



1  
2 **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
3 **CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**  
4 **BACHARELADO EM ZOOTECNIA**  
5  
6  
7

8 **DANIELA DA SILVA PEREIRA**  
9  
10  
11  
12

13 **ANÁLISE DO VIGOR E DE BROTAÇÕES DE CLADÓDIOS NO METÓDO DE**  
14 **MICROPROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia fícus-indica*)**  
15

16 **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27

28  
29 **CRUZ DAS ALMAS - BA**  
30 **AGOSTO DE 2018**

1 **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
2 **CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**  
3 **BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

4  
5  
6  
7  
8 **DANIELA DA SILVA PEREIRA**

9  
10  
11 **ANÁLISE DO VIGOR E DE BROTAÇÕES DE CLADÓDIOS NO METÓDO DE**  
12 **MICROPROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia fícus-indica*)**

13  
14  
15  
16 **Trabalho de conclusão de curso de**  
17 **graduação apresentado a Universidade**  
18 **Federal do Recôncavo da Bahia como**  
19 **requisito parcial para a obtenção do título**  
20 **de Bacharel em Zootecnia.**

21  
22  
23 **Orientador: Dr. Ossival Lolato Ribeiro**

24  
25  
26  
27 **CRUZ DAS ALMAS - BA**

28 **AGOSTO DE 2018**

1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
2 CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
3 BACHARELADO EM ZOOTECNIA  
4  
5

6 DANIELA DA SILVA PEREIRA  
7

8 **ANÁLISE DO VIGOR E DE BROTAÇÕES DE CLADÓDIOS NO METÓDO DE**  
9 **MICROPROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*)**

10  
11  
12  
13 Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao colegiado de Zootecnia da  
14 Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título  
15 de Bacharel em Zootecnia.  
16

17  
18 Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.  
19  
20

21  
22 **BANCA EXAMINADORA**  
23

24 \_\_\_\_\_  
25 Dr. Ossival Lolato Ribeiro – Orientador  
26 Professor Adjunto (CCAAB/UFRB)  
27

28 \_\_\_\_\_  
29 Dra Adriana Regina Bagaldo – Avaliador I  
30 Professor Adjunto (CCAAB/UFRB)  
31  
32

33 \_\_\_\_\_  
34 Mestrando Tarcísio Marques Barros- Avaliador II  
35 Mestrado em andamento em Ciência Animal (UFRB)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por todas as bênçãos, por sempre me fortalecer, não deixar desistir de correr atrás dos meus ideais, mesmo diante de vários empecilhos, a minha fé por Ele é o que me move diariamente. Aos irmãos de luz que nunca me deixam sentir desamparada e sozinha.

Aos meus pais e a meu irmão pelos ensinamentos, pelo amor incondicional, por sonharem comigo, sempre me apoiarem, fortalecer, nunca saírem do meu lado e lagar minha mão mesmo quando estava errada. Sem a estrutura familiar que vocês me proporcionam eu não teria conseguido chegar até aqui. A paciência do meu pai Louro, a fortaleza de minha mãe Conceição e a irmandade de Thiago são meu alicerce nessa jornada. Sem a dedicação deles não seria possível finalizar essa etapa, é por eles e sempre será.

Agradeço ao meu namorado Tarcísio pelo companheirismo, amor, paciência, amizade e por todas as vezes que me encorajou a não deixar circunstâncias negativas interferirem na minha jornada e a acreditar mais em meu potencial. Pelas noites mal dormidas me auxiliando nos estudos com seu conhecimento enriquecedor.

A todos os meus amigos e familiares que sempre acreditaram em mim, entenderam a ausência nas datas importantes, apoiaram, oraram para que eu vencesse os momentos difíceis com sabedoria/discernimento e estiveram na torcida pela minha conquista.

As amigas que tive a honra de ser presenteada no período da graduação, que não só compartilharam de momentos de lazer, alegrias e tristezas, como também contribuíram positivamente na minha vida acadêmica, com ajuda nos estudos e orientações. Especialmente a Thiane, Fernanda e Gisele que sempre se fizeram presentes.

