

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MOISES TEODOZIO DA SILVA

VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA CULTURA  
DA PALMA FORRAGEIRA SOB INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E  
DA ADUBAÇÃO

RIO LARGO - AL

2024

MOISES TEODOZIO DA SILVA

VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA CULTURA  
DA PALMA FORRAGEIRA SOB INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E  
DA ADUBAÇÃO

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração em Produção Vegetal) do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins  
Cunha

Coorientador: Prof. Dr. Renan Cantalice de  
Sousa

RIO LARGO - AL

2024

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S586v Silva, Moises Teodozio da  
Viabilidade econômica e eficiência do uso da água na cultura da palma forrageira sob interferência de plantas daninha e da adubação. / Moises Teodozio da Silva – 2023.  
111 f.; il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2024.

Orientação: Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha  
Coorientação: Dr. Renan Cantalice de Souza

Inclui bibliografia

1. Forragem. 2. Adubação. 3. Plantas daninha. I. Título.  
CDU: 633.2

# TERMO DE APROVAÇÃO

MOISES TEODOZIO DA SILVA

## VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA CULTURA DA PALMA FORRAGEIRA SOB INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E DA ADUBAÇÃO

Tese apresentada e avaliada pela banca examinadora no dia 11 de dezembro de 2023, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Agronomia, do programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração em Produção Vegetal) do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Documento assinado digitalmente  
 **JORGE LUIZ XAVIER LINS CUNHA**  
Data: 28/12/2023 12:54:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha (Orientador)

Documento assinado digitalmente  
 **JOAO GOMES DA COSTA**  
Data: 04/01/2024 10:21:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. João Gomes da Costa (Examinador Externo)

Documento assinado digitalmente  
 **REINALDO DE ALENCAR PAES**  
Data: 04/01/2024 13:39:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes (Examinador Externo)

Documento assinado digitalmente  
 **JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR**  
Data: 05/01/2024 13:50:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior (Examinador Interno)

RIO LARGO - AL

2024

## DEDICATÓRIA

Dedico toda essa obra aos meus familiares e amigos, pois sem o apoio e o incentivo que recebi das pessoas que estavam ao meu lado não seria possível concluir mais uma etapa na minha formação profissional, em especial a minha esposa, Marciana Bina dos Santos, pois nos momentos em que achei que não conseguia, Desu a usou para me motivar, trazendo-me palavras de ânimo, de superação, e me ajudando a acreditar na realização desse sonho.

Aos meus pais, Manoel Olimpio Teodozio, e Teresinha Pedro da Silva, que apesar de não estarem presente no meu dia a dia, me ajudaram da melhor forma possível, e sempre estavam me perguntando sobre os meus estudos. Não tenho palavras que possam expressar tamanha gratidão por tudo que me proporcionaram, pois não mediram esforços para me dar o melhor.

Aos irmãos em Cristo Jesus, pelas orações e intercessões a meu favor, pois durante esse processo de formação muitas das vezes que fui a ireja, pedi oração para que Deus me capacitasse a vencer e a superar todos os obstáculos que impedia a conclusão desse projeto. Eu creio meus amados, que Deus ouviu nossas orações, pois superei limitações físicas e emocionais que por muitas vezes me fizeram pensar em desistir, e quando tudo parecia que era o fim (tive que abandonar três projetos que não deram certos, e o prazo da conclusão do doutorado estava prestes a acabar), encontrei forças onde achava que não terei mais, e a cada passo que eu dava aumentava a certeza de que um dia esse momento chegaria, pois Aquele que me prometeu é fiel para cumprir com todas as suas promessas em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, não apenas por mais uma conquista em minha vida, e sim, por tudo que aconteceu durante essa trajetória, pois Ele deixou escrito: “E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados por seu decreto” (Romanos 8: 28).

Ao professor Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha, pois apesar do curto espaço de tempo que o professor Jorge teve para assumir essa orientação, sempre demonstrou total comprometimento em cada etapa da elaboração desse trabalho, estando sempre à disposição nos momentos em que precisei de suas sugestões e orientações,....., professor, sou muito grato por tudo.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. João Gomes da Costa, Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes, Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior. Meus agradecimentos, pois suas sugestões foram muito importantes para o enaltecimento desse trabalho.

E dentre os professores que fizeram parte dessa trajetória, agradeço especialmente ao professor Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, pois não apenas agora no doutorado, mas desde a graduação o senhor tem contribuído com suas sugestões e orientações,..... professor Paulo, gratidão por todo tempo que trabalhamos juntos, e pelo exemplo de dedicação e persistência que o senhor representa.

Quero também externar toda minha gratidão ao meu amigo Marcelo Soares, por sempre compartilhar-mos experiências desde a nossa graduação, passando pelo mestrado, e agora no doutorado....., muito grato por suas contribuições.

Meus agradecimentos a Universidade Federal de Alagoas por sempre fazer parte da minha formação profissional.

Agradeço a CAPES pelo financiamento concedido através da bolsa de doutorado, sendo esse apoio financeiro de fundamental importância para custear meus projetos.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica e a eficiência do uso da água da palma forrageira, submetida a diferentes períodos de interferência de plantas daninhas e da adubação. Foram desenvolvidos dois experimentos com a cultura da palma forrageira no delineamento em blocos casualizados, sendo no primeiro experimento estudado a viabilidade econômica e a eficiência do uso da água na palma forrageira submetida a 10 períodos de controle (SPD) e 10 períodos de convivência (CPD) com plantas daninhas. O segundo experimento consistiu de uma análise econômica da cultura da palma forrageira submetida a quatro tipos de adubação: química; orgânica; química+orgânica e a testemunha, sem adubação. De acordo com os resultados obtidos, as receitas líquidas apresentaram variações em função do tipo de comercialização da palma e dos níveis de controle das plantas daninhas, visto que no 1º ciclo de avaliação quando a produção foi comercializada apenas como forragem o produtor não conseguiu cobrir o custo com o cultivo que foi em média R\$ 14.288,22, enquanto que venda de forragem somada à venda de cladódio proporcionou lucro de até R\$ 114.836,78 com o tratamento 0 CPD. Entretanto, a maior relação benefício/custo (R\$ 20,31) foi alcançada no 2º ciclo de avaliação com o tratamento 120 SPD. Para a EUA em relação à produção de massa verde e a produção de massa seca, nota-se que a palma forrageira teve sua eficiência alterada em função do nível de competição exercida pelas plantas daninhas, sendo observado no 2º ciclo de avaliação reduções de 100% da EUA quando a cultura conviveu o tempo todo com as plantas daninhas. Em relação aos diferentes tipos de adubação, o custo médio de implantação foi de R\$ 16.386,92, e as receitas líquidas variaram de R\$ -8.331,90 com o tratamento sem adubação (venda de forragem) a R\$ 166.251,67 com a adubação química + orgânica (venda de forragem somado a venda de cladódio) no 1º ciclo de avaliação. Para o 2º ciclo de avaliação, a menor receita líquida foi observada quando a palma foi cultivada sem adubação e comercializada apenas como forragem (R\$ 6.258,00), diferentemente da adubação química + orgânica que proporcionou maior produção, e conseqüentemente maior receita líquida com a venda de forragem somada à venda de cladódio (R\$ 175.376,50). Pode-se concluir que: a cultura da palma apresentou os maiores retornos econômico quando mantida o tempo todo sem interferência das plantas daninhas, e quando realizado a adubação química + orgânica, independentemente do destino final da produção. Contudo, através desses estudos ficou comprovado que a venda de forragem somada à venda de cladódio proporciona maior lucratividade ao produtor.

**Palavras-chaves:** *Nopalea cochenillifera*, venda de forragem, venda de cladódio.

## ABSTRACT

The present study aimed to analyze the economic viability and efficiency of using water from forage palm, subjected to different periods of weed interference and fertilization. Two experiments were conducted with forage palm culture using a randomized block design. In the first experiment, the economic viability and efficiency of water use in forage palm were studied, subjecting it to 10 periods of weed control (WCP) and 10 periods of weed coexistence (WCoP). The second experiment consisted of an economic analysis of forage palm culture subjected to four types of fertilization: chemical, organic, chemical+organic, and a control group without fertilization. According to the obtained results, net revenues varied depending on the palm's commercialization type and weed control levels. In the first assessment cycle, when production was solely sold as forage, the producer failed to cover the cultivation cost, which averaged R\$ 14,288.22. However, combining forage sales with cladode sales yielded profits of up to R\$ 114,836.78 with the 0 WCoP treatment. However, the highest benefit/cost ratio (R\$ 20.31) was achieved in the second assessment cycle with the 120 WCP treatment. Regarding water use efficiency (WUE) concerning green mass and dry mass production, it is noted that forage palm efficiency was altered depending on the level of competition exerted by weeds. In the second assessment cycle, reductions of 100% in WUE were observed when the culture coexisted with weeds throughout. Regarding the different fertilization types, the average implementation cost was R\$ 16,386.92, with net revenues ranging from R\$ -8,331.90 for the treatment without fertilization (forage sale only) to R\$ 166,251.67 for chemical+organic fertilization (forage and cladode sales combined) in the first assessment cycle. In the second assessment cycle, the lowest net revenue was observed when palm was cultivated without fertilization and solely sold as forage (R\$ 6,258.00). In contrast, chemical+organic fertilization resulted in higher production and consequently higher net revenue with forage and cladode sales combined (R\$ 175,376.50). It can be concluded that the forage palm culture yielded the highest economic returns when kept free from weed interference throughout and when chemical+organic fertilization was applied, regardless of the final production destination. However, these studies have shown that selling forage combined with cladode sales provides greater profitability for the producer.

**Keywords:** *Nopalea cochenillifera*, Selling forage, selling cladodes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Custo com capina e custo total dos tratamentos com plantas daninhas (CPD) e dos tratamentos sem plantas daninhas (SPD), nos dois ciclos de avaliação, no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	43
Figura 2. Balanço hídrico da cultura da palma forrageira com excessos e déficits hídricos nos dois ciclos de avaliação, no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	50
Figura 3. Produtividade de massa verde ( $t\ ha^{-1}$ ) da palma forrageira e eficiência no uso da água (EUA – $Kg\ mm\ ha^{-1}$ ), em relação aos tratamentos com plantas daninhas (CPD) e sem plantas daninhas (SPD), no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	51
Figura 4. Densidade total e densidade das principais plantas daninhas ( $plantas\ m^{-2}$ ) em função dos períodos de convivência com a palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.....	72
Figura 5. Massa seca total e massa seca das principais plantas daninhas ( $g\ m^{-2}$ ) em função dos períodos de convivência com a palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	36
Tabela 2. Participação dos serviços e suprimentos no custo total de palma forrageira (R\$ ha <sup>-1</sup> ), no primeiro e segundo ciclo de produção, desprezando os custos com as capinas de cada tratamento, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	38
Tabela 3. Receita líquida da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada forragem, ou 2/3 orragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, para os tratamentos com plantas daninhas (CPD) e sem plantas daninhas (SPD), no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	45
Tabela 4. Relação benefício custo da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, para os tratamentos com plantas daninhas (CPD) e sem plantas daninhas (SPD), no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	48
Tabela 5. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	63
Tabela 6. Espécies de plantas daninhas coletadas ao final de cada período de convivência (30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 DAP), nos tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas e na época de colheita da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	67
Tabela 7. Massa seca (MS), massa seca relativa (MSr), densidade (Den), densidade relativa (Der), frequência (Fre), frequência relativa (Frr), abundância (Abu), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI) das espécies de plantas daninhas coletadas aos 30 dia após o plantio da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	77
Tabela 8. Massa seca (MS), massa seca relativa (MSr), densidade (Den), densidade relativa (Der), frequência (Fre), frequência relativa (Frr), abundância (Abu), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI) das espécies de plantas daninhas coletadas aos 180 dias após o plantio da palma forrageira, no município de Rio Largo -	

AL, 2024 .....	82
Tabela 9. Massa seca (MS), massa seca relativa (MSr), densidade (Den), densidade relativa (Der), frequência (Fre), frequência relativa (Frr), abundância (Abu), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI) das espécies de plantas daninhas coletadas aos 360 dias após o plantio da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	86
Tabela 10. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	96
Tabela 11. Resultados da análise química do esterco ovino utilizado na área experimental, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	97
Tabela 12. Participação dos serviços e suprimentos no custo total do cultivo da palma forrageira (R\$ ha <sup>-1</sup> ) no primeiro e no segundo ciclo de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024 .....	102
Tabela 13. Receita bruta da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024.....	104
Tabela 14. Receita líquida da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	106
Tabela 15. Relação benefício/custo da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024. ....	107

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1	ORIGEM E INTRODUÇÃO DA PALMA NO BRASIL .....	16
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PALMA FORRAGEIRA.....	18
2.3	FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS .....	20
2.4	ADUBAÇÃO NA CULTURA DA PALMA FORRAGEIRA .....	23
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
	<b>CAPÍTULO I - ANÁLISE ECONÔMICA DA PALMA FORRAGEIRA EM FUNÇÃO DA INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS .....</b>	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
4.1	ANÁLISE ECONÔMICA DO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA .....	36
4.1.1	CUSTOS DE PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA .....	37
4.1.2	RECEITAS OBTIDAS COM A VENDA DE FORRAGEM E/OU COM A VENDA DE CLADÓDIOS .....	38
4.2	AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE CLADÓDIO .....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
5.1	PARÂMETROS ECONÔMICOS DO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA .....	42
5.2	VARIÁVEIS AGROMETEOROLÓGICAS .....	49
5.3	EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DA PALMA FORRAGEIRA .....	50
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
	<b>CAPÍTULO II - FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA .....</b>	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>62</b>
8.1	AVALIAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS .....	63

<b>9</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>	
9.1	DENSIDADE TOTAL DE PLANTAS DANINHAS .....	70	
9.2	MASSA SECA TOTAL DE PLANTAS DANINHAS .....	73	
9.3	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS .....	74	
<b>10</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>	
	<b>REFERÊNCIA .....</b>	<b>89</b>	
<b>CAPÍTULO III - ANÁLISE ECONÔMICA DO CULTIVO DA PALMA</b>			
<b>FORRAGEIRA, SUBMETIDA À ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA .....</b>			<b>91</b>
<b>11</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>93</b>	
<b>12</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>95</b>	
12.1	ANÁLISE ECONÔMICA DO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA .....	97	
12.1.1	CUSTOS COM O CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA .....	98	
12.1.2	RECEITAS OBTIDAS COM A VENDA DE FORRAGEM E/OU COM A VENDA DE CLADÓDIOS .....	99	
12.2	AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE CLADÓDIO .....	100	
<b>13</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>101</b>	
13.1	PARÂMETROS ECONÔMICOS DO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA .....	101	
<b>14</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>108</b>	
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro, caracterizado pelo clima seco, de elevada evapotranspiração, estende-se por 1,03 milhão de km<sup>2</sup> (12% da área do país) e atualmente congrega uma população de 25 milhões de pessoas (12% da população brasileira) (BRASIL, 2017), tendo na produção agropecuária a principal fonte de renda e alimentação das populações dessa região. As médias de precipitação pluviométrica variam de 250 a 800 mm anuais, distribuídos apenas na estação úmida, que dura cerca de três a quatro meses, gerando um déficit hídrico severo durante o restante do ano. As condições semiáridas possibilitaram o desenvolvimento da vegetação de caatinga e da fauna a ela associada, formando um dos biomas semiáridos de maior biodiversidade do Mundo. As caatingas caracterizam-se por serem formações xerofíticas, lenhosas, decíduais, em geral espinhosas, com presença de plantas suculentas ou afilas, variando do padrão arbóreo ao arbustivo e com estrato herbáceo estacional (LEITE, 2022).

Sob esse cenário, a busca por espécies forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas da região Semiárida é de grande importância para a sustentabilidade das atividades pecuárias (SILVA et al., 2015a; SANTOS et al., 2020). Dentre as alternativas existentes, a palma forrageira é uma das mais interessantes, já que suas características anatômicas e fisiológicas permitiram sua adaptação aos ecossistemas áridos e semiáridos (LOPES et al., 2019), apresentando baixa demanda hídrica, potencial de produção (se bem manejada), alta palatabilidade e bons atributos nutricionais, como alto conteúdo energético e de minerais, bem como o seu teor de umidade, sendo importante fonte de água de qualidade aos animais (BATISTA et al., 2003; COSTA et al., 2012).

O cultivo da palma forrageira no semiárido brasileiro é considerado uma importante ferramenta na sustentabilidade da pecuária regional, e uma atividade de grande potencial, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, sendo uma cultura de grande importância na alimentação dos rebanhos (GALINDO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2010).

Apesar de a palma ser uma cultura tipicamente de regiões áridas e semiáridas, alguns trabalhos comprovam a capacidade dessa espécie em se adaptar o ambiente com características distintas daqueles de sua origem, visto que no estudo de caracterização

morfológica e produtiva de variedades de palma forrageira desenvolvido por Amorim (2011), no município de Rio Largo (Zona da Mata Alagoana) foi observado produção de massa fresca de até 190,31 t ha<sup>-1</sup> com a variedade Negra Michoacan F7 (*Nopalea Cochenellifera*), enquanto que Rodrigues (2022) avaliando a nutrição mineral e a seletividade de herbicida na cultura da palma Miúda (*Nopalea Cochenellifera*) obteve produção de massa fresca de até 137,96 t ha<sup>-1</sup>. Resultados iguais ou superiores a esses são possíveis de serem alcançados em regiões como da Zona da Mata Alagoana, graças às modificações que essa cultura apresenta em seu mecanismo fotossintético, visto que na ausência de estresse a palma pode atuar como CAM facultativa, ou seja, ajustar o padrão de captação de CO<sub>2</sub>, como ocorre com outras cactáceas, crassuláceas e bromeliáceas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Nesse sentido, a região da Zona da Mata Alagoana apresenta potencial para produção da palma forrageira, surgindo dessa forma, grande oportunidade para os produtores dessa região diversificar a fonte de renda em suas propriedades, uma vez que o cultivo da palma pode ser destinado para alimentação animal, tendo como comércio o mercado de forragem, principalmente nos períodos de seca da região Nordeste, ou o produtor poderia cultivar essa forrageira para a formação de novos plantios, e nesse caso estaria comercializando a palma como cladódio “semente”.

No entanto, independentemente do destino final da produção, o potencial produtivo dessa cultura pode ser otimizado quando da adoção de práticas de manejos adequadas, englobando balanço equilibrado de nutrientes, suprimento hídrico satisfatório, densidade adequada de plantas, controle de pragas, doenças e de manejo das plantas daninhas, além da frequência e intensidade de colheita. Todas essas operações envolvem custos os quais precisam ser quantificados no processo produtivo, pois um dos princípios para alcançar o desenvolvimento sustentável está atrelado à necessidade da adoção de um conjunto de medidas que proporcione a máxima eficiência econômica (LOPES, 2016).

Como observado, a palma é fundamental para o desenvolvimento da pecuária das regiões semiáridas, sendo bastante comum nas propriedades, a oferta dessa forrageira como alimentação animal. Contudo, apesar de sua importância, os produtores não fazem uso das tecnologias exigidas por essa planta, e de acordo com Santos et al. (2006), a palma deve ser tratada como cultura, e o manejo surge como uma grande ferramenta para alcançar maiores produtividades, com destaque para a capina e a

adubação, pois as plantas daninhas competem com a cultura por água, nutrientes e luminosidade, mas quando realizado o manejo das plantas daninhas no cultivo da palma, e adubada corretamente, essa cultura pode alcançar elevados níveis de produtividade.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade econômica e eficiência do uso da água na cultura da palma forrageira sob interferência de plantas daninhas e da adubação. Dessa forma, o trabalho foi dividido em três capítulos:

Capítulo I - Análise econômica do cultivo da palma forrageira em função da interferência das plantas daninhas.

Capítulo II - Fitossociologia de plantas daninhas no cultivo da palma forrageira.

Capítulo II - Análise econômica do cultivo da palma forrageira, submetida à adubação química e orgânica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e introdução da palma no Brasil

O centro de origem da palma forrageira é o México, onde se estima mais de 70 mil hectares destinados à produção de frutos, principalmente nas regiões de Zacatecas, Saltillo e Durango, e mais de um milhão de hectares destinados à produção de forragem (PADRÓN PEREIRA, 2012; KIESLING, 2013), também cultivada em países mediterrâneos, África Central e do Sul, América do Sul, Norte e Central, Oriente Médio, Austrália e Índia (SANTIAGO et al., 2018).

As palmas forrageiras pertencem à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamiidae, ordem Opuntiales e família Cactaceae. Nesta família, existem 178 gêneros com cerca de 2.000 espécies conhecidas. As espécies de palma mais utilizadas como forrageiras pertencem aos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* (BARBERA, 2001; SCHEINVAR, 2012).

O gênero de palma *Nopalea* é formado por espécies xerófitas e adaptadas a condições de elevadas temperaturas e baixa pluviosidade, possuindo os mais variados portes, geralmente as espécies utilizadas na alimentação animal não possuem espinhos. A principal espécie é a *Nopalea cochenillifera* Salm. Dyck., com suas variações de variedades, cultivares e clones, no caso específico do Brasil seu uso é destinado a alimentação animal, sendo popularmente conhecida como palma-doce ou, mas existem outros genótipos que apresentam potencial frutífero e de utilização na forma in natura “Nopalitos” principalmente no México (LIM, 2012).

Apesar de a palma ser originária do México, já foi constatada sua ocorrência em diversas partes do mundo, sendo considerada uma planta cosmopolita (distribuída em todo o planeta), pois há relatos de sua ocorrência desde as montanhas do Peru a mais de 4.500 metros de altitude até em regiões áridas como em vários países da África e do Oriente Médio em que as temperaturas diurnas ultrapassam os 50°C (NOBEL, 1988).

Quanto à sua introdução no Brasil, os relatos é de que a palma chegou ao país por volta do século XVIII, trazida por colonizadores portugueses, e segundo Silva

(2009), a palma foi cultivada primeiramente na cidade do Rio de Janeiro, pelo frei José Mariano da Conceição Veloso, que reunia informações sobre técnicas de cultivo e manejo sobre a planta para a produção do carmim, pelo inseto *Dactylopius coccus*, usado na época pela indústria têxtil.

Posteriormente, a palma foi introduzida no Nordeste brasileiro, no início do século XX, sendo disseminada por ordem do governo, após a seca de 1932 (LIMA & GAMA, 2001). Domingues (1963) comenta que a disseminação da palma forrageira, em Pernambuco teve como fator decisivo um Decreto do Interventor pernambucano, mandando conferir prêmios aos plantadores de palma, que obedecessem a certos requisitos estabelecidos, tais como: espaçamento, alinhamento, ausência de falhas, bom desenvolvimento e bom trato cultural.

Ainda de acordo com Domingues (1963), a palma continuou sendo disseminada na região Nordeste, e inicialmente a palma que fora difundida por Delmiro Gouveia no sertão e Agreste alagoano, como pensado por muitos não foram os cactos Burbank, e sim a variedade miúda, que anteriormente era utilizada como hospedeira da cochonilha do carmim. Domingues (1963) também relatou que Delmiro Gouveia conheceu à palma miúda, através de Ulisses Luna, proprietário da fazenda Caiçara, localizada no município de Água Branca, situado no alto sertão de Alagoas. Logo após esse fato Delmiro Gouveia fomentou o cultivo dessa palma em alguns municípios alagoanos, de forma metodológica e para que ela fosse utilizada como volumoso de emergência para o gado nos períodos mais secos do ano.

Como relatado, apesar da palma ter sido inicialmente cultivada para outros fins que não o forrageiro, foi no início do século XX, mais precisamente nas duas primeiras décadas que a palma introduzida no Brasil começou a ganhar destaque para fins forrageiros (MACÊDO et al., 2020). Após a criação dos corantes sintéticos a produção do corante do carmim foi sendo esquecido e deixado de lado fazendo com que as plantas de palma juntamente com a cochonilha do carmim fossem abandonadas nos campos, sua perpetuação ocorreu durante várias décadas de forma natural. Devido as grandes secas que assolavam a região nordeste do Brasil e como já era de costume dos produtores ofertarem aos animais cactáceas nativas como mandacaru (*Cereus jamacaru*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), um botânico chamado Barbosa Rodrigues recomenda oferecer aos animais dos estados assolados pelas secas as plantas de gênero

*Cereus spp.*, *Pilosocereus spp.*, *Opuntia spp.* e *Nopalea spp.* (SIMÕES et al., 2005), assumindo assim importante papel socioeconômico na pecuária regional.

