3 e no corte 2, respectivamente.

A área do cladódio apresentou ajuste de equação quadrática em função das densidades de plantas para o corte 3 (Figura 5). Pelo modelo ajustado, estima-se que a densidade de 55.789 plantas ha<sup>-1</sup> proporciona a mínima área de cladódio, com 354,41 cm<sup>2</sup>.

A área do cladódio, no corte 3, diminuiu com o aumento da densidade até próximo à 51.428 plantas ha<sup>-1</sup>, e voltou a aumentar com as densidades maiores, assim como aconteceu com a largura do cladódio.



**Figura 5.** Área de cladódio da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade no corte 3.

Rocha et al. (2017), ao avaliar os genótipos da palma forrageira, Miúda, Orelha de elefante mexicana e a IPA 20, e os intervalos de cortes de 4, 8, 12 e 16 meses, encontraram área de cladódio de 163,39; 383,55; e 158,62 cm<sup>2</sup>, respectivamente aos genótipos.

Donato et al. (2014) avaliando a palma forrageira ‘Gigante’ em diferentes espaçamentos e doses de adubos orgânicos encontraram área média dos cladódios de 350,0 cm<sup>2</sup>. Valores semelhantes ao apresentado no presente trabalho.

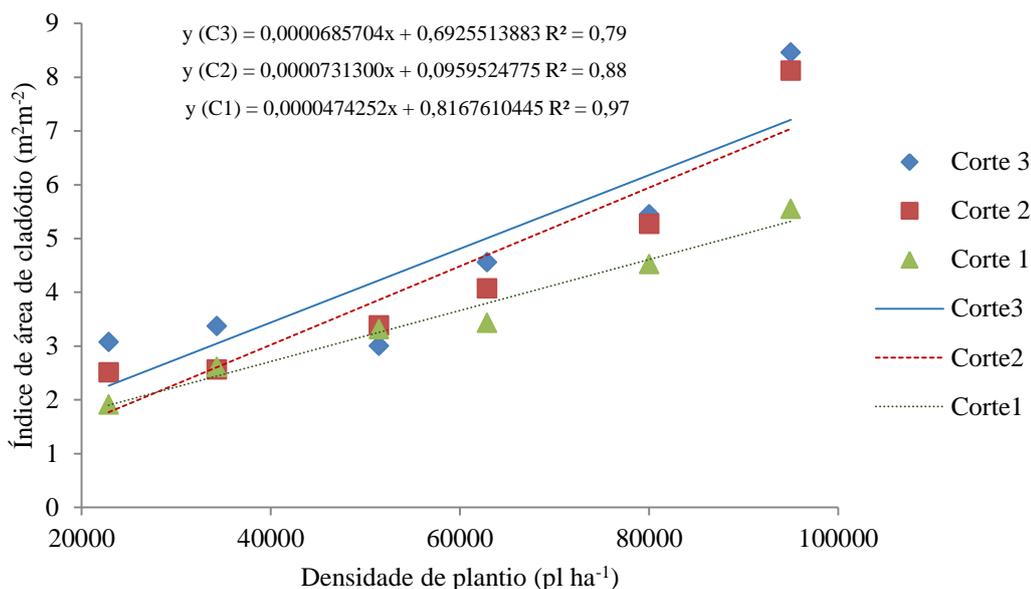
No presente trabalho foi avaliada a cultivar Gigante, que apresentou valor médio de área de cladódio de 363,76 cm<sup>2</sup>. E os maiores valores foram observados nas plantas que foram preservados os maiores número de cladódios.

#### **4.1.3 Índice de área de cladódio**

O IAC apresentou interação significativa ( $P < 0,05$ ) para os fatores densidade e tipos de cortes (Tabela 1) e diferiu ( $P < 0,05$ ) de maneira independente para o fator, anos de colheita (Tabela 2).

O IAC aumentou com o aumento da densidade de plantas, os valores variaram de 1,91 a 8,46 (Tabela 1). Foi observado efeito da interação apenas entre os tipos de cortes na densidade de 95.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os valores observados no corte 3 e 2, foram estatisticamente iguais entre si e maiores do que os observados no corte 1, mostrando que colheita mais intensa, principalmente em maiores densidades, pode interferir nas características da planta que influenciam no índice de área de cladódio.

A equação de regressão para o IAC apresentou ajuste linear crescente em função das densidades de plantas para os tipos de cortes (Figura 6).