Ao meu Orientador Ossival Lolato Ribeiro, por ter permitido que eu trabalhasse com o que sempre sonhei, por toda confiança depositada, por compartilhar dos seus ensinamentos, apoiar e se dedicar a construção desse trabalho e a cima de tudo por me honrar com sua amizade.

Aos grupos NEAR/UFRB – Núcleo de Estudo em Avicultura do Recôncavo e GEF/UFRB – Grupo de Estudo em Forragicultura, por contribuírem na minha formação com os conhecimentos compartilhados tanto nos experimentos quanto em sala de aula nas reuniões, pela amizade e também pelos momentos de descontração após os serviços.

A banca examinadora por ter aceitado contribuir e enriquecer o trabalho com o conhecimento no âmbito do tema. Gratidão também á todos os docentes que contribuíram

1 para minha formação. Em especial á Evani Strada, Priscila Campos, Ricardo Abreu, Bráulio  
2 Correia e Jerônimo Ávito, que além dos conhecimentos acadêmicos me lisonjearam com o  
3 ensinamento de como ser além de bons profissionais pessoas iluminadas.

4

Obrigado a todos!

1

## LISTA DE QUADROS E FIGURAS

2

### ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO REALIZADO NO SETOR DE FORRAGICULTURA DA UFRB

Quadro 1. Atividades realizadas durante o período de estágio supervisionado..10

### ANÁLISE DO VIGOR E DE BROTAÇÕES DE CLADÓDIOS NO MÉTODO DE MICROPROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*)

Pagina

Figura 1.	Croqui do experimento.....	27
Figura 2.	Forma de obtenção dos cortes nos cladódios de palma forrageira.....	27
Figura 3.	Ilustração dos blocos e sub-blocos em função dos fatores estudados..	28
Tabela 1.	Análise de variância da palma forrageira micropropagada pelo método do fracionamento do cladódio aos 30 dias de plantio.....	30
Tabela 2.	Vigor inicial dos cladódios de palma forrageira micropropagada pelo método do fracionamento do cladódio aos 30 dias de plantio.....	31
Tabela 3.	Análise de variância da palma forrageira micropropagada pelo método do fracionamento do cladódio aos 60 dias de plantio.....	32
Tabela 4.	Vigor inicial dos cladódios de palma forrageira micropropagada pelo método do fracionamento do cladódio aos 60 dias de plantio.....	33
Tabela 5.	Análise de variância da palma forrageira micropropagada pelo método do fracionamento do cladódio aos 90 dias de plantio.....	34
Tabela 6.	Vigor inicial dos cladódios de palma forrageira micropropagada pelo método do fracionamento do cladódio aos 90 dias de plantio.....	35
Tabela 7.	Desdobramento da interação corte X água significativa para a variável Sobrevivência aos 90 dias de plantio:.....	35

## SUMÁRIO

### ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO REALIZADO NO SETOR DE FORRAGICULTURA DA UFRB

1		
2		
3		
4		
5	RESUMO.....	8
6	1. INTRODUÇÃO.....	9
7	2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	9
8	2.1 Atividades de extensão.....	10
9	2.2. Introdução de plantas forrageiras para silagens.....	10
10	2.3. Manutenção do campo agrostológico.....	11
11	2.4. Aplicação de métodos para controle de pragas.....	11
12	2.5. Aprimoramento das técnicas para ensilar.....	11
13	2.6. Organização de evento acadêmico.....	12
14	3. CONCLUSÃO.....	12
15		
16	<b>ANÁLISE DO VIGOR E DE BROTAÇÕES DE CLADÓDIOS NO METÓDO DE</b>	
17	<b>MICROPROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (<i>Opuntia fícus-indica</i>)</b>	
18		
19	RESUMO.....	13
20	1. INTRODUÇÃO.....	15
21	2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
22	2.1. Palma forrageira.....	16
23	2.2. Micropropagação de palma forrageira.....	19
24	2.3.Utilização da adubação fosfatada na palma forrageira.....	22
25	2.4. Utilização de água no plantio de palma forrageira.....	23
26	3. MATERIAL DE MÉTODOS.....	25
27	4. RESULTADOS E DISCURSSÕES.....	30
28	5. CONCLUSÃO.....	36
29	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	37