## 2.2 Importância econômica da palma forrageira

A pecuária é uma das principais atividades desenvolvidas no Nordeste do Brasil, cerca de 90% das propriedades têm criação de bovinos, ovinos e caprinos, que em geral, são criados extensivamente, tendo a vegetação nativa de caatinga como fonte primária de alimento (OLIVEIRA et al., 2010). Mais da metade da região Nordeste (56%) é considerado como semiárida (INSA, 2012), tendo como características singulares a errática distribuição de chuvas concentradas em três a cinco meses do ano, solos que geralmente apresentam características químicas adequadas, mas sofrem de limitações físicas, no que diz respeito à topografia, profundidade, pedregosidade e drenagem. A chuva varia de 300 a 700 mm anuais, dependendo da área, que causam severos danos à economia da região com custos sociais elevados.

Devido à irregularidade das chuvas no semiárido, é comum nessa região a ocorrência de estacionalidade da produção, e isso acontecem principalmente, em função da redução da disponibilidade de forragem no período seco, causando impactos negativos sobre a viabilidade técnica e econômica da produção animal. Além disso, a pecuária do semiárido possui outros entraves, como a falta de recursos do sertanejo e a estrutura fundiária da região marcada pela predominância de propriedades de pequeno porte (LIRA et al., 2017).

Uma das alternativas para atenuar os baixos rendimentos da produção de forragem no Semiárido, é o uso de plantas com Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC), uma vez que sua alta eficiência no uso da água pode contribuir para o aumento do rendimento agrícola nessas regiões. As plantas que possuem esse metabolismo são muito eficientes no uso da água, podendo permanecer longos períodos sem abrir seus estômatos durante o dia, economizando água, isso porque a densidade estomática das plantas MAC gira em torno de 2.500 estômatos  $\text{cm}^{-2}$ , dez vezes menor que as plantas C3 que possuem em torno de 20.000 estômatos  $\text{cm}^{-2}$ , entretanto, a ação de fechar os

estômatos durante longos períodos promove baixos rendimentos na produção de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA, 2012).

Para Padilha Júnior et al. (2016), as plantas que apresentam o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) são tidas como pouco produtivas, entretanto, nas épocas de maior disponibilidade de água e de nutrientes, sobretudo com adoção de estratégias de manejo de espaçamentos, densidades de plantio e adubações mais adequadas, seu comportamento fisiológico é alterado e como resultado disso, observa-se um incremento no crescimento, na produtividade e na qualidade nutricional. Comportamento como esse é observado na cultura da palma forrageira, pois quando cultivada com grande disponibilidade de água, a palma forrageira pode passar a ter comportamento fisiológico semelhante às plantas C3, onde a enzima PEP carboxilase torna-se inativa durante o dia, não havendo vantagem na abertura dos estômatos durante a noite (SAMPAIO, 2011).

Dentre essas plantas, o cultivo da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*), ganha destaque devido não apenas por suas características morfofisiológicas, mais também pelo fato de ser uma alternativa de alimentos aos rebanhos, pois além de ser uma planta adaptada às condições edafoclimáticas da região, é uma fonte relevante de suprimento alimentar para animais nos períodos secos do ano (SILVA et al., 2014; AMORIM et al., 2017).

Trata-se de uma cultura detentora de grande potencial, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos (GALINDO et al., 2005). Evidentemente, esta planta significa uma opção dos criadores para amenizarem a fome dos seus animais (FARIAS et al., 2000; SANTOS et al., 2001; FROTA et al., 2004). As características de alta palatabilidade, produção de biomassa e resistência à seca fazem desta planta um alimento valioso para os rebanhos desta região (SANTOS et al., 2005). A palma é um alimento muito fornecido aos rebanhos, independente da época do ano. A sua produção é essencial para alimentação dos ruminantes, principalmente em virtude da economia em rações concentradas e pelo aumento de produtividade (LIMA et al., 2004).

Devido às diversas utilidades que a palma possui a forma de utilização e o grau de importância que essa planta apresenta nos sistemas produtivos tanto agrícolas como pecuário no mundo varia bastante de região para região. A palma forrageira é um alimento volumoso utilizado nas épocas críticas do ano como uma alternativa viável,

pois é rica em água, carboidratos solúveis, minerais, vitaminas, elevados digestibilidade e baixos teores de matéria seca, fibra bruta, proteína e fósforo, que corrigidos com a adição de alimentos fibrosos e protéicos à dieta, permite produção elevada no período da estação seca (MAIA NETO, 2003; PEIXOTO et al. 2006; SANTOS et al., 2010).

Conforme Oliveira et al. (2010), o cultivo da palma forrageira no semiárido brasileiro tornou-se uma importante ferramenta na sustentabilidade da pecuária regional, e assim como as outras culturas, a palma forrageira alcança elevada produtividade quando manejada racionalmente, tais como: correção e adubação do solo, densidade de plantio adequado, controle de plantas daninhas e manejo correto da colheita. Para Araújo et al. (2019), a palma forrageira deve ser tratada como lavoura regular, ou seja, no seu cultivo devem ser adotadas todas as práticas agronômicas essenciais para o seu bom desenvolvimento, assim como é feito com culturas tradicionais, como milho e feijão. Neste caso, o controle das ervas espontâneas é indispensável para manutenção do rendimento da cultura, pois o convívio direto entre cultura e plantas daninhas pode ocasionar perdas acima de 50% na produtividade da palma.

### **2.3 Fitossociologia de plantas daninhas**

A qualidade e a produtividade da produção agrícola são, constantemente, afetadas devido a presença das plantas daninhas, sendo que ao crescerem de maneira vigorosa competem por nutrientes, luz e água, dificultam a realização de tratamentos culturais e colheita, liberam substâncias alelopáticas, além de serem hospedeiras de doenças e pragas, (ALMEIDA et al. 2019; VITORINO, 2013; CUNHA et al. 2014; LIMA et al. 2016; SOUZA et al. 2019), sendo o controle das plantas, uma das práticas culturais que mais contribui para o desenvolvimento das culturas agrícolas.

No entanto, para se manejar plantas daninhas e evitar, assim, sua interferência em atividades do ser humano, deve-se lançar mão de métodos diretos de controle (que matam ou impedem a germinação ou o desenvolvimento das plantas daninhas), como os métodos de controle cultural, mecânico, físico, biológico e químico); deve-se também pensar em métodos que impeçam a proliferação das espécies presentes na área ou mesmo a entrada de novas espécies, através do manejo preventivo (prevenção), que, na

verdade, não é essencialmente um método de controle, devendo, em geral, utilizar-se de métodos diretos de controle para fazer a prevenção; além disso, pode-se pensar em exterminar as plantas daninhas, denominado de erradicação, o que é muito difícil, principalmente em áreas de produção agrícola (CARVALHO, 2013).

As ferramentas de controle de plantas daninhas são didaticamente divididas em manejo preventivo, controle cultural, mecânico, físico, biológico e químico. A escolha do método de controle deverá levar em consideração o tipo de exploração agrícola, as espécies daninhas presentes na área, o relevo, a disponibilidade de mão de obra e equipamentos locais, além de aspectos ambientais e econômicos. O agricultor deve, sempre que possível, integrar os métodos de controle, pois a diversificação das estratégias de manejo da comunidade infestante implica maior eficiência e economia no seu controle (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2018).

Nesse sentido, estudos da ecologia da comunidade infestante são importantes, principalmente aos produtores rurais, pois facilita a escolha de métodos eficientes de manejo dessas espécies. Esses estudos podem ser feitos através de levantamentos fitossociológicos que forneçam informações para a compreensão da dinâmica das populações dentro da comunidade infestante de um determinado espaço (COSTA JUNIOR et al., 2011), resultando em uma lista, com as espécies distribuídas de forma hierarquizadas, em função da sua posição relativa às demais, permitindo a interpretação quantitativa da estrutura da comunidade e suas relações ecológicas (GAMA, 2009).

Os estudos fitossociológicos quando realizado com repetições programadas podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, e essas variações podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas. A análise estrutural ou levantamento fitossociológico de uma lavoura é muito importante para que possa haver parâmetros confiáveis acerca da florística das plantas daninhas de um nicho em estudo (OLIVEIRA & FREITAS, 2008).

Pitelli (2000a, b) afirma que os índices fitossociológicos são importantes para analisar o impacto que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas. As mudanças entre sistemas de manejo do solo podem influenciar a germinação e o estabelecimento de plantas daninhas, por causa da criação de condições variáveis de umidade e aeração. Em cada época de coleta, algumas espécies se destacam em razão de

vários fatores, entre os quais: características da espécie, clima, banco de sementes, desenvolvimento da cultura e época de controle (ALBUQUERQUE et al., 2008).

Os índices fitossociológicos mais utilizados em estudos de avaliação da composição de comunidades infestantes são descritos por Pitelli (2000 a) como:

**Densidade de Indivíduos** - Refere-se ao número de indivíduos de uma espécie por unidade de superfície e permite analisar qual(is) espécie(s) é(são) mais numerosa em determinado instante da comunidade;

**Frequência de Indivíduos** - Refere-se à intensidade de ocorrência de uma espécie nos segmentos geográficos da comunidade. É expressa em termos de porcentagem de amostras em que os indivíduos da espécie foram detectados em relação ao número total de amostras efetuadas. Permite avaliar qual(is) população(ões) ocorre(m) com maior frequência na comunidade;

**Dominância de Indivíduos** - Exprime a influência de uma espécie em relação à comunidade. Esse é um parâmetro muito difícil de ser avaliado, devido à complexidade de fatores envolvidos na avaliação da atuação de uma espécie em relação a uma comunidade. No caso de comunidades infestantes em ecossistemas, aceita-se que as espécies que detenham maiores acúmulos de matéria seca influenciem, em maior grau, no comportamento da comunidade;

**Índice de Valor de Importância** - É um índice complexo que envolve três fatores fundamentais na determinação da importância relativa de uma espécie em relação à comunidade: a densidade relativa, ou seja, o que a população representa para a comunidade, em termos de número de indivíduos; a frequência relativa, ou seja, a facilidade em que indivíduos da espécie são detectados na área, comparados com as outras populações; e a dominância relativa, ou seja, o que representa a população em termos da biomassa acumulada pela comunidade. Assim, o índice de valor de importância é calculado pela somatória da densidade relativa mais a frequência relativa mais a dominância relativa de cada população.

Geralmente, quanto menor o período de convivência entre cultura e plantas daninhas, menor será o grau de interferência. Contudo, uma infestação moderada de plantas daninhas poderá ser tão danosa à cultura quanto uma infestação com alta população, dependendo da época de seu estabelecimento, entre outros fatores. Esse fato

justifica, portanto, o estudo da época ideal de controle de plantas daninhas em cada cultura, visando o mínimo possível de redução na produtividade, mas sem prejudicar também o ambiente (SILVA & SILVA, 2009).

#### **2.4 Adubação na cultura da palma forrageira**

A palma forrageira apresenta elevado potencial de produção de fitomassa, entretanto a extração de nutrientes do solo pela cultura é alta. Assim, sem um programa de adubação, a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma diminuiria ao longo do tempo, devido, principalmente, à redução na fertilidade dos solos (DUBEUX JR. et al., 2006).

Para Santos et al. (2006), a palma pode ser adubada de forma mineral seguindo as recomendações sobre a análise de solo ou de forma orgânica aplicando-se esterco de caprinos ou bovinos no momento do plantio. A quantidade de esterco a ser aplicada varia de acordo com a fertilidade do solo e densidade do plantio, com variação entre 10 a 30 toneladas/ha e a cada dois anos realizar nova aplicação no início do período chuvoso.

Quanto ao uso da adubação mineral, observa-se que na agricultura convencional mesmo com diversas vantagens econômicas, proporciona significativos impactos ambientais negativos que não são incorporados aos custos de produção dos sistemas agrícolas. Esta atividade utiliza adubos minerais que contribuem para a poluição do solo e dos corpos hídricos. Outro problema da utilização deste tipo de fertilizante industrializado é o exaurimento de reservas de minerais e petróleo, o qual inviabiliza a sustentabilidade dos recursos naturais, tendo em vista que estes recursos têm reserva finita (LANA, 2009; LASSALETTA et al., 2014).

Neste caso, a adubação orgânica surge como alternativa para atender a demanda nutricional de diferentes culturas, pois em longo prazo podem elevar os estoques de nutrientes do solo, principalmente as frações orgânicas de N e P, além do K trocável e outros nutrientes, e isso de forma sustentável. No caso de culturas permanentes é possível que a lenta disponibilização dos nutrientes aplicados como esterco no solo seja

suficiente para suprir as necessidades da planta ao longo de seu desenvolvimento. Um exemplo disso são os resultados obtidos em estudos realizados com palma forrageira, onde a utilização de esterco animal incrementou a produtividade desta cultura, sendo estes resultados superiores ao obtidos com o uso isolado de fertilizantes químicos (DUBEUX JR. & SANTOS, 2005).

Apesar de a adubação orgânica apresentar vantagens, principalmente do ponto de vista ambiental, os melhores resultados de produção são alcançados quando realizado a adubação orgânica associada à adubação mineral, e isso acontece devido ao sincronismo entre a demanda nutricional da cultura e o suprimento dos nutrientes através dos adubos orgânicos, sendo esse efeito comprovado através do trabalho desenvolvido por Dubeux Jr. et al. (2012), que trabalhando com a cultura a palma observaram aumento na produção de matéria seca chegando a obter 12,3 t ha<sup>-1</sup>.

Viana et al. (2008) ao avaliarem o IAC (índice de área de cladódios) de oito variedades de palma forrageira, aos 1000 DAP, com adubação orgânica e mineral, no semiárido paraibano, encontraram aumento significativo para área de cladódio (AC) em resposta à adubação, sendo que a adubação orgânica proporcionou maior AC (269,04 cm<sup>2</sup>) do que a adubação mineral (266,04 cm<sup>2</sup>), enquanto a adubação organomineral superou as duas anteriores (280,66 cm<sup>2</sup>).

Como observado, o uso da adubação orgânica tem sido uma importante ferramenta para o aumento da produtividade da palma forrageira, sendo encontrados na literatura diferentes trabalhos que comprovam a eficiência desse tipo de adubação. Contudo, poucas são as informações referentes ao potencial econômico da adubação orgânica, existindo dessa forma, uma grande necessidade em estudar a rentabilidade do cultivo da palma forrageira sob diferentes tipos de adubação.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, U.O. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em cultivo de açaizeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.9, n.3, p.59-67, 2019.
- ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. A Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.279-289, 2008.
- AMORIM, D. M. et al. Phenophases and cutting time of forage cactus under irrigation and cropping systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.1, p.62-71, 2017.
- AMORIM, F.L. **Caracterização morfológica e produtiva em variedades de palma forrageira**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Alagoas - UFAL, 2011.
- ARAÚJO, J.S. **Palma forrageira: Plantio e manejo**. Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande - PB, 2019.
- BARBERA, G. História e importância econômica e agroecológica. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Eds.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: FAO/Sebrae, p.1-11, 2001.
- BATISTA, A.M.V. et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.189, n.2, p.123-126, 2003.
- BRASIL, **MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/web/guest/semiario-brasileiro>. Acessado em: 16 de Fev. de 2017.
- CARVALHO, L. B. **Plantas daninhas** / Editado pelo autor, Lages, SC, 2013.
- COSTA, R.G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, n.1, p.13-17, 2012.

COSTA JUNIOR, E.P.B. et al. Levantamento da comunidade espontânea da cultura do arroz de terras altas no Estado do Maranhão. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-5, 2011.

CUNHA, J.L.X.L. et al. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.8, n.1, p.119-126, 2014.

DOMINGUES, O. Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste. Recife: **Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisa Sociais**, 73 p. 1963.

DUBEUX JÚNIOR., J.C.B. et al. **Efeito da adubação sobre a produtividade de cultivares de palma forrageira**. In: I WORKSHOP SOBRE PALMA FORRAGEIRA, 2012, Feira de Santana, Bahia. p.45-59, 2012.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, Ed.3, p.357-372, 2006.

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

FARIAS, I. et al. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.2, p.341-347, 2000.

FROTA, H.M. et al. Efeitos do BAP e do AIA na indução e no crescimento in vitro de brotos de dez clones de palma forrageira. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, Ed. especial, p.279-283, 2004.

GALINDO, I.C.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. **Uso da palma na conservação dos solos**. 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.163-176, 2005.

GAMA, J.C.M. **Florística e Fitossociologia de Plantas Espontâneas em Comunidades Antropizadas do Cerrado em Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado

- Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2009.
- INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (INSA). 2012. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande, Insa, p.103.
- KIESLING, R. Historia e prehistoria de la tuna o cactus, *Opuntia ficus-indica*: presente y futuro. **Cactus Newsletter**, Tunis, n.13, p.13-18, 2013.
- LANA, R. P. Uso racional de recursos naturais não renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p.330-340, 2009.
- LASSALETTA, L. et al. Food and feed trade as a driver in the global nitrogen cycle: 50-year trends. **Biogeochemistry**, v. 118, n1-3, p.225-241, 2014.
- LEITE, M.J.H. Características gerais dos principais solos da região semiárida. **Revista Científica Multidisciplinar**, v.3, n.10, 2022.
- LIMA, R.S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do feijão caupi no município de Vitória da Conquista - BA. **Magistra**. v.28, n.3/4, p.390-402, 2016.
- LIMA, C.D.S.; GOMES, H.S.; DETONI, C.E. Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L) CV. Miúda. **Revista Magistra**, v.16, n.1, p.01-08, 2004.
- LIMA, I.M.M.; GAMA, N.S. Registro de plantas hospedeiras (cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), cochonilha-da-palma-forrageira, nos estudos de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.3, p.479-481, 2001.
- LIM, T.K. Fruits. In **Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants**; Springer: Dordrecht, The Netherlands, v.1, p.153-159, 2012.
- LIRA, M.A. et al. Produção animal em pastagens tropicais da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v.25, n.1/2, p.1-23, 2017.
- LOPES, L. A. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia - PUBVET**, v.13, n.2, p.1-10, 2019.

LOPES, M.N. **Ecofisiologia, nutrição e análise econômica da palma forrageira sob diferentes manejos no semiárido brasileiro**. Tese de Doutorado Integrado em Zootecnia - Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2016.

MACÊDO, A.J.S. et al. A cultura da palma, origem, introdução, expansão, utilidades e perspectivas futuras: **Revisão de Literatura. Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v.6, n.8, p. 62967-62987, 2020.

NOBEL, P.S. **Environmental biology of agaves and cacti**. New York: Cambridge Univ. Press, 270 p. 1988.

OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. Controle de Plantas Daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Milho e Sorgo**, Brasília, DF, 2018.

OLIVEIRA, F.T. et al. Palma Forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiárido. **Revista Verde de Agroecologia**, v.5, n.4, p.27-37, 2010.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.33-46, 2008.

PADILHA JÚNIOR, M.C. et al. Características morfométricas e rendimento da palma forrageira „Gigante“ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.1, p.67-72, 2016.

PADRÓN PEREIRA, C.A. Innovaciones en el agrodesarrollo de las cactáceas. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v.3, n.1, p.38-79, 2012.

PEIXOTO, M. J. A. et al. Desenvolvimento de *Opuntia fícus-indica* (L) Mill, em diferentes substratos após micropropagação in vitro. **Acta sci, Anim Sci**, v.28, n.1, p.17- 20, 2006.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J. Conserb**, v.1, n.2, p.1-7, 2000 a.

PITELLI, R. A. Estudo fitossociológico de uma comunidade infestante da cultura da cebola. **J. Conserb**, v.1, n.2, p.1-6, 2000 b.

- RODRIGUES, G.N. **Nutrição mineral e seletividade de herbicida na cultura da palma forrageira (*nopalea cochenillifera*) cv miúda**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Federal de Alagoas, UFAL, 2020.
- SAMPAIO, E.V.S.B. **Fisiologia da palma forrageira** In: Congresso brasileiro de palma e outras cactaceas, 2, Garanhuns, 2011. Anais... Garanhuns, 2011.
- SANTIAGO, E.D.; DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, M.; CID, C.; PEÑA, M.P.D. Impact of cooking process on nutritional composition and antioxidants of cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Chemistry**, v.240, p.1055-1062, 2018.
- SANTOS, M.R.; DONATO, S.L.R.; COTRIM JR, P.R.F. Irrigação na palma forrageira. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.11, n.1, p.75-86, 2020.
- SANTOS, M.V.F. et al. Palma forrageira. In: MARTUSCELLO, J.A; FONSECA, D. M. (Org.). **Plantas forrageiras**. Palmas: Editora UFV, 2010.
- SANTOS, D.C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira em Pernambuco**. Recife: IPA, 48 p. (IPA. Documentos, 30), 2006.
- SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. **Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes**. In; MENEZES, R.S.C. et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p.143-162, 2005.
- SANTOS, D.C. et al. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.
- SCHEINVAR, L. **Usos e importância das Cactáceas**. In: I Workshop sobre a palma forrageira: Usos e perspectivas para o semiárido. 1, 2012, Feira de Santana. Anais... Feira de Santana, 151 p. 2012.
- SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071, 2014.
- SILVA, J.A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações químicas**. Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2012.

**SILVA, N.G.M. Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira.**

Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife - PE, 2009.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em Manejo de plantas daninhas**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 367 p. 2009.

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

SOUZA, R.G. et al. Desempenho agrônomico de soja, sob interferência de plantas infestantes. **Cultura Agronômica**. v.28, n.2, p.194-203, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4ª edição. Artmed Editora S. A. p.203-242. 2009.

VIANA, B. L. et al. Influência da Adubação Organo-mineral no índice de área de cladódio em variedades de Palma Forrageira (*Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenilifera*) no semiárido paraibano. **Associação Brasileira de Zootecnia (ABZ/UFPB)**. João Pessoa, 2008.

VITORINO, H.S. **Interferência da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja em função do espaçamento de semeadura**. Tese de doutorado em Agronomia (Agricultura): Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu; 2013.

## **CAPÍTULO I - ANÁLISE ECONÔMICA DA PALMA FORRAGEIRA EM FUNÇÃO DA INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica, e a eficiência do uso da água no cultivo da palma forrageira submetida a diferentes períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas. Após a cultura ser submetida a 10 períodos de controle (SPD) e 10 períodos de convivência com as plantas daninhas (CPD), foi realizada a análise mediante as relações entre os custos e as receitas obtidas durante dois ciclos de avaliações. Para efeito de cálculos, foram considerados duas formas de comercialização da palma forrageira, onde no primeiro cenário todo o cultivo seria voltado para alimentação animal em forma de forragem, e no segundo cenário, 2/3 dos cladódios seria destinado para o comércio de forragem, e 1/3 seria comercializado como cladódio “sementes” para plantio. De acordo com os resultados obtidos, o custo de produção variou muito em função dos tratamentos adotados, onde no primeiro ciclo de avaliação o custo médio total foi de R\$ 14.288,22, sendo a aquisição dos cladódios sementes e as capinas responsáveis por 43,74% e 19,05%, respectivamente. No segundo ciclo de avaliação, como a cultura já estava estabelecida na área de cultivo, o custo total de produção teve uma redução média de 68,25%, variando de R\$ 2.000,00 com os tratamentos 0 SPD e 360 CPD, a R\$ 6.500,00 com os tratamentos 0 CPS 30 CPD e 360 SPD, sendo a capina responsável por 69,23% das despesas nos tratamentos que tiveram a eliminação das plantas daninhas durante todo período de condução do experimento (0 CPD e 360 SPD). Em relação às receitas líquidas, o cultivo da palma no primeiro ciclo de avaliação só apresentou viabilidade econômica quando parte da produção foi destinado a venda de cladódio sementes, proporcionando lucro de até R\$114.836,78, (0 CPD), enquanto que no segundo ciclo de avaliação, em função, principalmente da redução dos custos de implantação, as duas formas de comercialização da palma forrageira demonstrou ser atividades rentáveis desde que seja realizado o controle das plantas daninhas, com receitas de até R\$ 37.730,00, com a venda de forragem, e R\$ 121.141,80 com a venda de forragem somada a venda de cladódio semente. Ao final das análises, foi possível concluir que as maiores receitas foram obtidas quando a cultura conviveu o tempo todo livre da competição com as plantas daninhas, independente do destino final da produção da palma forrageira. No entanto, a venda de cladódio semente demonstrou ser mais viável economicamente que a venda de forragem.