**Figura 6.** Índice de área de cladódio da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade e tipos de cortes.

O IAC diferiu entre os anos de colheita avaliados (Tabela 2). No ano 2 o valor médio de IAC obtido, igual a 4,59, foi estatisticamente superior ao obtido no ano 1, igual a 3,76. Este melhor resultado se deve, provavelmente, à maior precipitação, observada no ano 2 do ciclo produtivo da cultura.

**Tabela 2.** Índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira em diferentes anos de colheita

	Ano de colheita		CV%
	Ano 1	Ano 2	
IAC (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	3,76 b	4,59 a	21,35

Médias seguidas de letra diferente na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Ano 1: ciclo de colheita do ano 2017; Ano 2: ciclo de colheita do ano 2018.

Almeida (2011), ao avaliar a palma forrageira ‘Gigante’ e ‘Miúda’, em diferentes adubações, com intervalos de colheitas iniciando a partir dos 180 aos 900 DAP, encontrou máximo IAC com valor de 4,13 na combinação de adubo orgânico e químico aos 900 DAP, apresentando resultados equivalentes entre as cultivares.

Silva et al. (2016), estudando a palma forrageira ‘Gigante’ em diferentes espaçamentos de plantio, 1.00 x 0.50 m; 2.00 x 0.25 m; 3.00 x 1.00 x 0.25 m e adubações químicas, 000-000-000; 000-150-000; 200-150-000; 200-150-100 Kg ha<sup>-1</sup> de NPK, aos 620 DAP,

observaram os maiores valores nos espaçamentos 1,00 x 0,50 m e 2,00 x 0,25 m, ambos apresentando IAC médio de 1,79 e na adubação contendo NPK, com IAC médio de 2,08.

De acordo com Donato et al. (2014) o IAC é uma medida fundamental para determinar a área fotossintética ativa da planta, pois indica sua capacidade em interceptar a luz do sol, e de forma eficiente transformá-la em produção de matéria seca.

O maior IAC observado com o aumento da densidade é justificado, em parte, pela diminuição do espaçamento entre plantas, uma vez que, o IAC é em razão da área foliar e a área da planta no solo. Além da influência da densidade de plantas sobre o IAC, a adubação e o tempo de intervalo de colheita são importantes, pois permitem maior desenvolvimento e maior número de cladódios por plantas.

#### 4.1.4 Número de cladódios

O número de cladódios (NCL) e a área total de cladódios (ATC) apresentaram efeito de interações significativas ( $P < 0,05$ ) para os fatores densidades de plantas e anos de colheita (Tabela 3) e, diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para tipos de cortes de maneira independente (Tabela 4).

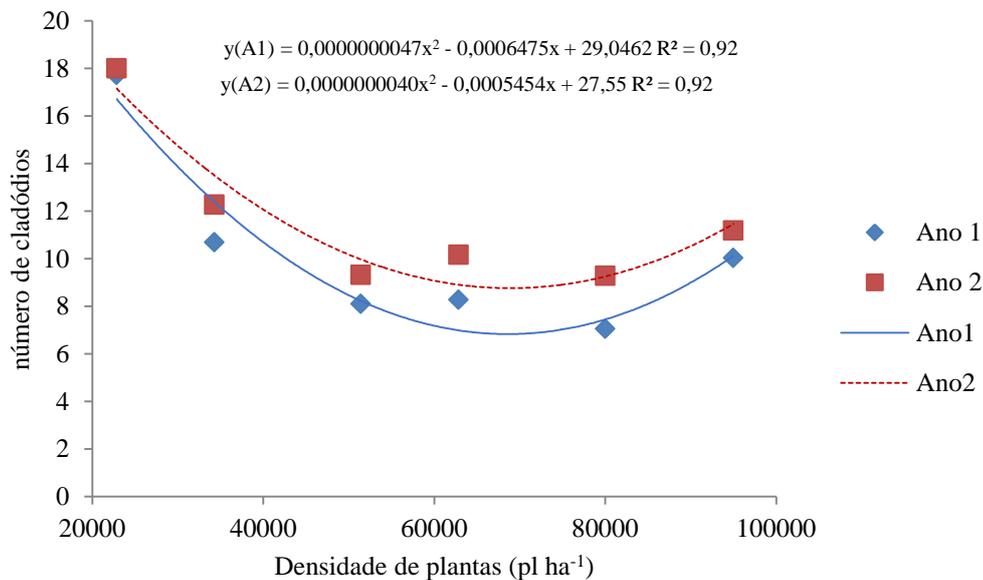
**Tabela 3.** Número de cladódio (NCL) e área total de cladódio (ATC) da palma forrageira, em diferentes densidades e anos de colheita