## ESTÁGIO SUPERVISIONADO

1

2

### 3 **RESUMO**

4

5 O presente estágio supervisionado foi desenvolvido durante o cumprimento da  
6 disciplina GCCA090 Estágio supervisionado em Zootecnia, realizado na Universidade  
7 Federal do Recôncavo da Bahia, no Setor de Forragicultura do CCAAB. Neste período foram  
8 acompanhados todos os trabalhos executados pelo Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF)  
9 e parcerias. As atividades desenvolvidas foram realizadas sob a supervisão dos professores  
10 responsáveis pelo referido setor.

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades práticas do estágio supervisionado obrigatório foram realizadas na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, especificamente no setor de forragem do no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB, durante o período compreendido do semestre regular de 2018.1. O estágio supervisionado em zootecnia tem como objetivo proporcionar ao aluno a complementação dos conhecimento adquiridos nas aulas teóricas e, principalmente, da parte prática, haja vista que apenas em aulas nem sempre é possível realizar e visualizar todas as atividades de uma determinada área da zootecnia.

Assim, o estágio serve como ferramenta para complementar a formação profissional e acadêmica, aprendendo a tomar decisões importantes quando for exigido. Desta forma, o estágio supervisionado coloca o aluno em contato com as atividades reais, nas diferentes áreas de atuação do Zootecnista, de forma que o futuro profissional encontrará no mercado de trabalho, sabendo ele que serão nas práticas as decisões mais difíceis a serem tomadas e, por conseqüência, descobrir qual a área de atuação ele mais se encaixa e seguirá na vida profissional.

Sendo assim, esse relatório teve como objetivo a enumeração circunstanciada das 400 horas exigidas de atividades desenvolvidas no período do estágio curricular supervisionado do curso de Zootecnia, sob a orientação e supervisão do professor Ossival Lolato Ribeiro.

## 2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades realizadas durante o estágio supervisionado obrigatório estão descritas no Quadro 1 de forma concisa.

**Quadro 1** - Atividades realizadas durante o período de estágio supervisionado

<b>Metas</b>	<b>Atividades</b>	<b>Período (mês/ano)</b>
Atividade de Extensão	Monitoria de evento acadêmico contendo palestras e minicursos com temas relacionados à área.	Maio/2018
Introdução de plantas forrageiras no setor	Introdução de plantas forrageiras proporcionando a ampliação de espécie no setor para confeccionar silagem e aperfeiçoamento do conhecimento na área.	Maio/2018
Manutenção do campo	Manutenção do campo	Maio/2018

agrostológico	agrostológico com o objetivo de instruir-se das condições de adaptação de espécies forrageiras, observando seu melhor desempenho.	
Aplicação de métodos para controle de pragas	Controle de plantas invasoras e formigas	Junho/2018
Adubações de correção e manutenção do solo	Adubações realizadas nas culturas do setor	Junho/2018
Aprimoramento das técnicas para ensilagem.	Confecção de silagens 4 experimentos com silagens diversas e tecnologias (aditivos ou misturas) diversas	Julho/2018
Organização de evento acadêmico SIMBAZOO 2018	Organização de evento acadêmico contendo palestras e minicursos com temas relacionados à área.	Agosto/2018

1

## 2 **2.1. ATIVIDADE DE EXTENSÃO**

3 A primeira atividade realizada no estágio foi de extensão, com a monitora de  
4 minicurso no evento acadêmico que foi realizado em homenagem ao dia do Zootecnista na  
5 Universidade federal do Recôncavo da Bahia - UFRB. A semana acadêmica de Zootecnia  
6 enfatizou a influência da profissão na produção nacional e contou com palestras e minicursos  
7 com temas relacionados à área de forragicultura. A monitoria do minicurso de palma  
8 forrageira permitiu conhecimento de novos métodos utilizados na cultura e como executá-los  
9 em campo.

