

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**MARCELO AUGUSTO DA SILVA SOARES**

**INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS E DIFERENTES ADUBAÇÕES NA  
CULTURA DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA**

Rio Largo – AL  
2023

**MARCELO AUGUSTO DA SILVA SOARES**

**INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS E DIFERENTES ADUBAÇÕES  
NA CULTURA DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha.

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

S676i Soares, Marcelo Augusto da Silva.

Interferência das plantas daninhas e diferentes adubações na cultura da palma forrageira miúda. / Marcelo Augusto da Silva Soares. – 2023.

91f.: il.

Orientador(a): Jorge Luiz Xavier Lins Cunha.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Cacto. 2. Forragem. 3. *Nopalea cochenillifera*. I. Título.

CDU: 632

Primeiramente, a Deus, pela saúde e a proteção;

Ao meu pai, Manoel Soares da Silva Filho pelo apoio, honestidade, amizade, caráter e ética de ter conduzindo minha educação e acreditado em meu potencial, e por nunca deixar que faltasse o mais importante na minha formação, à educação, é o exemplo de homem a ser seguido.

A minha querida mãe, Edicleide Ferreira da Silva Soares pelo amor, carinho, paciência e companheirismo que sempre esteve lado a lado em todos os momentos da minha vida, é meu maior exemplo de força e alegria;

A minha querida irmã, Manoela Patrícia da Silva Soares que sempre acreditou em meu esforço e na perseverança em vencer, e a força que me deu durante todos os anos de minha formação.

Ao meu orientador Jorge Luiz Xavier Lins Cunha pelo apoio e por todos os ensinamentos transmitidos. É um exemplo de ser humano e professor, em pleno pico da pandemia estava lá no campo experimental ajudando na condução da pesquisa. Hoje além de Orientador posso chamar de amigo.

**DEDICO!**

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Alagoas por intermédio do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal-CECA/UFAL, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha, pelo conhecimento transmitido, respeito, suporte, confiança e incentivo.

Aos demais Professores da Pós-Graduação em Agronomia-CECA/UFAL, por contribuir significativamente em meu doutorado.

Aos membros da banca avaliadora: Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha, Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes, Prof. Dr. Samuel Silva e ao Engº. Agrônomo Vinícius Santos Gomes da Silva, agradeço pela paciência e boa vontade em contribuir com as correções e sugestões que serviram não só para melhorar meus textos e interpretações de dados mas também como aprendizado para o resto da minha vida profissional.

Em especial, à minha equipe de laboratório e grandes amigos que no pico da pandemia estavam ajudando de forma intensiva na condução do experimento Gerlan do Nascimento Rodrigues, Ana Caroline de Almeida Moura, Rafaela Lourenço dos Santos e Bruno Oliveira da Costa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela fomentação da bolsa de doutorado.

E por fim a todos que, de forma direta ou indireta, dedicam seus recursos e/ou trabalhos ao agronegócio brasileiro: eu agradeço e homenageio.

## RESUMO

A palma forrageira é uma cultura que apresenta múltiplos usos, no Brasil ela é amplamente utilizada na alimentação animal como forrageira, essa cultura é uma ótima alternativa para as regiões semiáridas, por apresentar em sua composição em média 10% de matéria seca e 90% de água, dessa forma satisfaz em parte a demanda hídrica e nutricional dos animais, principalmente nos períodos de escassez de alimento. Diversos fatores podem influenciar no desenvolvimento e na produtividade da palma forrageira dentre eles merecem destaque a interferência exercida pelas plantas daninhas que emergem espontaneamente e competem por água, luz e nutrientes, comprometendo a quantidade e qualidade dos produtos colhidos e a baixa utilização de tecnologias que trazem aumento no rendimento, como o manejo de adubação. Diante do exposto, foram conduzidos no campo experimental do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), dois experimentos com o objetivo de avaliar a interferência das plantas daninhas e diferentes adubações na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*). O primeiro experimento, foi conduzido por dois ciclos de produção (dois anos), e utilizou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados, com 20 tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas ficaram os dez períodos de controle e convivência entre as plantas daninhas e a palma: 0; 0-30; 0-60; 0-90; 0-120; 0-150; 0-180; 0-240; 0-300 e 0-360 dias após o plantio e colheita, respectivamente 1º e 2º ciclo de produção. Antes de cada capina e na ocasião da colheita, foram avaliadas as espécies, a densidade e a matéria seca das plantas daninhas. Na cultura da palma foram avaliados o número de cladódios por hectare, índice de área de cladódio e produtividade de massa verde. No primeiro e segundo ciclo de produção, a palma quando mantida livre da competição com as plantas daninhas, a produtividade foi 92,9 e 95,6% maior, respectivamente, quando comparado com o tratamento que foi mantido todo ciclo com a presença das plantas daninhas. O período crítico de prevenção à interferência foi de 16 a 174 dias após o plantio no primeiro ciclo de produção e de 21 a 323 dias após a colheita no segundo ciclo de produção. O segundo experimento, também foi conduzido por dois ciclos de produção (dois anos), e foi utilizado o delineamento estatístico de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com 12 tratamentos e sete repetições. Nas parcelas ficaram os quatro tipos de adubação (adubação orgânica mais mineral, orgânica, mineral e testemunha sem adubação) e nas subparcelas ficaram os cladódios plantados de 1ª, 2ª e 3ª ordem. A interação entre os tipos de adubação e ordem de cladódios plantados não foi significativa, uma justificativa para isso é que não houve diferença no desenvolvimento das plantas independente das três ordens de cladódios plantados. As plantas de palma adubadas com esterco caprino associadas ou não a fertilizantes químicos tiveram influência significativa e promoveram os melhores resultados, no primeiro e segundo ciclo de produção, para as variáveis: altura e largura de plantas, número de cladódios por hectare, índice de área de cladódio, massa verde e seca por hectare. Ao comparar os mesmos tratamentos deste experimento, no primeiro e segundo ciclo de produção da palma forrageira, observa-se um incremento acima de 230 e 340 % nas variáveis massa verde e seca por hectare, respectivamente. A não adubação da palma, apesar de permitir um desenvolvimento da planta, ocasiona redução nos índices de crescimento e produtivos.

**Palavras-chave:** cacto; forragem; *Nopalea cochenillifera*.

## ABSTRACT

Forage cactus is a crop that has multiple uses, in Brazil it is widely used in animal feed as forage, this crop is a great alternative for semi-arid regions, as it has an average of 10% dry matter and 90% water in its composition, thus increasing the water and nutritional demand of animals, especially in periods of reduced food. Several factors can influence the development and productivity of cactus pear, among them the interference exerted by weeds that emerge spontaneously and compete for water, light and nutrients, compromising the quantity and quality of harvested products and the low use of technologies that increase yields, such as fertilization management. In view of the above, two experiments were carried out in the experimental field of the Center for Engineering and Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas (CECA/UFAL) with the objective of evaluating the interference of weeds and different fertilizations in the culture of cactus pear (*Nopalea cochenillifera*). The first experiment was carried out over two production cycles (two years), and a statistical design of randomized blocks was used, with 20 treatments and four replications. The ten periods of control and coexistence between weeds and cactus remained in the plots: 0; 0-30; 0-60; 0-90; 0-120; 0-150; 0-180; 0-240; 0-300 and 0-360 days after planting and harvesting, respectively 1st and 2nd production cycle. Before each weeding and at the time of harvest, weed species, density and dry matter were evaluated. In the palm crop, the number of cladodes per hectare, cladode area index and green mass productivity were evaluated. In the first and second production cycles, when the palm was kept free from competition with weeds, productivity was 92.9 and 95.6% higher, respectively, when compared to the treatment that was maintained throughout the cycle with the presence of weeds. The critical period for preventing interference was from 16 to 174 days after planting in the first production cycle and from 21 to 323 days after harvesting in the second production cycle. The second experiment was also conducted for two production cycles (two years), and a statistical design of randomized blocks was used in a split-plot scheme, with 12 treatments and seven replications. The four types of fertilization remained in the plots (organic plus mineral fertilization, organic, mineral and control without fertilization) and in the subplots remained the planted cladodes of 1st, 2nd and 3rd order. The interaction between types of fertilization and order of cladodes planted was not significant, a justification for this is that there was no difference in plant development regardless of the three orders of planted cladodes. Palm plants fertilized with goat manure, associated or not with chemical fertilizers, had a significant influence and promoted the best results, in the first and second production cycles, for the variables: plant height and width, number of cladodes per hectare, cladode area index, green and dry mass per hectare. When comparing the same treatments in this experiment, in the first and second cycle of cactus pear production, an increase above 230 and 340% in the variables green and dry mass per hectare, respectively, is observed. The non-fertilization of palm, despite allowing the plant to develop, causes a reduction in growth and production rates.

**Keywords:** cactus; forage; *Nopalea cochenillifera*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ranking dos países com maiores produções de palma forrageira.....	13
Figura 2. Características morfológicas da palma forrageira.....	15
Figura 3. Imagem espacial da região Nordeste com a delimitação do semiárido brasileiro. .....	16
Figura 4. Croqui detalhado da área experimental.....	36
Figura 5. Preparo do solo (A), calagem (B), cladódio em processo de desidratação (C) e plantio (D). .....	37
Figura 6. Adubação com fertilizantes minerais em cobertura. ....	38
Figura 7. Estação meteorológica automática do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL).....	39
Figura 8. Quadrado inventário (A), identificação das plantas daninhas (B) e separação e contagem das plantas daninhas (C). ....	40
Figura 9. Medição da largura de cladódio com uma régua milimétrica. ....	41
Figura 10. Colheita da palma forrageira (A) e pesagem dos cladódios mediante a colheita (B).....	41
Figura 11. (A e C) - Densidade populacional das principais espécies de plantas daninhas e total avaliado no final de cada período dos tratamentos que conviveram com as plantas daninhas. (B e D) - Densidade populacional das principais espécies de plantas daninhas. .....	43
Figura 12. Precipitação pluvial e temperatura máxima (T. máxima), média (T. média) e mínima (T. mínima), no período de 05/2019 a 05/2021, na região de Rio Largo, Al... 44	
Figura 13. (A e C) – Massa seca das principais espécies de plantas daninhas e total avaliado no final de cada período dos tratamentos que conviveram com as plantas daninhas. (B e D) - Massa seca das principais espécies de plantas daninhas e total avaliado mediante a colheita do experimento, nos dois ciclos de produção, nos tratamentos que permaneceram livre da competição com as plantas daninhas. ....	46
Figura 14. (A e C) – Número de cladódios por hectare dos tratamentos que conviveram e que ficaram livres da competição com as plantas daninhas, no primeiro e segundo ciclo de produção. (B e D) – Índice de área de cladódio dos tratamentos que conviveram e que ficaram livres da competição com as plantas daninhas, no primeiro e segundo ciclo de produção. ....	47
Figura 15. Produtividade de massa verde ( $t\ ha^{-1}$ ) da palma forrageira em função aos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas, com seus respectivos anteriores à interferência (PAI), total de prevenção à interferência (PTPI) e crítico de prevenção a interferência (PCPI). Rio Largo, Al, 05/2019 a 05/2021. ....	50
Figura 16. Croqui detalhado da área experimental.....	62

Figura 17. Preparo do solo (A), calagem (B), cladódio em processo de desidratação (C) e plantio (D). .....	63
Figura 18. Adubação de cobertura com fertilizante mineral (A) e cobertura manual do adubo (B). .....	65
Figura 19. Separação do esterco caprino (A), distribuição do adubo orgânico (B), uniformizando a distribuição do esterco ao longo do sulco (C) e resultado final da distribuição do esterco (D). .....	66
Figura 20. Estação meteorológica automática do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL).....	68
Figura 21. Precipitação pluvial e temperatura máxima (T. máxima), média (T. média) e mínima (T. mínima), no período de 06/2019 a 06/2021, na região de Rio Largo, AL....	68
Figura 22. Colheita da palma forrageira (A) e pesagem dos cladódios mediante a colheita (B). .....	70
Figura 23. Picotando os pedaços de palma forrageira (A), pesando a massa verde de cladódio (B), massa verde empacotada, identificada e colocada na estufa (C) e pesando a massa seca de cladódio (D). .....	71
Figura 24. Altura da planta (cm) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	73
Figura 25. Largura da planta (cm) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	75
Figura 26. Número de cladódios por hectare (NCH) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	77
Figura 27. Índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	79
Figura 28. Massa verde por hectare (MV) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	82
Figura 29. Massa seca por hectare (MS) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação botânica da palma forrageira. ....	14
Tabela 2. Redução de produtividade de algumas culturas agrícolas quando conviveram todo o ciclo as plantas daninhas. ....	18
Tabela 3. Extração de nutrientes pela palma forrageira para produção de matéria seca. ....	21
Tabela 4. Produção de matéria seca por hectare da palma forrageira em função da adubação orgânica. ....	22
Tabela 5. Detalhamento dos tratamentos experimentais. ....	35
Tabela 6. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, na região de Rio Largo, AL, 2019. ....	37
Tabela 7. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, na região de Rio Largo, AL, 2019. ....	64
Tabela 8. Resultados da análise química do esterco ovino utilizado na área experimental, Rio Largo, AL, 2019. ....	67
Tabela 9. Análise de variância e os valores dos quadrados médios de altura da planta (Alt. planta – cm) e largura da planta (Lar. planta – cm), em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	72
Tabela 10. Análise de variância e os valores dos quadrados médios de número de cladódios por hectare (NCH – cladódios ha <sup>-1</sup> ) e índice de área de cladódio (IAC – m <sup>2</sup> .m <sup>2</sup> ) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	76
Tabela 11. Análise de variância e os valores dos quadrados médios de massa verde por hectare (MV – t ha <sup>-1</sup> ) e massa seca por hectare (MS – t ha <sup>-1</sup> ) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL. ....	81

## SUMÁRIO

<b>1 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
1.1 ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO, CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E MORFOLÓGICAS DA PALMA FORRAGEIRA .....	13
1.2 IMPORTÂNCIA DA PALMA FORRAGEIRA PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINO.....	16
1.2 INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS .....	17
1.4 ADUBAÇÃO NA PALMA FORRAGEIRA.....	19
<b>2 REFERÊNCIAS</b> .....	23
CAPÍTULO I - PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA PALMA FORRAGEIRA ( <i>NOPALEA COCHENILLIFERA</i> L.) SALM – DICK CV MIÚDA .....	29
<b>RESUMO</b> .....	29
PERIODS OF WEED INTERFERENCE IN FORAGE PALM CULTURE ( <i>NOPALEA COCHENILLIFERA</i> L.) SALM – DICK CV MIÚDA .....	30
ABSTRACT .....	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO.....	34
2.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO .....	34
2.3 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS .....	36
2.4 VARIÁVEIS AGROMETEOROLÓGICAS .....	38
2.5 COLETA DE PLANTAS DANINHAS .....	39
2.6 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO E COLHEITA .....	40
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	43
3.1 DENSIDADE DE PLANTAS DANINHAS .....	43
3.2 MASSA SECA DE PLANTAS DANINHAS .....	45
3.3 NÚMERO DE CLADÓDIOS POR HECTARE E ÍNDICE DE ÁREA DE CLADÓDIO.....	47

3.4 PRODUTIVIDADE DE MASSA VERDE .....	50
4 CONCLUSÕES .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54
CAPÍTULO 2 – ADUBAÇÃO ORGÂNICA PROMOVE MAIOR CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA ( <i>NOPALEA COCHENILLIFERA</i> L.) SALM – DICK CV MIÚDA .....	
	58
RESUMO .....	58
<b>FERTILIZATION PROMOTES GREATER GROWTH AND PRODUCTIVITY OF CACTUS PEAR (<i>NOPALEA COCHENILLIFERA</i> L.) SALM – DICK CV MIÚDA</b> .....	
	59
ABSTRACT .....	59
1 INTRODUÇÃO .....	60
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	62
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO .....	62
2.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO .....	62
2.3 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS .....	63
2.4 VARIÁVEIS AGROMETEOROLÓGICAS .....	67
2.5 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO E COLHEITA .....	69
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	
	72
3.1 ALTURA E LARGURA DA PLANTA .....	72
3.2 NÚMERO DE CLADÓDIOS POR HECTARE (NCH) E ÍNDICE DE ÁREA DE CLADÓDIO (IAC) .....	75
3.3 MASSA VERDE E SECA POR HECTARE .....	81
4 CONCLUSÕES .....	88
REFERÊNCIAS .....	89

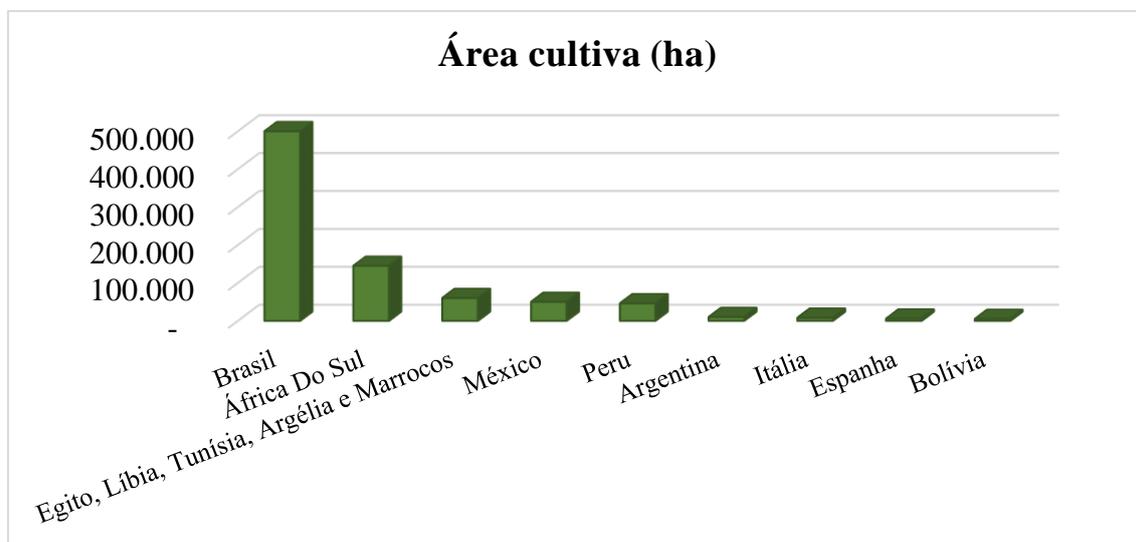
## 1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Origem, distribuição, características botânicas e morfológicas da palma forrageira

A palma forrageira é uma planta nativa do México, porém está espalhada e pode ser encontrada em vários continentes (MARQUES et al., 2017). Os relatos da chegada da palma forrageira ao Brasil são controversos, entre vários autores na literatura como: Pessoa (1967), Simões et al. (2005) e Silva et al. (2017). Uma versão muito citada é a de Pessoa (1967), onde relata que o cultivo da palma forrageira no Brasil se deu com o objetivo de hospedar o inseto *Dactylopius coccus*, para a produção de uma corante vermelho, porém não obtiveram sucesso com essa atividade. O mesmo autor cita que, devido esse fracasso inicial, a cultura passou a ser cultivada com outras finalidades, e com o passar do tempo foi observado, por acaso, o potencial forrageiro, o que despertou o interesse de produtores e criadores de gados, que assim passaram a cultivar de forma mais extensiva essa cultura.

A área plantada no Brasil é superior a 500 mil hectares (ROCHA, 2012), tornando-se assim o maior produtor mundial dessa cultura, a maior parte dessa produção concentra-se nos Estados de Alagoas, Pernambuco e Bahia. Na Figura 1, podemos observar o ranking dos países com maiores áreas cultivadas com palma forrageira.

**Figura 1:** Países com maiores produções de palma forrageira.



Fonte: Rocha, 2012.

Na Tabela 1, segue a classificação botânica da palma forrageira, seguindo a ordem descrita por (TAGUCHI et al., 2017; JARDIM et al., 2020). No mundo há mais de 2.000 espécies conhecidas de palma, essas estão divididas em 178 gêneros, no entanto, para atividade forrageira os gêneros mais cultivados são: *Nopalea* e *Opuntia* (ANOOP et al., 2012; EDVAN et al., 2020).

**Tabela 1:** Classificação botânica da palma forrageira.

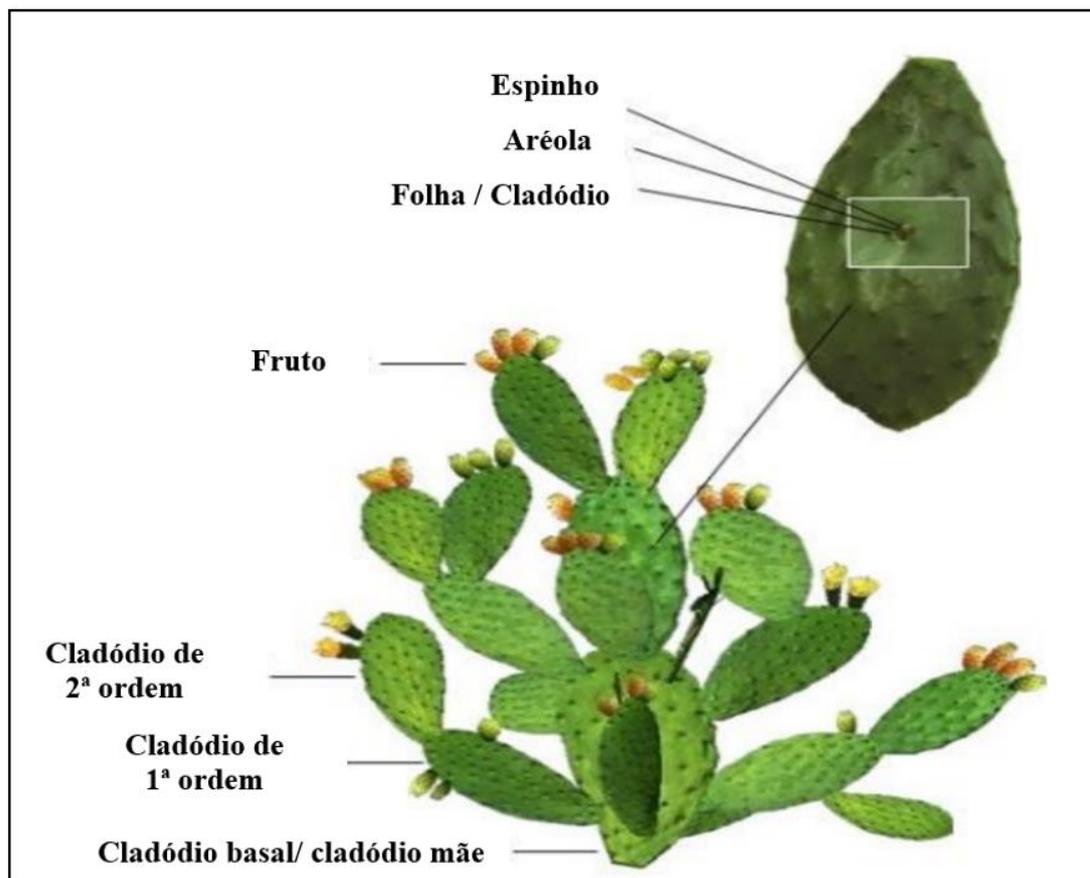
<b>CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA PALMA FORRAGEIRA</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Divisão</b>	Embryophyta
<b>Subdivisão</b>	Angiospermea
<b>Classe</b>	Dicotyledoneae
<b>Subclasse</b>	Archiclamideae
<b>Ordem</b>	Opuntiales
<b>Família</b>	Cactáceas

**Fonte:** Taguchi et al. (2017) e Jardim et al. (2020).

A *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck cultivar miúda, também conhecida como palma doce é uma das espécies forrageiras mais cultivadas no Nordeste brasileiro (FARIAS et al., 2005), essa espécie possui as seguintes características: as raízes são bem desenvolvidas com profundidade máxima em torno dos 30 cm, essas podem espalhar-se por até 8 metros (TAGUCHI et al., 2017), o caule é do tipo cladódio, de pequeno porte e muita ramificação, os cladódios possuem coloração verde intenso e brilhante com dimensões em torno de 25 centímetros de comprimento, as flores possuem coloração vermelha e os frutos roxo em formato de baga (SILVA et al., 2006).