		Densidade de plantas						CV%
		22857	34286	51428	62857	80000	95000	
NCL (un)	Ano1	17,72 b	10,69 a	8,11 a	8,28 a	7,06 b	10,03 a	18,14
	Ano2	18,00 a	12,28 a	9,33 a	10,17 a	9,28 a	11,19 a	
ATC (m <sup>2</sup> )	Ano 1	0,90 b	0,80 a	0,59 a	0,54 b	0,55 b	0,73 a	19,67
	Ano 2	1,28 a	0,86 a	0,67 a	0,74 a	0,72 a	0,82 a	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Ano 1: ciclo de colheita do ano 2017; Ano 2: ciclo de colheita do ano 2018. Un: unidade, m<sup>2</sup>: metro quadrado.

Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) nas densidades 22.857 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os valores médios de NCL obtidos no ano 2 (18,00 e 9,28, nas densidades 22.857 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente) foram estatisticamente maiores que os obtidos no ano 1 (17,72 e 7,06, nas mesmas densidades).

O número de cladódio apresentou ajuste quadrático em função das densidades de plantas. Pelo modelo ajustado, estima-se que as densidades de 68,829 plantas ha<sup>-1</sup> no ano 1 e 68,125 plantas ha<sup>-1</sup> no ano 2 proporcionaram valores mínimos de NCL, com 6,77 e 8,99 cladódios, nos anos 1 e 2, respectivamente (Figura 7).



**Figura 7.** Número de cladódios da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade e anos de colheita.

O número de cladódios decresceu com o aumento da densidade, até próximo a 62.857 plantas ha<sup>-1</sup>, e voltou a crescer. Os valores variaram de 7,06 a 18,00 cladódios por plantas (Tabela 3).

O número de cladódios além de apresentar interação entre densidades e anos de colheita, também apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tipos de corte (Tabela 4). O valor obtido no corte 3 com 11,67 cm, foi estatisticamente superior ao obtido no corte 1, que foi observado 9,40 cm. O número de cladódios no corte 2 não diferiu significativamente do corte 3 ou corte 1.

Ao avaliar três intensidades de cortes e dois anos de colheita, com densidade de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>, Lima et al. (2016) encontraram 14,26 cladódios por planta, ao preservar os cladódios primários. Valor maior do que o encontrado no presente trabalho.

Donato et al. (2014), avaliando a palma forrageira, 600 DAP, encontraram um valor médio de 22,5 cladódios por planta. O maior valor encontrado por estes autores deve-se, provavelmente, ao maior intervalo entre colheitas, que o observado no presente trabalho, no qual foram feitas colheitas anuais.

Silva et al. (2014), ao estudar três cultivares de palma forrageira, e quatro densidades, 10.000; 20.000; 40.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, 12 meses após o plantio, observaram que o número de cladódios da cultivar Gigante ajustou-se de forma linear negativa ao aumento das

densidades de plantas e, apresentou da menor para a maior densidade, 10,3 a 5,9 cladódios por planta.

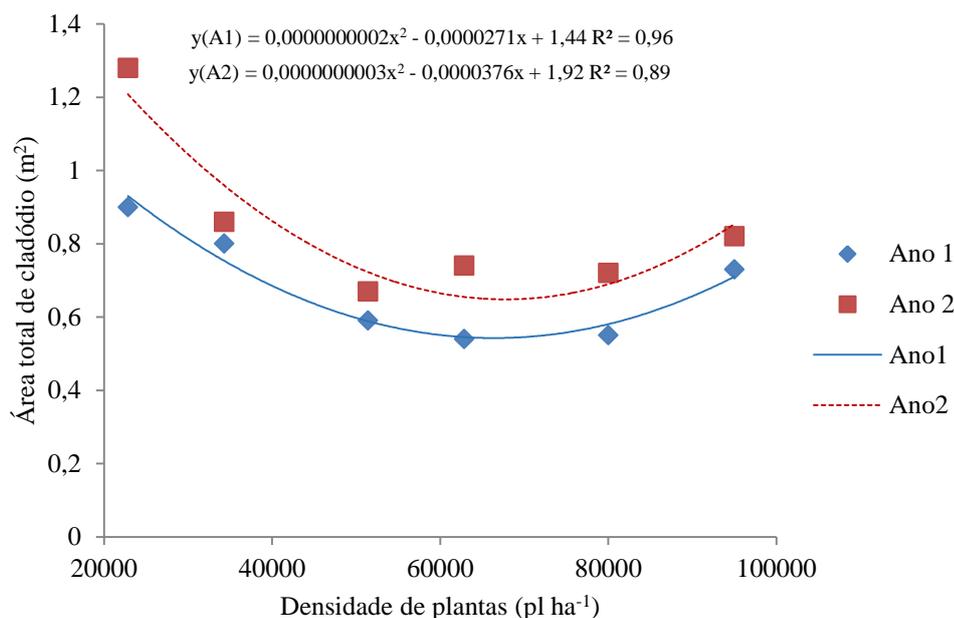
Ao trabalhar com três genótipos de palma forrageira, e quatro densidades de plantas, 24 meses após o plantio, Cavalcante et al. (2014), constataram que houve redução quadrática no número de cladódios emitidos por planta com o aumento da densidade, e observaram média de 17,0 cladódio por planta para a palma ‘Gigante’.