**Palavras-chaves:** *Nopalea cochenillifera*, receita bruta, receita líquida.

## CHAPTER I - ECONOMIC ANALYSIS OF FORAGE PALM IN RESPONSE TO WEED INTERFERENCE

**Abstract:** The present study aimed to evaluate the economic viability and water use efficiency in the cultivation of forage palm subjected to different periods of weed control and coexistence. After the culture was subjected to 10 periods of weed control (WCP) and 10 periods of weed coexistence (WCoP), an analysis was conducted based on the relationships between costs and revenues obtained during two evaluation cycles. For calculation purposes, two forms of forage palm commercialization were considered. In the first scenario, the entire cultivation would be directed towards animal feed in the form of forage. In the second scenario, 2/3 of the cladodes would be allocated for forage trade, while 1/3 would be marketed as "seed" cladodes for planting. According to the results obtained, the production cost varied significantly depending on the treatments adopted. In the first evaluation cycle, the average total cost was R\$ 14,288.22, with the acquisition of seed cladodes and weeding accounting for 43.74% and 19.05%, respectively. In the second evaluation cycle, as the crop was already established in the cultivation area, the total production cost saw an average reduction of 68.25%, ranging from R\$ 2,000.00 with treatments 0 WCP and 360 WCoP to R\$ 6,500.00 with treatments 0 WCoP and 30 WCP, with weeding accounting for 69.23% of expenses in treatments that had weed elimination throughout the experiment's entire conduct period (0 WCoP and 360 WCP). In terms of net revenues, during the first evaluation cycle, forage palm cultivation only showed economic viability when part of the production was allocated to the sale of seed cladodes, yielding profits of up to R\$ 114,836.78 (0 WCoP). However, in the second evaluation cycle, primarily due to the reduction in implementation costs, both forms of forage palm commercialization proved to be profitable activities as long as weed control was carried out, with revenues of up to R\$ 37,730.00 from forage sales and R\$ 121,141.80 from forage sales combined with seed cladode sales. At the end of the analysis, it was possible to conclude that the highest revenues were obtained when the culture remained free from competition with weeds throughout, regardless of the final destination of forage palm production. However, the sale of seed cladodes proved to be more economically viable than the sale of forage.

**Keywords:** *Nopalea cochenillifera*, gross revenue, net revenue.

### 3 INTRODUÇÃO

A palma-forrageira (*Nopalea cochenillifera*) é uma planta de grande importância para as regiões áridas e semiáridas do Brasil e do mundo, devido principalmente a sua rusticidade, resistência à seca e elevada capacidade de produção de massa. A palma é uma planta cultivada principalmente para produção de forragem. Essa forrageira tem capacidade de armazenar grande quantidade de água (até 90%). Pode ser utilizada no pastejo direto ou fornecida no cocho, é considerado um excelente alimento energético, possuindo altos teores de nutrientes digestíveis totais e matéria mineral (SPÍNULA et al., 2020).

Apesar de sua importância, os estudos com a cultura da palma forrageira na sua maioria não vão além dos aspectos técnicos e produtivos do sistema de produção, de tal forma, que o aporte de informações na literatura acerca dos custos e índices econômicos no cultivo dessa cultura sob diferentes condições edafoclimáticas, de manejos (adubações, controle de plantas daninhas) e tipos de mercado (vendas como forragem e cladódio semente) são escassos. Nesse sentido, conhecer os custos envolvidos no processo produtivo, bem como a receita total, são fatores relevantes para auxiliar o produtor rural na análise dos resultados do sistema de produção (LOPES, 2016), contribuindo com informações para à otimização do uso dos recursos a fim de incrementar os resultados econômicos da atividade agrícola (GALEANO & VENTURA, 2018).

Assim como acontece nas empresas, a rentabilidade no empreendimento agrícola é um dos fatores fundamentais para o sucesso das atividades no campo, visto que não serão feitos investimentos em um setor que não é rentável. Portanto, a avaliação do investimento serve para analisar a sua viabilidade frente ao mercado e com isso é possível direcionar os investimentos para atividades que propiciem retorno para o produtor (SANTOS et al., 2021).

Blank & Tarquin (2012) expressam que a decisão, de onde e como investir, de modo a otimizar os resultados futuros da aplicação, é realizada na engenharia econômica por meio da formulação, estimação e avaliação dos resultados econômicos esperados pelo investidor. Silveira et al. (2017) definem que a viabilidade é um estudo

relevante, visto que através dela é possível verificar as vantagens e desvantagens de um projeto, facilitando a tomada de decisões, tornando o objetivo realista, com base em uma análise criteriosa do empreendimento, elevando assim a possibilidade de avanço da empresa no mercado que ela quer atingir.

A análise econômica da atividade é extremamente importante, pois, por meio dela, o produtor passa a conhecer com detalhes e a utilizar, de maneira adequada e lucrativa, os fatores de produção (terra, trabalho e capital). A análise econômica é o processo pelo qual o produtor passa a conhecer os resultados financeiros obtidos de cada atividade da empresa rural (LOPES & CARVALHO, 2002).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica, e a eficiência do uso da água no cultivo da palma forrageira submetida a diferentes períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de maio de 2019 a maio de 2021, na área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo, AL (“09°28’02” S e 35°49’43” W, 127 m de altitude). O clima da região, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather é quente e úmido (B1) megatérmico (A<sup>o</sup>), com deficiência de água moderada no verão (s) e grande excesso de água no inverno (w2). A precipitação pluvial média da região é de 1.800 mm por ano. O período chuvoso se estende da primeira quinzena de abril à segunda quinzena de agosto, cuja chuva corresponde a 70% do total anual, e o período de menor incidência de chuvas vão de meados de outubro até a segunda quinzena de fevereiro (Souza et al., 2004). O solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso argissólico, com textura médio-argilosa.

Para condução do experimento foi adotado o delineamento em blocos casualizados, sendo avaliados vinte períodos de controle e de convivência, assim descrito: 10 períodos de convivência (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio) a partir dos quais a cultura principal conviveu naturalmente com as plantas daninhas, e 10 períodos de controle (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio) a partir dos quais a cultura permaneceu livre da competição com as plantas.

O preparo do solo da área experimental foi realizado de forma mecanizada, através de uma gradagem profunda e duas niveladoras. Para correção da acidez do solo, foi levada em consideração a análise química do solo (Tabela 1), sendo feito a calagem com objetivo de obter 80% da saturação de bases. O plantio ocorreu no dia 07 de maio de 2019, onde foram previamente selecionados cladódios de palma forrageira, da variedade miúda (*Nopalea cochenillifera*) isentos de pragas e doenças, os quais após a seleção passaram 8 dias ao ar livre em um processo de desidratação e selamento do corte, em seguida enterrados até 30% de seu tamanho. As parcelas experimentais foram constituídas por três fileiras com 2 m de comprimento cada e espaçamento de 1,20 x 0,20 m, perfazendo uma densidade populacional de 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

Para realização da adubação foram abertos pequenos sulcos ao lado das linhas de plantio da palma, e a adubação efetuada aos 30 dias após o plantio (DAP), utilizando 40 kg de N ha<sup>-1</sup>; 93,6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 148,9 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, tendo como fonte dos fertilizantes o sulfato de amônio, o superosfato simples, e cloreto de potássio, respectivamente. A recomendação de adubação foi definida a partir da análise química do solo (Tabela 1), para uma expectativa de produção acima de 30 t de massa seca ha<sup>-1</sup> (CAVALCANTE, 2008).

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, no município de Rio Largo - AL, 2024.

Determinações	Resultados	Determinações	Resultados
pH em água	5,80	SB (soma de bases)	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 (mg dm <sup>-3</sup> )	120,00	Matéria orgânica (%)	2,20
Cálcio (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,05	Saturação de bases (%)	59,00
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: Central Analítica de Alagoas

Como a palma forrageira é uma cultura que pode ser colhida com um ano após o plantio, o presente estudo consistiu de dois ciclos de avaliações, e cada ano de avaliação compreendeu um ciclo, sendo adotada a mesma metodologia durante os dois anos de condução do experimento.

#### 4.1 Análise econômica do cultivo da palma forrageira

A análise econômica do cultivo da palma forrageira submetido aos períodos de controle e de conviência com as plantas daninhas foi realizada mediante as relações

entre os custos e as receitas obtidas no primeiro e no segundo ciclo de avaliação. Para efeito de cálculos, foram considerados duas formas de comercialização da palma forrageira, onde no primeiro ciclo de avaliação toda a produção seria voltada para alimentação animal em forma de forragem, ou toda a produção seria voltada para a produção de “sementes” em forma de cladódios, enquanto que no segundo ciclo de avaliação teríamos um cenário em que toda a produção seria destinada para o comércio de forragem, e outro cenário onde 2/3 da produção seria destinado para o comércio de forragem e 1/3 para o comércio de “sementes”.

#### **4.1.1 Custos de produção da palma forrageira**

**A - Custo com plantio (CP):** todas as despesas referentes à aquisição de insumos e serviços, calagem, adubação química e orgânica e preparo do solo, foram estimadas através de levantamentos dos preços praticados na região de estudo, sendo a diária de um trabalhador no valor de R\$ 50,00 (cinquenta reais). Em relação ao valor pago por unidade de cladódio semente, como não foi encontrado estimativa de preço para esse tipo de comércio no estado de Alagoas, utilizou-se como referência o valor praticado no estado de Pernambuco, que de acordo com Araújo Júnior (2019) a unidade de cladódio semente para plantio custava R\$ 0,15 (quinze centavos).

**B - Custo com capina (CC):** as plantas daninhas foram controladas através de capinas manuais com auxílio de enxadas, onde cada tratamento teve um custo definido mediante o número de capinas realizado ao longo de cada ciclo de avaliação, sendo que nos primeiros seis meses as capinas foram realizadas a cada 30 dias, e após esse período o intervalo entre as capinas passaram a ser de 60 dias.

**C – Custo total de produção (CTP):** composto pelo custo com plantio e os custos provenientes dos tratamentos culturais. No segundo ciclo como a cultura já estava instalada os custos se limitaram as capinas e as colheitas.

Tabela 2. Participação dos serviços e suprimentos no custo total de palma forrageira (R\$ ha<sup>-1</sup>), no primeiro e segundo ciclo de produção, desprezando os custos com as capinas de cada tratamento, no município de Rio Largo - AL, 2024.

Serviços e suprimentos	1º ciclo de produção	2º ciclo de produção
	R\$	R\$
Preparo do solo	400,00	---
Calcário	1.800,00	
Fertilizantes	1.016,10	---
Cladódio semente	6.249,90	---
Mão de obra	2.100,00	1.000,00
<b>Total sem capina</b>	<b>11.566,00</b>	<b>1.000,00</b>

Fonte: Autor

Em relação às receitas obtidas com a venda da palma forrageira, foram levados em consideração os preços praticados no estado de Pernambuco, que de acordo com Araújo Júnior (2019), a tonelada de forragem custava R\$ 100,00 (cem reais) e a unidade de cladódio semente para plantio custava R\$ 0,15 (quinze centavos). A partir dos dados de produtividade da cultura, e da estimativa de preço pago por tonelada de forragem e por unidade de cladódio, foram obtidos alguns indicadores econômicos, como receita bruta, receita líquida, e a relação benefício/custo, conforme as fórmulas abaixo, adaptadas de Moraes (2016):

#### 4.1.2 Receitas obtidas com a venda de forragem e/ou com a venda de cladódios

##### Receita bruta decorrente da venda de forragem:

$$RB_{\text{forragem}} = \text{produtividade da cultura (t ha}^{-1}\text{)} \times \text{valor da produtividade agrícola (R\$ t}^{-1}\text{)}$$

Receita bruta decorrente da venda de cladódio:

$$RB_{\text{cladódio}} = \text{total de cladódios produzidos (unid. ha}^{-1}\text{)} \times \text{valor do cladódio (R\$ unid.}^{-1}\text{)}$$

**Receita bruta decorrente do somatório da venda de forragem e de cladódio:**

$RB_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} = 2/3$  da produtividade da cultura ( $t\ ha^{-1}$ ) x valor da produtividade agrícola ( $R\$\ t^{-1}$ ) +  $1/3$  do total de cladódios produzidos ( $unid.\ ha^{-1}$ ) x valor do cladódio ( $R\$\ unid.^{-1}$ )

**Receita líquida decorrente da venda de forragem:**

$$RL_{\text{forragem}} = RB_{\text{forragem}} (R\$) - CTP (R\$)$$

**Receita líquida decorrente da venda de cladódio:**

$$RL_{\text{cladódio}} = RB_{\text{cladódio}} (R\$) - CTP (R\$)$$

**Receita líquida decorrente do somatório da venda de forragem e de cladódio:**

$$RL_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} = RB_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} (R\$) - CTP (R\$)$$

**Relação benefício/custo decorrente da venda de forragem:**

$$B/C_{\text{forragem}} = RL_{\text{forragem}} (R\$) / CTP (R\$)$$

**Relação benefício/custo decorrente da venda de cladódio:**

$$B/C_{\text{cladódio}} = RL_{\text{cladódio}} (R\$) / CTP (R\$).$$

**Relação benefício/custo decorrente do somatório da venda de forragem e de cladódio:**

$$B/C_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} = RL_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} (R\$) / CTP (R\$).$$

**4.2 Avaliação da produção de forragem e de cladódio**

Foram selecionadas três plantas da área útil de cada parcela para determinação da produção de forragem e de cladódio. No primeiro ciclo de avaliação, o número de cladódios “sementes” ( $Uni.\ ha^{-1}$ ) foi obtido através da contagem dos cladódios sem distinção entre as ordens, enquanto a produção de forragem ( $t\ ha^{-1}$ ) mensurada a partir da pesagem desses cladódios através do uso de uma balança digital com capacidade de 40 kg, conforme a equação abaixo utilizada por Soares et al. (2020). No segundo ciclo de avaliação, para efeito de cálculo foi considerado como “semente” apenas os

cladódios de segunda ordem (1/3 do total de cladódios) conforme Spínola et al. (2020), enquanto os cladódios de segunda e de terceira ordem foram destinados para produção de forragem (2/3 do total de cladódios), sendo também avaliado o cenário em que toda produção de cladódio seria destinado para alimentação animal.

$$PF = 10.000 (M / C.\epsilon)$$

PF: Produção de forragem (kg ha<sup>-1</sup>);

M: Massa colhida na área amostrada (kg);

C: Comprimento total das linhas colhidas (m);  $\epsilon$ :

Espaçamento entre linhas (m);

10.000: Fator de conversão para hectare.

Também foi calculada a eficiência no uso da água (EUA) para a produtividade de massa verde e para produtividade de massa seca da palma forrageira, sendo utilizada a equação  $EUA = PA / W$ , proposta por Soares et. al. (2020), em que: PA é a produtividade de massa verde ou massa seca (kg ha<sup>-1</sup>) e W é o volume total de água precipitada (mm) durante cada ciclo de avaliação.

Os dados referentes aos indicadores econômicos e a eficiência no uso da água foram submetidos a análise regressiva e adaptadas ao modelo não-linear Sigmoidal de boltzman, conforme Kuva et al. (2003), usando a equação logística abaixo:

$$y = \frac{(P1 - P2)}{1 + e^{(X - X_0)/dx}} + P2$$

Onde:

Y = produtividade da palma forrageira em função dos períodos de controle ou convivência; X = limite superior do período de controle ou convivência (dias);

P1 = produtividade máxima obtida no tratamento mantido sem competição durante todo o ciclo;

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

$X_0$  = limite superior do período de controle ou convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produtividade máxima e a mínima;

$Dx$  = velocidade de perda ou ganho de produtividade (tangente no ponto  $X_0$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros econômicos do cultivo da palma forrageira

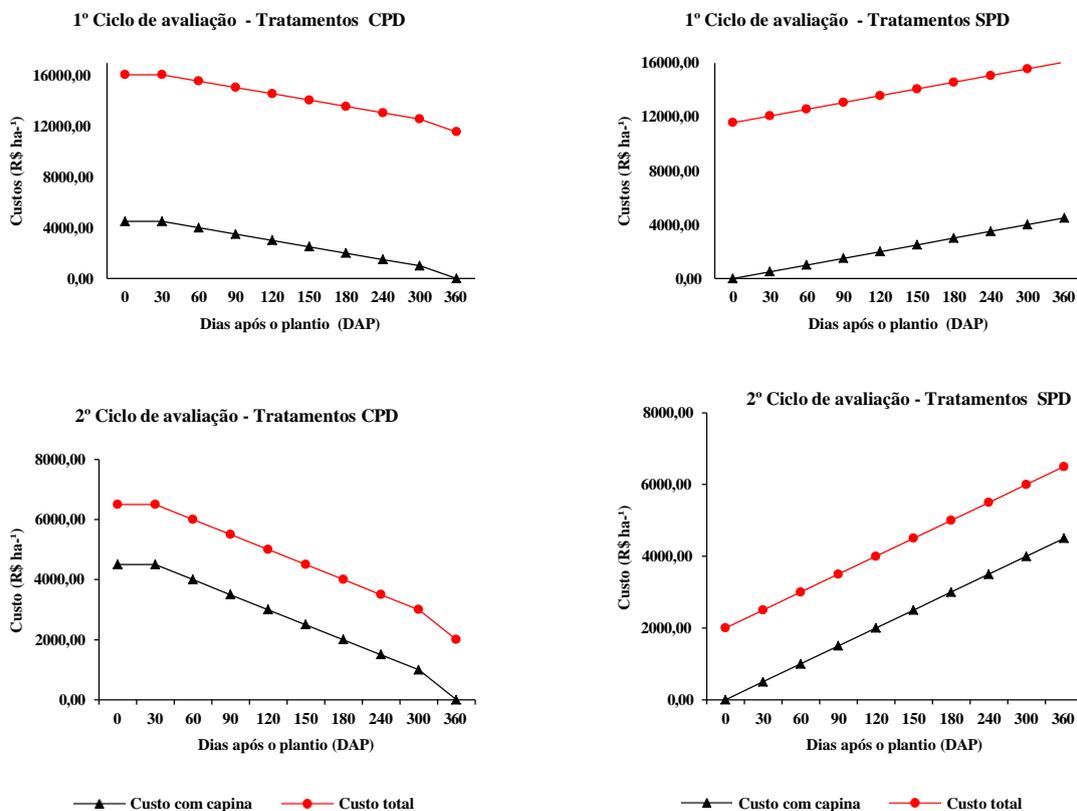
De acordo com a análise econômica do cultivo da palma forrageira para o primeiro ciclo de avaliação (Figura 1), os menores custo foram apresentados pelos tratamentos onde o custo total foi composto apenas pelas despesas referentes à implantação e à colheita, não sendo realizado nenhum tipo de controle das plantas daninhas, tendo um custo total de R\$ 11.566,00 (onze mil, quinhentos e sessenta e seis reais), como foi o caso dos tratamentos 0 SPD e 360 CPD, sendo a aquisição dos cladódios sementes responsável por 53,63% do custo referente à implantação de um hectare de palma forrageira. Já os tratamentos 0 CPD, 30 CPD e 360 SPD apresentaram o maior custo total com R\$16.066,00 (dezesesseis mil e sessenta e seis reais), sendo o aumento desse custo justificado pelo fato das plantas daninhas presentes nesses tratamentos serem eliminadas durante todo o ciclo com auxílio de enxadas (9 capinas), gerando um custo com capina de R\$ 4.500,00 (quatro mil e quinhentos reais), tornando a capina o segundo item mais oneroso para esses tratamentos, com 28% de todo o custo referente à produção da palma forrageira.

Como observado, o custo de produção variou muito em função dos tratamentos adotados, tendo um custo médio em torno de R\$ 14.288,22 (quatorze mil, duzentos e oitenta e oito, e vinte e dois centavos), sendo a aquisição dos cladódios sementes e a capina responsáveis por 43,74% e 19,05%, respectivamente. Os resultados do presente estudo corroboram com valores encontrados no trabalho de Alves (2014), que para implantação de um hectare de palma miúda teve um custo total de R\$ 13.561,40 (treze mil, quinhentos e sessenta e um mil, e quarenta centavos) sendo a compra de cladódios sementes responsáveis por 46,01% do custo final. Já Lima et al. (2015), analisando o custo de implantação dessa cultura, encontraram para o sistema de cultivo irrigado um custo total de R\$ 21.097,80, (vinte e um mil, noventa e sete reais, e oitenta centavos) tendo uma despesa de R\$11.400,00 (onze mil e quatrocentos reais) com irrigação, R\$ 5.500,00 (cinco mil e quinhentos reais) com a compra de cladódio sementes, e de R\$ 1.000,00 (um mil reais) com capina. Se esses mesmos autores tivessem trabalhado no

sistema de sequeiro, o custo total seria de apenas R\$ 9.697,80 (nove mil, seiscentos e noventa e sete reais, e oitenta centavos), e as proporções com custo de cladódio sementes e com capinas seria de 56,71% e 10,31%, respectivamente.

No segundo ciclo de avaliação como a cultura já estava estabelecida na área de cultivo, o custo total de produção teve uma redução média de 68,25%, variando de R\$ 2.000,00 (dois mil reais) com os tratamentos 0 SPD e 360 CPD, a R\$ 6.500,00 (seis mil e quinhentos reais) com os tratamentos 0 CPD 30 CPD e 360 SPD, sendo a capina responsável por 69,23% das despesas nos tratamentos que tiveram a retirada das plantas daninhas durante todo período de condução do experimento (0 CPD e 360 SPD). Em relação aos tratamentos que tiveram pelo menos uma capina, essa atividade teve uma participação média de 57,65% no custo total, revelando a importância de pesquisas para encontrar alternativas de controle de plantas daninhas na cultura da palma, pois além da capina onerar bastante o custo de produção, a mão de obra está cada vez mais escassa.

Figura 1. Custo com capina e custo total dos tratamentos com plantas daninhas (CPD) e dos tratamentos sem plantas daninhas (SPD), nos dois ciclos de avaliação, no município de Rio Largo - AL, 2024.



Fonte: Autor

As receitas líquidas apresentaram variações de acordo com a forma de comercialização da palma e dos níveis de controle das plantas daninhas (Tabela 3), visto que no primeiro ciclo de avaliação, se o produto final for destinado para alimentação de animais como forragem, independentemente do número de capinas e do período em que essa atividade for realizada, o produtor não conseguiria cobrir o custo de implantação, ao contrário, teria um prejuízo de R\$ 2.145,00 (dois mil cento e quarenta e cinco reais) com o tratamento 180 SPD a R\$ 11.498,00 (onze mil quatrocentos e noventa e oito reais) com o tratamento 240 CPD. É normal que na primeira colheita da palma a receita gerada com a venda de forragem seja menor que o custo de implantação, como observado no trabalho de Moraes (2016), que avaliando os clones Orelha de elefante Mexicana, IPA Sertânia e Miúda, em diferentes lâminas de irrigação, após 18 meses de cultivo obteve receita líquida de R\$ 607,80 (seiscentos e sete reais e oitenta centavos); R\$ -1.602,48 (um mil, seiscentos e dois reais, e quarenta e oito centavos) R\$ -2.448,07 (dois mil, quatrocentos e quarenta e oito reais, e sete centavos) respectivamente.

Diferentemente da venda de forragem, já no primeiro ciclo a venda de forragem somado a venda de cladódio sementes, proporcionou lucro de até R\$114.836,78 (cento e quatorze mil, oitocentos e trinta e seis reais, e setenta e oito centavos) aos 0 CPD entre os tratamentos com períodos iniciais de convivência com as plantas daninhas, e de R\$ 112.059,00 (cento e doze mil e cinquenta e nove reais) aos 360 SPD entre os tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas, sendo esses valores superiores as receitas encontradas por Moraes (2016), que para os clones Miúda, IPA Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana, encontrou receita líquida de R\$ 8.510,57 (oito mil, quinhentos e dez reais, e cinquenta e sete centavos); R\$ 37.673,61 (trinta e sete mil, seiscentos e setenta e três reais, e sessenta e um centavos) e R\$ 32.858,28 (trinta e dois mil, oitocentos e cinquenta e oito reais, e vinte e oito centavos), respectivamente.

No segundo ciclo de avaliação, em função, principalmente da redução dos custos de implantação, as duas formas de comercializar a palma forrageira demonstrou ser atividades rentáveis desde que seja realizado o controle das plantas daninhas, proporcionando ao produtor uma renda com a venda de forragem de até R\$ 37.730,00 (trinta e sete mil, setecentos e trinta reais) ao 0 CPD entre os tratamentos com período inicial de convivência com as plantas daninhas, e de R\$ 37.394,00 (trinta e sete mil, trezentos e noventa e quatro reais) aos 360 SPD entre os tratamentos com período inicial de controle de plantas daninhas. Para esses mesmos tratamentos, a receita

resultante da soma da venda de forragem e de cladódio sementes chegaria a um valor de R\$ 121.151,80, (cento e vinte e um mil, cento e cinquenta e um reais, e oitenta centavos) e de R\$ 114.836,78 (cento e quatorze mil, oitocentos e trinta e seis reais, e setenta e oito centavos), ou seja, um aumento de 68% na renda quando comparada ao cultivo da palma cuja finalidade seja exclusivamente a comercialização de forragem, sendo essa forma de comércio uma grande alternativa para os produtores de palma forrageira.