Os cladódios da palma são classificados em ordens, conforme seu posicionamento na planta (ALVES et al., 2020). Os cladódios de primeira ordem são os emergidos a partir do cladódio basal (mãe), a segunda ordem são os emergidos a partir dos cladódios de primeira ordem, e assim sucessivamente (Figura 2).

**Figura 2:** Características morfológicas da palma forrageira.



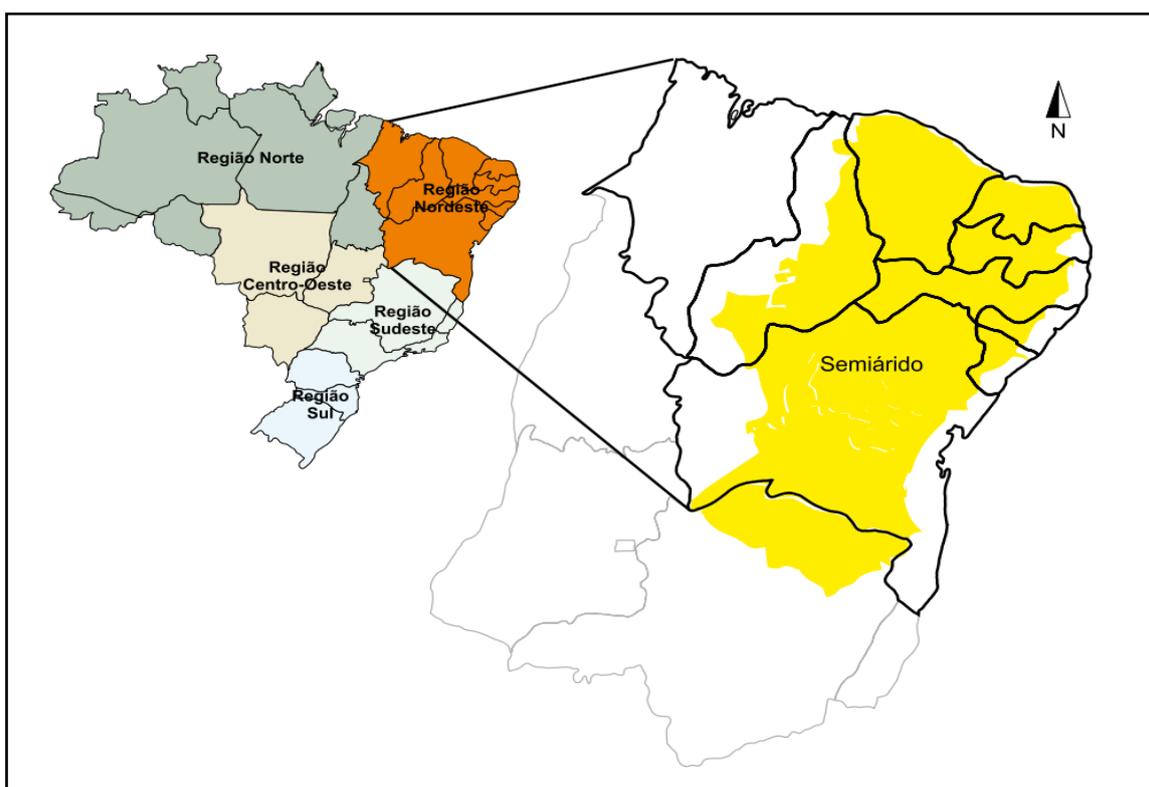
Fonte: Pinheiro et al. (2021).

A palma forrageira possui o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que lhe confere características bioquímicas e fisiológicas que possibilitam que essa planta sobreviva em ambientes em que há estresse hídrico ocasionados pelos longos períodos sem chuva durante o ano (MAGALHÃES et al., 2021). Esse mecanismo fisiológico é caracterizado pela abertura estomática e a captação de dióxido de carbono ocorrerem durante a noite, e isso ocasiona menor perda de água pela planta (SOUZA et al., 2018). Alguns fatores que contribuem para que essa planta seja adaptada a condições ambientais, cuja disponibilidade hídrica seja sazonal, como as regiões áridas e semiáridas, é que essa cultura por apresentar raízes superficiais e espalhadas conseguem de forma rápida absorver a água disponível do solo, além disso, essas plantas possuem nos cladódios uma cutícula espessa e impermeável que lhe confere maior retenção de água no interior das células, o que possibilita uma maior manutenção do equilíbrio hídrico (TAGUCHI et al., 2017).

## 1.2 Importância da Palma forrageira para o Semiárido Nordestino

O Semiárido brasileiro corresponde a 60% da região Nordeste e ocupa aproximadamente 11,4 % do território nacional (Figura 3) (BARROS et al., 2016). Essa região é caracterizada pelas irregularidades de chuva ao longo do ano, e isso impacta negativamente na produção de alimentos para os animais (ALBUQUERQUE et al., 2021). Os mesmos autores citam que a produção de forragem é reduzida nos períodos de estresse hídrico e que o rendimento da palma forrageira é dependente de fatores climáticos como luminosidade, temperatura e disponibilidade de água.

**Figura 3:** Imagem espacial da região Nordeste com a delimitação do Semiárido brasileiro.



**Fonte:** Garcia et al. (2011)

A palma forrageira é bastante cultivada no Nordeste do Brasil (ALBUQUERQUE et al., 2021). Os Estados que possuem destaque de produção nessa região são: Alagoas, Pernambuco, Bahia e Paraíba (LEITE et al., 2014). Os mesmos autores citam que as regiões semiáridas desses Estados possuem alto potencial pecuário, no entanto, na grande maioria os rendimentos dos rebanhos são baixos, e um dos motivos que acarretam isso é a baixa disponibilidade de forragem em alguns períodos do ano.

A palma forrageira por apresentar o metabolismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), que fecha os estômatos durante o dia para evitar as perdas de água por transpiração e desta forma ter melhor aproveitamento hídrico (SOUZA et al., 2018). É uma ótima alternativa para a produção de forragem nessa região, que por ser adaptada a ambientes com restrição hídrica, é menos impactada do que as outras culturas, e dessa forma conseguem obter grande volume de massa verde e seca por hectare. Em 12 meses de produção Lima et al. (2015), obtiveram rendimento de biomassa fresca de 253 t ha<sup>-1</sup> e Donato et al. (2014), obtiveram produtividade de massa seca de 21,8 t ha<sup>-1</sup>.

Albuquerque et al. (2021), citam que é muito evidente o cultivo da palma forrageira do médio ao alto do Sertão alagoano, e que essas regiões do Estado de Alagoas são caracterizadas pela criação de ovinos, caprinos e bovinos, e que durante a estação seca do ano existe a carência de alimentos para os animais, principalmente as gramíneas, em virtude disso, a palma forrageira é uma alternativa de alimentação para os rebanhos nesse período crítico. Os mesmos autores relatam que a espécie *Nopalea cochenillifera*, cultivar Miúda, é a mais utilizada no Estado de Alagoas, a sua preferência entre os produtores e criadores dessa região é devido a sua alta palatabilidade, altos rendimentos de massa verde e seca, bom valor nutricional e um diferencial das demais espécies é à alta resistência a cochonilha (*Dactylopius e Diaspis echinocacti*).

A palma forrageira pode ser incluída de diversas maneiras na alimentação animal, como: pastejo tradicional, picada e disposta no cocho e na forma de farelo desidratado (MARQUES et al., 2017). Essa cultura possui alta digestibilidade e elevada reserva de água em sua composição (SILVA et al., 2022), além de possuir altos teores de carboidratos não fibrosos e valor energético de nutrientes digestíveis totais (MAGALHÃES et al., 2021).

## **1.2 Interferência de plantas daninhas**

Vários fatores podem influenciar no desenvolvimento e na produtividade da palma forrageira dentre eles merece destaque a interferência exercida pelas plantas daninhas devido à baixa capacidade competitiva da cultura decorrente do seu crescimento inicial ser lento e por ser uma planta semi-perene de ciclo longo (RAMOS et al., 2015; SILVA et al., 2019).

As plantas daninhas que emergem espontaneamente, se não controladas de forma adequada e eficiente podem impactar negativamente no crescimento, desenvolvimento e

produtividade agrícola, devido à competição por água, nutrientes, além de causa efeito alelopático a cultura são também hospedeiras de pragas e doenças (LACERDA et al., 2020).

Na Tabela 2, é possível observar o impacto negativo causado pela convivência, durante todo o ciclo, com as plantas daninhas em algumas culturas agrícolas.

**Tabela 2:** Redução de produtividade de algumas culturas agrícolas quando conviveram todo o ciclo as plantas daninhas.

<b>Cultura</b>	<b>Redução de produtividade (%)</b>	<b>Fonte</b>
- Cenoura	100,0 %	Freitas et al. (2009)
- Beterraba	95,0 %	Brito (1994)
- Pimentão cultivado em sistema de plantio direto	95,0 %	Cunha et. al. (2015)
- Pimentão cultivado em sistema de plantio convencional	90,0 %	Cunha et. al. (2015)
- Feijão comum	92,0 %	Schiessel et al. (2019)
- Soja	80,4 %	Schiessel et al. (2019)
- Tomate	75,5 %	Nascente et al. (2004)
- Batata-doce	69,3 %	Cavalcante et al. (2017)

**Fonte:** Autor, 2019.

Conforme Cavalcante et al. (2017), o grau de interferência é reduzido quanto menor for o período de convivência da cultura com as plantas daninhas. Um outro fator citado pelos mesmos autores é que dependendo do período de desenvolvimento da cultura, uma infestação moderada de plantas daninhas poderá ser tão danosa quanto uma alta infestação. De acordo com Rochi et al. (2010), o recomendado é realizar o manejo de controle de plantas daninhas apenas nas épocas adequadas, visto que a cultura pode conviver por ao menos um período sem que haja prejuízos econômicos significativos. Diante das informações relatadas por Cavalcante et al. (2017) e Rochi et al. (2010), é

notório que há a necessidade de estudos que identifiquem a melhor época de controle de plantas daninhas nas diversas culturas agrícolas, visando a menor redução de produtividade possível, sem impactar negativamente o ambiente.

Pitelli (1985) propuseram os conceitos de período anterior a interferência (PAI), período total de prevenção a interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI), a partir dos quais é possível determinar o período mais adequado para o controle das espécies de plantas daninhas. O período anterior a interferência (PAI), é o período a partir da emergência ou do plantio, em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que haja prejuízos a espécie cultivada (BRIGHENTI et al., 2021). O período total de prevenção a interferência (PTPI) compreende a partir da emergência, durante o qual a cultura desenvolver-se sem a presença de plantas daninhas, dessa forma sua produtividade não será afetada. O período de crítico de prevenção a interferência (PCPI) corresponde à diferença entre o PAI e o PTPI, sendo esta época em que as práticas de controle devem ser adotadas de modo a prevenir perdas de produtividade (EVANS et al., 2003), levando-se em conta os custos do controle de plantas daninhas para prevenir perdas de produtividades superiores a 5% (CUNHA et al., 2015).

A duração de cada período vai variar de acordo com a espécie cultivada, das comunidades de plantas daninhas emergidas e das práticas de manejo (GALON et al., 2019). Quanto maior e diversificada a população de plantas daninhas, maior será a competição por recursos do meio e mais intenso será a competição com a cultura principal. A identificação das espécies de plantas daninhas é uma ferramenta muito importante na escolha adequada do método de manejo (PERERIA et al., 2008). Na grande maioria o controle de plantas daninhas nos cultivos de palma forrageira é realizado por capinas manuais, pois não existem produtos registrados para essa cultura e há também poucos estudos referentes a esse assunto (RODRIGUES, 2020).

#### **1.4 Adubação na palma forrageira**

A palma forrageira é uma ótima alternativa para alimentação dos rebanhos nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, porém apesar de ser amplamente cultivada nessas regiões a produtividade dessa cultura é baixa (BARROS et al. 2016). Um dos fatores para esse baixo rendimento agrônômico da cultura é a pouca utilização de tecnologias que trazem ganhos de produtividade (SILVA et al., 2021), como o manejo de

adubação. A palma absorve grande quantidade de nutrientes do solo (LEDO et al., 2021; SANTANA et al. 2021), e para obter altas produtividades a cultura necessita de adubação, seja ela orgânica, mineral ou organomineral (PESSOA et al., 2022).

Conforme Albuquerque (2021), os solos do Semiárido do Brasil apresentam baixos teores de matéria orgânica, além disso, nessas regiões ainda é pouco utilizada a adubação com fertilizantes químicos, devido ao alto custo de aquisição e as incertezas causadas pela irregularidade de chuva, dessa forma a produtividade da palma fica dependente da fertilidade natural dos solos, que por muitas vezes não atendem as exigências nutricionais da cultura. Um estudo realizado por Souza et al. (2019), onde entrevistaram alguns produtores de palma do Cariri Paraibano, observaram que nenhum dos produtores realizavam análises químicas do solo antes da implantação, como também não adubavam os cultivos de palma com fertilizantes químicos.

Conforme Nkoi et al. (2021) e Arba et al. (2017), a adubação seja ela orgânica ou mineral é extremamente importante no manejo do cultivo da palma, visto que é uma cultura que possui alta extração de nutrientes pelas plantas. Como a palma forrageira é uma cultura semi-perene, e há um uso contínuo e uma alta extração de nutrientes do solo pelas plantas, necessita-se repor novamente esses nutrientes ao solo, caso contrário, existe uma tendência de redução na produção, pois além dos nutrientes terem sido usados pelas plantas ainda há perda por erosão (SINGH et al., 2018). Na Tabela 3, é possível observar algumas estimativas de extração de nutrientes pela palma forrageira considerando a produção de matéria seca por hectare.

**Tabela 3:** Extração de nutrientes pela palma forrageira para produção de matéria seca.

Fonte	Extração de nutrientes pela palma forrageira				MS (t ha <sup>-1</sup> )
	Nitrogênio (Kg N ha <sup>-1</sup> )	Fósforo (Kg P ha <sup>-1</sup> )	Potássio (Kg K ha <sup>-1</sup> )	Cálcio (Kg Ca ha <sup>-1</sup> )	
Santos et al. (2006)	90,0	16,0	258,0	235,0	10,0
Rodrigues (2020)	179,8	13,0	180,0	154,9	10,0
Silva et al. (2010)	131,9	19,4	392,6	300,7	10,0
Dubeux Júnior et al. (2010)	90	16,0	258,0	235,0	10,0

MS (t ha<sup>-1</sup>): Produção de massa seca em toneladas por hectare.

**Fonte:** Autor, 2019.

Algumas pesquisas evidenciam a importância da adubação, como as realizada por Ledo et al. (2019), que estudando a produtividade da palma forrageira sob diferentes adubações em dois ciclos de produção, obtiveram incrementos na produtividade de 237,7 e 238,2 % quando comparado as parcelas que receberam 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino mais fertilizantes mineral com a testemunha sem adubação, no 1º e 2º ciclo de produção, respectivamente. Rodrigues (2020), estudando a produtividade de massa verde da palma forrageira cv miúda submetida a diferentes formulações com NPK, obteve um incremento de 6,95 vezes maior com o tratamento adubado com 40 Kg N ha<sup>-1</sup>, 200 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 120 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ao comparar com as plantas que não receberam nenhum tipo de adubação.

A adubação orgânica favorece a absorção dos nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, como também aumenta a capacidade de troca catiônica e estabilidade de agregados conferindo ao solo condições favoráveis de arejamento, além de melhorar a capacidade de infiltração e retenção de água no solo (RAMOS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2009). Severino et al. (2004), citam que a adubação orgânica tem uma vantagem sobre a adubação com fertilizantes químicos no cultivo da palma, pois disponibilizam de forma gradual os nutrientes à medida que são requeridos para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Ainda levando em

consideração o efeito da disponibilização gradual dos nutrientes da adubação orgânica, Santos et al. (2010) e Trani et al. (2013), citam que o esterco se decompõe lentamente, e essa condição promove grande acúmulo de nutrientes no solo, e por sua vez, aumento da disponibilidade macro e micronutrientes nos anos subsequentes. Na Tabela 4, é possível observar alguns resultados encontrados na literatura com a resposta da adubação orgânica sobre a produção de matéria seca.

**Tabela 4.** Produção de matéria seca por hectare da palma forrageira em função da adubação orgânica.

<b>Massa seca por hectare (MS), em função da adubação orgânica</b>			
<b>Fonte</b>	<b>Cultura</b>	<b>Dose de esterco (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>MS (t ha<sup>-1</sup>)</b>
Rego et al. (2014)	Palma	37,5	30,5
Santana et al. (2021)	Palma	75,0	23,2
Donato et al. (2014)	Palma	71,8	21,8
Barros et al. (2016)	Palma	90,0	15,0
Barros et al. (2016)	Palma	30,0	10,0
Peixoto et al. (2018)	Palma	20,0	8,9

MS (t ha<sup>-1</sup>): Produção de massa seca em toneladas por hectare.

**Fonte:** Autor, 2019.

Lédo et al. (2020), recomendam utilizar para adubação orgânica na palma o esterco bovino ou caprino, a cada dois anos e adubados no período chuvoso, na proporção de 10 a 30 toneladas por hectare.

## 2 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T.; SOARES, F. M. F.; SOARES, C. F.; CARNEIRO, M. C.; MAIOR JÚNIOR, R. J. S. **Desenvolvimento vegetativo de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick) no Sertão de Alagoas**. Inovações na nutrição animal: desafios da produção de qualidade, v. 4, p. 58-71, 2021.
- ALVES, F. A. L.; DOS SANTOS, D. C.; SIQUEIRA, S. M.; DA CONCEIÇÃO SILVA, M.; DE MELLO, D. R. Metabolismo fotossintético de variedades de palma forrageira cultivadas no Semiárido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 25, n. 2, 2020.
- ANOOP A. S.; RANA, M. K.; PREETHAM, S. P. Cactus: A medicinal food. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 5, p. 530 – 536, 2012.
- ARBA, M., FALISSE, A., CHOUKR-ALLAH, R., SINDIC, M. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on fruit yield and quality of cactus pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. **Fruits – International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture**, v.72, n.4, p. 212–220, 2017.
- BARROS, L. L.; DONATO, S. L. R.; GOMES, V. M.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; PADILHA JÚNIOR, M. C. Palma forrageira ‘gigante’ cultivada com adubação orgânica. **Agrotecnologia**, v.7, n.1, p.53-65, 2016.
- BRIGHENTI, A. M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S. **Períodos de convivência entre plantas daninhas e a cultura da soja**. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2021.
- BRITO, C. E. F. **Períodos de interferência de plantas daninhas na produção de beterraba (*Beta vulgaris*) implantada através de semeadura direta**. 1994. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- CAVALCANTE, J. T.; FERREIRA, P. V.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA JÚNIO, A. B.; MOISÉS SILVA, M. T.; CARVALHO, I. D. E. Períodos de interferência de plantas daninhas em genótipos de batata-doce. **Revista Cultura Agrônômica**, v.26, n.4, p.640-656, 2017.
- CUNHA, J. L. X. L.; FREITAS, F. C. L.; COELHO, M. E. H.; SILVA, M. G. O.; MESQUITA, H. C.; SILVA, K. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 175-183, 2015.
- DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 163–172, 2014.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R.A S. Adubação mineral no crescimento e composição

mineral da palma forrageira –Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135. 2010.

EDVAN, R. L.; MOTA, R. R.M.; DIAS-SILVA, T. P.; NASCIMENTO, R. R.; SOUSA, S. V.; SILVA, A. L.; ARAÚJO, M. J.; ARAÚJO, J. S. Resilience of cactus pear genotypes in a tropical semi-arid region subject to climatic cultivation restriction. **Scientific Reports**, v.10, n. 1, p.1-14, 2020.

EVANS, S. P.; KNEZEVIC, S. Z.; LINDQUIST, J. L.; SHAPIRO, C. A. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Science**, v. 51, p. 408-417, 2003.

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

FLORES VALDEZ, C. A.; GALLEGOS VASQUEZ, C. **Situacion y perspectivas dela produccion de tuna en la region centro-norte de Mexico**. Universidad Autonoma - CUESTAAM, Chapingo, 1993.

FREITAS, F. C. L.; ALMEIDA, M. E. L.; NEGREIROS, M. Z.; HONORATO, A. R. F.; MESQUITA, H. C.; SILVA, S. V. O. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, 2009.

GALON, L.; BASSO, F. J. M.; CHECH, L.; PILLA, T. P.; SANTIN, C. O.; BAGNARA, M. A. M.; FRANCESCHETTI, M. B.; CASTOLDI, C. T.; PERIN, G. F.; FORTE, C. T. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. **Revista Bragantia**, Campinas-SP, v. 78, n. 3, p.409-422, 2019.