No presente trabalho, ao longo do ano correspondente ao desenvolvimento das plantas que foram colhidas no ano 2, em 2018, houve maior precipitação em comparação ao ano 1 e isso pode justificar o maior número de cladódio observado no ano 2.

#### **4.1.5 Área total de cladódios**

A área total de cladódio apresentou interação significativa entre os fatores densidade de plantas e ano de colheita (Tabela 3) e também apresentou diferença significativa para o fator tipos de cortes (Tabela 4). Nas densidades 22.857, 62.857 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, os valores médios de ATC obtidos no ciclo de colheita do ano 2, com 1,28; 0,74 e 0,72 m<sup>2</sup> respectivamente a densidade de plantas, foram estatisticamente (P<0,05) superiores aos obtidos no ano 1, com 0,90, 0,54 e 0,55 m<sup>2</sup>, nas mesmas densidades.

A área total de cladódio apresentou ajuste quadrático em função das densidades de plantas. Pelo modelo ajustado, estima-se que as densidades de 67.750 plantas ha<sup>-1</sup>, no ano 1, e 62.666 plantas ha<sup>-1</sup>, no ano 2, proporcionaram valores mínimos de área total de cladódio, com 0,52 e 0,74 m<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 8).



**Figura 8.** Área total de cladódio da palma forrageira, para a relação entre os fatores densidade e anos de colheita.

A área total de cladódio apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tipos de corte (Tabela 4). O maior valor foi encontrado no corte 3, com  $0,87 \text{ m}^2$ , o menor foi encontrado no corte 1 com  $0,65 \text{ m}^2$ . O corte 2 com  $0,77 \text{ m}^2$  foi estatisticamente diferente do corte 1, e foi semelhante ao corte 3.

A área total do cladódio é influenciada pelo número de cladódios (quantidade) e dimensões dos cladódios observados por planta.

No segundo ano de colheita, ano 2, foi observado os melhores resultados. Isso, provavelmente, foi em decorrência da maior precipitação ocorrida no período de desenvolvimento da palma após a colheita do ano 1.

#### 4.1.6 Comprimento de cladódio

O comprimento dos cladódios (CPC) apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o fator tipo de corte (Tabela 4).

**Tabela 4.** Comprimento de cladódio (CPC), número de cladódio (NCL) e área total de cladódio (ATC) da palma forrageira, em diferentes tipos de corte

	Tipos de corte			CV%
	Corte3	Corte2	Corte1	
CPC (cm)	31,98 a	31,57 ab	30,88 b	4,90
NCL (un)	11,67 a	10,71 ab	9,40 b	21,63
ATC (m <sup>2</sup> )	0,87 a	0,77 a	0,65 b	23,14

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Corte 1: deixando 1 cladódio primário; Corte 2: deixando 2 cladódios primários e Corte 3: deixando 3 cladódios primários por planta na colheita. Cm: centímetro, un: unidade, m<sup>2</sup>: metro quadrado.

O valor do comprimento do cladódio obtido no corte 3, com 31,98 cm foi estatisticamente superior ao obtido no corte 1, com 30,88 cm. O comprimento de cladódios no corte 2 não diferiu estatisticamente do obtido nos demais.

Embora o comprimento dos cladódios no presente trabalho tenham apresentado valores próximos, variando de 31,98 a 30,88 cm, foram estatisticamente diferentes. O maior comprimento dos cladódios no corte 3 mostra a importância de se manter um maior número de cladódios preservados na planta após a colheita.