Essa maior rentabilidade também foi comprovada no trabalho de Henriques (2016), o qual avaliando os clones Orelha de elefante Mexicana, IPA Sertânia e Miúda, em diferentes lâminas de irrigação, após 24 meses de cultivo obteve receita líquida com a venda de forragem de R\$ 4.745,46 (quatro mil setecentos e quarenta e cinco reais, e quarenta e seis centavos); R\$ 106,77 (cento e seis reais, e setenta e sete centavos) e R\$ - 1.652,60 respectivamente, enquanto que, com esses mesmos clones a venda de cladódio sementes proporcionou receita líquida de R\$ 31.169,31 (trinta e um mil cento e sessenta e nove reais, e trinta e um centavos); R\$ 41.586,58 (quarenta e um quinhentos e cinquenta e oito reais, e cinquenta e oito centavos) e R\$ 57.902,55 (cinquenta e sete mil novecentos e dois reais, e cinquenta e cinco centavos), nessa mesma ordem.

Tabela 3. Receita líquida da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada forragem, ou 2/3 orragem + 1/3 cladódio semente), de avaliação, para os tratamentos com plantas daninhas (CPD) e sem plantas daninhas (SPD), no município de Rio Largo - AL, 2024.

<b>Receita líquida de acordo com a forma de comercialização<sup>1</sup></b>				
<b>DAP</b>	<b>Forragem (R\$)</b>		<b>Cladódio (R\$)</b>	
	<b>CPD</b>	<b>SPD</b>	<b>CPD</b>	<b>SPD</b>
0	-3.178,00	-10.095,00	114.836,78	6.663,17
30	-5.430,00	-9.864,00	108.008,07	22.309,00
60	4.940,00	-6.876,00	89.295,11	66.861,08
90	-9.076,00	-5.291,00	61.322,89	74.434,00
120	-10.474,00	-3.282,00	53.489,56	74.975,67
150	-10.297,00	-3.603,00	51.038,17	81.072,89
180	-10.060,00	-2.145,00	46.850,57	90.642,33

240	-11.498,00	-2.543,00	18.184,00	109.543,38
300	-11.075,00	-2.917,00	16.600,67	109.043,38
360	-10.116,00	-3.384,00	9.267,33	112.059,00
<b>Receita líquida de acordo com a forma de comercialização<sup>2</sup></b>				
<b>Forragem (R\$)</b>			<b>2/3 Forragem + 1/3 Cladódio (R\$)</b>	
DAP	CPD	SPD	CPD	SPD
0	37.730,00	-2.000,00	121.151,80	-1.320,00
30	31.009,0	5.479,00	100.591,77	5.620,58
60	30.452,00	11.247,00	86.180,82	43.472,08
90	18.727,00	17.934,00	82.966,70	56.915,82
120	13.045,00	18.813,00	53.709,70	81.221,58
150	12.543,00	22.900,00	49.762,13	86.847,75
180	11.403,00	25.399,00	47.799,13	98.707,09
240	3.061,00	32.530,00	24.755,89	102.383,97
300	2.864,00	35.093,00	20.665,87	110.900,13
360	-57,00	37.394,00	9.071,76	120.586,29

Fonte: Autor - **1:** 1º Ciclo de avaliação; **2:** 2º Ciclo de avaliação.

Quando analisado a relação benefício/custo (Tabela 4), observa-se que no primeiro ciclo de avaliação a venda de forragem nos grupos CPD e SPD em todos os tratamentos ficaram não apenas abaixo de 1, como também assumiu valores negativos de -0,88 (240 CPD; 300 CPD) a -0,15 (180 SPD) deixando de ser uma atividade economicamente viável, pois no primeiro ano o custo de implantação foi quase duas vezes maior que a receita gerada com a venda de forragem. Araújo Júnior (2019) relata inviabilidade na primeira colheita (18 meses) da palma forrageira submetido a lâminas de irrigação, sendo observada uma relação benefício/custo de apenas 0,18 quando o produto final foi destinado à alimentação animal.

Com exceção dos tratamentos em que a cultura principal ficou em plena competição com as plantas daninhas (360 CPD e 0 SPD), os demais tratamentos proporcionaram viabilidade econômica com o somatório da venda de cladódio para forragem e para plantio, pois a relação benefício/custo chegou a 7,15 (0 CPD) entre os tratamentos com períodos iniciais de convivência com as plantas daninhas, e a 7,27 (240

SPD) entre os tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas. Tais resultados revelam a necessidade de um manejo eficiente das plantas daninhas, sendo verificada melhor relação benefício/custo quando a cultura permanece os primeiros 240 dias isenta da matocompetição, não havendo grandes vantagens econômicas com capinas realizadas após esse período.

Araújo Júnior (2019) também constatou viabilidade econômica na primeira colheita (18 meses) da palma forrageira com a venda de cladódios sementes, o qual obteve valores para relação benefício/custo igual a 2,81, 1,17 e 0,61 com os clones Miúda, Orelha de Elefante Mexicana e IPA Sertânia, nessa ordem, e de acordo com o autor, apenas o cultivo do clone IPA torna-se inviável ao produtor, o que pode ser resultante do alto índice de mortalidade deste clone ao longo do período experimental.

No segundo ciclo de avaliação, além dos custos terem sido reduzidos, a cultura encontrava-se com maior capacidade produtiva, proporcionando ao produtor considerável lucratividade com a venda de forragem, uma vez que, a cada um real investido o produtor teve um retorno de até R\$ 5,80, (cinco reais e oitenta centavos) com o tratamento 0 CPD entre os tratamentos com períodos iniciais de convivência com as plantas daninhas, e de R\$ 7,75 (sete reais e setenta e cinco centavos) com o tratamento 360 SPD entre os tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas, exceto os tratamentos 0 SPD e 360 CPD os quais apresentaram relação benefício/custo de 0,03 e 1,00, respectivamente.

Os resultados do presente estudo são bastante superiores aos encontrados por Henriques (2016) que avaliando o desempenho bioeconômico de três clones de palma forrageira durante o ciclo de 24 meses, verificou através da relação benefício/custo inviabilidade com a venda de forragem para os clones Orelha de Elefante Mexicana, IPA Sertânia e Miúda, os quais apresentaram valores de 0,56 (cinquenta e seis centavos), 0,01 (um centavos) e -0,20 (vinte centavos), respectivamente.

Tendo em vista que a venda de cladódio sementes apresenta maior lucratividade, a relação benefício/custo proveniente das receitas geradas a partir da venda de forragem somado a venda de cladódio sementes tiveram os melhores resultados, com retorno que pode chegar a R\$ 18,64 (dezoito reais e quarenta seis centavos) com o tratamento 0 CPD a cada real investido para os tratamentos com períodos iniciais de convivência com as plantas daninhas, e de até R\$ 20,31 (vinte reais e trinta e um centavos) com o

tratamento 120 SPD para os tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas, sendo o tratamento 0 SPD o único a apresentar um custo maior que o benefício. Assim como aconteceu com a venda de forragem, tais resultados são bastante expressivos quando comparado com o trabalho de Henriques (2016), o qual avaliando os clones IPA Sertânia, Orelha de Elefante Mexicana e Miúda, obteve relação benefício/custo para venda de cladódio semente na ordem de 3,75; 5,02 e 6,94 respectivamente.

Tabela 4. Relação benefício custo da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, para os tratamentos com plantas daninhas (CPD) e sem plantas daninhas (SPD), no município de Rio Largo - AL, 2024.

<b>Relação benefício/custo de acordo com a forma de comercialização<sup>1</sup></b>				
<b>Forragem (R\$)</b>			<b>Cladódio (R\$)</b>	
DAP	CPD	SPD	CPD	SPD
0	-0,20	-0,87	7,15	0,58
30	-0,34	-0,82	6,72	1,85
60	-0,32	-0,55	5,74	5,32
90	-0,60	-0,40	4,07	5,70
120	-0,72	-0,24	3,73	5,53
150	-0,73	-0,26	3,63	5,76
180	-0,74	-0,15	3,45	6,22
240	-0,88	-0,17	1,39	7,27
300	-0,88	-0,19	1,32	7,01
360	-0,87	-0,21	0,80	6,97
<b>Relação benefício/custo de acordo com a forma de comercialização<sup>2</sup></b>				
<b>Forragem (R\$)</b>			<b>2/3 Forragem + 1/3 Cladódio (R\$)</b>	
DAP	CPD	SPD	CPD	SPD
0	5,80	-1,00	18,64	-0,66
30	4,77	2,19	15,48	2,25
60	5,08	3,75	14,36	14,49
90	3,40	5,12	11,45	16,26

120	2,61	4,70	10,74	20,31
150	2,79	5,09	11,06	19,30
180	2,85	5,08	11,95	17,94
240	0,87	5,91	7,07	18,62
300	0,95	5,85	6,89	18,48
360	-0,03	7,75	4,54	18,55

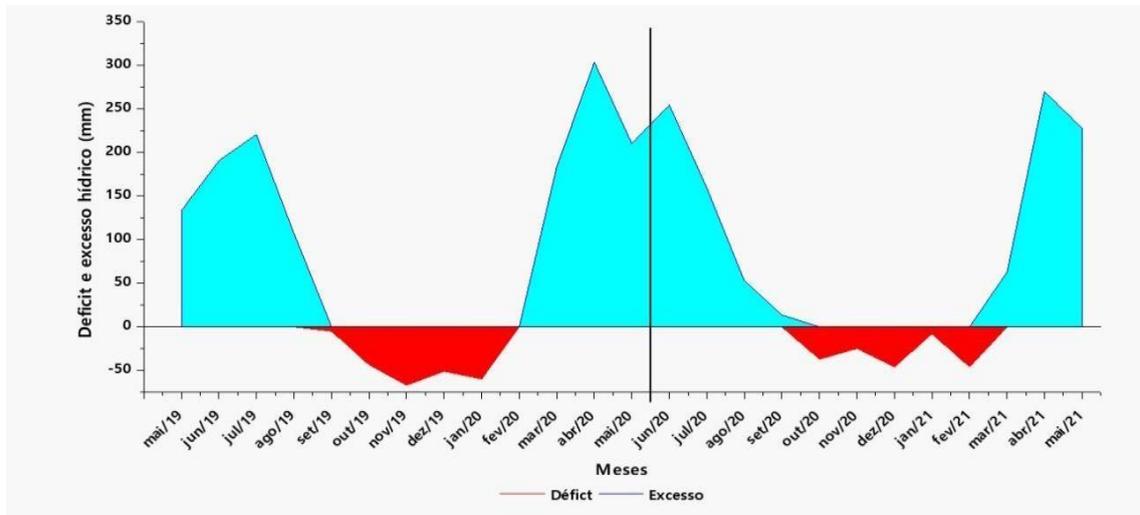
Fonte: Autor - **1:** 1º Ciclo de avaliação; **2:** 2º Ciclo de avaliação.

## 5.2 Variáveis agrometeorológicas

As precipitações pluviiais totais no primeiro e segundo ano de cultivo foram de 1.956,1 mm e 1.645,1 mm (Figura 2), respectivamente, sendo superior às exigências hídricas da cultura da palma forrageira, que é em média 874,2 mm ano<sup>-1</sup> (BEZERRA et al., 2015). A menor temperatura durante os ciclos de produção foi 17,5 °C, registrada em agosto de 2019 e a maior temperatura ocorreu em novembro do mesmo ano, com 35,8°C, e a temperatura média durante os dois ciclo foi de 25,0°C, resultando em uma amplitude térmica de 18,3°C, estando essas temperaturas numa faixa considerada adequada para o cultivo, que de acordo com Rocha (2012), o potencial produtivo da palma forrageira ocorre em regiões cuja temperatura média oscila entre 16,1 °C e 25,4 °C; com máximas entre 28,5 °C e 31,5 °C e mínimas variando de 8,6 °C a 20,4 °C.

Os déficits e excessos hídricos na cultura da palma forrageira, contabilizados através do balanço hídrico de Thorntwaite & Mather (1955), no primeiro ciclo de cultivo foram 226,7 mm e 1379,43 mm, respectivamente, e no segundo ciclo foram 162,1 mm e 1041,8 mm, seguindo a mesma ordem. Como observado, durante os dois anos de avaliações do experimento, houve irregularidade na distribuição das chuvas, em que no primeiro ciclo de avaliação a cultura passou por déficit hídrico no período de setembro de 2019 a janeiro de 2020 com 6,3% da precipitação, e no segundo ciclo de avaliação o período de déficit hídrico foi mais prolongado ocorrendo entre setembro de 2020 a fevereiro de 2021, porém menos severo com 12,5% da precipitação.

Figura 2. Balanço hídrico da cultura da palma forrageira com excessos e déficits hídricos nos dois ciclos de avaliação, no município de Rio Largo - AL, 2024.

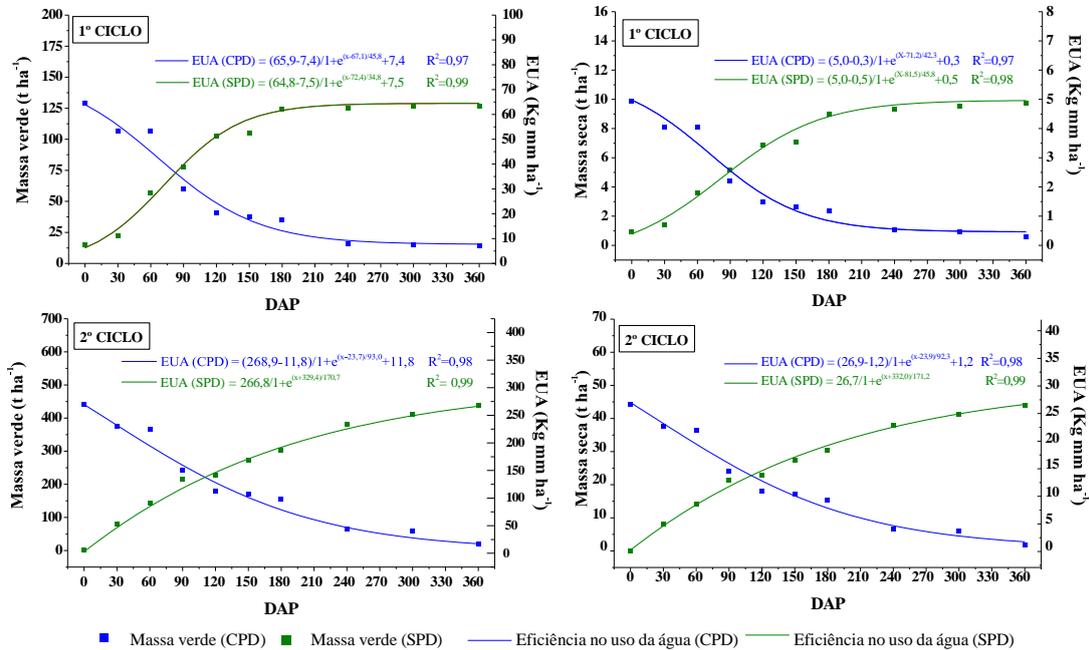


Fonte: Autor

### 5.3 Eficiência do uso da água da palma forrageira

A eficiência no uso da água (EUA) respondeu bem ao modelo sigmoidal de Boltzmann nos dois ciclos de avaliação tanto para os períodos de convivência com as plantas daninhas (CPD) como para os períodos que permaneceram livres da competição com as plantas daninhas (SPD), com valores de  $R^2$  de 0,97 e 0,99, nessa mesma ordem para o primeiro ciclo de avaliação, e de 0,98 e 0,99, respectivamente para o segundo ciclo de avaliação (Figura 3).

Figura 3. Produtividade de massa verde ( $t\ ha^{-1}$ ) da palma forrageira e eficiência no uso da água (EUA –  $Kg\ mm\ ha^{-1}$ ), em relação aos tratamentos com plantas daninhas (CPD) e sem plantas daninhas (SPD), no município de Rio Largo - AL, 2024.



Fonte: Autor

Analisando a EUA em relação à produção de massa verde e em relação a produção de massa seca, nota-se que as plantas de palma forrageira tiveram suas eficiências alteradas em função do nível de competição exercida pelas plantas daninhas. No primeiro ciclo de avaliação no grupo de tratamentos com períodos iniciais de convivência com as plantas daninhas as maiores EUA foram obtidas com os tratamentos que apresentaram as maiores produções de massa verde e massa seca, com destaque para o tratamento que permaneceu o tempo todo no limpo (0 CPD), com  $65,90\ kg\ mm^{-1}$  e  $5,00\ kg\ mm^{-1}$ , respectivamente. A partir do momento em que a palma forrageira começou a competir pelos recursos do meio com as plantas daninhas, houve redução na EUA, sendo essa interferência mais acentuada a medida que aumentava o período de convivência, onde foi observado para o tratamento 360 CPD uma redução de 88,70% ( $7,40\ kg\ mm^{-1}$ ) e 95,95% ( $0,3\ kg\ mm^{-1}$ ) da EUA em relação à produção de massa verde e massa seca, respectivamente.

Segundo Adegas et. al. (2017), as principais perdas causadas pela competição das plantas daninhas com as culturas são variáveis em função da(s) espécie(s)

presente(s), do período de convivência com a cultura, da distribuição das plantas daninhas na área, da densidade das espécies infestantes, da habilidade competitiva relativa, do estágio de desenvolvimento e a disponibilidade de recursos.

A mesma tendência da produtividade e da EUA também se manteve no grupo de tratamentos com períodos iniciais livre da competição com as plantas daninhas, com eficiências similares nos tratamentos SPD 360, SPD 300 e SPD 240, com valores para EUA em relação a produção de massa verde de 64,80, 64,70 e 64,00  $\text{kg mm}^{-1}$ , respectivamente, e para EUA em relação a produção de massa seca, esses mesmos tratamentos tiveram desempenho de 5,00, 4,90 e 4,80  $\text{kg mm}^{-1}$ , nessa mesma ordem. Quando a palma foi cultivada todo tempo junto com as plantas daninhas (0 SPD) essa eficiência teve uma redução de 88,46% (7,5  $\text{kg mm}^{-1}$ ) na produção de massa verde, e de 90,00% (0,5  $\text{kg mm}^{-1}$ ) na produção de massa seca.

De acordo com Pereira et. al. (2014), as plantas daninhas diminuem a disponibilidade de água no solo devido à interceptação de parte da água precipitada que fica retida nas folhas, dessa forma, esta volta à atmosfera em forma de vapor ou penetra no mesófilo. Essa competição pela água do solo entre a cultura e as plantas daninhas pode afetar negativamente a absorção e distribuição dos nutrientes a cultura.

Para o segundo ciclo de avaliação, os tratamentos com períodos iniciais de convivência com plantas daninhas também tiveram reduções na EUA para produção de massa verde (95,61%) e produção de massa seca (95,54%) em função dos níveis de competição exercido pelas plantas daninhas, com valores entre 11,80 mm (360 CPD) a 268,90 mm (0 SPD)  $\text{kg mm}^{-1}$ , e EUA na produção massa seca entre 1,20 (360 CPD) a 26,90 (0 SPD)  $\text{kg mm}^{-1}$ . Já em relação aos tratamentos com períodos iniciais sem plantas daninhas, a palma não conseguiu resistir aos efeitos diretos e indiretos causado pela matocompetição, culminando com a morte da cultura no tratamento 0 SPD, enquanto no tratamento 360 SPD a palma forrageira chegou a obter 266,80  $\text{kg mm}^{-1}$  para EUA na produção de massa verde, e 26,70  $\text{Kg mm}^{-1}$  para EUA na produção de massa seca.

Os resultados aqui apresentados corroboram com o desempenho relatado por Ferraz (2018), que avaliando a eficiência do uso da água de seis genótipos de palma forrageira, dentre eles a palma miúda, em dois municípios de Pernambuco, encontrou

máxima eficiência do uso da água para produção de massa seca com valor de 26,00 kg mm<sup>-1</sup>.

Henriques (2016) trabalhando com clones da palma forrageira com 24 meses de plantio encontrou para a palma miúda valor de 83,2 Kg mm<sup>-1</sup> para produção de massa verde, e de 7,83 Kg mm<sup>-1</sup> para produção de massa seca. Silva et al. (2020) avaliando a eficiência no uso de água da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana (OEM) obteve EUA de 307,2 Kg mm<sup>-1</sup> no sistema de plantio em sequeiro com precipitação pluvial de 511,2 mm. Queiroz et al. (2016), analisando as relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido, verificaram eficiência no uso da água de 140,2 Kg mm<sup>-1</sup>, considerando a evapotranspiração de 985,77 mm para o ciclo de 380 dias.

A eficiência no uso da água na palma forrageira se deve à sua forma de assimilar o CO<sub>2</sub>, através do metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que abre os estômatos à noite em temperaturas amenas, para captar e fixar CO<sub>2</sub> e, durante o dia com estômatos fechados e em altas temperaturas, incorpora CO<sub>2</sub>, evitando a perda de água e aumentando seu aproveitamento, possibilitando sua produção em regiões áridas e semiáridas (RODRIGUES et al., 2016; TAIZ et al., 2017). No entanto, para que ocorra o uso eficiente da água pela palma, algumas características meteorológicas são essenciais, como a umidade relativa do ar que precisa estar acima de 40% e temperatura diurnonoturna de 25 a 15°C. Em algumas regiões do semiárido, a alta temperatura noturna é o principal fator de redução da produtividade e até a morte da planta (SANTOS et al., 2006).

## 6 CONCLUSÃO

Mediante aos resultados apresentados, pode-se concluir que:

A capina quando realizada de forma planejada, demonstrou ser uma atividade economicamente viável, contudo, foi um dos itens que mais onerou o cultivo da palma forrageira, representando em média, 19,05% e 69,23% do custo total de produção do primeiro e do segundo ciclo de avaliação, respectivamente.

Quando a produção da palma é voltada apenas para o comércio de forragem, a maior relação benefício/custo é obtido quando realizado o controle das plantas daninhas até os primeiros 240 DAP, sendo esse período de controle reduzido para 120 DAP quando parte dessa produção (1/3) for destinada a venda de cladódios sementes.

Para obter maior retorno econômico, recomenda-se fazer o controle das plantas daninhas até os 360 DAP, independente do destino final da produção da palma forrageira.

A venda de cladódio semente demonstrou ser mais viável economicamente que a venda de forragem.

A competição exercida pelas plantas daninhas no primeiro ciclo de avaliação causou reduções da eficiência do uso da água para produção de massa verde de 88,70%, e no segundo ciclo de avaliação essa redução foi de 95,61%.

A palma forrageira conseguiu expressar a máxima eficiência do uso da água quando conviveu todo tempo sem a presença das plantas daninhas, produzindo 65,90 kg mm<sup>-1</sup> no primeiro ciclo de avaliação, e 268,90 kg mm<sup>-1</sup> no segundo ciclo de avaliação.

## REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F.S. et al. Agostinetto, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. **Embrapa Soja**, Londrina, PR Agosto, 2017.
- ALVES, H.F.L. **Custo de implantação e produtividade de palma forrageira das espécies Gigante (Opuntia fícus indica Mill) e Miúda (Nopalea cochenillifera Salm Dyck), em sistema de cultivo adensado.** Trabalho de conclusão de curso - Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, 2014.
- ARAÚJO JÚNIOR, G.N. **Respostas morfo-fenológicas, agronômicas e benefícios econômicos de clones de palma forrageira sob deficit hídrico controlado.** Dissertação de Mestrado – Programa de pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada - PE, 2019.
- BEZERRA, S.A.F. et al. Demanda hídrica bruta da palma forrageira em cenários futuros de mudanças climáticas no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.6, p.1628-1643, 2015.
- BLANK, T.; TARQUIN, A. **Engenharia econômica.** 6. ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, xix, 756 p. 2012.
- CAVALCANTI, F. J.A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: segunda aproximação. **Instituto Agrônomo de Pernambuco**, IPA, 212 p. 2008.
- FERRAZ, A. F. F. **Avaliação de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão de Pernambuco.** Tese de Doutorado - Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará e Universidade Federal da Paraíba), Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE - Recife, 2018.
- GALEANO, E. A.V.; VENTURA, J.A. Análise comparativa de custos de produção e avaliação econômica dos abacaxis „Vitória“, „Pérola“ e „Smooth Cayenne“. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.61, n.1, p.1-7, 2018.