GARCIA, J. R.; BUAINAIN, A. M. **Pobreza rural e desenvolvimento do Semiárido**. Curitiba: [s.n.], 2011. 79 p. Trabalho elaborado no âmbito do Projeto “A nova cara da pobreza rural no Brasil”

JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; SOUZA, M. S. Interaction of agroecosystem intercropped with forage cactussorghum in the semi-arid environment: a review. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.5, n. 1, p. 69–87, 2020.

LACERDA, M. L.; ASPIAZÚ, I.; CARVALHO, A. J.; SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; SOUZA, A. A.; CAMPOS, M. L.; BRITO, C. F. B. Periods of weed interference in cowpea crop in the semi-arid of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.15, n.2, p.1-6, 2020.

LEDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, J. A.; BRITO, C. F. B.; DONATO, P. E. R. Nutritional balance and recovery rate of macronutrients by ‘Gigante’ cactus pear under different fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 82-89, 2021.

- LÉDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZU, I.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; CARVALHO, A. J. Nutrient concentration and nutritional efficiency in ‘Gigante’ cactus pear submitted to different spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n.3, p.154-161, 2020.
- LÉDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZU, I.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; CARVALHO, A. J. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 6, p.413-418, 2019.
- LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; RAMOS, J. P.F. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 192 – 200, 2014.
- LIMA, G.F.C.; WANDERLEY, A.M.; GUEDES, F.X.; REGO, M.M.T.; DANTAS, F.D.G.; SILVA, J.G.M.; NOVAES, L.P.; AGUIAR, E.M. **Palma Forrageira irrigada e adensada: uma reserva Forrageira estratégica para o Semiárido Potiguar**. EMPARN. Parnamirim, Brasil, 2015.
- MAGALHÃES, A. L. R.; TEODORO, A. L.; OLIVEIRA, L. P.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; ANDRADE, A. P.; MELO, A. A. S.; NASCIMENTO, D. B.; SILVA, W. A. Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 22, p.9338, 2021.
- 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**, Montes Claros, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.
- NASCENTE, A. S.; PEREIRA, W.; MEDEIROS, M. A. Interferência de plantas daninhas na cultura do tomate para processamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.3, p. 602-606, 2004.
- NKOI, V.; WIT, M.; FOUICHE, H.; COETZER, G.; HUGO, A. The effect of nitrogen fertilization on the yield, quality and fatty acid composition of *Opuntia ficus-indica* seed oil. **Sustainability**, 13, 2021.
- OLIVEIRA, A. N. P. OLIVEIRA, A. P.; LEONARDO, F. A. P.; CRUZ, L. S.; SILVA, D. F. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009.
- PEIXOTO, M. J. A.; CARNEIRO, M. D. S.; AMORIM, D. S.; EDVAN, R. L.; PEREIRA, E. S.; COSTA, M. R. G. F. Características agronômicas e composição química da palma forrageira em função de diferentes sistemas de plantio. **Archivos de zootecnia**, v. 67, n. 257, p. 35-39, 2018.
- PEREIRA, W.; MELO, W. F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. EMBRAPA, Circular Técnica 62, Brasília, 2008.

- PESSOA, A. S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, 1967. 98p. (SUDENE. Agricultura, 5).
- PESSOA, R. M. S.; PESSOA, N. A. S.; COSTA, D. C. C. C.; AZÊVEDO, P. C. S.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; VICENTE, S. L. A.; FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, C. A.; LIMA, D. O. Palma forrageira: Adubação orgânica e mineral. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022.
- PINHEIRO, A. G.; SOUZA, L. S. B.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; ALVES, C. P.; SOUZA, C. A. A.; LEITE, R. M. C.; SILVA, T. G. F. Lacunas de produtividades e estratégias de cultivo na melhoria da produção de forragem para a região semiárida brasileira – Revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n. 04, p.2403-2426, 2021.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.
- RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; BEZERRA, H. F. C.; PEREIRA, G. A.; BELTRÃO, G. R.; OLIVEIRA, J. S. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 16, n. 12, p. 1-11, 2015.
- REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; GUEDES, F. X.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B. Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte. **Revista Científica Produção Animal**, v.16, n.2, p.118-130, 2014.
- ROCHA, J. E. S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE, 2012.
- RODRIGUES, G. N. **Nutrição mineral e seletividade de herbicida na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) (L.) salm – dick cv Miúda** (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2020.
- RONCHI, C. P.; SERRANO, L. A. L.; SILVA, A.; GUIMARÃES, O. R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p; 215-228, 2010.
- SANTANA, M. A.; SOUZA, V. A. P.; SERPA, M. F. P.; LEDO, A. A.; MENEZES, A. S. Efeito de doses de adubação orgânica na produção de palma forrageira. **Nativa**, Sinop, v. 9, n. 2, p. 167-172, 2021.
- SANTOS, A. F.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 12, p. 1267-1272, 2010.
- 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, p.48, 2006.

SCHIESSEL, J. J.; MELLO, G. R.; SCHMITT, J.; PASTORELLO, L. F.; BRATTI, F.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, n.4, p. 430-437, 2019.

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.1, p.1-6, 2004.

SILVA, J. K. B.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; SILVA, T. S.; MATIAS, A. G. S.; RIBEIRO, O. L.; PERAZZO, A. F.; ZANINE, A. M. Performance of lambs fed total feed silage based on cactus pear. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuárias**, v. 13, n. 1, p. 19-31, 2022.

SILVA, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p.1777-1785, 2021.

SILVA, A. L.; SOUSA, D. B.; AMORIM, D. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, K. B.; NASCIMENTO, R. R. Caracterização morfológica, frequência de colheita e ensilagem de palma forrageira: uma revisão. **Nucleus Animalium**, v.11, v.1, p.13-24, 2019.

SILVA, L. P. C.; ARAÚJO, A. E.; PEREIRA, D. D.; ARAÚJO, A. M. R. B. Convivência com o Semiárido: a ameaça da escassez da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) frente aos processos produtivos de camponeses do Cariri Paraibano. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 2, p. 104-113, 2017.

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

SILVA, C.C.F. da; 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.

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C. dos; DIAS, F. M. Introdução da palma forrageira no Brasil. IN: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). In: **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 13-26, 2005.

SINGH, B. Are Nitrogen Fertilizers Deleterious to Soil Health? **Agronomy**, v. 8, n. 4, p.1-19, 2018.

SOUZA, J. T. A.; NASCIMENTO, M.G.R.; FIGUEREDO de, J. P.; NÁPOLES, F. A.M de.; ANDRADE, F.H.A. Caracterização técnico-produtiva do sistema de cultivo de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 2, p. 64-71, 2019.

SOUZA, D. C.F.; LIMA, I. S.; SANTOS, A. S.; ALMEIDA, A. Q.; GONZAGA, A. I. S.; LIMA, J. F. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp) para o estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2338, 2018.

TAGUCHI, M.; HARINDER MAKKAR, F.; MOUNIR LOUHAICHI, F.; DUFFY, R.; MORETTI, D. **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. Research in the Dry Areas Rome**, 2017.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A.J.; HANASIRO, T. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas-SP, p. 16, 2013.

## **CAPÍTULO I - Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* L.) Salm – Dick CV MIÚDA**

### **RESUMO**

A palma forrageira é uma cultura que apresenta múltiplos usos, no Brasil ela é amplamente utilizada na alimentação animal como forrageira. Objetivou-se com esse trabalho determinar o período crítico de interferência de plantas daninhas na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*). A cultura foi cultivada em dois ciclos de produção. O delineamento estatístico foi blocos casualizados, com 20 tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas ficaram os dez períodos de controle e convivência entre as plantas daninhas e a palma: 0; 0-30; 0-60; 0-90; 0-120; 0-150; 0-180; 0-240; 0-300 e 0-360 dias após o plantio e colheita, respectivamente 1º e 2º ciclo de produção. Antes de cada capina e na ocasião da colheita, foram avaliadas as espécies, a densidade e a matéria seca das plantas daninhas. Na cultura da palma foram avaliados o número de cladódios por hectare, índice de área de cladódio e produtividade de massa verde. As plantas da família das Poaceae foram as que apresentaram maior teor de massa seca ao longo dos dois ciclos de produção. No primeiro e segundo ciclo de produção, a palma quando mantida livre da competição com as plantas daninhas, a produtividade foi 92,9 e 95,6% maior, respectivamente, quando comparado com o tratamento que foi mantido todo ciclo com a presença das plantas daninhas. O período crítico de prevenção à interferência foi de 16 a 174 dias após o plantio no primeiro ciclo de produção e de 21 a 323 dias após a colheita no segundo ciclo de produção.

**Palavras-chave:** cacto; índice de área de cladódio; forragem.

**Periods of weed interference in forage palm culture (*Nopalea cochenillifera* L.) Salm  
– Dick CV MIÚDA**

**ABSTRACT**

The forage cactus is a crop that has multiple uses, in Brazil it is widely used in animal feed as forage. The objective of this work was to determine the critical period of weed interference in the cactus pear crop (*Nopalea cochenillifera*) crop. The crop was grown in two production cycles. The statistical design was randomized blocks, with 20 treatments and four replications. The ten periods of control and coexistence between weeds and cactus remained in the plots: 0; 0-30; 0-60; 0-90; 0-120; 0-150; 0-180; 0-240; 0-300 and 0-360 days after planting and harvesting, respectively 1st and 2nd production cycle. Before each weeding and at the time of harvest, weed species, density and dry matter were evaluated. In the palm crop, the number of cladodes per hectare, cladode area index and green mass productivity were evaluated. Plants from the Poaceae family were the ones with the highest dry mass content over the two cycles. In the first and second production cycles, when the palm was kept free from competition with weeds, productivity was 92.9 and 95.6% higher, respectively, when compared to the treatment that was maintained throughout the cycle with the presence of weeds. The critical period for preventing interference was from 16 to 174 days after planting in the first production cycle and from 21 to 323 days after harvesting in the second production cycle.

**Keywords:** cactus; cladode area index; forage.

## 1 INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) é uma cultura que apresenta múltiplos usos, no Brasil ela é amplamente utilizada na alimentação animal como forrageira, essa cultura é uma ótima alternativa para as regiões com produção agropecuária, com destaque para as regiões Semiáridas do Nordeste brasileiro, por apresentar em sua composição em média 10% de matéria seca e 90% de água (LIMA et al., 2015), dessa forma satisfaz em parte a demanda hídrica e nutricional dos animais, principalmente nos períodos de escassez de alimento, visto que essa região é caracterizada por possuir baixos índices pluviométricos, com valores médios anuais de 400 a 800 mm (COSTA et al., 2015).

A palma forrageira pode substituir parcialmente ou totalmente alguns produtos energéticos de maior custo, como o milho (FROTA et al., 2015). Conforme os mesmos autores, isso trará ao produtor maior competitividade e fixação do homem no campo. O Brasil ocupa grande destaque no cenário mundial na produção de palma forrageira, sendo maior produtor e possuindo uma área plantada superior a 500 mil hectares (ROCHA, 2012), a maioria da produção concentra-se nos Estados de Alagoas e Pernambuco.

Há diversos fatores que podem influenciar no desenvolvimento e na produtividade da palma forrageira dentre eles merece destaque a interferência exercida pelas plantas daninhas que emergem espontaneamente e competem por água, luz e nutrientes, comprometendo a quantidade e qualidade dos produtos colhidos. De acordo com Ramos et al. (2015), a palma tem crescimento lento sendo afetada pela pressão exercida pelas plantas infestantes.

Nas áreas cultivadas com palma, o solo é explorado intensivamente sem o devido controle das plantas daninhas, segundo o Instituto Agrônomo de Pernambuco a produtividade pode ser superior a 300 t ha<sup>-1</sup> cultivada em dois anos (IPA, 2021), desde que devidamente manejado.

Pitelli (1985) propuseram os conceitos de período anterior a interferência (PAI), período total de prevenção a interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI), a partir dos quais é possível determinar o período mais adequado para o controle das espécies de plantas daninhas.

No período anterior a interferência (PAI), o ambiente é capaz de fornecer os recursos naturais ao crescimento da comunidade das espécies; a cultura e as plantas daninhas emergidas podem conviver temporariamente em determinado período sem

causar prejuízos à produtividade da cultura. O período total de prevenção a interferência (PTPI) compreende a partir da emergência durante o qual a cultura desenvolver-se sem a presença de plantas daninhas, dessa forma sua produtividade não será afetada. A deste período, as espécies daninhas que emergirem dificilmente irão interferir de maneira que chegue a reduzir a produtividade da cultura, pois teoricamente esta já apresenta capacidade de competir ou suprimir determinadas espécies infestantes (BRIGHENTI et al., 2004). O período de crítico de prevenção a interferência (PCPI) corresponde à diferença entre o PAI e o PTPI, sendo esta época em que as práticas de controle devem ser adotadas de modo a prevenir perdas de produtividade (EVANS et al., 2003), levando-se em conta os custos do controle de plantas daninhas para prevenir perdas de produtividades superiores a 5% (CUNHA et al., 2015).

A duração de cada período vai variar de acordo com a espécie cultivada, das comunidades de plantas daninhas emergidas e das práticas de manejo (GALON et al., 2019). Quanto maior e diversificada a população de plantas daninhas, maior será a competição por recursos do meio e mais intenso será a competição com a cultura principal.

Entre as práticas de manejo, a utilização de densidades maiores de plantio vem se destacando positivamente como estratégia de aumenta a produtividade, como também reduzir o grau de infestação das plantas daninhas em diversas culturas como sorgo (BRAZ et al., 2019), melão (TEOFILO, 2009) e melancia (SILVA, 2010).

Cunha et al. (2015), em trabalho realizado com períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional, observaram redução no rendimento agrícola de 95,2 e de 90,0% quando a cultura conviveu todo o ciclo com as plantas daninhas, no sistema de plantio direto e convencional, respectivamente. Outros autores como Fontes et al. (2014) que estudaram a interferência das plantas daninhas no cultivo da mandioca e Schiessel et al. (2019) na cultura do feijoeiro comum e da soja, observaram que quando essas culturas conviveram todo o ciclo com as plantas daninhas, reduziram a produtividade agrícola em 92,0 e 80,4%, respectivamente.

Não há estudos na literatura referentes ao manejo de plantas daninhas na cultura da palma forrageira, tornando-se necessário pesquisas referentes aos períodos de interferência de plantas daninhas nessa cultura, devido a elevada perda de produtividade da cultura decorrente deste fator.

Dessa forma o presente trabalho, teve como objetivo definir os períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) cv Miúda.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e caracterização da área do experimento

O experimento foi conduzido no Campus 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), numa área de 1.044,0 m<sup>2</sup>. De acordo Moraes et al. (2017), o solo do local é classificado como 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.

### 2.2 Delineamento estatístico

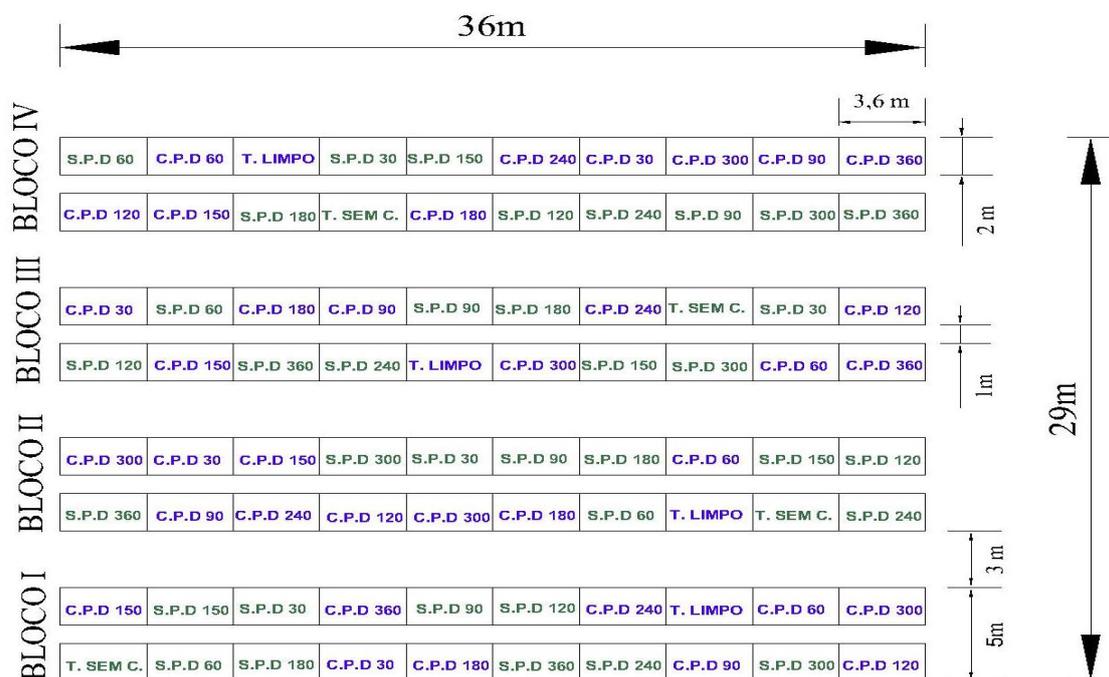
O delineamento foi em blocos casualizados, com vinte períodos de interferência e quatro repetições. Nas parcelas foram avaliados dez períodos iniciais de controle e de convivência da cultura com as plantas daninhas. No primeiro grupo de tratamentos, a cultura permaneceu livre da competição com as plantas daninhas, por meio de capinas, por dez períodos, a partir do plantio: 0 dias (testemunha sem capina), 0-30 dias, 0-60 dias, 0-90 dias, 0-120 dias, 0-150 dias, 0-180 dias, 0-240 dias, 0-300 dias e 0-360 dias (testemunha mantida no limpo) (Tabela 5). Após cada um destes períodos, permitiu-se que as plantas daninhas que emergiram crescessem livremente. No segundo grupo, a cultura conviveu com as plantas daninhas por dez períodos após o plantio: 0 dias (testemunha mantida no limpo), 0-30 dias, 0-60 dias, 0-90 dias, 0-120 dias, 0-150 dias, 0-180 dias, 0-240 dias, 0-300 dias e 0-360 dias (testemunha sem capina), a partir dos quais a cultura foi mantida livre da competição com plantas daninhas, por meio de capinas (Figura 4).

**Tabela 5:** Detalhamento dos tratamentos experimentais.

<b>Trat.</b>	<b>Grupo 1:</b> A cultura permaneceu livre da competição com as plantas daninhas	<b>Grupo 2:</b> A cultura conviveu com as plantas daninhas
1	0 dia após o plantio - DAP (T. SEM C. - testemunha sem capinas)	0 dia após o plantio – DAP (T. LIMPO - testemunha mantida no limpo)
2	0-30 DAP (S.P.D 30)	0-30 DAP (C.P.D 30)
3	0-60 DAP (S.P.D 60)	0-60 DAP (C.P.D 60)
4	0-90 DAP (S.P.D 90)	0-90 DAP (C.P.D 90)
5	0-120 DAP (S.P.D 120)	0-120 DAP (C.P.D 120)
6	0-150 DAP (S.P.D 150)	0-150 DAP (C.P.D 150)
7	0-180 DAP (S.P.D 180)	0-180 DAP (C.P.D 180)
8	0-240 DAP (S.P.D 240)	0-240 DAP (C.P.D 240)
9	0-300 DAP (S.P.D 300)	0-300 DAP (C.P.D 300)
10	0-360 DAP (S.P.D 360 - testemunha mantida no limpo)	0-360 DAP (C.P.D 360 - testemunha sem capinas)
Obs.:	Após cada um desses períodos, as plantas daninhas que emergirem foram deixadas crescer livremente.	Após cada um desses períodos, as plantas daninhas que emergirem foram retiradas por meio de capinas.

**Fonte:** Autor, 2023.

**Figura 4:** Croqui detalhado da área experimental.

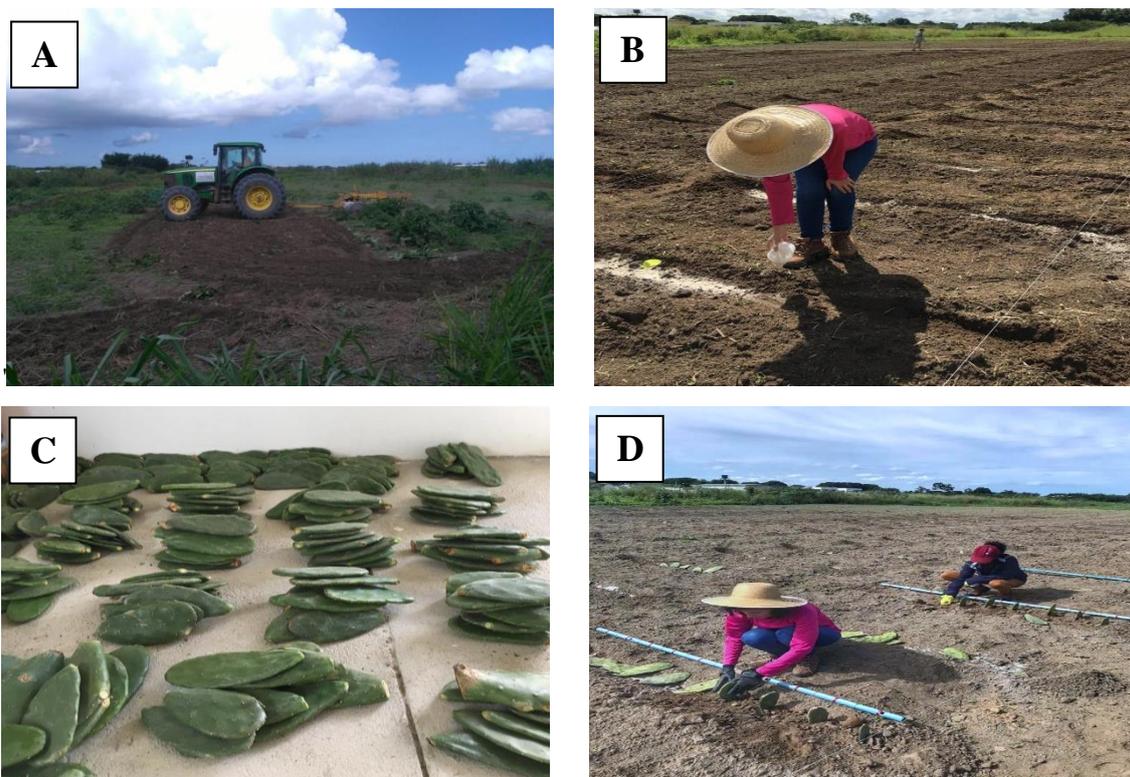


Fonte: Autor, 2023.