Ao avaliar três intensidades de corte e dois anos de colheita, Lima et al. (2016) encontraram valor médio de 36,72 e 39,61 cm, no primeiro e segundo ano respectivamente, ao preservar todos os cladódios primários, valor maior que os encontrados no presente trabalho.

Cavalcante et al. (2014), ao avaliar três genótipos de palma forrageira e quatro densidades de plantas, 24 meses após o plantio, observaram redução quadrática no comprimento de cladódios, com o aumento da densidade de plantas, e observaram média de 31,20 cm de comprimento para a palma ‘Gigante’.

Ao trabalhar com diferentes combinações de adubos orgânico e químicos, Padilha Júnior et al. (2016), obtiveram média de 29,7 cm de comprimento e observaram que nenhum dos tratamentos, com apenas adubação orgânica, promoveram maior comprimento dos cladódios mesmo quando usado 90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino. Segundo esses autores, isso se deveu à má distribuição das chuvas, que poderia ter prejudicado a decomposição e mineralização da matéria orgânica no solo, durante o ciclo da cultura.

#### 4.1.7 Altura de planta

A altura da planta apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) apenas para o fator ano de colheita (Tabela 5). O valor obtido no ano 2, com 117,30 cm, foi estatisticamente superior ao valor obtido no ano 1, com 111,68 cm.

**Tabela 5.** Altura de planta (ALP) da palma forrageira em diferentes anos de colheita

	Ano de colheita		CV%
	Ano 1	Ano 2	
ALP (cm)	111,68 b	117,30 a	6,23

Média seguida de letra diferente na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Ano 1: ciclo de colheita do ano 2017; Ano 2: ciclo de colheita do ano 2018.

Valores de alturas semelhantes foram encontrados por Donato et al. (2014), com média de 115,8 cm e por Padilha Júnior et al. (2016), com média de 112,02 cm de altura, ao avaliarem a palma forrageira ‘Gigante’.

Ao trabalhar com três genótipos de palma forrageira e quatro densidades, Silva et al. (2014) verificaram que a palma ‘Gigante’ e a ‘Miúda’ apresentaram menor altura das plantas com o aumento da densidade. Diferente do presente trabalho, que não apresentou diferença significativa entre as densidades ou tipos de cortes avaliados.

Silva et al. (2016), avaliando o crescimento da palma forrageira durante os 90 a 390 DAP, com intervalos de 30 dias, verificaram ajuste de modelo cúbico para a altura de plantas ao longo de seu desenvolvimento. Estes autores explicaram tal modelo pela alternância entre os períodos favoráveis causados pela chuva e desfavoráveis devido ao déficit hídrico na estiagem.

Lima et al. (2016), ao avaliar a palma forrageira em três intensidades de corte e dois anos de colheita, com densidade de 50.000 plantas  $ha^{-1}$ , encontraram altura média de 114,01 cm, ao preservar os cladódios primários. Valor próximo ao encontrado no presente trabalho.

O melhor resultado de altura no ano 2, observado no presente trabalho, provavelmente, foi devido à maior precipitação ocorrida após a primeira colheita, durante o ciclo produtivo do ano 2, que foi de setembro de 2017 a agosto de 2018 (Figura 1).

## 4.2 Avaliação das características produtivas

A produtividade de matéria verde (PMV) e a produtividade de matéria seca (PMS) apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o fator tipos de cortes. O teor de matéria seca (MS) e a produtividade de matéria verde (PMV) apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o fator ano de colheita (Tabela 6).

**Tabela 6.** Produtividade de matéria seca (PMS) e produtividade de matéria verde (PMV), em diferentes tipos de corte; produtividade de matéria verde (PMV) e teor de matéria seca (MS), em diferentes anos de colheita

	Tipos de corte			CV%
	Corte3	Corte2	Corte1	
PMV ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )	160,14 a	145,72 ab	133,86 b	17,18
PMS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )	13,42 a	11,72 b	11,45 b	21,63
	Ano de colheita			CV%
	Ano1	Ano2		
MS (%)	6,56 b	12,30 a		23,95
PMV ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )	183,50 a	109,64 b		20,92

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Corte 1: deixando 1 cladódio primário; Corte 2: deixando 2 cladódios primários e Corte 3: deixando 3 cladódios primários por planta na colheita. Ano 1: ciclo de colheita do ano 2017; Ano 2: ciclo de colheita do ano 2018.