HENRIQUES, L.C. **Desempenho bioeconômico de clones de palma forrageira sob diferentes manejos hídricos**. Dissertação de Mestrado – Programa de pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada - PE, 2016.

KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.37-44, 2003.

LOPES, M.N. **Ecofisiologia, nutrição e análise econômica da palma forrageira sob diferentes manejos no semiárido brasileiro**. Tese de Doutorado - Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará e Universidade Federal da Paraíba), Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE - Recife, 2016.

LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. **Custo de produção do gado de corte**. Lavras, MG: UFLA, 2002.

LIMA, G.F.C. et al. Palma Forrageira irrigada e adensada: uma reserva Forrageira estratégica para o Semiárido Potiguar. **EMPARN. Parnamirim**, Rio Grande do Norte, Brasil, 2015.

MAIA NETO, A.L. Utilização da palma forrageira para a produção de leite no semi-árido nordestino, **Bahia Agrícola**, v.5, n.3, 2003.

MORAIS, J.E.F. **Evapotranspiração real efetiva e indicadores agrometeorológicos e econômicos em cultivo de palma forrageira irrigada**. Dissertação de Mestrado – Programa de pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada - PE, 2016.

PEREIRA, F. C. M. et al. Interferência de plantas daninhas: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n. especial, p.236-255, 2014.

QUEIROZ, M.G. et al. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **Revista Irriga**. v.1, n.1 p.141-154, 2016.

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

RODRIGUES, A.M. et al. Valor nutricional de cladódios *Opuntia ficus-indica* de ecótipos portugueses. **Jornal búlgaro de Ciências Agrícolas**, v.22, n.1, p.40-45, 2016.

SANTOS, C.A.; SÁ, H.C.M.; MOREIRA, M.A. Análise do custo de produção e sensibilidade econômica e financeira na cultura de inhame (*dioscorea sp.*) no município de malhador-Se. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v.10, n.10, p.432-443, 2021.

SANTOS, D.C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira em Pernambuco**. Recife: IPA, 48p. (IPA. Documentos, 30), 2006.

SILVA, E.C.B. et al. Efeito da Irrigação Suplementar na Produtividade e Eficiência no Uso de Água da Palma Forrageira. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.6, p.2744-2759, 2020.

SILVEIRA, V.C. et al. **Estudo da temática de viabilidade econômica: Avaliação das publicações apresentadas através do periódicos Capes entre os anos 2007 a 2016**. I Encontro internacional de gestão, desenvolvimento e inovação, 2017.

SOARES, M. A. S. et al. 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, D. M.G. et al. Manejo da adubação fosfatada para culturas anuais no Cerrado. **EMBRAPA, Circular técnica 33**. 2016.

SOUZA, J. L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

SPÍNOLA, A. M. et al. Palma-forrageira: Potencialidades para as propriedades rurais do Espírito Santo. **Incaper**, 2020.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre, Artmed. 858 p. 2017.

THORNTWAITE, C.W.; MATHER, J. R. **Instructions and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance**. Ceteron: Rexel Institute Of Technology-Laboratory, 1955.

## CAPÍTULO II - FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento fitossociológico na cultura da palma forrageira, submetido a diferentes períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, durante dois ciclos de avaliações. Para condução do experimento foi adotado o delineamento em blocos casualizados, sendo avaliada a variedade de palma miúda em 10 períodos de controle e 10 períodos de convivência com as plantas daninhas. De acordo com os resultados observados, no primeiro ciclo de avaliação a comunidade infestante de plantas daninhas foi composta por 45 espécies, entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, distribuídas entre 20 famílias, enquanto que no segundo ciclo de avaliação foram contabilizadas apenas 25 espécies e 12 famílias, o que corresponde a uma redução de 44,44% e 40,00%, respectivamente. Ao final da condução do experimento (360 DAP), poucas plantas fizeram parte da composição florística, sendo observadas cinco espécies no primeiro ciclo de avaliação, e seis espécies no segundo ciclo de avaliação, e na ocasião o *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) e a guaxuma (*Sida rhombifolia*) foram as únicas espécies a estarem presentes no final dos dois ciclos, com destaque para essa última, que apresentou as maiores Den (19,0 plantas m<sup>2</sup>), e Der (67,9%) no primeiro ciclo, enquanto que no segundo ciclo o capim-colonião (*Panicum maximum*) obteve as maiores Den (4,0 plantas m<sup>2</sup>), e Der (36,4%). Em relação a Abu, Abr e IVI, no primeiro ciclo de avaliação o guaxuma (*Sida rhombifolia*) obteve os maiores índices com valores de 19,76% e 169,1, respectivamente, superando espécies como *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*), que nas mesmas condições apresentou Abu (3,0), Abr (12,0%) e IVI (142,7); enquanto que no segundo ciclo de avaliação para essas mesmas variáveis o capim-colonião (*Panicum maximum*) superou às demais espécies com valores de 4,0, 36,4% e 158,5, nessa mesma ordem. Mediante aos resultados apresentados, conclui-se que as espécies de plantas daninhas guaxuma (*Sida rhombifolia*), capim-colonião (*Panicum maximum*) e *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*), por se destacarem em relação aos principais índices fitossociológicos são espécies alvos de futuros programas de controle de plantas daninhas.

**Palavras-chaves:** Índice de valor de importância, densidade, abundância.

## CHAPTER II - PHYTOSOCIOLOGY OF WEEDS IN FORAGE PALM CULTIVATION

**Abstract:** The present study aimed to conduct a phytosociological survey in forage palm cultivation subjected to different periods of weed control and coexistence, over two evaluation cycles. For the experiment, a randomized block design was adopted, with the small palm variety evaluated over 10 periods of weed control and 10 periods of weed coexistence. According to the observed results, in the first evaluation cycle, the weed infestation community comprised 45 species, including both monocotyledons and dicotyledons, distributed among 20 families. In contrast, in the second evaluation cycle, only 25 species and 12 families were recorded, corresponding to a reduction of 44.44% and 40.00%, respectively. At the end of the experiment (360 DAP), few plants were part of the floristic composition, with five species observed in the first evaluation cycle and six species in the second evaluation cycle. At that time, *Brachiaria decumbens* (cv. Basilisk) and *Sida rhombifolia* were the only species present at the end of both cycles, with the latter standing out, showing the highest Den (19.0 plants m<sup>-2</sup>) and Der (67.9%) in the first cycle, while in the second cycle, *Panicum maximum* had the highest Den (4.0 plants m<sup>-2</sup>) and Der (36.4%). Regarding Abu, Abr, and IVI, in the first evaluation cycle, *Sida rhombifolia* obtained the highest indices with values of 19.76% and 169.1, respectively, surpassing species like *Brachiaria decumbens* (cv. Basilisk), which under the same conditions showed Abu (3.0), Abr (12.0%), and IVI (142.7). In the second evaluation cycle, for these same variables, *Panicum maximum* surpassed other species with values of 4.0, 36.4%, and 158.5, respectively. Based on the presented results, it is concluded that the weed species *Sida rhombifolia*, *Panicum maximum*, and *Brachiaria decumbens* (cv. Basilisk), due to their prominence in relation to the main phytosociological indices, are targets for future weed control programs.

**Keywords:** Index of Importance Value (IVI), Density, Abundance.

## 7 INTRODUÇÃO

Por serem da família das Cactáceas e possuírem o metabolismo fotossintético Ácido das Crassuláceas - CAM, a palma forrageira (*Opuntia cochenillifera*) abre seus estômatos a noite e fixam o CO<sub>2</sub> atmosférico e respiratório em oxalacetato, usando o fosfoenolpiruvato, depois transforma-o em malato, que será utilizado durante o dia, na incorporação do CO<sub>2</sub> em esqueletos de carbono (TAIZ et al., 2017). Além disso, a palma fecha seus estômatos durante o dia, quando a temperatura é mais elevada, evitando a perda de água. Essa característica é uma adaptação muito importante para a sobrevivência dessas plantas em ambientes áridos e semiáridos, fazendo assim, um eficiente uso da água.

A eficiência no uso da água (kg de água/kg de matéria seca) por parte das plantas CAM é muito superior às plantas de metabolismo C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. Em relação às plantas C<sub>3</sub> essa superioridade atinge até onze vezes (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013). As plantas com esse mecanismo apresentam aproximadamente a relação de 50:1, ou seja, 50 kg de água para cada 1 kg de matéria seca formada, enquanto as plantas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> apresentam eficiências de 1000:1 e 500:1, respectivamente (PEREIRA et al., 2012).

Em estudo desenvolvido no município de Curaçá-BA, em condições de campo e com irrigação, Rocha et al. (2017) avaliaram genótipos de palma forrageira e relataram valores altos para a eficiência no uso da água para as cultivares miúda (62 kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), Orelha de elefante mexicana (124 kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) e genótipo IPA 20 (72 kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) aos 16 meses após o corte.

Contudo, de modo geral, as plantas para obter altas produtividades necessitam de condições de clima e solo favoráveis, e neste caso, fatores como água, nutrientes minerais disponíveis no solo, intensidade, qualidade e quantidade de horas de luz, temperatura e concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera irão determinar a taxa de crescimento das plantas. A ausência ou disponibilidade limitada de um ou mais desses fatores reduz a taxa de crescimento ou até paralisa o crescimento das plantas (PUIATTI & FINGER, 2005). A disponibilidade desses fatores pode ser influenciada, também, pela competição exercida pelas plantas daninhas, podendo interferir negativamente na produtividade e na qualidade dos produtos colhidos (SILVA & SILVA, 2007), sendo de fundamental

importância a adoção de um conjunto de medidas que tenha como objetivo a redução desses impactos.

Nesse sentido, o controle das plantas daninhas é uma das práticas culturais que mais contribuí para o desenvolvimento das culturas agrícolas. No entanto, antes da escolha do melhor método de controle, o produtor precisa conhecer a dinâmica do agroecossistema local, sendo o levantamento fitossociológico uma ferramenta de grande importância, pois são através desses estudos que se obtêm informações específicas das espécies existentes, como densidade, frequência, abundância e a importância relativa de uma espécie em comparação à comunidade infestante total. Logo, o levantamento fitossociológico, como ferramenta, permite que se façam várias inferências sobre a comunidade infestante em uma determinada área, e o conhecimento formado a partir dessas informações permite a formação de programas mais eficazes de manejo de plantas daninhas em áreas cultivadas (ADEGAS et al., 2010; SILVA et al., 2018; PRATES et al., 2019).

Culturas como milho, soja, feijão, entre outras, são bastante comuns estudos que caracterizam a comunidades infestantes de plantas daninhas e suas relações com as plantas cultivadas. No entanto, apesar da importância socioeconômica que a palma forrageira representa para as regiões semiáridas, é bastante evidente a lacuna quanto às informações referentes à composição e as interferências exercidas pelas plantas daninhas no desenvolvimento desta cultura. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento fitossociológico na cultura da palma forrageira submetido a diferentes períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, durante dois ciclos de avaliações.

## 8 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de maio de 2019 a maio de 2021, na área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo, AL (“09°28’02” S e 35°49’43” W, 127 m de altitude). O clima da região, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather é quente e úmido (B1) megatérmico (A<sup>w</sup>), com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno (w2). A precipitação pluvial média da região é de 1.800 mm por ano. O período chuvoso se estende da primeira quinzena de abril à segunda quinzena de agosto, cuja chuva corresponde a 70% do total anual, e o período de menor incidência de chuvas vai de meados de outubro até a segunda quinzena de fevereiro (Souza et al., 2004). O solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso argissólico, com textura médio-argilosa e declividade inferior a 2%.

Para condução do experimento foi adotado o delineamento em blocos casualizados, sendo avaliados vinte períodos de controle e de convivência, assim descrito: 10 períodos de convivência (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio) a partir dos quais a cultura principal conviveu naturalmente com as plantas daninhas, e 10 períodos de controle (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio) a partir dos quais a cultura permaneceu livre da competição com as plantas.

O preparo do solo da área experimental foi realizado de forma mecanizada, através de uma gradagem profunda e duas niveladoras. Para correção da acidez do solo, foi levada em consideração a análise química do solo (Tabela 5), sendo feito a calagem com objetivo de obter 80% da saturação de bases. O plantio ocorreu no dia 07 de maio de 2019, aonde foram previamente selecionados cladódios de palma forrageira, da variedade miúda (*Nopalea cochenillifera*) isentos de pragas e doenças, os quais após a seleção passaram 8 dias ao ar livre em um processo de desidratação e selamento do corte, em seguida enterrados até 30% de seu tamanho. As parcelas experimentais foram constituídas por três fileiras com 2 m de comprimento cada e espaçamento de 1,20 x 0,20 m, perfazendo uma densidade populacional de 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

Para realização da adubação foram abertos pequenos sulcos ao lado das linhas de plantio da palma, e a adubação efetuada aos 30 dias após o plantio (DAP), utilizando 40 kg de N; 93,6 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  e 148,9 kg de  $K_2O$  por hectare, sendo essa recomendação definidos a partir da análise química do solo, e de estudos realizados por alguns pesquisadores, onde a quantidade de fósforo utilizada foi com base na sua capacidade tampão e o nitrogênio foi com base no teor de matéria orgânica presente no solo, conforme Souza et al. (2016) e o potássio de acordo com Cavalcanti (2008).

Tabela 5. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, no município de Rio Largo - AL, 2024.

Determinações	Resultados	Determinações	Resultados
pH em água	5,80	SB (soma de bases)	4,54
Sódio ( $mg\ dm^{-3}$ )	10,00	CTC efetiva ( $cmol\ dm^{-3}$ )	4,62
Fósforo ( $mg\ dm^{-3}$ )	5,00	CTC total ( $cmol\ dm^{-3}$ )	7,83
Potássio ( $mg\ dm^{-3}$ )	120,00	Matéria orgânica (%)	2,20
Cálcio ( $cmol\ dm^{-3}$ )	3,05	Saturação de bases (%)	59,00
Magnésio ( $cmol\ dm^{-3}$ )	1,19	Saturação de Al (%)	1,00
Ca + Mg ( $cmol\ dm^{-3}$ )	3,24	Saturação de Ca (%)	39,00
Alumínio ( $cmol\ dm^{-3}$ )	0,03	Saturação de Mg (%)	15,20
H + Al ( $cmol\ dm^{-3}$ )	3,24	Saturação de K (%)	4,00

Fonte: Central Analítica de Alagoas

Como a palma forrageira é uma cultura que pode ser colhida com um ano após o plantio, o presente estudo consistiu de dois ciclos de avaliações, e cada ano de avaliação compreendeu um ciclo, sendo adotada a mesma metodologia durante os dois anos de condução do experimento.

## 8.1 Avaliação das Plantas Daninhas

As avaliações da comunidade de plantas daninhas foram realizadas ao final dos períodos de convivência (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 dias após o

plântio), para os tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas, e aos 360 DAP para os tratamentos que permaneceram todo o tempo em competição com as plantas daninhas. Na coleta das plantas daninhas utilizou-se um quadrado vazado (50cm x 50cm), o qual foi lançado de forma aleatória na área útil de cada parcela. Em cada amostra, as plantas daninhas foram coletadas rente ao solo, para determinação do número de plantas por m<sup>2</sup>. Em seguida foram contadas e, posteriormente levada a estufa de circulação forçada de ar a 65° C por (72 horas), até obtenção da massa seca constante.

A identificação da comunidade infetante de plantas daninhas foi realizada seguindo as recomendações de Lorenzi (2006). Após as espécies serem identificadas (família, nome botânico e nome comum) quantificadas (plantas m<sup>-1</sup>), e determinadas a massa seca da parte aérea (gramas planta<sup>-1</sup>), foram calculados os seguintes índices fitossociológicos, conforme a fórmula proposta por Mueller Dombois & Elleberg (1974):

$$\text{Densidade (Den)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total coletada}}$$

$$\text{Densidade relativa (Der)} = \frac{\text{Densidade da espécie} \times 100}{\text{Densidade total da espécie}}$$

$$\text{Frequência (Fre)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de parcelas que contém a espécie} \times 100}{\text{N}^{\circ} \text{ total de amostra utilizada}}$$

$$\text{Frequência (Frr)} = \frac{\text{Frequência da espécie} \times 100}{\text{Frequência total de de todas as espécies}}$$

$$\text{Abundância (Abu)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de parcelas contendo a as espécie}}$$

$$\text{Abundância relativa (Abr)} = \frac{\text{Abundância da espécie} \times 100}{\text{Abundância total de todas as espécie}}$$

$$\text{Massa seca relativa (Msr)} = \frac{\text{Massa seca da espécie} \times 100}{\text{Massa seca total de todas as espécies}}$$

$$\text{Índice de valor de importância (IVI)} = \text{Frr} + \text{Der} + \text{Abr} + \text{Msr}$$

## 9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ciclo de avaliação (Tabela 6), a comunidade infestante de plantas daninhas foi composta por 45 espécies, entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, distribuídas em 20 famílias, sendo elas: *Poaceae* com sete espécies, sendo a família com maior número de representantes seguido por *Malvaceae*, *Asteraceae* e *Fabaceae* com cinco espécies cada, enquanto que a *Cyperaceae* foi à quinta família mais numerosa com quatro espécies, superando a família *Rubeliaceae* que foi representada por três espécies, e as famílias *Euphorbiaceae* e *Leguminosae*, tendo essas duas espécies cada. As demais espécies foram distribuídas entre as famílias: *Amaranthaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Compositae*, *Commelinaceae*, *Cucurbitáceas*, *Lamiaceae*, *Loganiáceas*, *Molluginaceae*, *Phyllanthaceae*, *Solanaceae* e *Turneraceae*, sendo cada família representada por uma espécie. O total de famílias e de espécies do presente trabalho foi maior que o resultado encontrado por Cavalcante et al. (2017), os quais avaliando no município de Rio Largo, períodos de interferência de plantas daninhas em genótipos de batata-doce, identificou 26 espécies, distribuída entre 14 famílias, com destaque para *Poaceae* e *Asteraceae*, as quais tiveram quatro espécie cada.

No segundo ciclo de avaliação, a comunidade infestante de plantas daninhas foi composta por 25 espécies, entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, distribuídas em 12 famílias, o que corresponde a uma redução de 44,44% do número de espécies, e de 40,00% do número de família. Assim como ocorreu no primeiro ciclo de avaliação, a *Poaceae* foi à família que apresentou o maior número de espécie com cinco representantes, mesmo valor encontrado para *Asteraceae*, as quais foram seguidas pela *Cyperaceae* com três espécies, *fabaceae*, *malvaceae* e *rubiaceae* com duas espécies, enquanto as famílias: *Compositae*, *Euphorbiaceae*, *Lamiaceae*, *Phyllanthaceae*, *Solanaceae* e *Turneraceae* foram cada representada por uma espécie.

Tabela 6. Espécies de plantas daninhas coletadas ao final de cada período de convivência (30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 e 360 DAP), nos tratamentos com períodos iniciais de controle de plantas daninhas e na época de colheita da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.

<b>1º Ciclo de avaliação</b>		
<b>Família</b>	<b>Nome botânico</b>	<b>Nome comum</b>
<i>Poaceae</i>	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. <i>Basilisk</i>	Brachiaria decumbens
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum conspersum</i>	Capim do brejo
<i>Poaceae</i>	<i>Digitaria</i> ssp <i>Willd.</i>	Capim colchão
<i>Poaceae</i>	<i>Digitaria insularis</i>	Capim sempre verde
<i>Poaceae</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim carrapicho
<i>Poaceae</i>	<i>Eleusine indica</i> (L.) <i>Gaertn.</i>	Capim-pé-de-galinha
<i>Poaceae</i>	<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida cordifolia</i>	Malva-branca
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida</i> <i>Espinosa</i>	Guanxuma
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida linifolia</i>	Vassoura-fina
<i>Malvaceae</i>	<i>Althaea officinalis</i>	Alteia
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida urens</i>	Urtiga
<i>Asteraceae</i>	<i>Galinoga parviflora</i> <i>Cav.</i>	Picão branco
<i>Asteraceae</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	Buva
<i>Asteraceae</i>	<i>Emilia fosbergii</i> <i>Nicolson</i>	Pincel
<i>Asteraceae</i>	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.)	Falsa-serralha
<i>Asteraceae</i>	<i>Ageratum conyzoides</i> <i>L.</i>	Mentrasto
<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa pudica</i>	Dormideira

<i>Fabaceae</i>	<i>Aeschynomene denticulata</i>	Angiquinho
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia plumosa</i>	Unha de gato
<i>Fabaceae</i>	<i>Senna occidentalis</i>	Fedegoso
<i>Fabaceae</i>	<i>Calopogonium mucunoides Des</i>	Calopogônio
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus iria</i>	Tiririca do brejo
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus difformis</i>	Junquinho
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus rotundus L.</i>	Tiririca
<i>Cyperaceae</i>	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Cuminho
<i>Rubiaceae</i>	<i>Spermacoce verticillata</i>	Vassourinha-de-botão
<i>Rubiaceae</i>	<i>Richardia grandiflora (Cham. &amp; Schtdl.)</i>	Poaia branca
<i>Rubiaceae</i>	<i>Palicourea marcgravii</i>	Vick
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Chamaesyce hyssopifolia (L.)Small</i>	Burra-leiteira
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Croton lobatos L.</i>	Erva-de-rola
<i>Leguminosae</i>	<i>Desmodium barbatum (L.)</i>	Pega-pegá
<i>Leguminosae</i>	<i>Desmodium tortuosum</i>	Carrapicho beijo de boi
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Caruru
<i>Boraginaceae</i>	<i>Heliotropium indicum L.</i>	Crista de galo
<i>Brassicaceae</i>	<i>Cleome affinis DC.</i>	Mussambê
<i>Compositae</i>	<i>Acanthospermum australe (Loefl.)</i>	Carrapicho rasteiro
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeraba
<i>Cucurbitáceas</i>	<i>Momordica charantia L.</i>	Melão de São Caetano
<i>Lamiaceae</i>	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	Hortelã do campo
<i>Loganiáceas</i>	<i>Spigelia</i>	Spigelia anthelmia

<i>Molluginaceae</i>	<i>Mollugo verticillata L.</i>	Capim tapete
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus tenellus Roxb.</i>	Quebra-pedra
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum paniculatum</i>	Jurubeba
<i>Turneraceae</i>	<i>Turnera subulata L.</i>	Xanana
<b>2º Ciclo de avaliação</b>		
<b>Família</b>	<b>Nome botânico</b>	<b>Nome comum</b>
<i>Poaceae</i>	<i>Digitaria insularis</i>	Capim amargoso
<i>Poaceae</i>	<i>Brachiaria decumbens cv. basilisk</i>	Brachiaria decumbens
<i>Poaceae</i>	<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião
<i>Poaceae</i>	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Capim-mão-de-sapo
<i>Poaceae</i>	<i>Paspalum conspersum</i>	Capim do brejo
<i>Asteraceae</i>	<i>Emilia sonchifolia (L.)</i>	Falsa-serralha
<i>Asteraceae</i>	<i>Emilia fosbergii Nicolson</i>	Pincel
<i>Asteraceae</i>	<i>Galinoga parviflora Cav.</i>	Picão branco
<i>Asteraceae</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	Buva
<i>Asteraceae</i>	<i>Ageratum conyzoides L.</i>	Mentrasto
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus difformis</i>	Junquinho
<i>Cyperaceae</i>	<i>Fimbristylis</i>	Cuminho
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia plumosa</i>	Unha de gato
<i>Fabaceae</i>	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida cordifolia</i>	Malva-branca
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida rhombifolia</i>	Guaxuma

<i>Rubiaceae</i>	<i>Spermacoce verticillata</i>	Vassourinha-de-botão
<i>Rubiaceae</i>	<i>Richardia grandiflora (Cham. &amp; Schlttdl.)</i>	Poaia branca
<i>Compositae</i>	<i>Acanthospermum australe (Loefl.)</i>	Carrapicho rasteiro
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Chamaesyce hyssopifolia (L.)Small</i>	Burra-leiteira
<i>Lamiaceae</i>	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	Hortelã do campo
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus tenellus Roxb.</i>	Quebra-pedra
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum paniculatum</i>	Jurubeba
<i>Turneraceae</i>	<i>Turnera subulata L.</i>	Xanana