### 2.3 Plantio e tratos culturais

O preparo do solo da área experimental foi realizado com uma aração e duas gradagens para incorporar restos culturais (Figura 5A). Realizou-se a calagem com calcário dolomítico de acordo com a análise de solo para elevar a saturação de bases para 80% (Tabela 6 e Figura 5B). O plantio ocorreu de forma manual no dia 07 de maio de 2019, com cladódios de palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*), isentos de pragas e doenças, os mesmos foram enterrados até 30% de seu tamanho após passarem pelo processo de desidratação por 08 dias (Figura 5C e 5D). As parcelas experimentais foram constituídas por três fileiras com 2 m de comprimento cada e espaçamento de 1,20 x 0,20 m totalizando uma população de 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Figura 5:** Preparo do solo (A), calagem (B), cladódio em processo de desidratação (C) e plantio (D).



Fonte: Autor, 2019.

**Tabela 6:** Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, na região de Rio Largo, AL, 2019.

Determinações	Resultados (0-20 cm)	Determinações	Resultados (0-20 cm)
pH em água	5,80	Soma de bases (cmol dm <sup>-3</sup> )	4,54
Sódio (mg dm <sup>-3</sup> )	10,00	CTC efetiva (cmol dm <sup>-3</sup> )	4,62
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	5,00	CTC total (cmol dm <sup>-3</sup> )	7,83
Potássio (cmol dm <sup>-3</sup> )	0,30	Matéria orgânica (g Kg <sup>-1</sup> )	22,00
Cálcio (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,05	Saturação de bases (%)	58,20
Magnésio (cmol dm <sup>-3</sup> )	1,19	Saturação de Al (%)	1,00
Ca + Mg (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,24	Saturação de Ca (%)	39,00
Alumínio (cmol dm <sup>-3</sup> )	0,03	Saturação de Mg (%)	15,20
H + Al (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,24	Saturação de K (%)	4,00

Fonte: Laboratório de Solo, Água e Planta da Universidade Federal de Alagoas (2019).

A adubação foi realizada aos 30 dias após o plantio (DAP), utilizando 148,9 kg de  $K_2O$  com a fonte cloreto de potássio, 93,6 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  utilizando a fonte de super fosfato simples e 40 Kg de N por hectare com a fonte de sulfato de amônio, conforme a análise de solo seguindo a recomendação de adubação do Manual de Adubação do Estado de Pernambuco para uma expectativa de produção acima de 30 t de massa seca  $ha^{-1}$  (CAVALCANTE, 2008). Para isso, foram abertos sulcos seguindo a linha de plantio (Figura 6).

**Figura 6:** Adubação com fertilizantes minerais em cobertura.



**Fonte:** Autor, 2019.

## 2.4 Variáveis agrometeorológicas

Os dados agrometeorológicos de precipitação pluvial e temperatura foram obtidos no 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 (Figura 7).

**Figura 7:** Estação meteorológica automática do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL).



**Fonte:** Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

## 2.5 Coleta de plantas daninhas

A amostragem de densidade de plantas daninhas foi realizada no final de cada período de convivência (CPD) e nos tratamentos livre de convivência (SPD) foi realizada mediante a colheita, conforme o método do *quadrado inventário* (Figura 8A), para isso foi utilizado um quadrado de (50 x 50 cm), distribuídos de forma aleatória nas parcelas. As plantas daninhas coletadas, foram identificadas por espécies (Figura 8 B e 8C), para determinação do número de plantas por m<sup>2</sup>.

**Figura 8:** Quadrado inventário (A), identificação das plantas daninhas (B) e separação e contagem das plantas daninhas (C).



Fonte: Autor, 2021.

## 2.6 Variáveis de produção e colheita

A colheita do primeiro ciclo foi realizada no dia 07/05/2020 (366 dias após o plantio - DAP) e do segundo no dia 07/05/2021 (365 dias após a colheita - DAC). Em seguida, foram selecionadas três plantas para obtenção das variáveis número cladódios por planta, índice de área de cladódio e produtividade de massa verde. O número cladódios por planta foi o resultado da contagem de todos os cladódios dessas plantas, de forma manual e sem distinção entre as ordens de cladódios.

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  $cm^2$  para  $m^2$ .

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).

Os valores de comprimento e largura de cladódio foram obtidos a partir de medição de todos os cladódios das três plantas selecionadas, para isso, foi utilizado uma régua milimétrica (Figura 9).

**Figura 9:** Medição da largura de cladódio com uma régua milimétrica.



**Fonte:** Autor, 2021.

A produtividade de massa verde ( $t\ ha^{-1}$ ) foi obtida pela pesagem de todos os cladódios, deixando apenas o cladódio semente (Figura 10A), a pesagem foi realizada mediante a colheita, na área experimental, para tal utilizou-se uma balança digital com capacidade de 40 kg (Figura 10B), conforme a equação utilizada por Soares et al. (2020):  $PMV = 10.000 (M / C.\epsilon)$ , em que, PMV é a produtividade de massa verde ( $kg\ ha^{-1}$ ), M é a massa colhida na área amostrada (kg), C é o comprimento total das linhas colhidas (m),  $\epsilon$  é o espaçamento entre linhas (m) e 10.000 é o fator de conversão para hectare.

**Figura 10:** Colheita da palma forrageira (A) e pesagem dos cladódios mediante a colheita (B).



**Fonte:** Autor, 2020.

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância, pelo teste F a 5% de probabilidade, e de regressão, pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, conforme utilizado por Kuva et al. (2000):

$$Y = \frac{(P1 - P2)}{1 + e^{(X-X0)/Dx}} + P2$$

Em que:

Y = é a produtividade da palma forrageira em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas;

P1 = produtividade máxima obtida no tratamento mantido no limpo durante todo ciclo;

P2 = produtividade mínima no tratamento mantido em convivência com as plantas daninhas durante todo ciclo;

X = limite superior do período de controle e convivência (dias);

X0 = limite superior do período de controle ou convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produtividade máxima e mínima;

Dx = velocidade de perda ou ganho de produtividade (tangente do ponto X0).

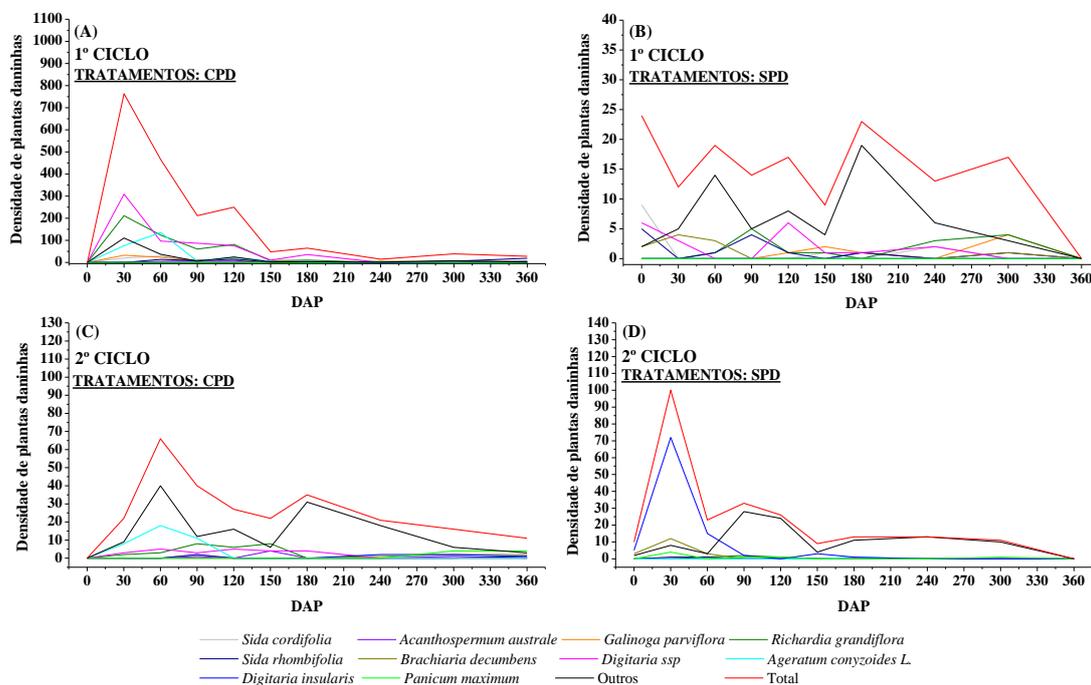
Os limites dos períodos de interferência: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI) foram estimados tolerando-se 5% de perdas na produtividade obtidas nas parcelas mantidas no limpo durante todo ciclo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Densidade de plantas daninhas

A comunidade infestante de plantas daninhas nos tratamentos que conviveram com as plantas daninhas (CPD), no primeiro ciclo de produção, foi composta por 45 espécies, já nos tratamentos SPD foi de 22 espécies, com redução de 51,1% (Figura 11A e 11B). Essa redução pode ser justificada, pois a maioria dos tratamentos SPD, após o término das capinas, coincidiram com a estação climática de verão, onde a precipitação pluvial não foi o suficiente para a emergência e desenvolvimento de algumas espécies, o que proporcionou redução significativa do número de plantas daninhas emergidas e acarretou em morte de algumas espécies nativas.

**Figura 11:** (A e C) - Densidade populacional das principais espécies de plantas daninhas e total avaliado no final de cada período dos tratamentos que conviveram com as plantas daninhas. (B e D) - Densidade populacional das principais espécies de plantas daninhas.



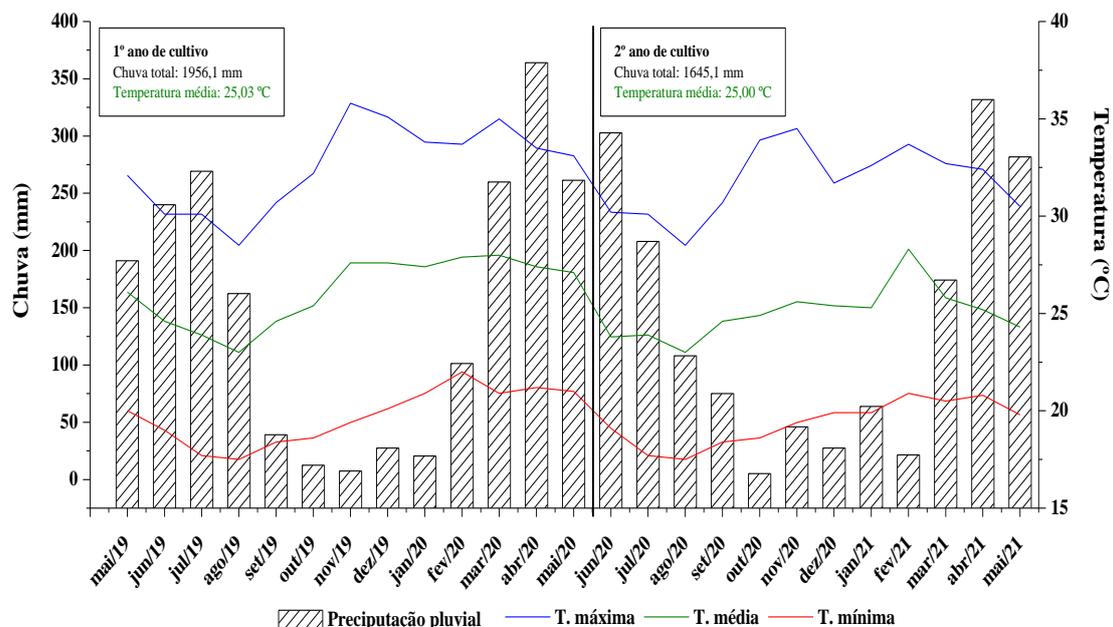
Fonte: Autor, 2023.

Nos dois ciclos de produção os tratamentos que conviveram com as plantas daninhas (CPD) tiveram redução no número de espécies infestantes ao longo do ciclo,

isso ocorreu devido a competição intraespecífica e interespecífica que se estabeleceu na comunidade infestante, a qual foi crescendo e requeria maior quantidade de recursos do meio (CUNHA, 2012). No primeiro ciclo de produção da palma forrageira o período de interferência correspondente aos 30 após o plantio foi o que apresentou o maior número de espécies pioneiras, com destaque nas seguintes espécies: *Digitaria ssp Willd.* e *Richardia grandiflora* com a densidade de 309,0 e 212,0 plantas  $m^{-2}$ , respectivamente. No segundo ciclo de produção o pico nos tratamentos (CPD) deu-se no período correspondente aos 60 dias após a colheita, com destaque na espécie *Ageratum conyzoides L.* que apresentou 18 plantas  $m^{-2}$ .

Nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2020, verificou-se maior densidade de plantas daninhas por unidade de área nos tratamentos (CPD) com 763, 469, 212 e 251 plantas  $m^{-2}$ , respectivamente. Em seguida, houve redução na densidade das plantas daninhas, isso foi devido ao pequeno volume de chuva que ocorreu no período de setembro de 2020 a janeiro de 2021 (Figura 12). Conforme Souza et al. (2004), apenas 30% da precipitação pluvial total na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas ocorrem nos meses de setembro a março, os outros 70% ocorrem nos meses de abril a agosto.

**Figura 12:** Precipitação pluvial e temperatura máxima (T. máxima), média (T. média) e mínima (T. mínima), no período de 05/2019 a 05/2021, na região de Rio Largo, Al.



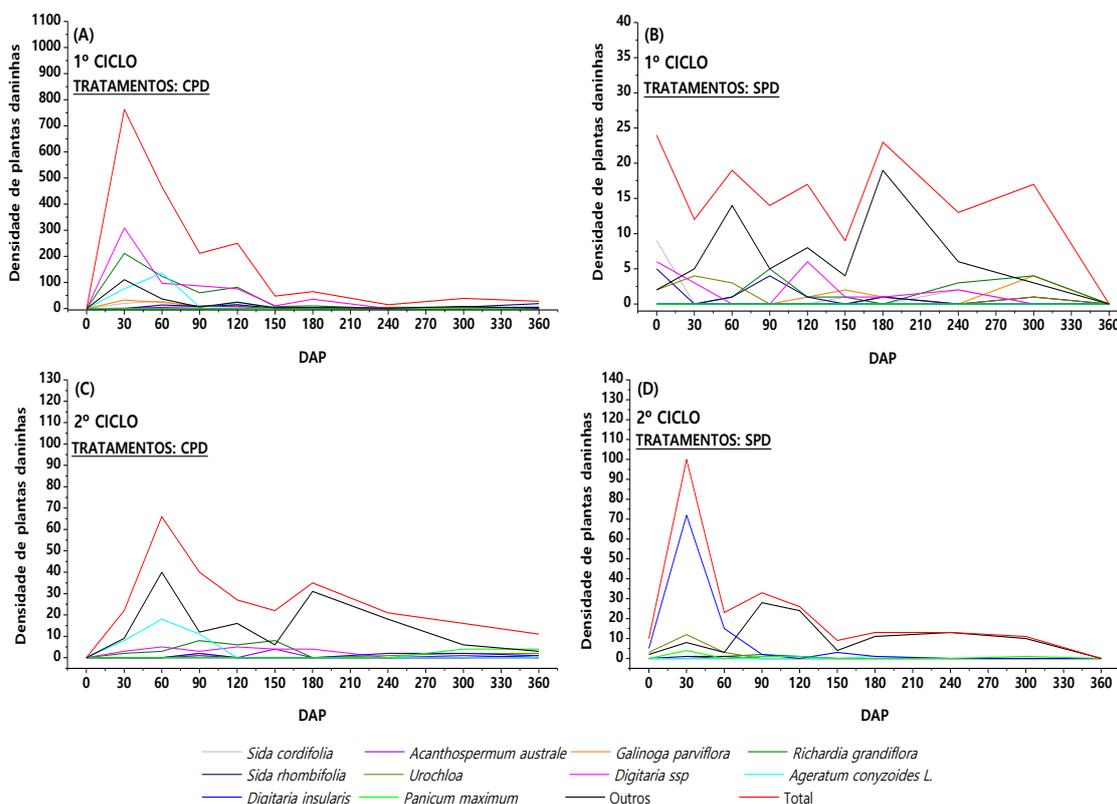
Fonte: Autor, 2023.

No segundo ciclo de produção a comunidade infestante de plantas daninhas nos tratamentos que conviveram com as plantas infestantes (CPD), foi composta por 25 espécies e nos tratamentos (SPD) foi composta por 17 espécies de daninhas (Figura 11c). Uma redução, respectivamente de 44,4 e 22% no número de espécies quando comparado com os mesmos tratamentos no ciclo anterior. A justificativa para essa redução é que as sucessivas capinhas nesses tratamentos promoveram modificações na dinâmica populacional das plantas daninhas, reduziram o banco de sementes e destruiu os propágulos vegetativos que estavam presentes no solo, além de quebrar o ciclo de algumas espécies danosas, dificultando assim, a germinação de sementes e emergência das plântulas da comunidade infestante (FONTES et al., 2012).

### **3.2 Massa seca de plantas daninhas**

A massa seca de plantas daninhas nos tratamentos (CPD) teve comportamento crescente nos dois ciclos de produção da palma forrageira, isso ocorreu, pois, espécies como *Urochloa* e *Panicum maximum* (Figura 13A e 13c), mesmo apresentando pequena densidade promoveram grande acúmulo de massa seca. Conforme Freitas et al. (2009), o acúmulo de massa seca é influenciado pela capacidade competitiva, o qual as espécies mais dominantes ocupam o espaço físico, suprimindo ou matando as espécies menos competitivas. Essas espécies exerceram grande competição por água e nutrientes com a cultura, além de causar sombreamento, devido o hábito de crescimento dessas espécies serem bem mais rápidos comparados com o da palma forrageira.

**Figura 13:** (A e C) – Massa seca das principais espécies de plantas daninhas e total avaliado no final de cada período dos tratamentos que conviveram com as plantas daninhas. (B e D) - Massa seca das principais espécies de plantas daninhas e total avaliado mediante a colheita do experimento, nos dois ciclos de produção, nos tratamentos que permaneceram livre da competição com as plantas daninhas.



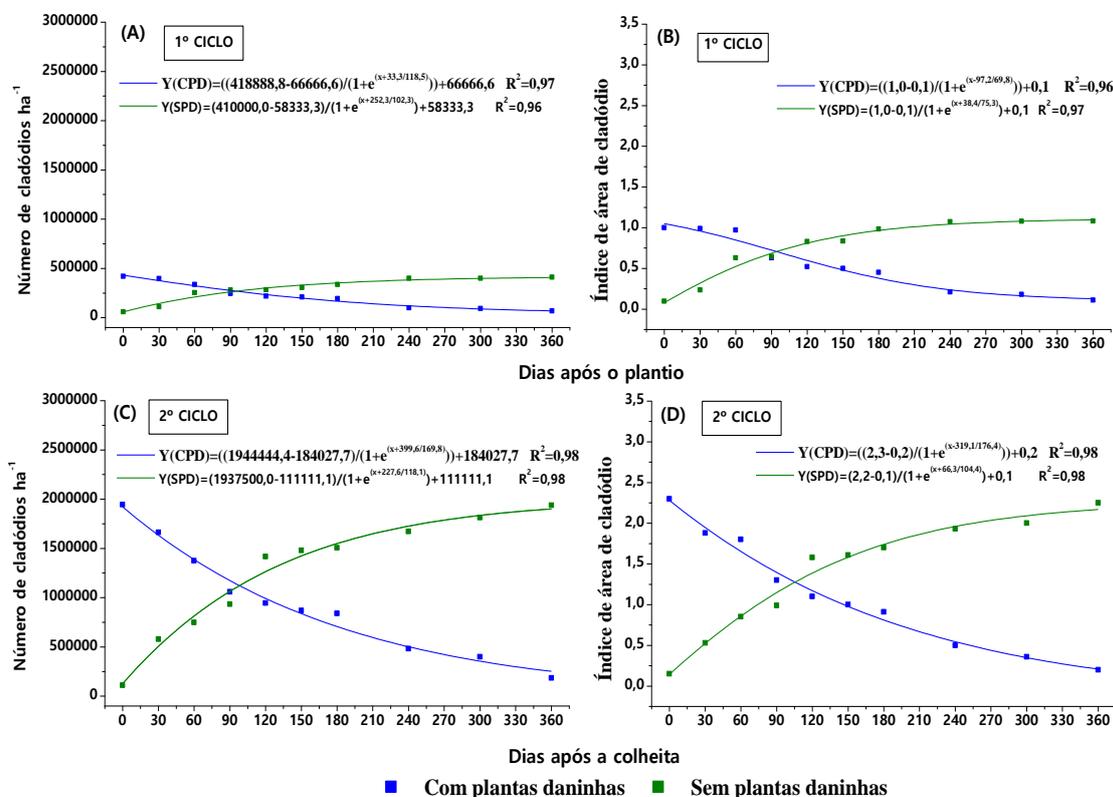
Fonte: Autor, 2023.

No primeiro ciclo de produção, houve um aumento nos valores de massa seca de plantas daninhas até os 60 dias após o plantio, nos tratamentos SPD, com destaque para espécie *Urochloa*, a partir daí reduziu-se a quantidade de massa seca produzida. A mesma tendência foi observada no segundo ciclo de produção, em que houve redução na massa seca de plantas daninhas a partir dos 60 dias após a colheita da palma forrageira (Figura 13B e 13D). Essa redução na massa seca das espécies danosas pode ser justificada, pois a partir de agosto a quantidade de chuva precipitada, nos dois ciclos, foi reduzida o que ocasionou a morte de algumas espécies e dificultou o acúmulo de massa seca (Figura 12).

### 3.3 Número de cladódios por hectare e índice de área de cladódio

O grupo de tratamento que conviveu com as plantas daninhas obteve resposta decrescente para o número de cladódios por hectare nos dois ciclos de produção. No primeiro ciclo, o tratamento que foi mantido todo o período de cultivo sem a presença de daninhas foi o que apresentou maior número de cladódios por hectare e índice de área de cladódio, com os seguintes valores 418,8 mil cladódios  $\text{ha}^{-1}$  e 1,1  $\text{m}^2 \cdot \text{m}^2$ , respectivamente. O tratamento que conviveu os 360 dias após o plantio com as daninhas foi o que obteve menor número de cladódio por hectare (66,6 mil) e índice de área de cladódio (0,1  $\text{m}^2 \cdot \text{m}^2$ ), redução de 84,08% no número de cladódio por hectare e 90,8 % no IAC quando comparado com o tratamento todo limpo (Figura 14A).

**Figura 14:** (A e C) – Número de cladódios por hectare dos tratamentos que conviveram e que ficaram livres da competição com as plantas daninhas, no primeiro e segundo ciclo de produção. (B e D) – Índice de área de cladódio dos tratamentos que conviveram e que ficaram livres da competição com as plantas daninhas, no primeiro e segundo ciclo de produção.