## 10 **2.2. INTRODUÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS PARA SILAGENS**

11 Foram formadas 3 áreas de 100 m<sup>2</sup> de cada espécie forrageira que foram de capim  
12 Guatemala, capim Elefante e cana de açúcar, propagadas por meio do método de clonagem,  
13 utilizando o fragmento do colmo das espécies como muda, sendo que cada fragmento era  
14 formado por três nós (gemas vegetativas). Estas áreas serão utilizadas futuramente em aulas  
15 práticas, projetos de pesquisa, e atividades de extensão realizada no setor.

## 16 **2.3. MANUTENÇÃO DO CAMPO AGROSTOLÓGICO**

17 A manutenção do campo agrostológico, formado com vários tipos de gramíneas e  
18 leguminosas, foi realizada por meio de capinas manuais dentro dos corredores entre as

1 parcelas com as gramíneas, arranque manual de ervas daninha dentro das parcelas e também a  
2 roçagem das espécies ali plantadas. Atendendo a pureza varietal das espécies utilizadas em  
3 aulas práticas da disciplina de Pastagens e Plantas Forrageiras I (CCA-234).

#### 4 **2.4. APLICAÇÃO DE MÉTODOS PARA CONTROLE DE PRAGAS**

5 Realizou-se as atividades em todo o setor para controlar as plantas daninhas e pragas,  
6 principalmente formigas cortadeiras (principal praga das pastagens na região do Recôncavo  
7 da Bahia), por meio de técnicas químicas e físicas. As formigas causam redução na  
8 quantidade e produção de folhas, que acaba prejudicando o desenvolvimento das plantas,  
9 assim reduzindo sua produção. Em relação as plantas daninhas, vale ressaltar que as mesmas  
10 competem por luz, água e nutrientes do solo com as plantas forrageiras, o que causa redução  
11 da produção e qualidade das plantas forrageiras. Desta forma, o controle de plantas daninhas é  
12 importante para a manutenção do setor e de pastagens em geral.

#### 13 **2.5 ADUBAÇÕES DE CORREÇÃO E MANUTENÇÃO DO SOLO**

14 Foram realizadas diversas adubações nas subáreas do setor de Forragicultura, com  
15 adubos químicos (NPK) e orgânicos (esterco de ovinos da UFRB), sendo de grande  
16 aprimoramento das técnicas associadas de adubação em pastagens. Esta atividade visou a  
17 aprendizagem da utilização de forma estratégica e racional das diferentes fontes de nutrientes  
18 para o solo e plantas, de forma que o solo sempre estivesse sendo corrigido e sua fertilidade  
19 estivesse sendo mantida ou aprimorada, haja vista que no setor é produzido grande volume de  
20 forragem destinada a ensino, pesquisa e extensão. Logo, faz-se necessário repor e corrigir a  
21 fertilidade do solo em relação ao que é exportado via plantas forrageiras. Ainda foi possível  
22 aplicar os conhecimentos adquiridos em aulas teóricas sobre os cálculos de adubação de  
23 pastagens.

#### 24 **2.5. APRIMORAMENTO DAS TÉCNICAS PARA ENSILAR**

25 Foram realizadas confecções de silagens de vários tipos de culturas em diferentes tipos  
26 de silos (mini silos, tambores e sacos plásticos). As variedades utilizadas foram o Girassol,  
27 capim Guatemala, a Mandioca e Algaroba. As silagens foram usadas nas aulas práticas da  
28 disciplina de Pastagens e Plantas Forrageiras, em pesquisas e também na parte prática dos  
29 eventos acadêmicos realizados já citados no Quadro 1.

## 1    **2.6. ORGANIZAÇÃO DE EVENTO ACADÊMICO**

2            A organização do Simpósio Baiano de Zootecnia (SIMBAZOO 2018) foi realizada por  
3    professores, discentes e técnicos do CCAAB, sob a coordenação do professor Ossival Lolato  
4    Ribeiro. O evento contou com uma programação com temas relevantes à comunidade  
5    acadêmica, em especial aos alunos do CCAAB e demais instituições de  
6    ensino/pesquisa/extensão do estado da Bahia, no que se refere à produção animal, bem como  
7    do papel e ascensão da mulher no Agronegócio. Além de ajudar na organização do Simpósio,  
8    fique responsável por monitorar dois minicursos, um da área de formulação de ração que  
9    ensinou dietas tanto para ruminantes quanto para monogástricos e outro da área de  
10    forragicultura que trouxe ensinamentos sobre a palma forrageira.