Fonte: Autor

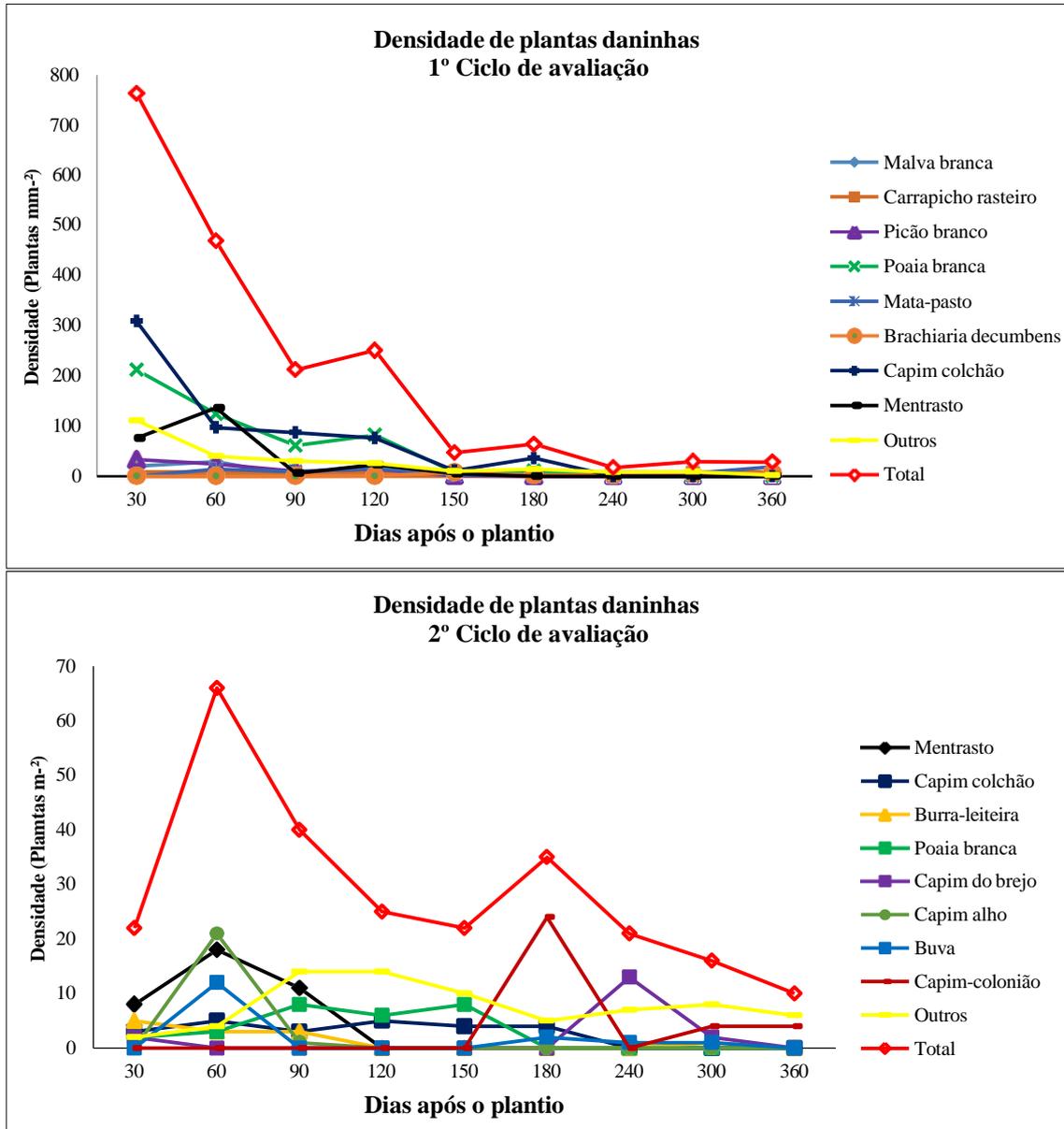
### 9.1 Densidade total de plantas daninhas

Observando a densidade de plantas daninhas (Figura 4), é possível constatar que houve diferença no comportamento da comunidade infestante entre os dois anos de avaliação, não apenas em relação ao número total de indivíduos, como também em relação o período no qual foi registrada a maior densidade, uma vez que no primeiro ciclo de avaliação a maior densidade foi alcançada nos primeiros 30 DAP da palma forrageira, com 763 plantas m<sup>2</sup>, enquanto que no segundo ciclo o pico máximo foi observado aos 60 DAP, com 66 plantas m<sup>2</sup>, ou seja, do primeiro para o segundo ano de estudo houve uma redução de 91,35% da densidade total de plantas. A justificava para essa diferença, se deve, principalmente, ao fato de a cultura principal apresentar crescimento vegetativo lento nos primeiros meses de desenvolvimento, permitindo uma maior área de exploração dos recursos naturais por parte das plantas daninhas, enquanto no segundo ano de avaliação a palma forrageira encontrava-se com maior arquitetura e com maior capacidade competitiva, dificultando a germinação e desenvolvimento das espécies daninhas.

Outro ponto a ser observado é que durante os dois anos da pesquisa observou-se que à medida que avançavam os períodos de avaliações muitas plantas encontravam-se

senescentes ao ponto de não serem mais observado nenhum representante para a maioria das espécies ao final do experimento, com exceção do Guaxuma (*Sida rhombifolia*) e do brachiaria decumbens (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*), que aos 360 DAP do primeiro ciclo de avaliação ainda foram representados por 19 e 6 por plantas m<sup>2</sup>, nessa mesma ordem, e no segundo ciclo de avaliação com destaque para a tiririca (*Cyperus rotundus*) e mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), que no último período de avaliação obtiveram densidade 21 e 18 plantas m<sup>2</sup>, respectivamente. Tais resultados corroboram com o trabalho de Silva Júnior (2020), que analisando a densidade da comunidade infestante no cultivo do abacaxizeiro, no espaçamento em fileiras simples obteve o maior número de indivíduos aos 30 DAP com 471 plantas m<sup>2</sup>, contudo, no espaçamento em fileiras duplas o mesmo autor encontrou aos 90 DAP densidade de 619 plantas m<sup>2</sup>, sendo esses valores aos 420 DAP drasticamente reduzidos para 8 e 10 plantas m<sup>2</sup>, respectivamente.

Figura 4. Densidade total e densidade das principais plantas daninhas (plantas m<sup>-2</sup>) em função dos períodos de convivência com a palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.



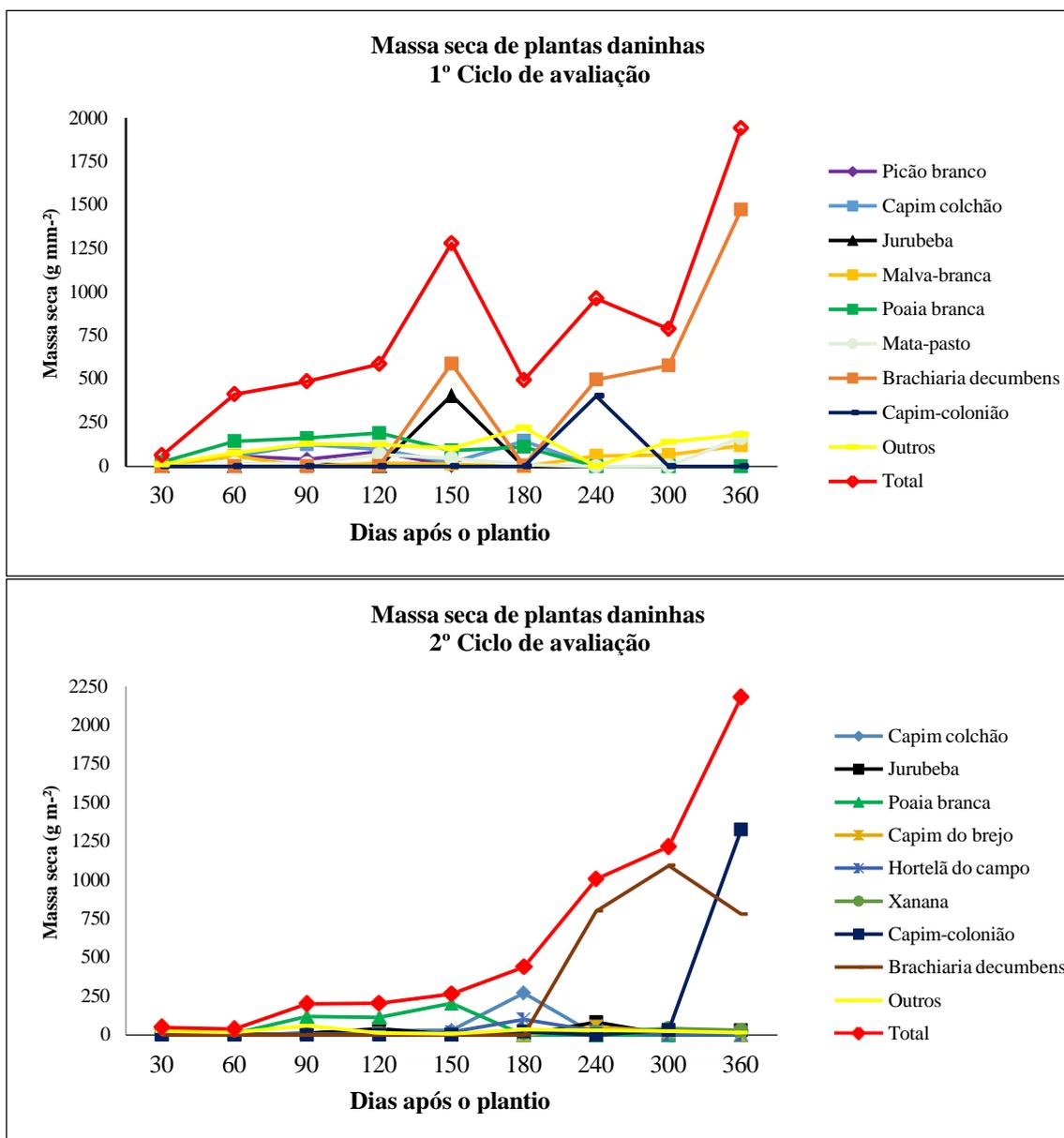
Fonte: Autor

## 9.2 Massa seca total de plantas daninhas

Analisando os dados de massa seca nos dois ciclos de avaliações (figura 5), nota-se crescente acúmulo total de matéria seca até o final de cada experimento, sendo que no primeiro ciclo, antes das plantas atingirem o total máximo de massa seca aos 360 DAP que foi de 1.941,7 g m<sup>-2</sup>, teve um crescimento significativo aos 150 DAP com 1.280,2 g m<sup>-2</sup>, seguida de uma queda no período seguinte, retomando o aumento de matéria seca aos 240 DAP com 963,8 g m<sup>-2</sup>. Já no segundo ciclo de avaliação, nos primeiros 180 DAP as plantas daninhas apresentaram baixo acúmulo no total de massa seca, com crescimento quase que linear, e posterior a esse período o acúmulo de matéria seca total ocorreu de forma exponencial chegando a obter 2.181,0 g m<sup>-2</sup> aos 360 DAP.

Crescimentos progressivos no acúmulo total de massa seca como visto no presente trabalho, pode ser explicado através do comportamento de algumas plantas daninhas como *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) e Capim-colônia (*Panicum maximum*), que assim como as demais espécies inicialmente apresentaram pouca produção de massa seca, mas ao final do experimento se destacaram, pois mesmo tendo a densidade reduzida chegaram a acumular grande quantidade de massa seca, sendo responsáveis por quase toda a biomassa acumulada pela comunidade infestante. De acordo com 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.

Figura 5. Massa seca total e massa seca das principais plantas daninhas ( $\text{g m}^{-2}$ ) em função dos períodos de convivência com a palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.



Fonte: Autor

### 9.3 Parâmetros fitossociológicos

Analisando os parâmetros fitossociológicos no primeiro ciclo de avaliação aos 30 DAP (Tabela 7), para os dados Den e Der observa-se que a espécie capim colchão

(*Digitaria ssp Willd*) foi o grande destaque com valores de 309 plantas m<sup>2</sup> e 41,5%, seguida pela poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schltld.)*) que teve 212 plantas m<sup>2</sup> e 27,8%; sendo que no segundo ciclo de avaliação foram contabilizados 8 plantas m<sup>2</sup> de mentrasto (*Ageratum conyzoides L.*) o que representa 36,4% do total de indivíduo, ultrapassando espécies como o capim colchão (*Digitaria ssp Willd*) que no segundo ano de avaliação sofreu grande declínio em relação a densidade, obtendo apenas 3 plantas m<sup>2</sup> e 13,6%; além de superar a burra-leiteira (*Chamaesyce hyssopifolia (L)Small*) que para esse período de avaliação teve considerável aumento, saindo de 3 plantas m<sup>2</sup> e 0,4% no primeiro ciclo, para 5 plantas m<sup>2</sup> e 22,7% no segundo ciclo, sendo essa, a segunda maior densidade.

Para os parâmetros Ms e Msr, nota-se que nos dois ciclos de avaliação algumas espécies além de apresentar domínio em termo de número de indivíduos, conseguiram transformando essa representatividade em maiores valores absoluto e relativo de matéria seca, como foi o caso da poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schltld.)*), e do capim colchão (*Digitaria ssp Willd*), que no primeiro ciclo de avaliação obtiveram 25,3 g m<sup>2</sup> e 38,8%, 15,7 g m<sup>2</sup> e 24,0%, respectivamente. No segundo ano de avaliação, a produção de massa seca seguiu a mesma tendência do ocorrido com a densidade, sendo observado grande redução da produção de biomassa, porém com participação muito semelhante de Ms e Msr, onde as espécies: mentrasto (*Ageratum conyzoides L.*), poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schltld.)*), capim colchão (*Digitaria ssp Willd*), picão branco (*Galinoga parviflora C.a*), e Burra-leiteira (*Chamaesyce hyssopifolia (L)Small*) atingiram as maiores produções de massa seca, em média 9,4 g m<sup>2</sup>, sendo essas espécies responsáveis por 77,1% da massa seca acumulada pelas plantas daninhas.

Quanto a Fre e Frr, nos dois anos de avaliação o mentrasto (*Ageratum conyzoides L.*) e a poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schltld.)*) tiveram presentes em diferentes pontos de amostragem da área experimental, com valores médios de 1,0 e 8,2% no primeiro ciclo de avaliação, enquanto no segundo ciclo de avaliação houve redução na frequência a qual passou para 0,5, e aumentou a frequência relativa que saltou para 18,2%. Uma das prováveis explicações para esse domínio se deve ao fato dessas espécies apresentarem as maiores densidades, aumentando a probabilidade de fazerem parte do grupo de plantas identificadas a cada parcela avaliada.

Em relação aos parâmetros Abu, Abr, e IVI, o capim colchão (*Digitaria ssp Willd*) apresentou os maiores índices no primeiro ciclo de avaliação com valores de 77,3, 31,8%, e 104,5 seguido pela poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schlttdl.)*) que teve 53,0, 21,8%, e 96,6; sendo que no segundo ciclo de avaliação o mentrasto (*Ageratum conyzoides L.*) assumiu os maiores valores com 4,0, 30,8%, e 105,0, e em segundo lugar a espécie burra-leiteira (*Chamaesyce hyssopifolia (L)Small*), a qual obteve abundância de 2,5, abundância relativa igual 19,2%, e índice de valor de importância na ordem de 78,9.

Tabela 7. Massa seca (MS), massa seca relativa (Msr), densidade (Den), densidade relativa (Der), frequência (Fre), frequência relativa (Frr), abundância (Abu), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI) das espécies de plantas daninhas coletadas aos 30 dias após o plantio da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.

<b>1º Ciclo de avaliação - 30 DAP</b>									
<b>Espécies</b>	<b>Den</b>	<b>Der</b>	<b>MS</b>	<b>Msr</b>	<b>Fre</b>	<b>Frr</b>	<b>Abu</b>	<b>Abr</b>	<b>IVI</b>
<i>Conyza bonariensis</i>	11,0	1,4	1,9	3,0	0,5	4,1	5,5	2,3	10,8
<i>Calopogonium mucunoides Des</i>	8,0	1,0	1,7	2,5	0,5	4,1	4,0	1,6	9,3
<i>Galinoga parviflora Cav.</i>	33,0	4,3	8,6	13,1	0,5	4,1	16,5	6,8	28,3
<i>Brachiaria purpurascens (Raddi) Henr.</i>	7,0	0,9	0,1	0,2	0,3	2,0	7,0	2,9	6,1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2,0	0,3	0,2	0,3	0,3	2,0	2,0	0,8	3,4
<i>Cyperus difformis</i>	17,0	2,2	0,8	1,2	0,5	4,1	8,5	3,5	11,0
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	0,1	0,1	0,1	0,3	2,0	1,0	0,4	2,7
<i>Digitaria ssp Willd.</i>	309,0	40,5	15,7	24,0	1,0	8,2	77,3	31,8	104,5
<i>Emilia sonchifolia (L.)</i>	3,0	0,4	0,2	0,3	0,8	6,1	1,0	0,4	7,2
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	8,0	1,0	1,0	1,5	0,5	4,1	4,0	1,6	8,3
<i>Solanum paniculatum</i>	8,0	1,0	0,7	1,1	0,5	4,1	4,0	1,6	7,9
<i>Sida cordifolia</i>	20,0	2,6	2,2	3,4	1,0	8,2	5,0	2,1	16,2
<i>Ageratum conyzoides L.</i>	76,0	10,0	2,0	3,1	1,0	8,2	19,0	7,8	29,1

<i>Cleome affinis</i> DC.	6,0	0,8	0,4	0,5	0,5	4,1	2,0	0,8	6,2
<i>Heliotropium indicum</i> L	3,0	0,4	0,9	1,3	0,3	2,0	3,0	1,2	5,0
<i>Desmodium barbatum</i> (L.)	7,0	0,9	0,4	0,6	0,3	2,0	7,0	2,9	6,5
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltl.)	212,0	27,8	25,3	38,8	1,0	8,2	53,0	21,8	96,6
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	11,0	1,4	0,8	1,2	0,5	4,1	5,5	2,3	8,9
<i>Acacia plumosa</i>	4,0	0,5	0,3	0,5	0,5	4,1	2,0	0,8	6,0
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	6,0	0,8	0,6	1,0	0,3	2,0	6,0	2,5	6,3
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L)Small	3,0	0,4	0,5	0,7	0,5	4,1	1,5	0,6	5,8
<i>Cenchrus echinatus</i>	1,0	0,1	0,0	0,1	0,3	2,0	1,0	0,4	2,6
<i>Mollugo verticillata</i>	4,0	0,5	0,4	0,6	0,3	2,0	4,0	1,6	4,8
<i>Spigelia</i>	1,0	0,1	0,3	0,4	0,3	2,0	1,0	0,4	3,0
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.)	2,0	0,3	0,2	0,3	0,3	2,0	2,0	0,8	3,4
<b>Total</b>	<b>763,0</b>	<b>100,0</b>	<b>65,2</b>	<b>100,0</b>	<b>12,3</b>	<b>100,0</b>	<b>242,8</b>	<b>100,0</b>	<b>400,0</b>

## 2º Ciclo de avaliação - 30 DAP

<b>Espécies</b>	<b>Den</b>	<b>Der</b>	<b>MS</b>	<b>Msr</b>	<b>Fre</b>	<b>Frr</b>	<b>Abu</b>	<b>Abr</b>	<b>IVI</b>
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	8,0	36,4	9,5	19,7	0,5	18,2	4,0	30,8	105,0
<i>Digitaria ssp</i> Willd.	3,0	13,6	9,2	18,9	0,5	18,2	1,5	11,5	62,3
<i>Solanum paniculatum</i>	1,0	4,5	0,8	1,7	0,3	9,1	1,0	7,7	23,0
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L)Small	5,0	22,7	9,1	18,7	0,5	18,2	2,5	19,2	78,9
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.)	2,0	9,1	9,6	19,8	0,5	18,2	1,0	7,7	54,8
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	1,0	4,5	5,2	10,8	0,3	9,1	1,0	7,7	32,1
<i>Paspalum conspersum</i>	2,0	9,1	5,0	10,4	0,3	9,1	2,0	15,4	43,9
<b>Total</b>	<b>22,0</b>	<b>100,0</b>	<b>48,5</b>	<b>100,0</b>	<b>2,8</b>	<b>100,0</b>	<b>13,0</b>	<b>100,0</b>	<b>400,0</b>

Fonte: Autor

Observando o número de plantas daninhas por área (Tabela 8), nota-se que as competições interespecífica e intraespecífica culminaram em um forte declínio dos parâmetros Den e Der, a exemplo do capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) que apesar de continuar sendo a espécie com maior quantidade de plantas aos 180 DAP, manteve apenas 11,7% do total de indivíduos contabilizados nos primeiros 30 DAP do primeiro ciclo de avaliação, porém relativamente maior (55,4%). Já no segundo ciclo de avaliação, a medida que avançavam-se o tempo de condução do experimento, o capim-colonião (*Panicum maximum*) apresentava maior perpetuação dentre as espécies, com 24 plantas m<sup>2</sup>, sendo essa densidade bastante significativa, uma vez que representa 68,6% do total de plantas presente na área.

Como as plantas daninhas continuaram desenvolvendo suas estruturas vegetativas, houve aumento no acúmulo de massa seca das principais espécies, em que o capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) continuou dominando a exploração dos recursos do meio, transformando essa superioridade em 146,0 g m<sup>2</sup> de MS e 29,5% de Msr no primeiro ciclo de avaliação, e uma produção de 270,4 g m<sup>2</sup> de MS no segundo ciclo de avaliação, sendo essa espécie responsável por 61,6% de toda massa seca acumulada aos 180 DAP do segundo ano de condução de experimento.

Para os parâmetros Fre e Frr, as espécies capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) e poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schltl.)*), no primeiro ciclo de avaliação foram iguais quanto a esse aspecto, com valores de 1 e 21,1%. No segundo ciclo de avaliação, observa-se que o capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) não apenas superou a poaia branca (*Richardia grandiflora (Cham. & Schltl.)*) e as demais espécies, como também aumentou a frequência relativa, pois enquanto as outras espécies apresentaram redução da frequência absoluta, o capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) continuou com a mesma frequência absoluta do ciclo anterior, o que corresponde a 36,4% da frequência relativa.

Em relação a Abu, Abr e IVI, o capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) demonstrou grande superioridade no primeiro ciclo de avaliação alcançando valores de 9,0, 31,3% e 137,2. Contudo, devido as reduções ocorrida no segundo ciclo de avaliação, essa espécie foi ultrapassada pelo o capim-colonião (*Panicum maximum*), que para esses mesmos índices apresentou resultados de 12,0, 69,2% e 160,9, respectivamente, enquanto que o capim colchão (*Digitaria ssp Will.*) obteve valores de 1 (Abu), 5,8 (Abr) e 115,2 (IVI), sendo a maior diferença entre as duas espécies observada em relação a

abundância relativa, contribuindo dessa forma, para que o capim-colonião (*Panicum maximum*) se destacasse em relação ao índice de valor de importância.

Tabela 8. Massa seca (MS), massa seca relativa (MSr), densidade (Den), densidade relativa (Der), frequência (Fre), frequência relativa (Frr), abundância (Abu), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI) das espécies de plantas daninhas coletadas aos 180 dias após o plantio da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.