Fonte: Autor, 2023.

Essa mesma tendência foi observada no mesmo grupo de produção no segundo ciclo, em que o tratamento que obteve menor número de cladódio por hectare e índice de área de cladódio foi o que conviveu todo o período de cultivo com as plantas daninhas com 184,0 mil cladódios  $\text{ha}^{-1}$  e 0,2  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , respectivamente (Figura 14C e 14D). O tratamento que obteve maior número de cladódios por hectare e índice de área de cladódio foi o mantido todo ciclo de produção no limpo com 1,9 milhões de cladódios  $\text{ha}^{-1}$  e 2,3  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , respectivamente. Quando comparado o tratamento mantido no limpo nos dois ciclos de cultivo observa-se um aumento no segundo ano de 78,5% no número de cladódios por hectare e 52,2 % no índice de área de cladódio.

O grupo de tratamento que permaneceram livres da competição com as plantas daninhas apresentou um comportamento crescente no número de cladódios por hectare e índice de área de cladódio, sendo o tratamento SPD 360 o que obteve maior número 410,0 mil cladódios  $\text{ha}^{-1}$  e 1,1  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , respectivamente. O tratamento que apresentou menores resultados para o número de cladódios por hectare e índice de área de cladódio foi o que conviveu os 360 dias com as daninhas com o valor de 58,3 mil e 0,1  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , respectivamente. Houve uma redução de 85,8% no número de cladódios por hectare e de 90,8% no IAC quando comparado com o tratamento todo limpo. Essa redução no número de cladódios por hectare na cultura da palma está atrelada aos efeitos negativos que as plantas daninhas exerceram sobre a palma, como sombreamento e disputa por água, nutrientes e espaço, conforme Caton et al. (1997), esses fatores causados pelas plantas daninhas atrapalham e retardam o desenvolvimento das culturas agrícolas.

De acordo com Rodrigues (2020), a variável índice de área de cladódio está diretamente correlacionada com o número de cladódio por hectare, pois ao aumentar o número de cladódios brotados em uma planta há uma tendência de aumentar a ocupação do solo por uma planta. Essa maior ocupação da cultura sobre o solo trará aumento na competitividade, devido o maior aproveitamento dos recursos naturais, como por exemplo aumento na interceptação da radiação solar o que acarretará em maior capacidade fotossintética pela planta. O mesmo autor, estudando o efeito da adubação química na palma forrageira, observou que no primeiro ano de produção o tratamento sem adubação reduziu em 70,9% o número de cladódios por hectare quando comparado com o tratamento que recebeu a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. Esses resultados encontrados pelo autor mostraram que a disponibilidade e o transporte de nutrientes no solo e absorção pelas plantas, interferem no crescimento vegetativo da palma. No presente estudo, a absorção dos nutrientes pela palma forrageira pode ter sido

afetada pelas plantas daninhas, pois o crescimento e desenvolvimento da palma é lento quando comparado com essas plantas.

O segundo ciclo de produção da palma forrageira manteve a mesma tendência do primeiro, em que nos dois grupos de tratamentos, as parcelas que foram mantidas sem a presença de plantas daninhas todo o ciclo apresentou maior número de cladódio  $\text{ha}^{-1}$  (1,94 milhões) e índice de área de cladódio ( $2,3 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^2$ ) e o tratamento que apresentou menores resultados no número de cladódio por hectare e índice de área de cladódio foi a testemunha que conviveu todo o ciclo com as plantas daninhas com 111 mil cladódios  $\text{ha}^{-1}$  e  $0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^2$ , respectivamente. Uma redução de 94,3% no número de cladódios por hectare e 52,2% no índice de área de cladódio quando comparado os dois tratamentos. Esses resultados mostraram que a produção e formação de cladódios pela palma forrageira é diretamente influenciada pelo período de convívio com algumas espécies de plantas daninhas como *Urochloa*, *Digitaria insularis* e *Panicum maximum*, dentre outras, o que acarretaram grande competição com a cultura pelos fatores abióticos do ambiente.

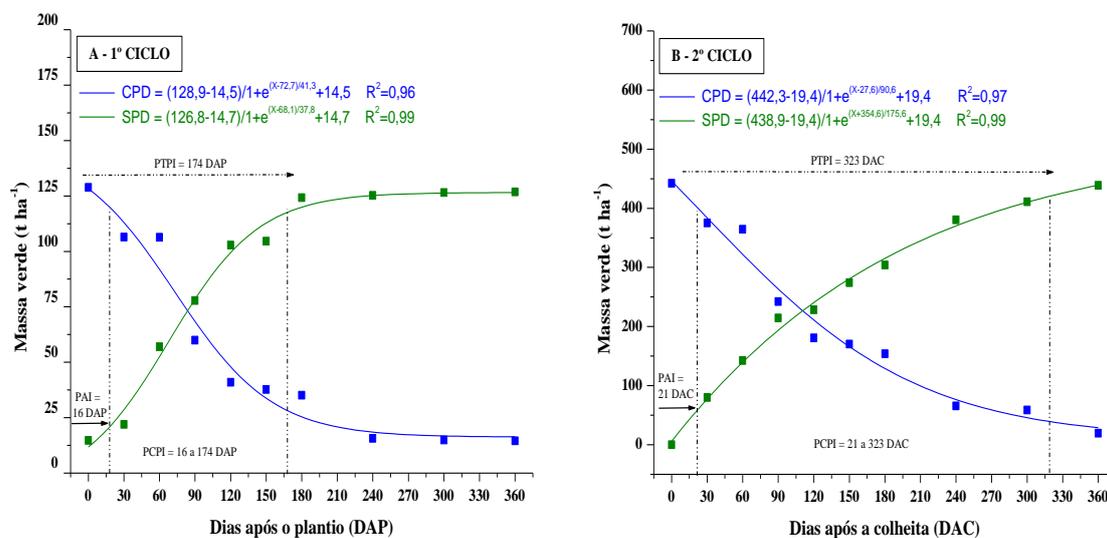
Algumas espécies da família Poaceae apresentam características que suprimem o crescimento e desenvolvimento da palma forrageira, como a *Urochloa*, que possui fácil adaptação e estabelecimentos em diversos ambientes, e possui alta produção de biomassa ao longo do ano (ALVIM et al., 1990), essa planta emitem muitos estolões enraizados, com pontos de crescimentos protegidos, tornando-se assim muito agressiva. (SYNGENTA, 2021). Uma outra espécie que merece destaque é a *Digitaria insularis*, vulgarmente chamada de capim-amargoso, as plantas dessa espécie apresentam as seguintes características: propagação por meio de sementes e por rizomas, elevada produção de sementes por planta, crescimento inicial rápido, ciclo perene e a germinação de sementes é indiferente a luz, tornando-se assim muito agressiva e danosa (GIRALDI, 2020). O *Panicum maximum* é outra espécie importante de planta daninha, pois apresentam rápido crescimento e desenvolvimento, grande produção de massa seca, é uma planta perene que se propaga por sementes ou por rizomas (OUROFINO, 2023).

O número de cladódio por hectare é uma variável extremamente importante e com muita relevância no aspecto agrônômico (MENOR, 2018), devido ao fato da palma forrageira, em sua maioria, ser propagada por partes vegetativas (cladódios) e manejos que estimulassem a produção de cladódios por planta, iriam garantir a produção futuras de mudas e uma nova fonte de renda, além de proporcionar alto rendimento agrícola.

### 3.4 Produtividade de massa verde

A maior produtividade de massa verde de cladódios no grupo de tratamentos que conviveram com as plantas daninhas (CPD), no primeiro ciclo de produção, foi obtida com o tratamento que conviveu 0 dias com plantas daninhas (T.CPD) com valor de 128,9 t ha<sup>-1</sup> e o menor rendimento agrícola foi de 9,1 t ha<sup>-1</sup> obtido com o tratamento que conviveu 360 dias com as plantas daninhas (CPD 360), uma redução de 92,9 % no rendimento de massa verde quando comparado com o tratamento que não conviveu com plantas daninhas (Figura 15A). O segundo ciclo de produção manteve a mesma tendência do ano anterior, em que a maior produtividade foi obtida com o tratamento que permaneceu livre de plantas daninhas durante todo o ciclo e o menor rendimento foi com o tratamento que conviveu todo período com as plantas daninhas, com 442,3 e 19,4 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, uma redução de 95,6 % (Figura 15B). A justificativa para essa redução de produtividade é que as plantas de palma têm um crescimento vegetativo muito lento quando comparado com as plantas daninhas, e isso acarreta em sombreamento nos cladódios, o que consequentemente reduz a fotossíntese, além disso, as plantas daninhas competem por água, nutrientes, causa efeito alelopático a cultura e são hospedeiras de pragas e doenças (LACERDA et al., 2020).

**Figura 15:** Produtividade de massa verde (t ha<sup>-1</sup>) da palma forrageira em função aos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas, com seus respectivos anteriores à interferência (PAI), total de prevenção à interferência (PTPI) e crítico de prevenção a interferência (PCPI). Rio Largo, Al, 05/2019 a 05/2021.



Fonte: Autor, 2023.

Schiessel et al. (2019), estudando os períodos de interferência das plantas daninhas em feijoeiro comum, observaram redução na produtividade de 80,4% quando se deixou a cultura sob competição durante todo o ciclo com as plantas daninhas. Fontes et al. (2014), avaliaram períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mandioca, variedade BRS Purus, e observaram que a interferência de plantas daninhas em todo o ciclo reduziu a produtividade em 92,0%. Cunha et al. (2015), estudando os períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional, observaram que a convivência das plantas daninhas com a cultura do pimentão durante todo ciclo reduziu o rendimento agrícola em 94,9 e 92,5% para os tratamentos que estavam no sistema de plantio direto e convencional, respectivamente.

O período anterior a interferência (PAI) é o momento em que a produtividade agrícola passa a ser afetada negativamente pela convivência da cultura com as plantas daninhas, no qual deve ser iniciado o controle das plantas infestantes, para que estas não causem prejuízos econômicos, considerando 5% perda no rendimento agrícola. No primeiro ciclo, o PAI foi de 16 dias após o plantio (DAP), já no segundo ciclo foi de 21 dias após a colheita (DAC). O que mostra que até esse momento as espécies plantas daninhas presentes nesse período tiveram mínima influência negativa no rendimento agrícola, a justificativa, para isso, é que as plantas daninhas emergidas nesse período ainda estavam com pequeno porte, dessa forma, não causaram sombreamento nos cladódios, o que provavelmente reduziu a competição por água e nutrientes, visto que nessa fase de crescimento a palma está nutrindo-se em boa parte do tempo por suas próprias reservas.

O período total de prevenção a interferência (PTPI), no primeiro ciclo de produção, foi de 174 DAP. O qual foi observado que no grupo de tratamentos que permaneceram livres da competição com as plantas daninhas (SPD) as produtividades foram praticamente iguais nos tratamentos SPD 180, SPD 240, SPD 300 e SPD 360 dias, com 124,2, 125,2, 126,4 e 126,8 t ha<sup>-1</sup> (Figura 15A), respectivamente, o que mostra que a partir dos 180 dias após o plantio as plantas daninhas emergidas reduziram apenas 2,0 % no rendimento agrícola, em relação a testemunha capinada, tornando-se desnecessário a realização de capinas a partir deste momento.

O segundo ciclo de produção apresentou um PTPI de 324 dias após a colheita, esse aumento de dias em relação ao ano anterior é que houve um aumento de massa seca

e densidades de plantas de algumas espécies, como: *Digitaria insularis*, *Urochloa* e *Acanthospermum australe*, o que acarretou em competição com a cultura pelos recursos do meio, causando redução na produtividade agrícola.

O período crítico de prevenção a interferência (PCPI), é o período em que a cultura tem que ser mantida livre da competição com as plantas daninhas (FREITAS et al., 2009), e compreende o intervalo entre o PAI e o PTPI. No primeiro ciclo de produção o PCPI foi de 16 a 174 DAP e no segundo ciclo foi de 21 a 323 DAC (Figura 15A e 15B). Conforme Cunha et al. (2015), o grau de interferência de plantas daninhas sobre a cultura depende de vários fatores, como: tipo de espécies presentes na área, densidade e distribuição, além de fatores climáticos, tipo de solo, dentre outros. Os mesmos autores, em estudo com pimentão encontraram o PCPI de 19 a 95 DAP quando cultivado em sistema de plantio direto e 11 a 100 DAP quando cultivado em sistema de plantio convencional. Silva et al. (2015) estudando períodos de interferência na cultura da soja, na região do Paraná, verificaram que o período de prevenção a interferência ficou entre 24 a 38 dias após a emergência.

#### 4 CONCLUSÕES

As maiores produtividades de massa verde da palma forrageira são obtidas com o tratamento que permaneceu livres da competição com as plantas daninhas no primeiro e segundo ciclo com 128,9 e 442,3 toneladas por hectare, respectivamente. As parcelas que conviveram todo o ciclo com as plantas daninhas tiveram redução de produtividade de 92,9 e 95,6%, respectivamente primeiro e segundo ciclo de produção.

A palma forrageira é sensível a competição com as plantas daninhas da Família Poaceae, em especial as espécies *Urochloa*, *Panicum maximum* e *Digitaria insularis*.

O período crítico de prevenção à interferência é de 16 a 174 dias após o plantio no primeiro ciclo de produção e de 21 a 323 dias após a colheita no segundo ciclo de produção.

Faz-se necessário estudos futuros para determinar o melhor método de manejo de plantas daninhas durante o período crítico de prevenção à interferência.

## REFERÊNCIAS

- ALVIM, M. J.; BOTREI, M. A.; VERNEQUE, R. S.; SALVATI, J. A. Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicales**, v. 12, n. 2, p. 2-6, 1990.
- BRAZ, G. B. P.; MACHADO, F. G.; CARMO, E. L.; ROCHA, A. G. C.; SIMON, G. A.; FERREIRA, C. J. B. Desempenho agrônomo e supressão de plantas daninhas no sorgo em semeadura adensada. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, n. 2, p.170-177, 2019.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR., R. S.; SCAPIM, C. A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.251-257, 2004.
- CATON, B. P.; FOIN, T. C.; HILL, J. E. Mechanisms of competition for light between rice (*Oryza sativa*) and redstem (*Ammannia* spp.). **Weed Science**, v. 45, p. 269-275, 1997.
- CAVALCANTI, F. J. A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: segunda aproximação. **Instituto Agrônomo de Pernambuco**, v. 2, p. 212, 2008.
- COSTA, M. S.; LIMA, K. C.; ANDRADE, M. M.; GONÇALVES, W. A. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 5, p. 1321-1334, 2015.
- CUNHA, J. L. X. L. **Sistema de plantio no manejo de plantas daninhas e na comunidade microbiota do solo na cultura do pimentão** (Tese de Doutorado, 55p). Mossoró, Universidade Federal Rural do Semiárido, 2012.
- CUNHA, J. L. X. L.; FREITAS, F. C. L.; COELHO, M. E. H.; SILVA, M. G. O.; MESQUITA, H. C.; SILVA, K. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 175-183, 2015.
- EVANS, S. P.; KNEZEVIC, S. Z.; LINDQUIST, J. L.; SHAPIRO, C. A. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Science**, v. 51, p. 408-417, 2003.
- FONTES, J. R. A.; PEDROZO, C. A.; MORAIS, R. R.; OLIVEIRA, I. J.; RACHA, R. N. C. **Períodos de interferência com plantas daninhas na cultura da mandioca, variedade BRS Purus, em terra firme de Rio Preto da Eva, Amazonas**. EMBRAPA, Circular Técnica 47, Manaus, 2014.
- FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P.; OLIVEIRA, I. J. **Manejo do solo e modificações de comunidades de plantas daninhas em culturas de grãos no Estado do Amazonas**. Embrapa, Documento 95, 2012.

FREITAS, F. C. L.; ALMEIDA, M. E. L.; NEGREIROS, M. Z.; HONORATO, A. R. F.; MESQUITA, H. C.; SILVA, S. V. O. F.; Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras, **Planta Daninha**, v. 27, n. 12, p. 473-480, 2009.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO NETO, R. B. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. Embrapa, Documento 233, 2015.

GALON, L.; BASSO, F. J. M.; CHECH, L.; PILLA, T. P.; SANTIN, C. O.; BAGNARA, M. A. M.; FRANCESCHETTI, M. B.; CASTOLDI, C. T.; PERIN, G. F.; FORTE, C. T. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. **Revista Bragantia**, v. 78, n. 3, p.409-422, 2019.

GIRALDI, A. L. **Controle do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) em milho**. Mais Soja, 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/controle-de-capim-amargoso-digitaria-insularis-em-milho/>. Acesso em: 17 de ago. de 2023.

Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA. **Palma adensada**, 2021. Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/noticia?n=2530>. Acesso em: 17 de ago. 2023.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, C. A. PERÍODOS DE Interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca (*Cyperus Rotundus*), **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, 2000.

LACERDA, M. L.; ASPIAZÚ, I.; CARVALHO, A. J.; SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; SOUZA, A. A.; CAMPOS, M. L.; BRITO, C. F. B. Periods of weed interference in cowpea crop in the semi-arid of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.15, n.2, p.1-6, 2020.

LIMA, G.F.C.; WANDERLEY, A.M.; GUEDES, F.X.; REGO, M.M.T.; DANTAS, F.D.G.; SILVA, J.G.M.; NOVAES, L.P.; AGUIAR, E.M. **Palma Forrageira irrigada e adensada: uma reserva Forrageira estratégica para o Semiárido Potiguar**. EMPARN. Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil, 2015.

MENOR, T. R. F. L. **Sistemas de cultivo e composição isotópica de carbono e nitrogênio em palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*)** (Tese-Doutorado Integrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

MORAIS, R. B. G.; LYRA, G. B.; SANTOS, L. R.; CAVALCANTE JÚNIOR, C. A.; CARVALHO, A. L.; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L. Crescimento e produtividade de milho em diferentes épocas de plantio, nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 1, p. 109-119, 2017.

OUROFINO. **Capim-colônia (*Panicum maximum*)**. Ourofino Agrociência, 2023. Disponível em: <https://ourofinoagro.com.br/pragas/capim-coloniao/>. Acesso em : 18 de ago. 2023.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, n. 11, p. 16-27, 1985.

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; BEZERRA, H. F. C.; PEREIRA, G. A.; BELTRÃO, G. R.; OLIVEIRA, J. S. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 16, n. 12, p. 1-11, 2015.

ROCHA, J. E. S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte. Embrapa Caprinos e Ovinos**, Sobral, 2012.

RODRIGUES, G. N. **Nutrição mineral e seletividade de herbicida na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) (L.) salm – dick cv Miúda** (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2020.

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

SCHIESSEL, J. J.; MELLO, G. R.; SCHMITT, J.; PASTORELLO, L. F.; BRATTI, F.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.18, n.4, p. 430-437, 2019.

SILVA, A.A.P.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; HELVIG, E.O.; MACIEL, C.D.G. Interference periods among weeds and soybean rrtm crops in the western center area of the brazilian state of Paraná. **Planta Daninha**, v. 33, n. 4, p. 707-716, 2015.

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

SILVA, D. F. da. **Interferência de plantas daninhas na produção e qualidade de frutos de melão nos sistemas de plantio direto e convencional** (Dissertação, 52p- Mestrado em Fitotecnia). Mossoró, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), 2010.

SOARES, M. A. S.; TEODORO, I. SILVA, S.; CANTARELLI, A. L. D.; FERREIRA JÚNIOR, R. A.; MOURA, A. H. Fenologia, componentes de produção e rendimento agrícola do milho sob lâminas de irrigação na região de Rio Largo, Alagoas. **Revista Irriga**, v. 25, n. 2, p. 279-295, 2020.

SOUZA, A. M.; VIEIRA, A. S. **Estudo do rendimento operacional em operações de restauração florestal em áreas de matas ciliares**. Instituto Pró-Terra, Jaú, SP, 2020. Disponível em: <http://institutoproterra.org.br/attach/upload/rendimentooperacionalproterra.pdf>. Acesso em: 05 Fev. 2021.

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p. 131-141, 2004.

SYNGENTA. **Brachiaria Decumbens**. Mais agro, 2021. Disponível em:  
<https://portal.syngenta.com.br/noticias/glossario-de-alvos/brachiaria-decumbens/>.  
Acesso em: 18 de ago. de 2023.

## **CAPÍTULO 2 – Adubação orgânica promove maior crescimento e produtividade da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* L.) Salm – Dick CV MIÚDA**

### **RESUMO**

A palma forrageira é uma ótima alternativa para alimentação animal podendo substituir em parte ou totalmente alimentos energéticos, além disso, ela satisfaz em parte a demanda hídrica e nutricional dos animais. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento e produtividade da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* vc Miúda) cultivada sob diferentes adubações. Alagoas. A cultura foi cultivada em dois ciclos de produção. O delineamento estatístico foi blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com 12 tratamentos e sete repetições. Nas parcelas ficaram os quatro tipos de adubação (adubação orgânica mais mineral, orgânica, mineral e testemunha sem adubação) e nas subparcelas ficaram os cladódios plantados de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordem. A interação entre os tipos de adubação e ordem de cladódios plantados não foi significativa, uma justificativa para isso é que não houve diferença no desenvolvimento das plantas independente das três ordens de cladódios plantados. As plantas de palma adubadas com esterco caprino associadas ou não a fertilizantes químicos tiveram influência significativa e promoveram os melhores resultados, no primeiro e segundo ciclo de produção, para as variáveis: altura e largura de plantas, número de cladódios por hectare, índice de área de cladódio, massa verde e seca por hectare. Ao comparar os mesmos tratamentos, no primeiro e segundo ciclo de produção da palma forrageira, observa-se um incremento acima de 230 e 340 % nas variáveis massa verde e seca por hectare, respectivamente. A não adubação da palma, apesar de permitir um desenvolvimento da planta, ocasiona redução nos índices de crescimento e produtivos.