11

## 12    **3. CONCLUSÃO**

13            A prática oferecida no período do estágio supervisionado contribui grandiosamente na  
14    formação profissional e pessoal. Os conteúdos adquiridos durante a formação acadêmica em  
15    sala de aula são colocados em prática, permitindo a percepção da importância da atuação do  
16    profissional Zootecnista no acompanhamento tanto das atividades diárias realizadas quanto na  
17    resolução de impasses quando existentes a campo. Também proporciona uma melhor  
18    desenvoltura quanto á relações humanas ao se trabalhar em grupo.

1 **ANÁLISE DO VIGOR E DE BROTAÇÕES DE CLADÓDIOS NO METÓDO DE**  
2 **MICROPROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*)**

3 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar a influência dos fatores corte, níveis de água e adubação  
4 fosfatada no vigor e nas brotações dos cladódios sobre o método de micropropagação da  
5 palma forrageira aos 30, 60 e 90 dias de plantio. O experimento foi realizado no Setor de  
6 Forragicultura da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e constituiu-se na  
7 micropropagação de palma forrageira em canteiros experimentais medindo 0,6 x 15,4m. O  
8 delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, sendo 27 tratamentos em  
9 dois blocos, totalizando 54 unidades experimentais. Os tratamentos foram estabelecidos pelos  
10 seguintes fatores: três formas de corte do cladódio (4, 6 e 8 pedaços); três níveis de  
11 fornecimento de água (0, 5 e 10 mm por semana); e de três níveis de adubação fosfatada (sem  
12 adubação, dose recomendada e o dobro da dose recomendada), formando um esquema fatorial  
13 3x3x3. Durante o período de 30 dias após o plantio o fator corte obteve-se efeito significativo  
14 ( $P < 0,05$ ) para sobrevivência, mortalidade, brotações totais, simples e duplas. E os fatores  
15 água e fósforo nas variáveis brotações duplas e brotações simples, respectivamente. Nos 60  
16 dias o fator corte obteve efeito, com exceção brotações duplas, para todas as demais variáveis.  
17 Já o fator água houve efeito para a variável brotação total, não havendo efeito significativo  
18 para o fator fósforo. Aos 90 dias ocorreu efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a interação entre  
19 corte e água na variável sobrevivência e significância para no fator corte para as outras  
20 variáveis analisadas. A técnica da micropropagação de palma forrageira *Opuntia ficus-indica*  
21 (variedade gigante) indica-se a utilização do corte em 4 fragmentos, além do fornecimento de  
22 água no ordem de 10 mm por semana associada ao nível de adubação fosfatada conforme a  
23 recomendação.

24  
25 **Palavras-chave:** Adubação; Cladódios; Produção; Mudas.

26  
27  
28 **ANALYSIS OF EFFECTIVE AND CLOTHING BROADCASTS IN FORAGE PALM**  
29 **MICROPROPAGATION METHOD (*Opuntia ficus-indica*)**

30 **ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the influence of cutting factors,  
31 water levels and phosphatic fertilization on vigor and sprouting of cladodes on the  
32 micropropagation method of forage palm at 30, 60 and 90 days of planting. The experiment  
33 was carried out in the Forage Sector of the Federal University of the Recôncavo of Bahia and  
34 it was constituted in the micropropagation of forage palm in experimental beds measuring 0,6  
35 x 15,4m. The experimental design was in randomized blocks, with 27 treatments in two  
36 blocks, totaling 54 experimental units. The treatments were established by the following  
37 factors: three forms of cladodium cutting (4, 6 and 8 pieces); three levels of water supply  
38 (without supply, 5 and 10 mm per week); and three levels of phosphate fertilization (without  
39 fertilization, recommended dose and twice the recommended dose), forming a 3x3x3 factorial  
40 scheme. During the 30-day period after planting, for all variables studied, a significant effect  
41 ( $P < 0.05$ ) was obtained for the cut-off factor. For the water and phosphorus factors there was  
42 a significant effect on the variables double sprouts and single sprouts, respectively. In the 60-  
43 day period after planting, a significant effect ( $P < 0.05$ ) occurred in all the variables studied for