**1º Ciclo de avaliação - 180 DAP**

<b>Espécies</b>	<b>Den</b>	<b>Der</b>	<b>MS</b>	<b>MSr</b>	<b>Fre</b>	<b>Frr</b>	<b>Abu</b>	<b>Abr</b>	<b>IVI</b>
<i>Althaea officinalis</i>	2,0	3,1	10,6	2,1	0,5	10,5	1,0	3,5	19,2
<i>Brachiaria decumbens cv Basilisk</i>	2,0	3,1	4,7	0,9	0,3	5,3	2,0	7,0	16,2
<i>Digitaria ssp Willd.</i>	36,0	55,4	146,0	29,5	1,0	21,1	9,0	31,3	137,2
<i>Sida rhombifolia</i>	1,0	1,5	10,1	2,0	0,3	5,3	1,0	3,5	12,3
<i>Momordica charantia L.</i>	2,0	3,1	110,0	22,2	0,3	5,3	2,0	7,0	37,5
<i>Richardia grandiflora (Cham. &amp; Schltdl.)</i>	11,0	16,9	112,0	22,6	1,0	21,1	2,8	9,6	70,2
<i>Calopogonium mucunoides Des</i>	2,0	3,1	4,8	1,0	0,3	5,3	2,0	7,0	16,3
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	1,0	1,5	26,0	5,3	0,3	5,3	1,0	3,5	15,5
<i>Digitaria insularis</i>	4,0	6,2	35,9	7,3	0,3	5,3	4,0	13,9	32,6
<i>Desmodium tortuosum</i>	1,0	1,5	2,7	0,5	0,3	5,3	1,0	3,5	10,8
<i>Emilia fosbergii Nicolson</i>	2,0	3,1	2,0	0,4	0,3	5,3	2,0	7,0	15,7
<i>Panicum maximum</i>	1,0	1,5	30,0	6,1	0,3	5,3	1,0	3,5	16,3
<b>Total</b>	<b>65,0</b>	<b>100,0</b>	<b>494,8</b>	<b>100,0</b>	<b>4,8</b>	<b>100,0</b>	<b>28,8</b>	<b>100,0</b>	<b>400,0</b>

## 2º Ciclo de avaliação - 180 DAP

<b>Espécies</b>	<b>Den</b>	<b>Der</b>	<b>MS</b>	<b>Msr</b>	<b>Fre</b>	<b>Frr</b>	<b>Abu</b>	<b>Abr</b>	<b>IVI</b>
<i>Digitaria ssp Willd.</i>	4,0	11,4	270,4	61,6	1,0	36,4	1,0	5,8	115,2
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	4,0	11,4	100,5	22,9	0,8	27,3	1,3	7,7	69,3
<i>Conyza bonariensis</i>	2,0	5,7	34,5	7,9	0,3	9,1	2,0	11,5	34,2
<i>Turnera subulata L.</i>	1,0	2,9	11,9	2,7	0,3	9,1	1,0	5,8	20,4
<i>Panicum maximum</i>	24,0	68,6	21,6	4,9	0,5	18,2	12,0	69,2	160,9
<b>Total</b>	<b>35,0</b>	<b>100,0</b>	<b>438,8</b>	<b>100,0</b>	<b>2,8</b>	<b>100,0</b>	<b>17,3</b>	<b>100,0</b>	<b>400,0</b>

Fonte: Autor

Poucas espécies fizeram parte da composição de plantas no final do experimento (Tabela 9), sendo observadas cinco espécies aos 360 DAP no primeiro ciclo de avaliação, e seis espécies aos 360 DAP no segundo ciclo de avaliação, em que o *brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) e a guaxuma (*Sida rhombifolia*) foram as únicas espécies a estarem presentes no final dos dois ciclos, com destaque para essa última, que apresentou as maiores Den (19,0 plantas m<sup>-2</sup>), e Der (67,9%) no primeiro ciclo, contudo, a mesma não este presente em números expressivos no secundo ano de condução do experimento, tendo o capim-colonião (*Panicum maximum*) as maiores densidade (4,0 plantas m<sup>-2</sup>), e densidade relativa (36,4%) (Tabela 8). A redução na densidade da comunidade infestante no final do presente estudo é considerada comum, pois Fernandes et al. (2021) trabalhando com a cultura do abacaxizeiro no sistema de plantio convencional encontrou valores 0,04 a 11,44 plantas m<sup>-2</sup> aos 360 DAP, sendo essas baixas densidades, de acordo com Constantin (2011), devido ao crescimento da cultura principal, pois as novas espécies de plantas daninhas que emergem, já não conseguem se desenvolver de forma adequada, devido ao abafamento e conseqüente redução da incidência de luminosidade pelas culturas .

Quanto aos dados de MS e Msr, o grande destaque no primeiro ciclo de avaliação foi o *brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) que aos 180 DAP (Tabela 8) apresentou uma das menores produções de massa seca (4,8 g m<sup>-2</sup>), e aos 360 DAP mesmo não sendo a espécie com maior número de indivíduo chegou a acumular 1.473,7 g m<sup>-2</sup>, com valor relativo de 75,9%, enquanto que as espécies com a segunda maior MS e Msr foram a guaxuma (*Sida rhombifolia*) e Urtiga (*Sida urens*) com valores de 166 g m<sup>-2</sup> e 8,5%, respectivamente. No segundo ciclo de avaliação o capim-colonião (*Panicum maximum*) que obteve 1326,0 g m<sup>-2</sup> de MS e 60,8% de Msr, superando o *brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) que apresentou MS de 780,0 g m<sup>-2</sup>, o que corresponde a 35,8% da Msr. Segundo Brighenti et al. (2004), o acúmulo total de massa seca pode ser considerado indicador mais confiável do que a população de plantas daninhas, no tocante ao grau de competição imposto à cultura, e de acordo com Freitas et al. (2009) esse acúmulo é resultado de uma série de características ou comportamento apresentado pela espécie, como a densidade e o hábito de crescimento, sendo essa variável um dos principais critérios na avaliação de comunidade infestante, assim, indivíduos que produzem mais massa seca em menor intervalo de tempo tendem a ser mais competitivas pelos fatores de crescimento.

O *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) demonstrou superioridade em relação a Fre e Frr nos dois anos de avaliação, com resultado de 0,5 para Fre, e de 33,3% para Frr no primeiro ano de avaliação, enquanto que no segundo ano de avaliação essa mesma espécie, e o capim-colonião (*Panicum maximum*) obtiveram frequência de 0,5, e frequência relativa de 25,0%, o que nos permite aferir que essas espécies estavam presentes em diferentes pontos de amostragem na área de estudo, ou seja, o domínio exercido sobre as outras espécies não se restringiram a algumas áreas isoladas, e sim a uma grande parte do espaço explorado pelas comunidade infestante.

Em relação a Abu, Abr e IVI, no primeiro ciclo de avaliação o *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) chegou a obter o segundo maior resultado para esses índices, com valores de 3, 12 142,7, respectivamente, sendo superado pela guaxuma (*Sida rhombifolia*), que devido, principalmente, a densidade relativa, apresentou 19,0 (Abu), 76,0% (Abr) e 169,1 (IVI). Já no segundo ciclo de avaliação, assim como ocorreu com os parâmetros anteriores, o capim-colonião (*Panicum maximum*) superou às demais espécies com Abu igual a 4,0, o equivalente a 36,4% do total de abundância apresentado pelas seis espécies, onde esse percentual e os demais valores relativos conferiu o capim-colonião (*Panicum maximum*) valor de importância na ordem de 158,5, ou seja, 37,8% maior que o valor alcançado pelo *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) que mais uma vez demonstrou ser uma das principais espécies com IVI de 97,1, sendo esse poder de competitividade também comprovado no trabalho de Silva Júnior (2020) que em estudo de fitossociologia na cultura do abacaxizeiro observou que essa espécie apresentou o terceiro maior índice de valor de importância com valor de 23,34.

Tabela 9. Massa seca (MS), massa seca relativa (MSr), densidade (Den), densidade relativa (Der), frequência (Fre), frequência relativa (Frr), abundância (Abu), abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI) das espécies de plantas daninhas coletadas aos 360 dias após o plantio da palma forrageira, no município de Rio Largo - AL, 2024.

**1º Ciclo de avaliação - 360 DAP**

<b>Espécies</b>	<b>Den</b>	<b>Der</b>	<b>MS</b>	<b>MSr</b>	<b>Fre</b>	<b>Frr</b>	<b>Abu</b>	<b>Abr</b>	<b>IVI</b>
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. <i>Basilisk</i>	6,0	21,4	1473,7	75,9	0,5	33,3	3,0	12,0	142,7
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L)	1,0	3,6	16,0	0,8	0,3	16,7	1,0	4,0	25,1
<i>Sida cordifolia</i>	1,0	3,6	120,0	6,2	0,3	16,7	1,0	4,0	30,4
<i>Sida urens</i>	1,0	3,6	166,0	8,5	0,3	16,7	1,0	4,0	32,8
<i>Sida rhombifolia</i>	19,0	67,9	166,0	8,5	0,3	16,7	19,0	76,0	169,1
<b>Total</b>	<b>28,0</b>	<b>100,0</b>	<b>1941,7</b>	<b>100,0</b>	<b>1,5</b>	<b>100,0</b>	<b>25,0</b>	<b>100,0</b>	<b>4000</b>

## 2º Ciclo de avaliação - 360 DAP

<b>Espécies</b>	<b>Den</b>	<b>Der</b>	<b>MS</b>	<b>Msr</b>	<b>Fre</b>	<b>Frr</b>	<b>Abu</b>	<b>Abr</b>	<b>IVI</b>
<i>Digitaria insularis</i>	1,0	9,1	14,0	0,6	0,3	12,5	1,0	9,1	31,3
<i>Brachiaria decumbens cv. Basilisk</i>	2,0	18,2	780,0	35,8	0,5	25,0	2,0	18,2	97,1
<i>Turnera subulata L.</i>	2,0	18,2	30,0	1,4	0,3	12,5	2,0	18,2	50,2
<i>Sida rhombifolia</i>	1,0	9,1	1,0	0,0	0,3	12,5	1,0	9,1	30,7
<i>Solanum paniculatum</i>	1,0	9,1	30,0	1,4	0,3	12,5	1,0	9,1	32,1
<i>Panicum maximum</i>	4,0	36,4	1326,0	60,8	0,5	25,0	4,0	36,4	158,5
<b>Total</b>	<b>11,0</b>	<b>100,0</b>	<b>2181,0</b>	<b>100,0</b>	<b>2,0</b>	<b>100,0</b>	<b>11,0</b>	<b>100,0</b>	<b>400,0</b>

Fonte: Autor

## 10 CONCLUSÃO

De acordo com as condições edafoclimáticas, conclui-se que:

A comunidade de plantas daninhas no primeiro ciclo de avaliação foi composta por uma grande diversidade de espécies, sendo a *Poaceae* a família com maior número de representantes;

As capinas manuais realizadas no primeiro ciclo de avaliação promoveram alterações na dinâmica populacional da comunidade infestante, sendo observada considerável redução do número de espécies de plantas daninhas no segundo ciclo de avaliação;

Em função das competições interespecíficas e intraespecíficas, o número de indivíduos foi bastante reduzido ao final de cada ciclo de avaliação, sobrevivendo as espécies com maior capacidade competitiva;

O capim-colonião (*Panicum maximum*), o *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*), e o mata pasto (*Sida rhombifolia*) apresentaram os maiores índices fitossociológicos, sendo, portanto, as principais espécies alvos de futuros programas de controle de plantas daninhas.

## REFERÊNCIA

- ADEGAS, F.S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**. v.28, n.4, p.705-716, 2010.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**. v.22, n.2, p.251-257, 2004.
- CAVALCANTI, F.J.A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: Segunda aproximação. **Instituto Agrônomo de Pernambuco, IPA**, 212 p.2008.
- CAVALCANTE, J. T. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas em genótipos de batata-doce. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.26, n.4, p.640-656, 2017.
- CONSTANTIN, J. **Métodos de manejo**. In: Oliveira, Jr., R.S. de; Constantin, J. Inoue, M.H. (Org.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba-PR: Omnipax, v.2, p. 67-77, 2011.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Potential of cactus pear in South America. **Cactusnet Newsletter**, v. 13, Ed. especial, p.29-40, 2013.
- FERNANDES, T. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cultivos de abacaxi em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.11, n.1, p.322-335, 2021.
- FREITAS, F. C. L. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. **Planta daninha**. v.27, n.3, p.473-480, 2009.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: Plantio direto e convencional**, 6 ed., São Paulo: Instituto Plantarum, 2006.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Jhon Willey & Sons, 547 p. 1974.
- PEREIRA, L.S.; CORDERY, I.; IACOVOS, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, v.108, ed. C, p.39-51, 2012.

PRATES, C.J.N. et al. Fitossociologia de plantas daninhas no cultivo de mandioca em dois períodos no sudoeste da Bahia, Brasil. **Planta Daninha**, v.37, 2019.

PUIATTI, M.; FINGER, F.L. Fatores climáticos. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M.C.P. **Olericultura – Teoria e prática**. Jaboticabal: Potafos. Cap 2. 2005.

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

SILVA JÚNIOR, A.B. **Interferência de plantas daninhas na cultura do abacaxizeiro CV pérola em função do espaçamento**. Tese de Doutorado – (Agronomia) Campos de Engenharia e Ciências Agrárias – Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2020.

SILVA, D.A. et al. Caracterização de plantas daninhas em área rotacional de milho e feijão-caupi em plantio direto. **Scientia Agropecuaria**. v.9, n.1, p.7-15, 2018.

SOUZA, D. M.G. et al. Manejo da adubação fosfatada para culturas anuais no Cerrado. **EMBRAPA, Circular técnica 33**. 2016.

SOUZA, J. L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**, Viçosa: Ed. UFV, 367p. 2007.

Taiz, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6<sup>a</sup> ed. Porto Alegre, Artmed. p. 858, 2017.

### **CAPÍTULO III - ANÁLISE ECONÔMICA DO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA, SUBMETIDA À ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA.**

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise econômica do cultivo da palma forrageira, submetida a quatro tipos de adubação: química (quí.), químico + orgânico (quí.+Org.), orgânica (Org.), e sem adubação (Sem adu.). A análise consistiu de relações entre os custos e as receitas obtidas durante dois ciclos de avaliações, sendo consideradas duas formas de comercialização da palma forrageira (1º ciclo: forragem ou cladódio semente; 2º ciclo: forragem ou 2/3 forragem + 1/3 cladódio “sementes”). Analisando os custos de produção no primeiro ciclo, a média geral para os quatro tratamentos foi de 16.386,92 R\$, sendo o tratamento Quí.+ Org. o que apresentou maior despesa com 21.545,94 R\$, ou seja, 91,90% a mais que o tratamento que não recebeu nenhum tipo de adubação, o qual teve um custo de 11.227,90 R\$, sendo a adubação org. o item que mais onerou o custo de produção com 40,66% das despesas, seguida da aquisição de cladódio semente que representou 29,00%, enquanto que a adubação quí. representou 4,91% dos custos. A adubação organomineral proporcionou o maior retorno econômico para o produtor, tanto com a venda de forragem como também com a venda de cladódio semente, nos dois ciclos de avaliações. Para o segundo ciclo de avaliação, a redução dos custos de produção e as altas produtividades da cultura foram decisivos para a obtenção de receitas líquidas bastantes superiores as encontradas no primeiro ciclo, permitindo ao produtor rentabilidade econômica independente do tipo de adubação e do destino final da produção. Entretanto, a venda de cladódio semente surge como um grande atrativo financeiro ao produtor, proporcionando um aumento de 244,53% na receita líquida em comparação a venda exclusiva de forragem. Em relação aos tipos de adubação, o efeito da adubação quí.+org. na receita obtida com a venda de forragem foi 744,23% superior ao valor obtido com o tratamento testemunha, e 72,64% superior à adubação quí. e quando o produtor negocia 1/3 da produção como cladódio semente, essa diferença é de 434,17%, e 61,65%, respectivamente. Conclui-se que a adubação org. demonstrou ser economicamente viável, proporcionando no segundo ciclo de avaliação, em relação a adubação quí. um aumento de 65,25% na receita líquida com a venda de forragem, e de 55,45% com a venda de forragem somado com a venda de cladódio semente. No entanto, os maiores retorno econômico foram obtidos com o tratamento organomineral, apresentando receita líquida de até R\$ 175.376,50 (2/3forragem + 1/3cladódio).

**Palavras-chaves:** Venda de forragem, venda de cladódio, retorno econômico.

### **CHAPTER III - ECONOMIC ANALYSIS OF FORAGE PALM CULTIVATION SUBJECTED TO CHEMICAL AND ORGANIC FERTILIZATION.**

**Abstract:** The present study aimed to conduct an economic analysis of forage palm cultivation subjected to four types of fertilization: chemical (Chem.), chemical + organic (Chem.+Org.), organic (Org.), and no fertilization (No fert.). The analysis involved relationships between costs and revenues obtained during two evaluation cycles, considering two forms of forage palm commercialization (1st cycle: forage or seed cladode; 2nd cycle: forage or 2/3 forage + 1/3 seed cladode). Analyzing the production costs in the first cycle, the overall average for the four treatments was R\$ 16,386.92, with the Chem.+Org. treatment showing the highest expense at R\$ 21,545.94, which is 91.90% more than the treatment that received no fertilization, which had a cost of R\$ 11,227.90. Organic fertilization was the item that most burdened the production cost, accounting for 40.66% of expenses, followed by the acquisition of seed cladodes, which represented 29.00%, while chemical fertilization accounted for 4.91% of the costs. Organomineral fertilization provided the highest economic return for the producer, both with forage sales and seed cladode sales, in the two evaluation cycles. For the second evaluation cycle, the reduction in production costs and the high yields of the crop were decisive in achieving significantly higher net revenues than those found in the first cycle, allowing the producer economic profitability regardless of the type of fertilization and the final destination of the production. However, the sale of seed cladodes emerges as a significant financial incentive for the producer, providing a 244.53% increase in net revenue compared to exclusive forage sales. Regarding the types of fertilization, the effect of chemical+organic fertilization on the revenue obtained from forage sales was 744.23% higher than the value obtained with the control treatment, and 72.64% higher than chemical fertilization. When the producer negotiates 1/3 of the production as seed cladodes, this difference is 434.17% and 61.65%, respectively. It is concluded that organic fertilization has proven to be economically viable, providing in the second evaluation cycle, compared to chemical fertilization, an increase of 65.25% in net revenue from forage sales and 55.45% from forage sales combined with seed cladode sales. However, the highest economic returns were obtained with the organomineral treatment, with a net revenue of up to R\$ 175,376.50 (2/3 forage + 1/3 seed cladode).

**Keywords:** Forage sales, seed cladode sales, economic return.

## 11 INTRODUÇÃO

Como cultura de expressiva importância econômica e rusticidade nos sistemas de cultivo de ambientes semiáridos, a palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) além de ser uma planta muito adaptada as condições hostis de clima e solo, possui respostas positivas no incremento de práticas de adubação com fertilizantes industriais (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2020a; JARDIM et al., 2020; JARDIM et al., 2021), e respostas promissoras com o uso de adubos orgânicos, como o esterco animal (DUBEUX JÚNIOR & SANTOS, 2005; SANTOS et al., 2006).

Nas últimas décadas houve um crescimento demasiado na utilização de fertilizantes químicos (LIU et al., 2020). Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) em 2011, o consumo de fertilizantes minerais ultrapassou 29 milhões de toneladas, destes mais de 60% foram importados. Neste sentido, a adubação orgânica é uma alternativa aos fertilizantes minerais que proporcionam diversos benefícios as características do solo (físicas e químicas), e são oriundos de recursos finitos e de elevado custo para aquisição (SCHUMACHER et al., 2001; PAUNGFOO-LONHIENNE et al., 2019; SILVA et al., 2020b).

Dubeaux Júnior et al. (2010) citam que o uso de tais insumos, aliado ao manejo correto do solo, são ferramentas eficientes para o aumento de produção de forragem, considerando que a estrutura fundiária da região semiárida é constituída na sua maioria por pequenas propriedades, e segundo Ramos (2012), foi comprovado através de estudos, a existência de correlações entre o aumento nos teores de nutrientes e da matéria seca nos cladódios, com o uso da adubação orgânica.

Segundo Gomes (2011), no Nordeste Brasileiro, em especial no semiárido, a utilização de esterco caprino como fonte de nutriente para a cultura da palma forrageira não é comum, muito embora, se tenha na caprinocultura uma das principais fontes de renda da região. Isso é atribuído ao fato do agricultor e sua família, diante das suas necessidades e falta de conhecimento sobre a importância desse insumo para as plantas e também, por tradição, incrementarem a renda da família, com a venda do esterco produzido pelos animais.

No entanto, apesar de sua importância, o uso da adubação orgânica é pouco estudado em relação a seu potencial econômico na substituição parcial ou total da fertilização química, sendo pertinente não apenas quantificar o incremento proporcionado na produtividade da cultura, como também analisar a viabilidade econômica do cultivo da palma forrageira em relação a esse tipo de adubação. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise econômica do cultivo da palma forrageira, submetida à adubação química e orgânica.

## 12 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de junho de 2019 a junho de 2021, na área experimental do campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo, AL (“09°28’02” S e 35°49’43” W, 127 m de altitude). O clima da região, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather é quente e úmido (B1) megatérmico (A<sup>+</sup>), com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno (w2). A precipitação pluvial média da região é de 1.800 mm por ano. O período chuvoso se estende da primeira quinzena de abril à segunda quinzena de agosto, cuja chuva corresponde a 70% do total anual, e o período de menor incidência de chuvas vão de meados de outubro até a segunda quinzena de fevereiro (Souza et al., 2004). O solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso argissólico, com tex-tura média/argilosa e declividade inferior a 2%.

Para condução do experimento foi adotado o delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial de parcela subdividida, sendo avaliados quatro tipos de adubações: química (quí.), químico + orgânico (quí.+Org.), orgânica (Org.), e testemunha sem adubação (Sem adu.). Nas subparcelas foram avaliados os cladódios de primeira, segunda, e de terceira ordem. Como não houve interação significativa nos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F para as variáveis analisadas, foram levados em consideração apenas o tratamento tipos de adubações (parcelas), pois a produção de forragem e de cladódio independe da ordem de cladódio usado no plantio (subparcelas).

O preparo do solo da área experimental foi realizado de forma mecanizada, através de uma gradagem profunda e uma niveladora. Para correção da acidez do solo, foi levada em consideração a análise química do solo (Tabela 10), sendo feito a calagem com objetivo de obter 80% da saturação de bases. O plantio ocorreu no dia 20 de junho de 2019, aonde foram previamente selecionados cladódios de palma forrageira, da variedade miúda (*Nopalea cochenillifera*) isentos de pragas e doenças, os quais após a seleção passaram 8 dias ao ar livre em um processo de desidratação e selamento do corte, em seguida enterrados até 30% de seu tamanho. As parcelas experimentais foram

constituídas por três fileiras com 2 m de comprimento cada e espaçamento de 1,20 x 0,20 m, perfazendo uma densidade populacional de 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

Tabela 10. Resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, no município de Rio Largo - AL, 2024.

<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.

Para adubação de fundação foi usado 125,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> no ato do plantio, tendo como fonte o superfosfato simples, enquanto que aos 30 dias após o plantio (DAP) foram abertos pequenos sulcos ao lado das linhas para realização da adubação de cobertura, com a dose 40 kg de N, e 109,2 kg de K<sub>2</sub>O por hectare, utilizando como fonte o sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. A recomendação de adubação foi definida a partir da análise química do solo (Tabela 10), e 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).

A adubação orgânica foi realizada no sulco de plantio, na dose de 30,00 t ha<sup>-1</sup> de esterco de ovinos (SANTANA et al., 2021). O esterco estava curtido e foi cedido pelo Laboratório de Ovinocultura da Universidade Federal de Alagoas. Os valores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes no esterco foram apresentados em formas percentuais de nitrogênio total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O (Tabela 11), que convertidos para quilogramas por hectare (Kg ha<sup>-1</sup>) resultaram em 705,00, 369,00 e 519,00, respectivamente.

Tabela 11. Resultados da análise química do esterco ovino utilizado na área experimental, no município de Rio Largo - AL, 2024.

<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

Como a palma forrageira é uma cultura que pode ser colhida com um ano após o plantio, o presente estudo consistiu de dois ciclos de avaliações, e cada ano de avaliação compreendeu um ciclo, sendo adotada a mesma metodologia durante os dois anos de condução do experimento.

### **12.1 Análise econômica do cultivo da palma forrageira**

A análise econômica do cultivo da palma forrageira submetido aos quatro tipos de adubações foi realizada mediante as relações entre os custos e as receitas obtidas no primeiro e no segundo ciclo de avaliação. Para efeito de cálculos, foram considerados duas formas de comercialização da palma forrageira, onde no primeiro ciclo de avaliação toda a produção seria voltada para alimentação animal em forma de forragem, ou toda a produção seria voltada para a produção de “sementes” em forma de cladódios, enquanto que no segundo ciclo de avaliação teríamos um cenário em que toda a

produção seria destinada para o comércio de forragem, e outro cenário onde 2/3 da produção seria destinado para o comércio de forragem e 1/3 para o comércio de “sementes”. Em relação aos custos de produção, os mesmos foram divididos em:

### **12.1.1 Custos com o cultivo da palma forrageira**

**A - Custo com plantio (CP):** todas as despesas referentes à aquisição de insumos e serviços, calagem, adubação química e orgânica, preparo do solo, foram estimadas através de levantamentos dos preços praticados na região de estudo, sendo a diária de um trabalhador no valor de R\$ 50,00 (cinquenta reais). Em relação ao valor pago por unidade de cladódio semente, como não foi encontrado estimativa de preço para esse tipo de comércio no estado de Alagoas, utilizou-se como referência o valor praticado no estado de Pernambuco, que de acordo com Araújo Júnior (2019) a unidade de cladódio semente para plantio custava R\$ 0,15 (quinze centavos).