**Palavras-chave:** forragem; índice e área de cladódio; Cacto; Fertilização.

**Fertilization promotes greater growth and productivity of cactus pear (*Nopalea cochenillifera* L.) Salm – Dick CV MIÚDA**

**ABSTRACT**

Cactus pear is a great alternative for animal feed, being able to partially or totally replace energy foods, in addition, it partly satisfies the water and nutritional demand of animals. The objective of this work was to evaluate the growth and productivity of cactus pear (*Nopalea cochenillifera* cv Miúda) cultivated under different fertilizations. The crop was grown in two production cycles. The statistical design was randomized blocks in a split-plot scheme, with 12 treatments and seven replications. The four types of fertilization remained in the plots (organic plus mineral fertilization, organic, mineral and control without fertilization) and in the subplots remained the planted cladodes of 1st, 2nd and 3rd order. The interaction between types of fertilization and order of cladodes planted was not significant, a justification for this is that there was no difference in plant development regardless of the three orders of planted cladodes. Palm plants fertilized with goat manure, associated or not with chemical fertilizers, had a significant influence and promoted the best results, in the first and second production cycle, for the variables: plant height and width, number of cladodes per hectare, area index of cladode, green and dry mass per hectare. Comparing the same treatments, in the first and second cycle of cactus pear production, an increase of more than 230 and 340% is observed in the variables green and dry mass per hectare, respectively. The non-fertilization of palm, despite allowing the plant to develop, causes a reduction in growth and production rates.

**Keywords:** forrage; area index of cladode; cactus; Fertilization.

## 1 INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) é largamente cultivada no Nordeste do Brasil (LEITE et al., 2014), com a maior parte da área plantada e produção concentrada nos Estados de Alagoas e Pernambuco (ROCHA, 2012). Essa cultura possui mecanismos bioquímicos e fisiológicos que oferecem condições a essa planta para sobreviver em ambientes em que há estresse hídrico ocasionados pelos longos períodos sem chuva durante o ano (MAGALHÃES et al., 2021). A palma forrageira é uma excelente alternativa nas regiões com atividade agropecuária, pois essa cultura pode substituir parcialmente ou totalmente alguns produtos energéticos mais onerosos utilizados na alimentação animal, como o milho (FROTA et al., 2015). Almeida (2020), recomenda a utilização de 100% palma forrageira substituindo o milho associada a 40% de cana-de-açúcar em dieta para ovinos confinados. Em estudo realizado por Cavalcante (2021), foi observado que a substituição do milho por farelo de palma (nível de 30%) na composição alimentar dos suínos, os animais apresentaram ganho de peso, mostrando que pode ser uma alternativa viável. Wanderley et al. (2002), não observaram diferença significativa para produção de leite com a substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira (nível de 36%) na alimentação de vacas em lactação.

Barros et al. (2016), citam que apesar dessa cultura está sendo amplamente cultivada no Nordeste, sua produtividade agrícola é baixa. Esse baixo rendimento agrônomo da cultura, está atrelado a pouca utilização de tecnologias que trazem aumento de produtividade (SILVA et al., 2021), como o manejo de adubação. A palma absorve grande quantidade de nutrientes do solo (LEDO et al., 2021), e para obter altas produtividades a cultura necessita de adubação, seja ela orgânica ou mineral (PESSOA et al., 2022)

A palma forrageira pode ser cultivada em diversas regiões, no entanto, o maior volume de área cultivada com palma forrageira encontra-se na região Semiárido do Brasil, o qual possui solos com baixos teores de matéria orgânica, logo o rendimento agrônomo da cultura depende da fertilidade natural, que por si só, na maioria das vezes, não atende as necessidades nutricionais da palma (ALBUQUERQUE, 2021). A técnica agrônoma utilizada para reduzir ou eliminar os efeitos da deficiência nutricional na agricultura é a adubação. O uso dessa técnica atrelada ao conhecimento das relações entre as variáveis de crescimento e de produção da palma, são fundamentais para aumentar a produtividade agrícola da cultura. Conforme Nkoi et al. (2021) e Arba et al. (2017), a adubação seja ela

orgânica ou mineral é extremamente importante no manejo no cultivo da palma, visto que é uma cultura que possui alta extração de nutrientes pelas plantas. A associação de adubos orgânicos com fertilizantes mineral pode aumentar a absorção de nutrientes pelas plantas (PESSOA et al., 2022).

Algumas pesquisas evidenciam a importância da adubação, como as realizada por Ledo et al. (2019), que estudando a produtividade da palma forrageira sob diferentes adubações em dois ciclos de produção, obtiveram incrementos na produtividade de 237,7 e 238,2 % quando comparado as parcelas que receberam 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino mais fertilizantes mineral com a testemunha sem adubação, no 1º e 2º ciclo de produção, respectivamente. Rodrigues (2020), estudando a produtividade de massa verde da palma forrageira cv miúda submetida a diferentes formulações com NPK, obteve um incremento de 6,95 vezes maior com o tratamento adubado com 40 Kg N ha<sup>-1</sup>, 200 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 120 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ao comparar com as plantas que não receberam nenhum tipo de adubação.

Não há estudos nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste referentes a adubação na palma forrageira, para tal, torna-se necessário pesquisas referentes a esse tema, pois essa região possui alto potencial produtivo dessa cultura.

Dessa forma o presente trabalho, teve como objetivo avaliar o crescimento e produtividade da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) cultivada sob diferentes adubações.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

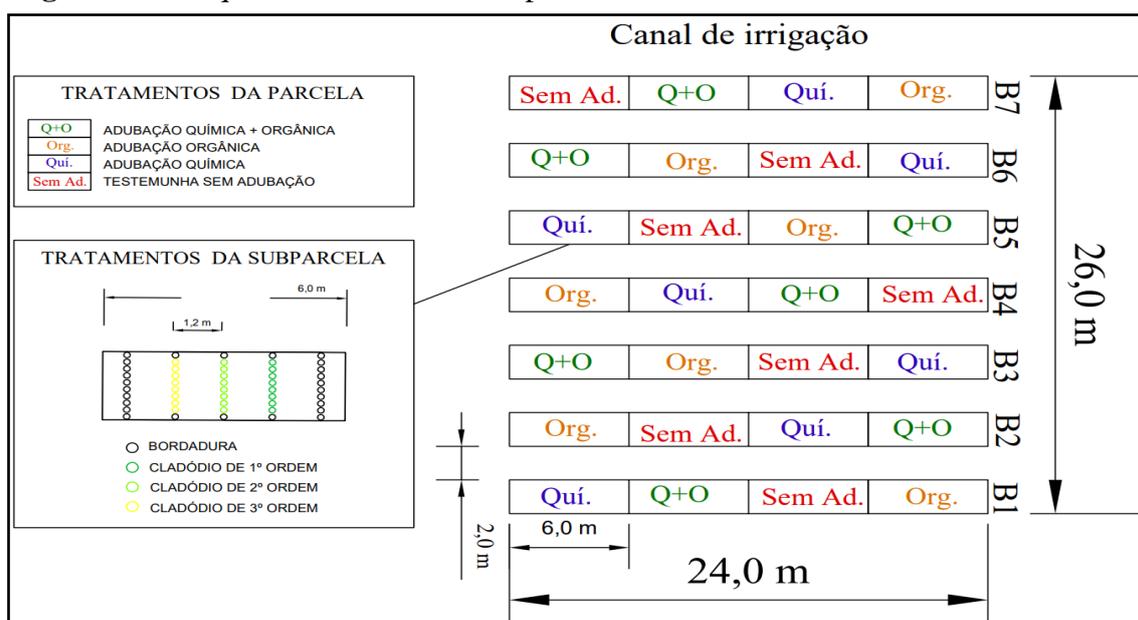
### 2.1 Localização e caracterização da área do experimento

O experimento foi conduzido no Campus 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), a área experimental foi de 624,0 m<sup>2</sup>, de LATOSSOLO AMARELO Coeso argissólico, com textura média/argilosa e declividade inferior a 2%, 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.

### 2.2 Delineamento estatístico

O delineamento experimental foi o em blocos casualizados com parcelas subdivididas e sete repetições (Figura 16). Foram avaliados quatro tipos de adubações (química, orgânica, químico + orgânico e testemunha sem adubação), nas parcelas. Nas subparcelas foram plantadas três ordens de cladódios: primeira, segunda e terceira ordem. Mas nesse trabalho, foi avaliado apenas o efeito da adubação, pois não houve interação significativa nos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F para as variáveis analisadas.

**Figura 16:** Croqui detalhado da área experimental.



Fonte: Autor, 2023.

### 2.3 Plantio e tratos culturais

O preparo do solo da área experimental foi realizado com duas gradagens, uma profunda e outra niveladora (Figura 17A). Realizou-se a calagem com calcário dolomítico de acordo com a análise química do solo para elevar a saturação de bases para 80% (Figura 17B e Tabela 7). O plantio ocorreu de forma manual no dia 20 de junho de 2019, com cladódios de palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*), isentos de pragas e doenças, os mesmos foram enterrados até 30% de seu tamanho após passarem pelo processo de desidratação por 08 dias (Figura 17C e 17D). As parcelas experimentais foram constituídas por cinco fileiras com 2 m de comprimento cada e espaçamento de 1,20 x 0,20 m totalizando uma população de 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Figura 17:** Preparo do solo (A), calagem (B), cladódio em processo de desidratação (C) e plantio (D).



Fonte: Autor, 2023.

**Tabela 7:** 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 (cmol dm <sup>-3</sup> )	0,29	Matéria orgânica (g Kg <sup>-1</sup> )	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

**Fonte:** Laboratório de Solo, Água e Planta da Universidade Federal de Alagoas (2019).

A adubação química foi dividida em duas etapas, a primeira foi aplicada em fundação: 125,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> utilizando a fonte de super fosfato simples, a segunda foi realizada aos 30 dias após o plantio (DAP) utilizando 109,2 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> com a fonte cloreto de potássio e 40 Kg de N por hectare com a fonte de sulfato de amônio, conforme a análise de solo (Tabela 7), seguindo a recomendação de adubação do Manual de Adubação do Estado de Pernambuco para uma expectativa de produção acima de 30 t de massa seca ha<sup>-1</sup> (CAVALCANTE, 2008). Para isso, foram abertos sucos com 10 centímetros de profundidade, seguindo o sulco de plantio (Figura 18A e 18B).

**Figura 18:** Adubação de cobertura com fertilizante mineral (A) e cobertura manual do adubo (B).



**Fonte:** Autor, 2023.

A adubação orgânica foi realizada no sulco de plantio, na dose de  $30,00 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco de ovinos (SANTANA et al., 2021). O esterco estava curtido e foi cedido pelo Laboratório de Ovinocultura da Universidade Federal de Alagoas (Figura 19A, 19B, 19C e 19D). Os valores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes no esterco foram apresentados em formas percentuais de nitrogênio total,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  (Tabela 8), que convertidos para quilogramas por hectare ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) resultaram em 705,00, 369,00 e 519,00, respectivamente.

**Figura 19:** Separação do esterco caprino (A), distribuição do adubo orgânico (B), uniformizando a distribuição do esterco ao longo do sulco (C) e resultado final da distribuição do esterco (D).



**Fonte:** Autor, 2023.

**Tabela 8:** Resultados da análise química do esterco ovino utilizado na área experimental, Rio Largo, AL, 2019.

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>
Nitrogênio Total (%)	2,35
Fósforo – P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1,23
Potássio – K <sub>2</sub> O (%)	1,73
Umidade 100°C (%)	10,70
Matéria Orgânica Total (%)	52,4
Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	0,84
Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )	4.600,00
Manganês (mg kg <sup>-1</sup> )	195,00
Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )	123,00
Cálcio (mg kg <sup>-1</sup> )	6.560,00
Magnésio (mg kg <sup>-1</sup> )	949,00

**Fonte:** Central analítica de Alagoas (2019).

#### 2.4 Variáveis agrometeorológicas

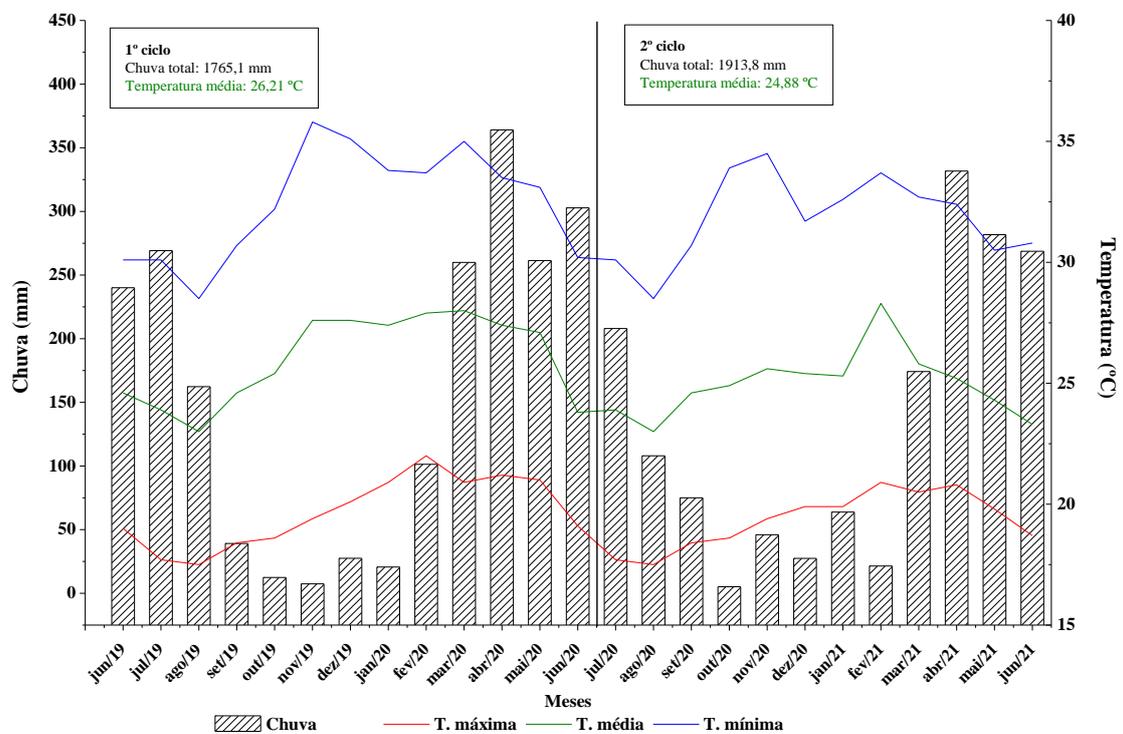
Os dados meteorológicos de precipitação pluvial e temperatura foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia (LIA) do CECA/UFAL, que mantém uma estação automática de aquisição de dados (Modelo Micrologger CR10X, Campbell Scientific) ao lado do experimento (Figura 20). A precipitação pluvial total e temperatura média no primeiro foi de 1.765,5 mm e 26,21 °C, respectivamente, já no segundo ciclo foi de 1.913,8 mm e 24,88 °C (Figura 21).

**Figura 20:** Estação meteorológica automática do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL).



**Fonte:** Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

**Figura 21:** Precipitação pluvial e temperatura máxima (T. máxima), média (T. média) e mínima (T. mínima), no período de 06/2019 a 06/2021, na região de Rio Largo, Al.



**Fonte:** Autor, 2023.

## 2.5 Variáveis de produção e colheita

As colheitas foram realizadas de forma manual, a do primeiro ciclo ocorreu no dia 18/06/2020 (366 dias após o plantio - DAP) e a do segundo ciclo no dia 18/06/2021 (365 dias após a colheita - DAC). Em cada parcela experimental foram escolhidas 3 plantas das fileiras centrais, desprezando as das bordaduras, para avaliar as seguintes características: altura das plantas (AP), largura da planta (LP), número de cladódio por hectare (NCH), índice de área de cladódio (IAC), produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS).

A altura da planta foi determinada medindo desde o nível do solo até o ápice do cladódio mais alto. Para a obtenção da largura da planta foram medidas as distâncias dos cladódios das extremidades laterais da planta, considerando os maiores lados.

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:  $NCH = NCP * 41.666,00$ , em que, NCH é o número de cladódio por hectare (cladódio  $ha^{-1}$ ), NCP é o número médio de cladódio por planta (cladódio  $planta^{-1}$ ) e 41.666,00 é o número que representa o total de plantas em um hectare para o espaçamento de 1,2 m entre linhas e 0,2 m entre plantas.

A área de cladódio (AC) 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).

Os valores de comprimento e largura de cladódio foram obtidos a partir de medição de todos os cladódios de todas as plantas selecionadas, para isso, foi utilizado uma régua milimétrica.

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  $cm^2$  para  $m^2$ .

A produtividade de massa verde ( $t \ ha^{-1}$ ) foi obtida pela pesagem de todos os cladódios, deixando apenas o cladódio semente (Figura 22A), a pesagem foi realizada mediante a colheita, na área experimental, para tal utilizou-se uma balança digital com capacidade de 40 kg (Figura 22B), conforme a equação utilizada por Soares et al. (2020):  $PMV = 10.000 (M / C.\epsilon)$ , em que, PMV é a produtividade de massa verde ( $kg \ ha^{-1}$ ), M é

a massa colhida na área amostrada (kg),  $C$  é o comprimento total das linhas colhidas (m),  $\epsilon$  é o espaçamento entre linhas (m) e 10.000 é o fator de conversão para hectare.

**Figura 22:** Colheita da palma forrageira (A) e pesagem dos cladódios mediante a colheita (B).



**Fonte:** Autor, 2023.

Para a determinação do percentual de massa seca dos tratamentos, foram retiradas das 3 plantas selecionadas amostras de 500 g do material verde. Esse material foi picotado em pedaços de tamanhos entre 1,0 a 2,0 cm, para facilitar a desidratação (Figura 23A, 23B, 23C e 23D), feito isso foram colocados em sacos de papel e levados a uma estufa com ventilação forçada a 65°C até obter massa seca constante (RODRIGUES et al., 2022). De posse dos dados, utilizou-se a equação proposta por Rodrigues (2022) para obtenção do valor de porcentagem de massa seca, a qual é:  $\%MS = (P_{MS} / P_{MV}) 100$ , em que, %MS é o percentual de massa seca dos tratamentos,  $P_{MS}$  é o peso seco do material após a secagem na estufa (g),  $P_{MV}$  é o peso da amostra que foi de 500g para todos os tratamentos e 100 é o fator para deixar em porcentagem.

**Figura 23:** Picotando os pedaços de palma forrageira (A), pesando a massa verde de cladódio (B), massa verde empacotada, identificada e colocada na estufa (C) e pesando a massa seca de cladódio (D).



**Fonte:** Autor, 2023.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias 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.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Altura e largura da planta

Na Tabela 9, observa-se que no primeiro e segundo ciclo de produção da palma forrageira, houve diferença significativa no nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste Tukey entre os tipos de adubações e as variáveis: altura e largura de planta

**Tabela 9:** Análise de variância e os valores dos quadrados médios de altura da planta (Alt. planta – cm) e largura da planta (Lar. planta – cm), em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL.

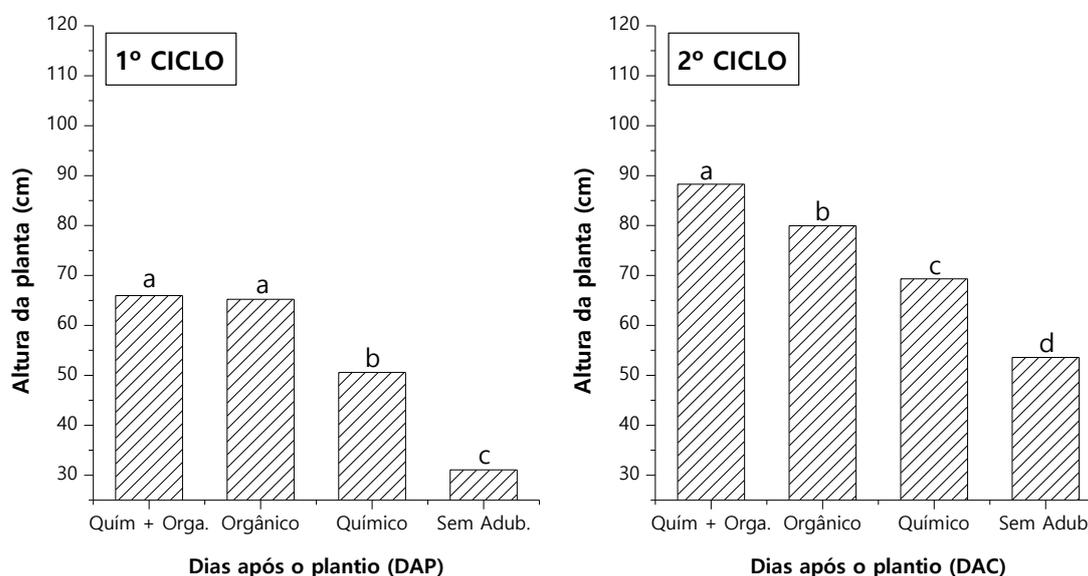
Fonte de variação	<sup>1</sup> GL	Valores de Quadrados Médios			
		1º Ciclo		2º Ciclo	
		Alt. planta	Lar. Planta	Alt. planta	Lar. planta
Bloco	6	23,68 <sup>NS</sup>	124,54 <sup>NS</sup>	78,64 <sup>NS</sup>	42,37 <sup>NS</sup>
Tipos de adubação	3	5628,39**	24505,4**	4705,26**	16650,44**
Erro	18	19,42	53,92	73,61	40,73
<sup>2</sup> CV (%)	---	8,28	9,28	11,79	6,47

<sup>1</sup>Graus de liberdade; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; \*\*significativo à nível de 1% de probabilidade; ns não significativo pelo teste F.

**Fonte:** Autor, 2021.

A altura da planta no primeiro ciclo de produção obteve maior resultado no tratamento que recebeu a adubação química mais orgânica (Quím+Org.), com 66,0 cm, no entanto, não diferiu estatisticamente do tratamento que recebeu apenas adubação orgânica (65,2 cm). A adubação química obteve crescimento intermediário com 50,6 cm. A testemunha sem adubação obteve o menor resultado 31,1 cm, o que resultou em uma redução na altura da planta de 52,89 % ao comparar com o tratamento Quím+Org. (Figura 24).

**Figura 24:** Altura da planta (cm) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL.



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

**Fonte:** Autor, 2023.

A altura de plantas no segundo ciclo de produção diferiu estatisticamente entre todos os tratamentos, o qual obteve maior resultado foi o Quím+Orga com (88,3 cm), seguido do orgânico com (80,0 cm), Químico (69,3) e o que apresentou menor resultado foi a testemunha sem adubação (53,6 cm), houve uma redução de 39,3 % entre os tratamentos de maior e menor altura. Uma justificativa para os melhores resultados terem sido nos tratamentos com adubos orgânicos com ou sem associação aos químicos é que, conforme Santos et al. (2010) o esterco se decompõe lentamente, deixando os nutrientes disponíveis para planta ao longo do tempo. Diferente da maioria dos adubos químicos utilizados na pesquisa como os nitrogenados e os potássicos que são de rápida absorção e lixiviação. Nesta pesquisa o cultivo na palma se estendeu por dois ciclos (731 dias), e possivelmente os nutrientes fornecidos pela adubação química já tenham sido consumidos pelas plantas de forma mais rápida que os esterco, um outro ponto é que o período de plantio e adubação do experimento a região estava na época chuvosa, o que pode ter levado a alguma perda do adubo químico por volatilização, lixiviação ou percolação.