1 the cut-off factor. In the water factor there was a significant effect on the total sprouting  
2 variable, and there was no significant effect on the phosphorus factor. In relation to the period  
3 of 90 days, there was a significant effect ( $P < 0.05$ ) for the interaction between cut and water  
4 in the survival variable and significance for the cut-off factor for the other variables analyzed.  
5 For the use of the micropropagation technique of *Opuntia ficus-indica* (giant variable) it is  
6 indicated the use of the cut and four fragments, in addition to the water supply in the order of  
7 10 mm per week associated with the level of phosphate fertilization according to the  
8 recommendation.  
9  
10 **key words:** Fertilization; Cladodes; Seedlings; Production.

## 1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira pertence a família das cactáceas, trata-se de uma cultura que apresenta aspecto fisiológico específico quanto à absorção, aproveitamento e perda de água, suportando prolongados períodos de estiagem. É avaliada como uma cactácea com evidência enaltecida mundialmente, por ser utilizada tanto na alimentação animal quanto na humana, na produção de cosméticos e pesquisas científicas. Tem sido amplamente difundida e sua forma de cultivo vem tornando-se objeto de estudo e atualização com a incorporação de novas estratégias de plantio, uso e manejo, além de ser um importante recurso forrageiro de grande relevância para regiões áridas de semiáridas.

Os gêneros mais importantes da palma são *Opuntia* e *Nopalea*, devido ao seu uso quantitativo no campo. Entre as espécies do gênero *Opuntia*, a mais utilizada pelos produtores, é a *Opuntia ficus-indica*, variedade gigante, o que a torna um grande recurso forrageiro como fonte de alimentação e de água para os animais, especificamente os ruminantes, no período de estiagens devido a sua alta produção de matéria verde, carboidratos não fibrosos e resistência à seca (BEZERRA et al., 2014).

A formação de um palmal pelo método tradicional se dá pelo plantio de cladódios inteiros. Na forma de um plantio adensado, necessita-se de 40 a 80 mil cladódios para implantação de um hectare de palma forrageira (SILVA et al., 2014). Exaltando que essa quantia, em uma localização que não existe palmais, ao visar custo e produção de cladódios para propagação pode ser inviável implantar, conseqüentemente, ostenta como obstáculo à aquisição de propágulos vegetativos, tanto pela demora do seu desenvolvimento como pela quantidade excessiva de material necessário à propagação.

Em contrapartida da exigência de se elevar o número de plantas por hectare de palma, assim como, realizar uma reserva estratégica de alimentos nos períodos mais críticos do ano, tem movido um aumento de tecnologias, uma delas é a micropropagação de palma forrageira pelo fragmento do cladódio. Método que consiste no seu corte em fragmentos menores e o plantio dos mesmos para obtenção de novas mudas. Esta técnica de baixo custo possibilita a implantação de palmais para produção de mudas a partir de uma menor quantidade de cladódios (LOPES et al., 2012).

A palma forrageira denota um grande potencial de produção de fitomassa, entretanto a remoção de nutrientes do solo pela cultura é elevada. Assim, sem um planejamento de adubação, a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma reduziria ao longo do tempo,

1 devido, singularmente, a redução na fertilidade dos solos (DUBEUX JR et al., 2006).  
2 Agregado ao uso de apropriadas práticas agronômicas, o uso de fertilizantes na propagação da  
3 palma forrageira, será capaz de promover uma maior rebrota e produção das mudas.