### 4.2.1 Produtividade de matéria verde

A produtividade de matéria verde diferiu entre os tipos de cortes. O valor encontrado no corte 3 com  $160,14 \text{ Mg ha}^{-1}$ , foi estatisticamente superior aquele obtido no corte 1 com  $133,86 \text{ Mg ha}^{-1}$ . A produtividade de matéria verde no corte 2 não diferiu estatisticamente dos demais cortes. A produtividade de matéria verde obtida no ano 1 com  $183,50 \text{ Mg ha}^{-1}$  foi estatisticamente superior àquela obtida no ano 2, com  $109,64 \text{ Mg ha}^{-1}$ . A média dos valores encontrado foi de  $146,57 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para a produtividade de matéria verde nas densidades de plantas avaliadas.

Silva et al. (2016), ao trabalhar com diferentes espaçamentos de plantio e adubos minerais, aos 620 DAP, encontraram produtividade de matéria verde, variando de  $131,67$  a  $309,67 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

Silva et al. (2014), ao avaliar três genótipos de palma forrageira ‘Gigante’, ‘Miúda’ e ‘Redonda’ e quatro densidades de 10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , observaram que, para a palma ‘Gigante’, a quantidade de matéria verde produzida por planta diminuía com o aumento da densidade, entretanto, somava maior produção por hectare. Estes autores

observaram, valores de produtividade de matéria verde, da palma ‘Gigante’, variando de 100 a 400 Mg ha<sup>-1</sup>, nessas densidades testadas.

Ao avaliar a palma forrageira cultivar Gigante em três intensidades de cortes e dois anos de colheita com densidades de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>, Lima et al. (2016), encontraram produtividade de matéria verde de 128,19 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ao preservar os cladódios primários.

A maior produtividade de matéria verde encontrada no presente trabalho foi observada nas plantas que tiveram maior número de cladódios primários preservados por planta. De acordo com Farias et al. (2000), a maior conservação de cladódios é importante em colheitas frequentes, e que ao manter os cladódios secundários, permite maior índice de área de cladódio, possibilitando maior eficiência fotossintética, com maior acúmulo de reserva e brotação de novos artículos.

Com relação aos anos de colheita, a produtividade de matéria verde obtida e a precipitação observada foram contra o esperado. Os valores observados para precipitação do ano 1 e ano 2 foram 398,65 mm e 863,58 mm, respectivamente. No entanto, a produtividade de matéria verde foi maior para o ano 1, com 183,50 Mg ha<sup>-1</sup>, enquanto o ano 2, com maior precipitação, apresentou 109,64 Mg ha<sup>-1</sup>.

Isto, provavelmente, pode estar relacionado com a repetição dos cortes, que preservaram apenas os cladódios primários, realizados anualmente, que pode ter comprometido a produtividade da planta, mesmo em uma condição, que observou-se maior precipitação pluviométrica ao longo do ano.

#### **4.2.2 Produtividade de matéria seca**

A produtividade de matéria seca diferiu apenas entre os tipos de cortes. A produtividade encontrada no corte 3, com 13,42 Mg ha<sup>-1</sup>, foi superior àqueles obtidos nos corte 1 e 2 com 11,45 e 11,72 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 6). A média dos valores encontrados foi de 12,20 Mg ha<sup>-1</sup>.

Donato et al. (2014), ao avaliar a palma forrageira aos 600 DAP, em diferentes espaçamentos e adubações orgânica, encontraram produtividade de matéria seca média de 18,2 Mg ha<sup>-1</sup>. Silva et al. (2016), estudando a palma forrageira aos 620 DAP, em diferentes espaçamentos e adubos minerais encontraram produtividade média de 17,10 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Valores estes maiores do que o observado no presente trabalho.

Alves et al. (2007) ao avaliar a palma forrageira ‘Gigante’ em diferentes espaçamentos 2,0 x 1,0 m; 3,0 x 1,0 x 0,5 m; e 7,0 x 1,0 x 0,5 m e duas intensidades de cortes preservando

os cladódios primários ou secundários, encontraram a maior produtividade de matéria seca no espaçamento 2 x 1 m, com 6,24 e 13,26 Mg ha<sup>-1</sup>, ao conservar os cladódios primários e secundários respectivamente.

Peixoto et al. (2018), ao avaliar a palma forrageira em plantio exposto ao sol ou sombreado; com posição Leste/Oeste ou Norte/Sul; e com ou sem adubo, realizando colheitas a cada dois anos, encontraram os maiores resultados de produtividade de matéria seca nos cladódios que foram: plantados expostos ao sol; com posição de plantio leste/oeste; e adubado com esterco bovino, apresentando produtividade de matéria seca média de 9,0; 8,8 e 8,9 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

No presente trabalho, foi observado que o tipo de corte que preservou maior número de cladódios por planta proporcionou maior produtividade de matéria seca.