Santos et. al. (2015), estudando o crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica, observou que a cultivar Gigante, aos 720 dias, obteve crescimento

linear com o aumento das doses de esterco caprino. Os autores testaram as doses de 0, 5, 10, 15 e 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco caprino, e os tratamentos que obtiveram maiores e menores alturas de planta foram o 20 t ha<sup>-1</sup> e a testemunha sem adubação, com 139,5 e 127,8 cm, respectivamente. Os mesmos autores citam que a altura de planta é variável extremamente importante para ser avaliada, pois há correlação com a produção. Silva et al. (2010), estudando a relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira, observaram correlação positiva entre a altura de planta e a produção de matéria seca.

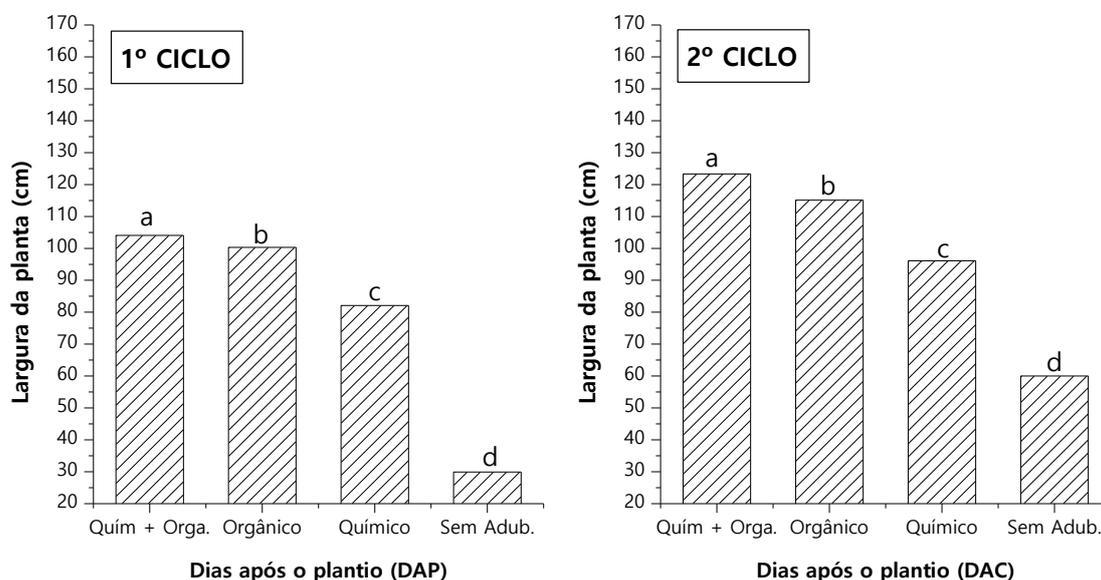
Rodrigues (2020), avaliando a altura das plantas da palma forrageira, cultivar Miúda, aos 412 dias após o plantio, adubadas com diferentes formulações contendo nitrogênio, fósforo e potássio, observou que o tratamento que proporcionou menor altura foi a testemunha sem adubação (29,7 cm) e os tratamentos que obtiveram maiores alturas foram com as formulações (40 Kg ha<sup>-1</sup> de N, 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e (40 Kg ha<sup>-1</sup> de N, 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 00 K<sub>2</sub>O), com 62,7 e 55,6 cm, respectivamente. Esses valores observados pelo autor foram semelhantes aos encontrados nessa pesquisa, no primeiro ano do experimento, nos tratamentos sem adubação e adubação apenas com fertilizantes químicos.

Dantas (2015), estudando lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada no semiárido, não obteve resposta significativa para altura de plantas com as doses de 0, 25 e 50 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino. O autor justificou a ausência de resposta da palma forrageira a o esterco bovino a adubações químicas na área em estudo pouco tempo antes de instalar o experimento. Nesse caso, o residual dos fertilizantes químicos pode ter suprimido ou mascarado os efeitos positivos da adubação orgânica.

Santana et al. (2021), avaliando o efeito das doses 0, 25, 50 e 75 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino na produção de palma forrageira, cultivar Gigante, observaram resposta linear entre a variável altura de plantas com as doses, em que a maior altura de planta foi de 83,8 cm, obtida com a dose de 75 t ha<sup>-1</sup>.

A largura da planta no primeiro ciclo de produção obteve diferença significativa entre todos os tratamentos, o que apresentou maior resultado foi o que recebeu adubação química mais orgânica, com 104,1 cm, seguido pelo orgânico (100,3 cm), químico (82,1 cm) e por último o sem adubação com (29,9 cm). Uma diferença de 74,1 cm quando comparado o tratamento Quím+Org. com o sem adubação, redução na largura da planta de 71,2% (Figura 25).

**Figura 25:** Largura da planta (cm) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAC), região de Rio Largo, AL.



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

**Fonte:** Autor, 2023.

O segundo ciclo de produção manteve a mesma tendência do primeiro ano, em que todos os tratamentos obtiveram diferença significativa entre todos os tratamentos. A adubação orgânica associada ao químico obteve a maior largura de plantas, com 123,3 cm, seguido pelo orgânico (115,1 cm), químico (96,1 cm) e por último o sem adubação com (60 cm). Uma diferença de 63,3 cm quando comparado o tratamento Quím+Org. com o sem adubação, redução na largura da planta de 51,3%.

Marinho et al. (2018), estudando as características morfométricas da palma forrageira submetida a doses crescentes de adubação química, observaram que a dose que proporcionou a maior largura de planta 82 cm na cultivar Gigante foi a (260 N – 87 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 915 K<sub>2</sub>O) e a testemunha sem adubação a menor largura com 74,2 cm.

### 3.2 Número de cladódios por hectare (NCH) e Índice de área de cladódio (IAC)

Na Tabela 9, observa-se que no primeiro e segundo ciclo de produção da palma forrageira, houve diferença significativa no nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste Tukey entre os tipos de adubações e as variáveis: número de cladódio por hectare (NCH) e índice de área de cladódio (IAC).

**Tabela 10:** Análise de variância e os valores dos quadrados médios de número de cladódios por hectare (NCH – cladódios ha<sup>-1</sup>) e índice de área de cladódio (IAC – m<sup>2</sup>.m<sup>2</sup>) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL.

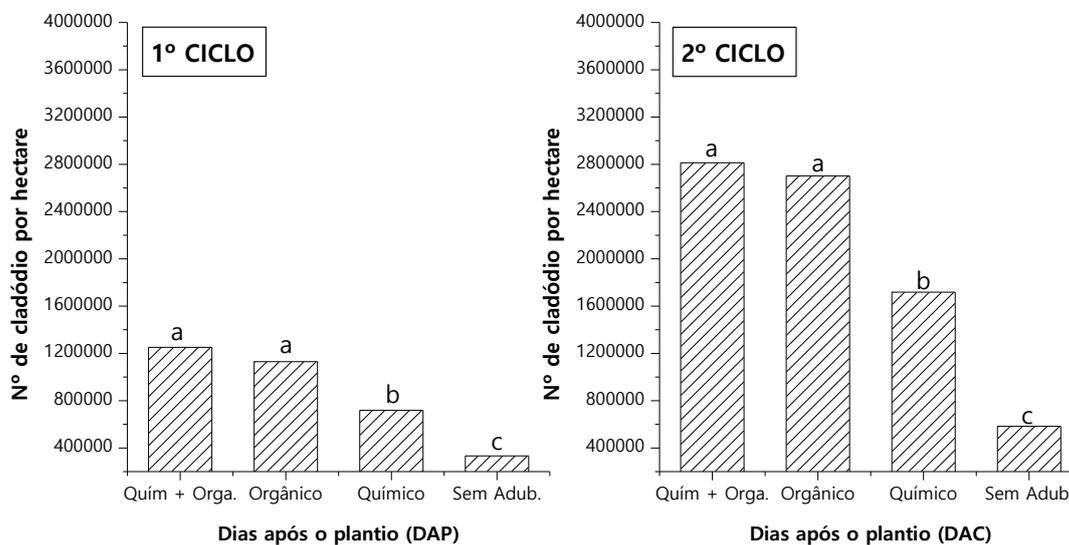
Fonte de variação	<sup>1</sup> GL	Valores de Quadrados Médios			
		1º Ciclo		2º Ciclo	
		NCH	IAC	NCH	IAC
Bloco	6	2,67x10 <sup>18</sup> NS	0,02 <sup>NS</sup>	1,53x10 <sup>19</sup> NS	0,07 <sup>NS</sup>
Tipos de adubação	3	3,67x10 <sup>20</sup> **	15,49 **	2,26x10 <sup>21</sup> **	29,62 **
Erro	18	2,81x10 <sup>18</sup>	0,09	2,11x10 <sup>19</sup>	0,20
<sup>2</sup> CV (%)	---	19,54	19,98	19,49	19,26

<sup>1</sup>Graus de liberdade; <sup>2</sup>Coeficiente de variação; \*\*significativo à nível de 1% de probabilidade; ns não significativo pelo teste F.

**Fonte:** Autor, 2021.

Os tratamentos que receberam adubação orgânica obtiveram os maiores resultados e não diferiram estatisticamente entre si, no primeiro ciclo de produção, com 1,25 e 1,12 milhões de cladódios ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos Quím+Org e orgânico, respectivamente. As parcelas que receberam apenas a adubação química resultou numa produção de 718,19 mil cladódios ha<sup>-1</sup> (Figura 26). O menor valor encontrado foi de 333,32 mil cladódios ha<sup>-1</sup> com a testemunha sem adubação. Ao comparar o tratamento Quím+Org com o químico e com as parcelas sem adubação, verificou-se um incremento no tratamento adubado com esterco mais fertilizantes químicos na ordem de 42,6 e 73,4%, respectivamente.

**Figura 26:** Número de cladódios por hectare (NCH) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL.



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

**Fonte:** Autor, 2023.

O segundo ciclo de produção manteve a mesma tendência do primeiro ano, em que as maiores produções foram encontradas nos tratamentos Quím+Org e orgânico, com 2,81 e 2,70 milhões de cladódios ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 26). As parcelas com adubação química obtiveram produção de 1,71 milhões de cladódios ha<sup>-1</sup>, uma produção 38,9 % inferior ao tratamento de maior produção. A testemunha sem adubação obteve o menor rendimento de cladódios por hectare com 583,44 mil, uma redução de 79,3 %, quando comparado ao tratamento Quím+Org.

As justificativas para os melhores resultados de número de cladódio por hectare nos dois anos terem sido obtidos pelos tratamentos que receberam a adubação com esterco associados ou não ao fertilizantes químicos, são, que de acordo com Ramos et al. (2015), a adubação orgânica favorece a absorção dos nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, como também aumenta a capacidade de troca catiônica conferindo ao solo condições favoráveis de arejamento, além de melhorar a capacidade de infiltração e retenção de água no solo. Um outro ponto é que o esterco utilizado além de disponibilizar os nutrientes de forma mais lenta, tinha teores superiores de

macronutrientes (94,3% de N, 66,1% de P e 78,9% de K) quando comparado com as doses utilizadas de adubo químico.

Esse incremento no número de cladódios  $\text{ha}^{-1}$  possivelmente está atrelado também aos elementos fósforo e nitrogênio. O fósforo está diretamente envolvido em vários processos das plantas, como síntese de elétrons e proteínas, transferência de energia, respiração simbiótica e fotossíntese (BORIN et al., 2013). De acordo com Taiz e Zeiger (2017), o elemento fósforo pode induzir a brotação, pois ele é muito importante no acúmulo e armazenamento de energia pelas plantas. Outro elemento extremamente importante para as plantas é o nitrogênio, pois constitui todas as proteínas e aminoácidos e as moléculas de clorofila (BORIN et al., 2013), dessa forma aumentando a taxa fotossintética da planta, e conseqüentemente promovendo maior crescimento e desenvolvimento das plantas. Soares et al. (2023), citam que o conhecimento entre as variáveis de crescimento atrelado a quantidades de nitrogênio utilizada nos cultivos, podem incrementar os rendimentos agrônômicos das plantas.

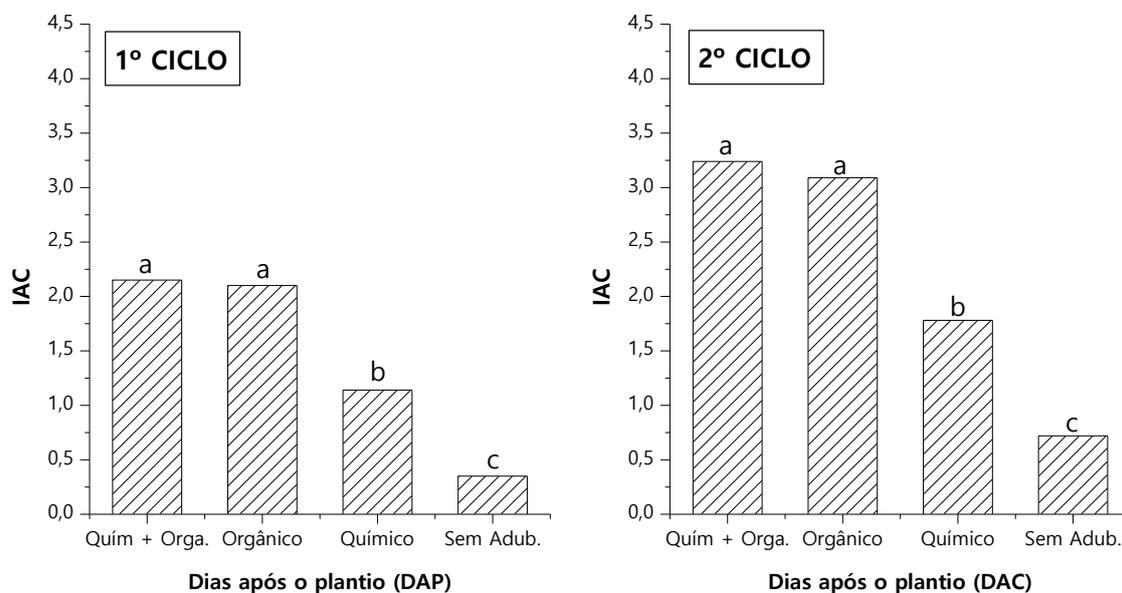
Rodrigues et al. (2021), em estudo com diferentes formulações de NPK no cultivo da palma Miúda, observou que a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio incrementou em 977 mil cladódios  $\text{ha}^{-1}$ , o que resultou em um aumento de 244% quando comparado com as parcelas que não receberam adubação. Silva et al. (2016), citam que o número de cladódios por planta é uma variável que sofre influência de diversos fatores, dentre eles, a utilização de fertilizantes com NPK. Nesta pesquisa, no primeiro ciclo de produção, foram obtidos resultados semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2020), com o tratamento Quím+Org, em que houve um incremento de 918 mil cladódios  $\text{ha}^{-1}$  quando comparado com a testemunha sem adubação. No segundo ano do experimento o tratamento Quím+Org obteve resultados ainda mais superiores ao comparar com a testemunha sem adubação, um aumento de 2,23 milhões cladódios  $\text{ha}^{-1}$ .

Dantas (2015), obteve resposta crescente no número de cladódios por planta com o aumento da dose de 0, 25 e 50  $\text{t ha}^{-1}$  de esterco bovino. O maior e menor valor encontrado pelo autor foi de 36,34 e 31,13 cladódios  $\text{planta}^{-1}$ , com as doses de 50  $\text{t ha}^{-1}$  e a testemunha sem adubação, respectivamente. Como relatado anteriormente, essa pesquisa citada, obteve algumas inconsistências nos resultados encontrados com a adubação orgânica, pois pouco tempo antes de instalarem o experimento houve aplicação de fertilizantes químicos na área do estudo. Possivelmente a diferença entre o número de cladódios  $\text{planta}^{-1}$  entre os tratamentos seriam maiores. De acordo com Rodrigues (2020),

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

Os maiores resultados de índice de área de cladódio (IAC), no primeiro ciclo de produção, foram obtidos com as plantas que receberam adubação químico mais orgânico e apenas adubação orgânica, com 2,15 e 2,10  $m^2.m^2$ , respectivamente (Figura 27). Os dois tratamentos que receberam adubação orgânica não diferiram estatisticamente entre si. As plantas que receberam apenas adubação com fertilizantes químicos obtiveram resultados intermediários, com 1,14  $m^2.m^2$ . O menor resultado foi com alcançado com a testemunha sem adubação, com 0,35  $m^2.m^2$ , uma redução no IAC de 83,72 % ao comparar com o tratamento Quím+Org. Os resultados dessa pesquisa com os tratamentos que receberam adubação orgânica associados ou não aos fertilizantes químicos, foram próximos ao encontrado por Silva et al, (2014), que estudando a modelagem, análise e aplicabilidade da área do cladódio de clones de palma forrageira, obtiveram valor de IAC (2,31  $m^2.m^2$ ) para cultivar Miúda.

**Figura 27:** Índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAC), região de Rio Largo, AL.



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

**Fonte:** Autor, 2023.

O índice de área de cladódio manteve a mesma tendência das outras variáveis, em que, os melhores resultados encontrados no primeiro ciclo se mantiveram no segundo. As plantas que obtiveram os melhores resultados foram as que receberam esterco caprino com adubo químico e as que receberam apenas esterco, com 3,24 e 3,09  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , respectivamente (Figura 27). O resultado intermediário de IAC foi de 1,78  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , alcançado com a adubação química e o menor com a testemunha sem adubação com 0,72  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , uma redução no IAC de 77,78 % ao comparar o menor resultado com o tratamento que obteve o maior. No estudo realizado por Nobel e Garcia de Cortaza (1991), em que avaliaram o índice de área de cladódio da palma forrageira do gênero *Opuntia fícus-indica* com teores atuais e elevados de dióxido de carbono, observaram que a faixa ótima de cultivo é quando o IAC está entre 4 a 5  $\text{m}^2.\text{m}^2$  (considerando na estimativa os dois lados do cladódio, que nesse caso equivaleriam a 2 e 2,5  $\text{m}^2.\text{m}^2$ ), pois há um maior aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa e captação mais eficiente de  $\text{CO}_2$ .

Barros et al. (2016), estudando o efeito de diferentes doses (0, 30, 60 e 90  $\text{t ha}^{-1}$ ) de adubação orgânica com esterco bovino na palma forrageira cv Gigante, obtiveram resposta linear para o índice de área de cladódios com o aumento da dose de esterco, em que o melhor resultado foi obtido com o tratamento que recebeu a maior dose do esterco (3,38  $\text{m}^2.\text{m}^2$ ) e o menor resultado com a testemunha sem adubação (1,00  $\text{m}^2.\text{m}^2$ ), uma diferença de 70,4 % quando comparado os dois tratamentos. No presente experimento, ao comparar o tratamento que recebeu adubação apenas com 30  $\text{t ha}^{-1}$  de esterco caprino com a testemunha sem adubação, a diferença de IAC foi de e 83,3 e 67,4%, para o 1º e 2º ciclo, respectivamente.

Rodrigues (2020), estudando o efeito de diferentes formulações de NPK no índice de área de cladódio da palma Miúda, verificou maior resposta no tratamento que possuía os maiores teores de NPK (40, 200 e 120  $\text{Kg ha}^{-1}$ , respectivamente) e a menor resposta com o tratamento sem adubação com 1,5 e 0,3  $\text{m}^2.\text{m}^2$ , respectivamente. O mesmo autor cita que há uma correlação positiva entre o índice de área de cladódio e número de cladódio por hectare com a adubação, e que essas variáveis são correlacionadas, visto que, com o aumento no número dos cladódios emergidos por uma planta existe uma tendência de maior ocupação do solo pelas plantas. Reis Filho (2020), estudando o efeito de quatro frequências de corte (6, 9, 12 e 18 meses) no IAC colhidos (a partir da segunda ordem) com a cultivar orelha de elefante mexicana, obteve valor crescente de índice de área de cladódio com o tempo, com o maior valor sendo 2,23  $\text{m}^2.\text{m}^2$  alcançado no período corresponde aos 18 meses de ciclo.

### 3.3 Massa verde e seca por hectare

Na Tabela 11, observa-se que no primeiro e segundo ciclo de produção da palma forrageira, houve diferença significativa no nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste Tukey entre os tipos de adubações e as variáveis: massa verde por hectare (MV) e massa seca por hectare (MS).

**Tabela 11:** Análise de variância e os valores dos quadrados médios de massa verde por hectare (MV – t ha<sup>-1</sup>) e massa seca por hectare (MS – t ha<sup>-1</sup>) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAP), região de Rio Largo, AL.

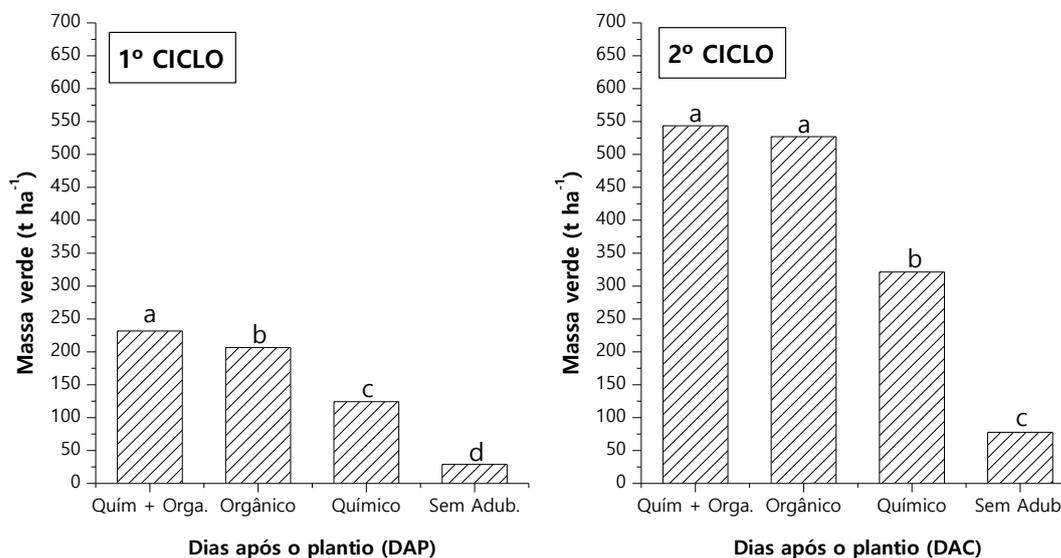
Fonte de variação	<sup>1</sup> GL	Valores de Quadrados Médios			
		1º Ciclo		2º Ciclo	
		MV	MS	MV	MS
Bloco	6	1257,10 <sup>NS</sup>	4,78 <sup>NS</sup>	2314,37 <sup>NS</sup>	23,60 <sup>NS</sup>
Tipos de adubação	3	176129,26**	518,96**	997572,59**	9083,40**
Erro	18	606,85	2,98	3323,68	34,12
<sup>2</sup> CV (%)	---	16,66	19,87	15,69	15,99

<sup>1</sup>Graus de liberdade; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; \*\*significativo à nível de 1% de probabilidade; ns não significativo pelo teste F.