**B - Custo com controle de plantas daninhas (CCPD):** as plantas daninhas foram controladas através de duas aplicações de herbicidas: uma aplicação com Tebutiuron e outra aplicação com Hexazinona. Foi levado em consideração o preço dos herbicidas e a mão de obra para aplicação, sendo considerada a diária de um trabalhador rural o valor de R\$ 50,00 (cinquenta reais).

**C – Custo total de produção (CTP):** composto pelo custo com plantio e os custos provenientes dos tratos culturais. No segundo ciclo como a cultura já estava instalada os custos se limitaram ao controle de plantas daninhas e as colheitas.

Em relação às receitas obtidas com a venda da palma forrageira, foram levados em consideração os preços praticados no estado de Pernambuco, que de acordo com Araújo Júnior (2019), a tonelada de forragem custava R\$ 100,00 (cem reais) e a unidade de cladódio semente para plantio custava R\$ 0,15 (quinze centavos). A partir dos dados de produtividade da cultura, e da estimativa de preço pago por tonelada de forragem e por unidade de cladódio, foram obtidos alguns indicadores econômicos, como receita bruta, receita líquida, e a relação benefício/custo, conforme as fórmulas abaixo, adaptadas de Moraes (2016):

### 12.1.2 Receitas obtidas com a venda de forragem e/ou com a venda de cladódios

#### Receita bruta decorrente da venda de forragem:

$$RB_{\text{forragem}} = \text{produtividade da cultura (t ha}^{-1}\text{)} \times \text{valor da produtividade agrícola (R\$ t}^{-1}\text{)}$$

#### Receita bruta decorrente da venda de cladódio:

$$RB_{\text{cladódio}} = \text{total de cladódios produzidos (unid. ha}^{-1}\text{)} \times \text{valor do cladódio (R\$ unid.}^{-1}\text{)}$$

#### Receita bruta decorrente do somatório da venda de forragem e de cladódio:

$$RB_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} = 2/3 \text{ da produtividade da cultura (t ha}^{-1}\text{)} \times \text{valor da produtividade agrícola (R\$ t}^{-1}\text{)} + 1/3 \text{ do total de cladódios produzidos (unid. ha}^{-1}\text{)} \times \text{valor do cladódio (R\$ unid.}^{-1}\text{)}$$

#### Receita líquida decorrente da venda de forragem:

$$RL_{\text{forragem}} = RB_{\text{forragem}} \text{ (R\$)} - \text{CTP (R\$)}$$

#### Receita líquida decorrente da venda de cladódio:

$$RL_{\text{cladódio}} = RB_{\text{cladódio}} \text{ (R\$)} - \text{CTP (R\$)}$$

#### Receita líquida decorrente do somatório da venda de forragem e de cladódio:

$$RL_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} = RB_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} \text{ (R\$)} - \text{CTP (R\$)}$$

#### Relação benefício/custo decorrente da venda de forragem:

$$B/C_{\text{forragem}} = RL_{\text{forragem}} \text{ (R\$)} / \text{CTP (R\$)}$$

#### Relação benefício/custo decorrente da venda de cladódio:

$$B/C_{\text{cladódio}} = RL_{\text{cladódio}} \text{ (R\$)} / \text{CTP (R\$)}.$$

#### Relação benefício/custo decorrente do somatório da venda de forragem e de cladódio:

$$B/C_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} = RL_{2/3\text{forragem} + 1/3\text{cladódio}} \text{ (R\$)} / \text{CTP (R\$)}.$$

## 12.2 Avaliação da produção de forragem e de cladódio

Foram selecionadas três plantas da área útil de cada parcela para determinação da produção de forragem e de cladódio. No primeiro ciclo de avaliação, o número de cladódios “sementes” ( $\text{Uni. ha}^{-1}$ ) foi obtido através da contagem dos cladódios sem distinção entre as ordens, enquanto a produção de forragem ( $\text{t ha}^{-1}$ ) mensurada a partir da pesagem desses cladódios através do uso de uma balança digital com capacidade de 40 kg, conforme a equação abaixo utilizada por Soares et al. (2020). No segundo ciclo de avaliação, para efeito de cálculo foi considerado como “semente” apenas os cladódios de segunda ordem (1/3 do total de cladódios) conforme Spínola et al. (2020), enquanto os cladódios de segunda e de terceira ordem foram destinados para produção de forragem (2/3 do total de cladódios), sendo também avaliado o cenário em que toda produção de cladódio seria destinado para alimentação animal.

$$PF = 10.000 (M / C.\epsilon)$$

PF: Produção de forragem ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

M: Massa colhida na área amostrada (kg);

C: Comprimento total das linhas colhidas (m);  $\epsilon$ :

Espaçamento entre linhas (m);

10.000: Fator de conversão para hectare.

## 13 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 13.1 Parâmetros econômicos do cultivo da palma forrageira

Analisando os custos de produção no primeiro ciclo (Tabela 12), a média geral para os quatros tratamentos foi de R\$ 16.386,92 (dezesesseis mil, trezentos e oitenta e seis reais, e noventa e dois centavos) sendo o tratamento composto pela adubação Química + Orgânica o que apresentou maior despesa com R\$ 21.545,94 (vinte e um mil, quinhentos e quarenta e cinco reais, e noventa e quatro centavos), ou seja, 91,90% a mais que o tratamento que não recebeu nenhum tipo de adubação que teve um custo de R\$ 11.227,90 (onze mil, dozentos e vinte e sete reais, e noventa centavos), sendo a adubação orgânica o item que mais onerou o custo de produção com 40,66% das despesas, seguida da aquisição de cladódio semente que representou 29,00%, enquanto que a adubação química não teve tanta representatividade nos custos de produção com apenas 4,91%. Como a adubação orgânica é o item que mais onerou a produção da palma forrageira, os produtores que desenvolvem atividades como ovino-caprinocultura, bovinocultura ou avicultura, podem reduzir significativamente o custo total no cultivo da palma forrageira uma vez que o esterco desses animais pode ser utilizado como fonte de adubação orgânica (Tabela 12).

O custo de implantação para o tratamento composto apenas pela adubação química foi de R\$ 12.535,93 (doze mil, quinhentos e trinta e cinco reais, e noventa e três centavos) corroborando com o custo de implantação encontrado por Nascimento (2022) com a cultura da pitaya, uma vez que o referido autor para o sistema de produção em sequeiro teve custo de implantação no valor de R\$ 13.343,33 (treze mil, trezentos e quarenta e três reais, e trinta e três centavos), sendo a aquisição de mudas responsável por 41,98% de toda a despesa. Valores semelhantes também pode ser visto no tratadlhalho de Marques et al. (2012), que avaliando o custo de produção e rentabilidade na cultura da pitaya sob o efeito de adubação orgânica, encontraram valores entre R\$ 16.349,83 (dezesesseis mil, trezentos e quarenta e nove reais, e oitenta e três centavos) e R\$ 20.791,19 (vinte mil, setecentos e noventa e um reais, e dezenove centavos) com o

tratamento cama de frango e com o tratamento composto por esterco bovino + cama de frango + granulado marinho bioclástico, respectivamente.

No segundo ciclo de avaliação não houve diferença entre os tratamentos em relação aos custos de produção, sendo as despesas composta apenas pela compra dos herbicidas R\$ 328,00 (trezentos e vinte e oito reais), e pela mão de obra com a aplicação dos herbicidas (2 aplicações) e com a colheita R\$ 1.200,00 (mil e duzentos reais) da palma forrageira, chegando ao custo total de produção na ordem de R\$ 1.528,00 (mil quinhentos e vinte e oito reais).

Diante dessas referencias, nota-se que o custo inicial do cultivo da palma forrageira é relativamente alto, pois mesmo não apresentando em seu orçamento itens como mourão e arames, equivalem ao custo de implantação de culturas como a pitaya. Contudo, no segundo ano de cultivo os custos são reduzidos para 9,33%, o que representa uma vantagem em comparação ao cultivo da pitaya, pois de acordo com Marques et al. (2022), no segundo ano de cultivo o produtor terá uma despesa entre R\$ 10,310,29 (dez mil, trezentos e dez reais, e vinte e nove centavos) e R\$ 14.231,05 (quatorze mil, duzentos e trinta e um reais, e cinco centavos) com a manutenção da pitaya.

Tabela 12. Participação dos serviços e suprimentos no custo total do cultivo da palma forrageira (R\$ ha<sup>-1</sup>) no primeiro e no segundo ciclo de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024.

<b>Custos (R\$ ha) 1º Ciclo</b>				
<b>Serviços e suprimentos</b>	<b>Quí.</b>	<b>Quí.+Org.</b>	<b>Org.</b>	<b>Sem Adu.</b>
Preparo do solo	400,00	400,00	400,00	400,00
Calcário	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Adubação química	1.058,03	1.058,03	-----	-----
Adubação orgânica	-----	8.760,00	8.760,00	-----
Cladódio semente	6.249,90	6.249,90	6.249,90	6.249,90
Mão de obra	2.700,00	2.950,00	2.700,00	2.450,00

Herbicida	328,00	328,00	328,00	328,00
<b>Total</b>	<b>12.535,93</b>	<b>21.545,93</b>	<b>20.237,90</b>	<b>11.227,90</b>
<b>Custos (R\$ ha)      2º Ciclo</b>				
<b>Serviços e suprimentos</b>	<b>Quí.</b>	<b>Quí.+Org.</b>	<b>Org.</b>	<b>Sem Adu.</b>
Mão de obra	1.200,0	1.200,0	1.200,0	1.200,0
Herbicida	328,00	328,00	328,00	328,00
<b>Total</b>	<b>1.528,00</b>	<b>1.528,00</b>	<b>1.528,00</b>	<b>1.528,00</b>

Fonte: Autor

Quanto à receita bruta (Tabela 13), os tratamentos que receberam adubação orgânica foram os que apresentaram as maiores receitas no primeiro ciclo de avaliação, sendo os maiores valores obtidos com o tratamento químico + orgânico, o qual proporcionou com a venda de forragem uma receita de R\$ 23.167,00 (vinte e três mil, cento e sessenta e sete reais), e com a venda de cladódio semente R\$ 187.797,60 (cento e oitenta e sete mil, setecentos e noventa e sete reais, e sessenta centavos), sendo esses valores um pouco maiores que as receitas obtidas com o tratamento orgânico, que nessas mesmas condições apresentou valores de R\$ 20.656,00 (vinte mil, seiscentos e cinquenta e seis reais) com a venda de forragem, e R\$ 169.486,95 (cento e sessenta e nove mil, quatrocentos e oitenta e seis reais, e noventa e cinco centavos) com a venda de cladódio semente. O tratamento que não recebeu nenhum tipo de adubação apresentou as menores receitas com R\$ 2.826,00 (dois mil, oitocentos e vinte e seis reais) com a venda de forragem, e R\$ 49.999,20 (quarenta e nove mil, novecentos e noventa e nove reais, e vinte centavos) com a venda de cladódio semente, o que representa uma redução de 719,00% na venda de forragem, e 275,60% na venda de cladódio semente quando comparado com o tratamento que recebeu os dois tipos de adubação.

No segundo ciclo de avaliação, como a cultura apresentou uma maior produção, as receitas brutas foram bastante superiores às obtidas no primeiro ciclo, contudo, os tratamentos que receberam adubação orgânica continuaram apresentando os maiores

valores, sendo a adubação química + orgânica a que gerou a maior receita bruta com a venda de forragem R\$ 54.360,00 (cinquenta e quatro mil, trezentos e sessenta reais), e com a venda de cladódio R\$ 176.904,50 (cento e setenta e seis mil, novecentos e quatro reais, e cinquenta centavos), enquanto o tratamento em que foi usada apenas a adubação orgânica obteve o segundo maior valor com a comercialização de forragem e de cladódio semente, cerca de R\$ 52.709,00 (cinquenta e dois mil, setecentos e nove reais), e R\$ 170.174,10 (cento e setenta mil, cento e setenta e quatro reais, e dez centavos), respectivamente. Quando comparado o tratamento químico + orgânico com o tratamento sem adubação, observa-se um incremento na receita bruta na ordem de 598,18% com venda de forragem, e de 414,86% com a venda de forragem + cladódio, justificando, portanto, a importância da adubação na cultura da palma forrageira.

Tabela 13. Receita bruta da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024.

Adubação	Receita bruta (R\$ ha <sup>-1</sup> )		Receita bruta (R\$ ha <sup>-1</sup> )	
	Tipo de comércio <sup>1</sup>		Tipo de comércio <sup>2</sup>	
	Forragem	Cladódio	Forragem	2/3Forragem + 1/3Cladódio
<b>Quí.</b>	12.440,00	107.729,85	32.130,00	110.020,45
<b>Quí.+Org.</b>	23.167,00	187.797,60	54.360,00	176.904,50
<b>Org.</b>	20.656,00	169.486,95	52.709,00	170.174,10
<b>Sem adu.</b>	2.826,00	49.999,20	7.786,00	34.359,45

Fonte: Autor - **1:** 1º Ciclo de avaliação; **2:** 2º Ciclo de avaliação.

Em relação à receita líquida (Tabela 14), ficou notória a importância da adubação orgânica no primeiro ciclo de avaliação com a venda de forragem, uma vez que os tratamentos em que não foi usado o esterco de caprino apresentaram receitas menores que os custos de produção, tornando o cultivo da palma forrageira uma atividade inviável economicamente, enquanto que o uso da adubação orgânica isolada ou associada com adubação química representa para o produtor uma receita de R\$ 418,10 (quatrocentos reais e dez centavos) e R\$ 1.622,00 (mil seiscientos e vinte e dois

reais), respectivamente. No entanto, nota-se que em regiões onde existe potencial para o comércio de cladódio semente, a palma forrageira pode ser uma grande opção para alavancar a renda de pequenos e de médios produtores, pois mesmo em condições de baixo nível tecnológico (sem adubação) essa cultura chega a agregar uma receita de R\$ 38.771,30 (trinta e oito mil, setecentos e setenta e um real, e trinta centavos), porém, quando realizado a adubação orgânica, ou a adubação orgânica mais a adubação química, esse valor poderá chegar a R\$ 149.249,05 (cento e quarenta e nove mil, duzentos e quarenta e nove reais, e cinco centavos), e R\$ 166.251,67 (cento e sessenta e seis mil, duzentos e cinquenta e um real, e setenta e sete centavos), respectivamente.

Para o segundo ciclo de avaliação, a redução dos custos de produção e as altas produtividades da cultura foram decisivos para a obtenção de receitas líquidas bastantes superiores as encontradas no primeiro ciclo, permitindo ao produtor rentabilidade econômica independente do tipo de adubação e do destino final de sua produção. Entretanto, a venda de cladódio semente surge como um grande atrativo financeiro, uma vez que o mercado de semente ( $2/3$  forragens +  $1/3$  semente) proporciona ao produtor um aumento de 244,53% na receita líquida em comparação a venda exclusiva de forragem. Em relação aos tipos de adubação, o efeito da adubação organomineral (orgânico + químico) na receita obtida com a venda de forragem foi 744,23% superior ao valor obtido com o tratamento testemunha, e 72,64% superior à adubação química, e quando o produtor negocia  $1/3$  da produção como cladódio semente, essa diferença é de 434,17%, e 61,65%, respectivamente. Entretanto, ao compararmos os efeitos nas receitas proporcionados entre a combinação da adubação química e orgânica, com a adubação orgânica, a diferença é de apenas 3,23% para venda de forragem, e 3,99% para a venda de forragem e de cladódio semente, evidenciando, dessa forma, a importância econômica que a adubação orgânica representa no cultivo da palma forrageira, principalmente em períodos onde o mercado de fertilizantes químicos sofre com altas nos preços.

Quando comparada as receitas líquidas obtidas no presente estudo com resultados de análise econômica de culturas com exigências edafoclimáticas semelhante, a exemplo da pitaya, observa-se alta lucratividade do cultivo da palma forrageira nos dois ciclos de avaliação, pois Silva et al. (2020c), em análise energética e econômica da implantação da cultura da pitaya em manejo orgânico no município de Tomé-Açu/PA, obtiveram nos dois primeiros anos de cultivo lucratividade de R\$ 27.202,44 (vinte e

sete mil, duzentos e dois reais, e quarenta e quatro centavos), e R\$ 83.676,94 (oitenta e três mil, seiscentos e setenta e seis reais, e noventa e e quatro centavos), respectivamente.

Tabela 14. Receita líquida da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024.

Adubação	Receita líquida (R\$ ha <sup>-1</sup> )		Receita líquida (R\$ ha <sup>-1</sup> )	
	Tipo de comércio <sup>1</sup>		Tipo de comércio <sup>2</sup>	
	Forragem	Cladódio	Forragem	2/3Forragem + 1/3Cladódio
<b>Quí.</b>	-95,95	95.193,92	30.602,00	108.492,45
<b>Quí.+Org.</b>	1.622,0	166.251,67	52.832,00	175.376,50
<b>Org.</b>	418,10	149.249,05	51.181,00	168.646,10
<b>Sem adu.</b>	-8.331,90	38.771,30	6.258,00	32.831,45

Fonte: Autor - **1:** 1º Ciclo de avaliação; **2:** 2º Ciclo de avaliação.

Através da relação benefício/custo (Tabela 15), nota-se que no primeiro ciclo de avaliação o produtor só terá viabilidade econômica quando parte de sua produção (1/3 cladódio) for destinado para o mercado de semente, chegando a obter uma relação de 3,45 no cultivo sem adubação, e de 7,72 no cultivo com adubação química mais orgânica, enquanto que a relação proveniente apenas da venda de forragem variou de -0,74 com o tratamento sem adubação, a 0,08 com o tratamento químico + orgânico, ou seja, trazendo prejuízos financeiros ao produtor quando a palma for destinada para o comércio de forragem.

Já no segundo ciclo de avaliação, o cultivo da palma forrageira demonstra ser uma atividade economicamente viável não apenas com a venda de forragem somada com a venda de cladódio semente, como também com a venda exclusiva para alimentação animal em forma de forragem, sendo o tratamento composto pela adubação química e adubação orgânica o que apresentou proporcionalmente o maior retorno financeiro, uma vez que, para esse tratamento, a cada real investido no cultivo da palma forrageira, o produtor terá um retorno equivalente a R\$ 34,58 (trinta e quatro reais, e

cinquenta e oito centavos) com a venda de forragem, e de R\$ 114,78 (cento e quatorze reais, e setenta e oito centavos) com a venda de forragem somada à venda de cladódio semente, tornando o cultivo da palma forrageira uma atividade altamente lucrativa, principalmente quando parte da produção é destinada ao mercado de semente. Apesar da combinação entre a adubação orgânica e a adubação química proporcionar o maior retorno econômico para cada real investido, a diferença em relação o tratamento o qual utilizou só a adubação orgânica foi de apenas 3,22% para a venda de forragem, e de 4,00% para o somatório entre a venda de forragem e a venda de cladódio semente, sendo a adubação orgânica uma ótima opção em situações de instabilidade financeira, pois além de reduzir os riscos de prejuízos aos produtores quando o mercado não estiver favorável, oferecerá altos retornos econômicos quando a venda de forragem ou de cladódio semente estiver em alta.

Tabela 15. Relação benefício/custo da venda da palma forrageira no primeiro ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou como cladódio semente) e no segundo ciclo (totalmente comercializada como forragem, ou 2/3forragem + 1/3cladódio semente), de avaliação, de acordo com o tipo de adubação adotado, no município de Rio Largo - AL, 2024.

Adubação	Relação benefício/custo		Relação benefício/custo	
	Tipo de comércio <sup>1</sup>		Tipo de comércio <sup>2</sup>	
	Forragem	Cladódio	Forragem	2/3Forragem + 1/3Cladódio
<b>Quí.</b>	-0,01	7,59	20,03	71,00
<b>Quí.+Org.</b>	0,08	7,72	34,58	114,78
<b>Org.</b>	0,02	7,37	33,50	110,37
<b>Sem adu.</b>	-0,74	3,45	4,10	21,49

Fonte: Autor - **1:** 1º Ciclo de avaliação; **2:** 2º Ciclo de avaliação.

## 14 CONCLUSÃO

O uso de esterco de caprino na cultura da palma forrageira demonstrou ser uma prática cultural economicamente viável, independentemente do destino final da produção.

A adubação organomineral proporcionou o maior retorno econômico para o produtor com a venda de forragem, como também com a venda de cladódio semente, nos dois ciclos de avaliações.

A substituição da adubação mineral pela adubação orgânica demonstrou ser economicamente viável, proporcionando no segundo ciclo de avaliação, um aumento de 65,25% na receita líquida com a venda de forragem, e de 55,45% com a venda de forragem somado com a venda de cladódio semente.

Apesar de a adubação organomineral apresentar os melhores indicadores econômicos, é recomendável nas propriedades onde existe disponibilidade de esterco animal, optar apenas pela adubação orgânica, pois apesar da redução da margem de lucro, o retorno financeiro é alto, e os riscos financeiros são menores.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JÚNIOR, G.N. **Respostas morfo-fenológicas, agronômicas e benefícios econômicos de clones de palma forrageira sob deficit hídrico controlado.** Dissertação de Mestrado – Programa de pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada - PE, 2019.
- CAVALCANTI, F. J.A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: segunda aproximação. **Instituto Agrônomo de Pernambuco, IPA**, 212p. 2008.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da Palma-Forageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n1, p.129-135, 2010.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. (2005). **Exigências nutricionais da palma forrageira.** In: MENEZES, R. S. C., SIMÕES, D. A., & SAMPAIO, E. V. S. B. (eds.). *A palma no nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.* 2.ed. Recife: Editora Universitária da UFPE.
- GOMES, J.B. **Adubação orgânica na produção de palma forrageira (opuntia ficus-indica (l) mill.) no Cariri Paraibano.** Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Campina Grande (Centro de Saúde e Tecnologia Rural), Patos, 2011.
- JARDIM, A. M. R. F. et al. Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. **Journal of Arid Environments**, v.188, 2021.
- JARDIM, A. M. R. F. et al. Multivariate analysis in the morpho-yield evaluation of forage cactus intercropped with sorghum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.11, p.756-761, 2020.
- LIU, M. et al. Nitrogen leaching greatly impacts bacterial community and denitrifiers abundance in subsoil under long-term fertilization. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.294, 2020.

MARQUES, V.B. Custo de produção e rentabilidade na cultura da pitaia sob o efeito de adubação orgânica. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.2, p.138-149, 2012.

MORAIS, J.E.F. **Evapotranspiração real efetiva e indicadores agrometeorológicos e econômicos em cultivo de palma forrageira irrigada**. Dissertação de Mestrado – Programa de pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada - PE, 2016.

NASCIMENTO, C.L.L. **Custo e viabilidade econômico-financeira do cultivo da pitaia em Pernambuco**. Dissertação de Mestrado – (Administração e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

RAMOS, J. P. F. **Estimativa do crescimento vegetativo e rendimento forrageiro em função da frequência de colheita e da adubação orgânica em palma forrageira**. 2012. 55f. Dissertação de Mestrado – (Mestrado em Zootecnia) Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

PAUNGFOO-LONHIENNE, C. et al. Plant growth promoting rhizobacteria increase the efficiency of fertilisers while reducing nitrogen loss. **Journal of Environmental Management**, v.233, p,337-341, 2019.

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, D. D. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 48p, 2006.

SCHUMACHER, M. V. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.121-130, 2001.

SILVA, P. F. et al. Water and nitrogen water use efficiency in forage palm irrigated with salt water in the Neossolo. **Australian Journal of Crop Science**, v.14, n.4, p.683-690, 2020a.

SILVA, J. R. I. et al. Inter-relação de técnica de manejo de água e solo aplicadas a cultura do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, 2020b.

SILVA, P.R.S. et al. Análise energética e econômica da implantação da cultura da pitaya em manejo orgânico no município de Tomé-Açu/PA. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.35, n.4, p.616-626, 2020c.

SILVA, T. G. F. et al. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, v.73, n.2, p.184-191, 2014.

SOARES, M. A. S. et al. 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, J. L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.1, p.131-141, 2004.

SPÍNOLA, A. M. et al. Palma-forrageira: Potencialidades para as propriedades rurais do Espírito Santo. **Incaper**, 2020.