#### **4.2.3 Teor de matéria seca**

O teor de matéria seca diferiu apenas entre os anos de colheita. O teor de matéria seca obtido no ano 2 com, 12,30% foi estatisticamente superior ao obtido no ano 1 com, 6,56% (Tabela 6). A média dos valores encontrados para o teor de matéria seca foi 9,43%.

Costa et al. (2010), ao avaliar a produtividade e a composição química da palma forrageira ‘Gigante’ micropropagada, a partir de plântulas com tamanho de 10-20, 20-30 e mais de 30 cm, detectaram teor de matéria seca médio, de 11,91; 12,22; e 10,13% respectivamente, após dois anos do plantio, valor próximo ao encontrado no ano 2 do presente trabalho. Teles et al. (2002) encontraram teor de matéria seca médio de 7,29%, ao avaliarem o efeito de adubação e nematocida no crescimento e produtividade da palma forrageira cultivada em vaso, nove meses após o plantio, com sintomas de amarelecimento.

Ao trabalhar com palma forrageira em diferentes configurações e adubações, Padilha Júnior et al. (2016) encontraram teor de matéria seca médio de 9,19%. Este autores relatam que o teor de matéria seca na palma forrageira varia conforme a idade do cladódio, apresentando menor teor de matéria seca em cladódios mais novos em relação aos cladódios maduros.

Farias et al. (2000), estudando a palma forrageira em diferentes espaçamentos, 2,0 x 1,0 m; 3,0 x 1,0 x 0,5 m e 7,0 x 1,0 x 0,5 m, frequência de colheitas de 2 e 4 anos, conservando os artículos primários ou secundários, encontraram teor de matéria seca médio de 9,5%.

Silva et al. (2013) ao avaliar a palma forrageira em diferentes espaçamentos e adubação mineral, aos 620 DAP, encontraram teor de matéria seca médio de 8,2%, e justificaram que

esses baixos valores poderia ser em razão do período de chuva que se prolongou, mantendo as plantas em crescimento ativo, com muito tecido jovem e alto teor de água.

Os resultados encontrados no presente trabalho para o teor de matéria seca mostram que o ano 2, no qual foi observada maior precipitação pluviométrica, apresentou maior teor de matéria seca. Estes resultados são atípicos em relação à palma forrageira, na qual, comumente é encontrado menor teor de matéria seca em condições de maior precipitação pluviométrica.

## 5 CONCLUSÕES

O aumento da densidade de plantas por área eleva o índice de área de cladódio da palma forrageira e diminui a área total de cladódio e o número de cladódio por plantas.

A realização de cortes que preservam três cladódios primários por planta resulta em maiores produtividade de matéria seca, produtividade de matéria verde, comprimento de cladódio, números de cladódios e área total de cladódio.

Anos com maior precipitação pluviométrica proporcionam maiores número de cladódios, área total de cladódios, altura de planta e índice de área de cladódio, em palma forrageira 'Gigante' com adubação orgânica e química.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. **A palma forrageira na Região Semiárida do Estado da Bahia: Diagnóstico, crescimento e produtividade.** 2011. 96 f. Tese (Doutorado - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas BA, 2011.
- 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 cortes e espaçamentos. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, out./dez. 2007.
- ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Rios Eletrônica**, v. 5, n. 5, p. 89-98, dez. 2011.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação do Semiárido.** 2017. 63 p.
- BRAVO-HOLLIS, H. **Las cactáceas de México.** 2. ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1978. v. 1, p. 743.
- 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**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 424-433, out./dez. 2014.
- CAVALCANTI, M. C. A. **Comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp).** 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UFRPE, Recife, 2007.
- CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano, **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39-49, nov. 2006.
- CORREIA, R. C.; KILL, L.; MOURA, M.; CUNHA, T. F.; JESUS, A.; ARAÚJO, J. L. A região Semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. **Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido.** Petrolina, PE, Brasil: Embrapa, 2011. p. 21-48.
- COSTA, M. R. G. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PEREIRA, E. S.; FEITOSA, J. V.; SALES, R. O.; MORAIS NETO, L. B.; PEIXOTO, M. J. A. Produção e composição química da palma forrageira micropropagada *in vitro*. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 953-960, 2010.
- DIAS, M. S. C.; COSTA, A. C. F.; JESUS, A. M. Manejo fitossanitário da palma forrageira. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, MG. v. 38, 2017. n. 296, p. 90-96.
- DONATO, P.E.R. **Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco.** 2011. 135 f. Tese (Doutorado

em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes) - UESB, Itapetinga-BA, 2011.