**Fonte:** Autor, 2023.

As plantas que receberam adubação química mais orgânica, no primeiro ciclo de produção, obtiveram o maior rendimento de massa verde com 231,7 t ha<sup>-1</sup> e diferiu estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 28). As parcelas que receberam apenas adubação com esterco caprino, obtiveram rendimento superior ao tratamento com adubação química, com valores de 206,6 e 124,4 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As parcelas que não receberam nenhum tipo de adubação, apresentaram baixas produtividades de massa verde, com valor de 29,0 t ha<sup>-1</sup>, ao comparar com os tratamentos Quím+Org, Orgânico e testemunha sem adubação, verifica-se uma redução na produção de massa verde de 87,5, 85,9 e 76,7%, respectivamente.

**Figura 28:** Massa verde por hectare (MV) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAC), região de Rio Largo, AL.



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

**Fonte:** Autor, 2023.

Já no segundo ciclo de produção, os maiores resultados de massa verde por hectare, foram obtidos com as plantas que receberam adubação química mais orgânica e apenas adubação orgânica, com 543,6 e 527,1 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 28). Os dois tratamentos que receberam adubação orgânica não diferiram estatisticamente entre si. A adubação química obteve produtividade de MV intermediária com 312,3 t ha<sup>-1</sup>. A testemunha sem adubação obteve o menor resultado com 77,9 t ha<sup>-1</sup>, o que resultou em uma redução no rendimento de MS de 85,6 % ao comparar com o tratamento Quím+Org.

Ao comparar os mesmos tratamentos, no primeiro e segundo ciclo de produção, observa-se um incremento de 234,6, 255,1, 258,3 e 259,8 % na variável de massa seca por hectare, com os tratamentos Quím+Org, orgânico, químico e sem adubação (testemunha), respectivamente.

As justificativas para os melhores resultados de massa verde terem sido obtidos com os tratamentos adubados com a fonte orgânica associados ou não aos fertilizantes químicos é que, conforme Severino et al. (2004) a adubação orgânica tem uma vantagem sobre a adubação com fertilizantes químicos no cultivo da palma, pois disponibilizam de forma gradual os nutrientes à medida que são requeridos para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Ainda levando em consideração o efeito da

disponibilização gradual dos nutrientes da adubação orgânica, Santos et al. (2010), cita que o esterco se decompõe lentamente, e essa condição promove maior acúmulo de nutrientes no solo, e por sua vez, aumento da disponibilidade nos anos subsequentes. Essa situação foi verificada no 2º ciclo de produção.

Um outro ponto é que o cultivo da palma forrageira exige boa fertilidade do solo, principalmente dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio (SOUZA et al., 2019), e ao considerar os teores de minerais encontrados na matéria seca do esterco caprino utilizado, estima-se que foi fornecido ao solo em torno de 705,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, 369,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 519,0 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na dose de 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco caprino (Tabela 8), valores muito superiores aos utilizados na adubação com fertilizantes químicos. Soares et al. (2021), citam que dependendo da quantidade utilizada do adubo orgânico, a adubação pode ser realizada exclusivamente com esterco, pois esse composto apresenta uma composição completa com praticamente todos os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

De modo geral, uma outra hipótese para essas altas produtividades alcançadas pela palma forrageira adubadas no primeiro e segundo ciclo de produção, comparadas a outros trabalhos na literatura, foi que além de suprir de forma nutricional a palma, nos dois anos de produção o volume total de chuva (1.765 mm 1º ciclo e 1.913 mm 2º ciclo) foi superior a demanda hídrica da cultura, que para Farias et al. (2005) tem que ser superior a 600 mm e para Silva et al. (2014), citam que são necessários em torno de 1.418 mm ciclo. Os mesmos autores relatam que a planta sem restrição hídrica, melhora a conservação das raízes, e conseqüentemente aumenta a absorção de nutrientes e captação de CO<sub>2</sub>. Dantas (2015), listou alguns fatores que acarretam redução nos rendimentos da palma forrageira em locais com restrição hídrica, como: alta transpiração noturna, baixa captação de CO<sub>2</sub>, morte do sistema radicular e murcha dos cladódios. Alguns estudos que atingiram altas produtividades foram: Ramírez-Tobias et al. (2010), que obtiveram uma produção de 450 t ha<sup>-1</sup> de massa verde no cultivo de seis meses em hidroponia; Lima et al. (2015), obtiveram rendimento de 253 t ha<sup>-1</sup> de massa verde com 12 meses de produção com irrigação localizada com água salina.

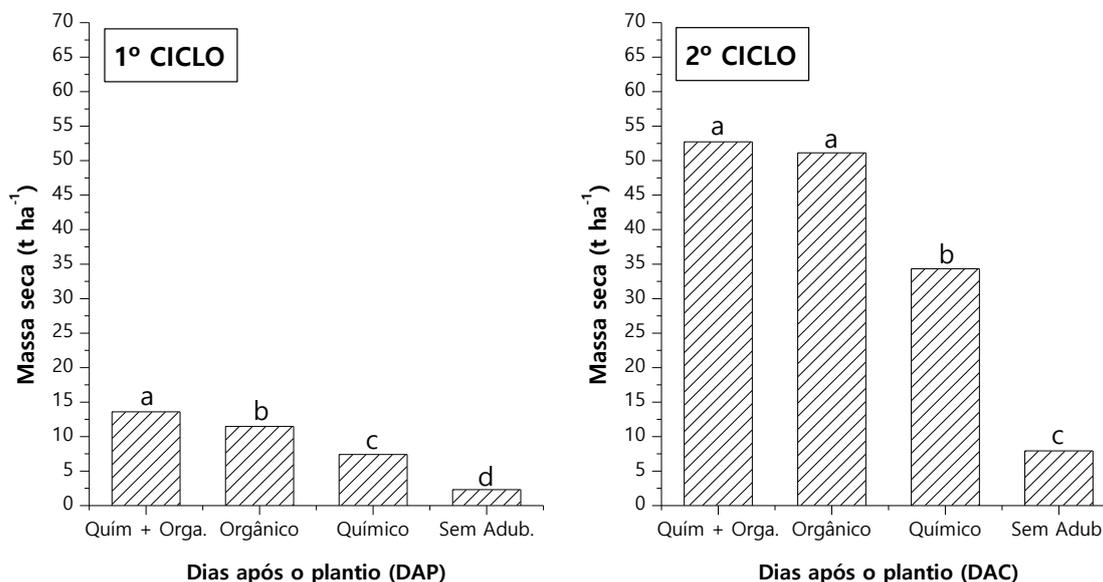
Rego et al. (2014), estudando a morfologia e rendimento de biomassa da palma Miúda sob doses de adubação orgânica (20, 40 e 60 t ha<sup>-1</sup>) e intensidades de corte, verificaram maior rendimento de massa verde (194,25 ha<sup>-1</sup>) com o tratamento que recebeu 40 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino mais adubação com fertilizantes químicos na fundação. Valores próximos aos encontrados no 1º ciclo deste nesse experimento.

Ledo et al. (2019), estudando a produtividade e eficiência do uso da água da palma forrageira sob arranjos, espaçamentos e adubações, obtiveram piores rendimentos de massa verde da palma Gigante, no primeiro e segundo ciclo de produção com o tratamento sem adubação 73,7 e 97,7 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O tratamento adubado com 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino mais adubação química obteve rendimento intermediário de 158,4 e 208,8 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente 1º e 2º ciclo de produção. As parcelas adubadas com 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino associadas a fertilizantes químicos obtiveram o maior resultado de massa verde 175,2 e 232,8 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente 1º e 2º ciclo de produção. Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com os encontrados pelos autores, em que manteve a mesma tendência de a testemunha sem adubação obter a produtividade de massa verde e a adubação orgânica associada a fertilizantes químicos o melhor resultado (Figura 28).

Rodrigues (2020), estudando a produtividade de massa verde da palma forrageira cv Miúda submetida a diferentes formulações com NPK, obteve maior resultado (156,3 t ha<sup>-1</sup>) com o tratamento que foi adubado com (40 N – 200 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 120 K<sub>2</sub>O) e o menor rendimento foi com o tratamento sem adubação 22,5 t ha<sup>-1</sup>. Valores similares aos encontrados nesta pesquisa, no primeiro ciclo de produção, para as parcelas adubadas com fertilizantes químicos e sem adubação, respectivamente (Figura 28).

O rendimento de massa seca por hectare (MS) apresentou a mesma dinâmica da variável anterior, no primeiro e segundo ciclo de produção, pois são variáveis correlacionadas. No primeiro ano todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si. A maior produtividade de MS foi 13,6 t ha<sup>-1</sup>, obtida com as plantas adubadas com esterco caprino mais fertilizantes químicos (Figura 29). As parcelas em que receberam apenas adubação orgânica alcançaram maior rendimento que o tratamento com adubação química, com 11,5 e 7,4 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As plantas que não receberam nenhum tipo de adubação obtiveram o pior rendimento de MS (2,3 t ha<sup>-1</sup>), uma redução de 83,0% na MS ao comparar com o tratamento de maior produção.

**Figura 29:** Massa seca por hectare (MS) da palma forrageira, em função dos tipos de adubações, no primeiro ciclo (366 dias após o plantio - DAP) e segundo ciclo (365 dias após a colheita - DAC), região de Rio Largo, AL.



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

**Fonte:** Autor, 2023.

No segundo ciclo de produção as parcelas adubadas com composto orgânico mais NPK não diferiram estatisticamente das adubadas somente com esterco, com 52,7 e 51,1 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 29). As plantas que receberam apenas adubação química obtiveram rendimento de MS intermediário, com 34,3 t ha<sup>-1</sup>. O tratamento sem adubação obteve a menor produtividade de massa seca (7,9 t ha<sup>-1</sup>), uma redução na produtividade ao comparar com os tratamentos Quím+Org, Orgânico e Químico de 84,9, 84,4 e 76,8%, respectivamente.

Uma justificativa para esse maior incremento de massa seca nos tratamentos adubados é que, a palma sofre muita influência dos macro e micronutrientes, conforme Dubex Júnior et al. (2010), as plantas de palma tem resposta positiva com o potássio devido esse elemento regular a abertura e fechamento dos estômato, resultando em maior turgidez das células e artícuos, e de acordo com Rodrigues (2020), a palma, cultivar Miúda, sofre forte influência dos elementos fósforo (P) e nitrogênio (N), pois o P atua na absorção e acúmulo do N nas plantas, e como o nitrogênio é responsável pela fixação de CO<sub>2</sub> e participa da síntese de enzimas, quanto maior a quantidade de nitrogênio presente nas plantas maior será a quantidade de enzimas, e conseqüentemente maior fixação e incorporação de carbono, refletindo assim em aumento na produção de

biomassa. Léo et al. (2020), citam que a eficiência nutricional de N, P, S, Mn e Zn é maior com adubação orgânica e organomineral e estão associadas a maiores rendimentos de massa seca.

Rodrigues (2020), estudando a produtividade de massa seca da palma forrageira cultivar Miúda submetida a diferentes tipos de formulação de NPK, obteve maior produtividade de massa seca ( $11,45 \text{ t ha}^{-1}$ ) com a dose de (40N–200P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–120 K<sub>2</sub>O) e menor rendimento ( $2,18 \text{ t ha}^{-1}$ ) com a testemunha sem adubação. O resultado obtido nesta pesquisa com a testemunha sem adubação, no primeiro ciclo de produção, foi semelhante ao encontrado pelo autor.

Dantas (2015), estudando diferentes lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada no semiárido, obteve produção de massa seca variando de  $7,63$  a  $13,55 \text{ t ha}^{-1}$ . Nesta pesquisa houve uma variação de  $7,4$  a  $13,6 \text{ t MS ha}^{-1}$ , se considerar apenas os tratamentos que receberam adubação no primeiro ciclo de produção.

Santana et al. (2021), estudando o efeito de doses de adubação orgânica com esterco bovino ( $0, 25, 50$  e  $75 \text{ t ha}^{-1}$ ) na produção de palma forrageira, obtiveram efeito linear com o aumento das doses para variável massa seca com a cultivar Gigante, em que a dose de  $75 \text{ t ha}^{-1}$  foi a que alcançou o maior rendimento ( $23,2 \text{ t MS ha}^{-1}$ ). Com a mesma cultivar Gigante, Donato et al. (2014), obtiveram produtividade de massa seca de  $21,8 \text{ t ha}^{-1}$  com a dose de  $71,8 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco. Rego et al. (2014), estudando a produção de matéria seca da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino, obtiveram maior rendimento de  $30,47 \text{ t MS ha}^{-1}$  com a dose de  $37,5 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco bovino.

Leite et al. (2018), estudando as características produtivas e nutricionais da palma forrageira, aos 730 dias após o plantio, em função da adubação nitrogenada e diferentes arranjos de plantio, obtiveram produtividades de massa seca, com a cultivar Miúda, de  $56,7$  e  $51,9 \text{ t ha}^{-1}$ , com as doses de  $300$  e  $600 \text{ Kg de N por hectare}$ , respectivamente. Resultados similares aos encontrados nesta pesquisa, no segundo ciclo de produção, com os tratamentos Quím+Org. e orgânico.

Ao comparar os mesmos tratamentos, no primeiro e segundo ciclo de produção (Figura 29), observa-se um incremento de  $387,5, 444,3, 463,5$  e  $343,4 \%$  na variável massa seca por hectare, com os tratamentos Quím+Org, orgânico, químico e sem adubação (testemunha), respectivamente.

Os resultados obtidos nos dois ciclos de produção evidenciam a importância da nutrição na palma forrageira cultivar Miúda, seja ela realizada de forma orgânica, química ou associadas, pois em todas as variáveis estudadas as plantas que não receberam adubação obtiveram rendimentos muito abaixo quando comparados aos tratamentos adubados.

#### **4 CONCLUSÕES**

As plantas de palma forrageira cultivar Miúda adubadas com esterco caprino associadas ou não a fertilizantes químicos tem influência significativa e promoveram os melhores resultados, no primeiro e segundo ciclo de produção, para as variáveis: altura e largura de plantas, número de cladódios por hectare, índice de área de cladódio, massa verde e seca por hectare.

A não adubação da palma, apesar de permitir um desenvolvimento da planta, ocasiona redução nos índices de crescimento e produtivos.

Ao comparar os mesmos tratamentos, no primeiro e segundo ciclo de produção da palma forrageira cultivar Miúda, observa-se um incremento acima de 230 e 340 % nas variáveis massa verde e seca por hectare, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T.; SOARES, F. M. F.; SOARES, C. F.; CARNEIRO, M. C.; MAIOR JÚNIOR, R. J. S. **Desenvolvimento vegetativo de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick) no Sertão de Alagoas**. Livro: Inovações na nutrição animal: desafios da produção de qualidade. V. 4, p. 58-71, 2021.
- ALMEIDA, B. T. **Substituição do milho pela palma forrageira associada à cana-de-açúcar em dietas para ovinos confinados** (Dissertação, 43p-Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2020.
- ARBA, M., FALISSE, A., CHOUKR-ALLAH, R., & SINDIC, M. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on fruit yield and quality of cactus pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. **Fruits – International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture**, v.72, n.4, p. 212–220, 2017.
- BARROS, L. L.; DONATO, S. L. R.; GOMES, V. M.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; PADILHA JÚNIOR, M. C. Palma forrageira ‘gigante’ cultivada com adubação orgânica. **Agrotecnologia**, v.7, n.1, p.53-65, 2016.
- BORIN, A. L. D. C.; FERREIA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, A. C. B.; BOGIANE, J. C. **Diagnose visual de deficiências nutricionais do algodoeiro**. Campina Grande, Embrapa, Circular Técnica 134, 2013.
- CAVALCANTE, A. L. **Pesquisa indica substituição do milho pela palma forrageira Orelha de Elefante na alimentação de suínos**. Animal Business, 2021. Disponível em: <https://animalbusiness.com.br/?p=10889>. Acesso em: 18 de ago. de 2023.
- DANTAS, F. D. G. **Lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada no semiárido** (Dissertação, 92 p.-Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.
- DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 163–172, 2014.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135. 2010.
- LEDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, J. A.; BRITO, C. F. B.; DONATO, P. E. R. Nutritional balance and recovery rate of macronutrients by ‘Gigante’ cactus pear under different fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 82-89, 2021.

- LÉDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZU, I.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; CARVALHO, A. J. Nutrient concentration and nutritional efficiency in ‘Gigante’ cactus pear submitted to different spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n.3, p.154-161, 2020.
- LÉDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZU, I.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; CARVALHO, A. J. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 6, p.413-418, 2019.
- LEITE, J. R. A.; SALES, E. C. J. D.; MONÇÃO, F. P.; GUIMARÃES, A. D. S.; RIGUEIRA, J. P. S.; GOMES, V. M. Palma forrageira *Nopalea* adubada com nitrogênio: características morfológicas, produtivas e nutricionais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018.
- LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; RAMOS, J. P.F. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 192 – 200, 2014
- LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T.; AGUIAR, E. M.; SILVA, G. M.; DANTAS, F. D. G.; GUEDES, F. X.; LÔBO, R. N. B. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated *Nopalea* forage cactus. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v. 1067, p. 253-258, 2015.
- MAGALHÃES, A. L. R.; TEODORO, A. L.; OLIVEIRA, L. P.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; ANDRADE, A. P.; MELO, A. A. S.; NASCIMENTO, D. B.; SILVA, W. A. Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, p.9338, 2021.
- MARINHO, M. A.; HOMEM NETO, S. P.; PIRES, A. J. V.; RIBEIRO, O. L.; CARVALHO, G. G. P.; SANTANA, J. M. P.; SOARES, M. S.; JESUS, M. R. **Características morfológicas da palma forrageira submetida a doses crescentes de adubação química**. IN: congresso brasileiro zootécnica, Goiânia, 2018.
- NKOI, V.; WIT, M.; FOUCHE, H.; COETZER, G.; HUGO, A. The effect of nitrogen fertilization on the yield, quality and fatty acid composition of *Opuntia ficus-indica* seed oil. **Sustainability**, 13, 2021.
- NOBEL, P. S.; GARCIA DE CORTAZAR, V. Growth and predicted productivity of *Opuntia ficus-indica* for current and elevated carbon dioxide. **Agronomy Journal**, v.83, p.224-230, 1991.
- PESSOA, R. M. S.; PESSOA, A. M. S.; COSTA, D. C. C. C.; AZÊVEDO, P. C. S.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; VICENTE, S. L. A.; FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, C. A.; LIMA, D. O. Palma forrageira: Adubação orgânica e mineral. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022.

RAMOS, J. P. de F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; BEZERRA, H. F. C.; PEREIRA, G. A.; BELTRÃO, G. R.; OLIVEIRA, J. S. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 16, n. 12, p. 1-11, 2015.

RAMÍREZ-TOBIAS, H. M.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; PINOS-RODRÍGUEZ, J. M.; REYES-AGÜERO, J. A. Nopalito and forage productivity of *Opuntia* spp. and *Nopalea* sp (Cactaceae) growing under greenhouse hydroponics system. **Journal of Food, Agriculture e Environment**, v. 8, n. 3 e 4, p. 660-665, 2010.

REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; GUEDES, F. X.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B. Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte. **Revista Científica Produção Animal**, v.16, n.2, p.118-130, 2014.

REIS FILHO, R. J. C. **Produtividade da palma forrageira cv. orelha de elefante mexicana sob diferentes sistemas de irrigação e frequências de corte** (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

ROCHA, J. E. S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte. Embrapa Caprinos e Ovinos**, Sobral-CE, 2012.

RODRIGUES, G. N.; CUNHA, J. L. X. L.; SOUZA, R. C.; LIMA, L. A.R.; SOARES, M. A. S.; SANTOS, E. F. Herbicide selectivity on forage cactos (*Nopalea cochenillifera*) (L.) Salm - Dick cv Miúda. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.17, n.2, p. 1981-0997, 2022.

RODRIGUES, G. N. **Nutrição mineral e seletividade de herbicida na cultura da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) (L.) salm – dick cv Miúda** (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2020.

SANTANA, M. A.; SOUZA, V. A. P.; SERPA, M. F. P.; LEDO, A. A.; MENEZES, A. S. Efeito de doses de adubação orgânica na produção de palma forrageira. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 167-172, 2021.

SANTOS, A. F.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 12, p. 1267-1272, 2010.

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.1, p.1-6, 2004.

SILVA, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p.1777-1785, 2021.

SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E. S.; PADILHA JÚNIOR, M. C.; SILVA JUNIOR, A. A. Extraction/export of nutrients in *Opuntia ficus-indica* under different spacings and chemical fertilizers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 236-242, 2016.

SILVA, A. G.; COSTA, F. B. **Os estabelecimentos rurais de menor porte econômico no semiárido nordestino frente a novas as novas tendências da agropecuária brasileira.** In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. O mundo rural do Brasil no século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa. p. 950-977, 2014.

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

SOARES, M. A. S.; SILVA, S.; CUNHA, J. L. X. L.; FARIAS, L. R. A.; RODRIGUES, G. N.; MOURA, A. C. A. Crescimento e produtividade de grãos da cultura do milho sob doses de nitrogênio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 14, p. 431-443, 2023.

SOARES, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. **Diversitas Journal**, v.6, n. 1, p.1777-1785, 2021.

SOUZA, J. T. A.; NASCIMENTO, M. G. R.; FIGUEREDO, J. P.; NÁPOLES, F. A. M.; ANDRADE, F. H. A. Caracterização técnico-produtiva do sistema de cultivo de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 2, p.64-71, 2019.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição a silagem de sorgo (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.