DONATO, P. E. R.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; LONDE, L. N. C.; RODRIGUES, M. G. V. Implantação da lavoura de palma forrageira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, MG. v. 38, 2017a. n. 296. p. 21-32.

DONATO, P. E. R.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; PIRES, A. J. V.; SILVA JUNIOR, A. A. Extraction/exportation of macronutrients by cladodes of ‘Gigante’ cactus pear under different spacings and organic fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 4, p. 238-243, 2017b.

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**, Recife, v. 9, n. 1, p. 151-158, 2014.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. C. Potencial da palma forrageira na América do sul. In: Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la Tuna y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana CACTUSNET FAO-ICARDA. 2013. **Actas...** Santiago del Estero-Argentina. Cactusnet Newsletter. Special Issue 13. 2013. p. 29-40.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Solos do submédio do vale do São Francisco**: Potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina PE, 2008. (Documentos, 211), p. 60.

FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F.; FERNANDES, A. P. M.; SANTOS, V. F. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira em consórcio com o sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.

FIALHO, J. S.; AGUIAR, M. I.; MAIA, L. S.; MAGALHÃES, R. B.; ARAÚJO, F. C. S.; CAMPANHA, M. M.; OLIVEIRA, T. S. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 5020-5031, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Municípios do Estado da Bahia. Rio de Janeiro: IBGE. 1958. p. 403.

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**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 481-488, abr./jun. 2016.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. cap. 5, p. 114-178.

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

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no Semiárido. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (eds). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2007. Cap. 2, p. 32-59.

OLIVEIRA, A. S. C.; CAVALCANTE FILHO, F. N.; RANGEL, A. H. N.; LOPES, K. B. P. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró - RN - Brasil, v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011.

OLIVEIRA, F. T. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficus-indica* (L) Mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FILHO, F. C.; PEREIRA JÚNIOR, E. B. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró - RN - Brasil, v. 5, n. 4, p. 27-37, out./dez. 2010.

PADILHA JÚNIOR, M. C.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E. S. Características morfométricas e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 67-72, out./out. 2016.

PEIXOTO, M. J. A.; CARNEIRO, M. S. 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. 39, 2018.

PINTO, M. S. C.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ANDRADE, A. P.; PIMIENTA FILHO, E. C.; SILVA, I. F.; ANDRADE, M. V. M.; FIGUEIREDO, M. V. Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Recife - PE, 2002. **Anais...** Recife PE: SBZ, vol.1. 2002. p. 54-64.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. p. 343.

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

RIBEIRO, E. M. O.; SILVA, N. S.; LIMA FILHO, J. L.; BRITO, J. Z.; SILVA, M. P. C. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 933-939, out./dez. 2010.

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**, vol. 66, n. 255, p. 364, 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. N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. (Documentos, 30).

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 235.

SILVA, J. A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química**. 2012. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes) - UESB, Itapetinga-BA, 2012a.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de ciências Agrárias**, Recife, v. 7, suplemento, p. 866-875, 2012.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; DONATO, P. E. R. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 242-350, 2013.

SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; RODRIGUES, M. G. V. Cultivares e manejo de palma forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG. v. 38, n. 296, p. 34-45, 2017.

SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E. S.; PADILHA JÚNIOR, M. C.; SILVA JÚNIOR, A. A. Yield and vegetative growth of cactus pear at different spacings and under chemical fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 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**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, nov. 2014.

SILVA, N. G. M. **Produtividade, morfometria e acúmulo de nutrientes da palma forrageira sob doses de adubação orgânica e densidades de plantio**. 2012. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de concentração Forragicultura) - UFRPE, Recife-PB, 2012b.

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

SNYMAN, H. A. A case study on in situ rooting profiles and water-use efficiency of *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 7, p. 1-21, 2005.

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 p. 434-441, 2006.

SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SILVA, T. G. F.; SOARES, J. M.; CARMO, J. F. A.; BRANDÃO, E. O. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. p. 23-28. (Embrapa Semiárido. Documentos, 210).

SUASSUNA, P. A review of applied *Opuntia* forage production Technologies and costs for northeastern Brazil. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 10, p. 171-197, 2008.

TAIZ, L; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. p. 858.

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