4 Associando a palma forrageira quanto a sua exigência hídrica, diversas são as  
5 suposições, como o fato da mesma possuir Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC) e ser  
6 cultivada tradicionalmente em condições de sequeiro (CONSOLI et al., 2013). Tais  
7 ponderações conduzem à exigência de estudos de análise do comportamento e do desempenho  
8 da palma exposta a diferentes condições de disponibilidade de água, que assegurem a  
9 melhoria da compreensão da resposta da cultura e a definição de sua exigência hídrica que  
10 podem ser úteis para a maximização da sua produtividade (COSTA et al., 2012).

11 Destaca-se então que, para a prática da micropropagação de palma forrageira poucos  
12 são os trabalhos que demonstram informações acerca do uso de adubos químicos e da  
13 exigência de água que possibilitem a melhoria na qualidade e vigor das mudas produzidas.  
14 Desse modo o objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos fatores corte, níveis de água e  
15 adubação fosfatada no vigor e nas brotações dos cladódios sobre o método de  
16 micropropagação da palma forrageira aos 30, 60 e 90 dias de plantio.

17  
18  
19  
20

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Palma forrageira

22 A palma forrageira é uma planta exótica originada no México e na  
23 contemporaneidade, é encontrada por todos os continentes, salvo nas zonas polares (ANAYA-  
24 PÉREZ, 2002). No Brasil, é vista como um dos principais recursos forrageiros especialmente  
25 para os ruminantes na região nordeste durante o período de longas estiagens.

26 A inserção da palma forrageira no Brasil ainda não é bem estipulada, no entanto,  
27 relatos afirmam que a sua introdução ocorreu no estado do Pernambuco, por volta de 1880,  
28 por intermédio de sementes obtidas dos Estados Unidos. Segundo Ramos et al. (2011) nos  
29 últimos anos, o Brasil tornou-se o país com maior cultivo da palma forrageira do mundo, com  
30 área estimada em 600 mil ha, com predomínio da espécie *Opuntia ficus-indica*.

31 Descrevendo a sua classificação botânica a palma forrageira enquadra-se no reino  
32 Vegetal, sub-reino Embryophita, divisão Angiospermae, ordem Opuntiales, classe  
33 Dicotinodelae, família Cactaceae, subfamília Opuntioideae, gênero *Opuntia*, subgênero

1 Playopuntia (LOPES et al., 2012). Apresentam-se 178 gêneros e aproximadamente 2000 mil  
2 espécies, no entanto, os mais utilizados como forrageiras para cultivo e produção são  
3 (*Opuntia* e *Nopalea*) (BEZERRA et al., 2014).

4 Prevalentemente de maior cultivo no nordeste brasileiro, onde predomina o cultivo de  
5 espécies de palma dos gêneros *Opuntia ficus indica* Mill, variedades Redonda e Gigante, e  
6 *Nopalea cochenillifera*, conhecida como palma miúda ou palma doce (ALMEIDA et al.,  
7 2012). A *Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill (Gigante) apresentam cladódios com médias  
8 variando entre 19 a 28 mm de espessura, 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura,  
9 ovaladas de cor verde escura, recobertas por uma camada de cera.

10 Segundo Cunha et al. (2012), as características morfológicas das plantas forrageiras,  
11 sobretudo da palma gigante podem apresentar diferentes padrões de resposta, em face do  
12 manejo imposto à planta e, ser utilizada também como uma ferramenta suporte de ações de  
13 manejo em plantas forrageiras.

14 Diversos fatores estão relacionados na composição química da palma forrageira, onde  
15 as variações estão relacionadas com a idade da planta, a época do ano, a espécie, variedade e  
16 o manejo de adubação entre outros fatores (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). De maneira  
17 geral, seja do gênero *Opuntia* ou *Nopalea*, caracteriza-se por apresentar um alimento rico em  
18 carboidratos não-fibrosos (60%) principalmente a pectina, e matéria mineral (20%), no  
19 entanto, possui baixos teores de fibra em detergente neutro (22%) e proteína bruta (4%) e  
20 matéria seca (10%) fatores que devem ser levados em conta quando utilizada na formulação  
21 de ração e alimentação de ruminantes (PESSOA et al., 2013).

22 Segundo Silva et al. (2014), no Brasil se tem o predomínio das cultivares Gigante,  
23 Redonda, IPA-20 (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenillifera*). A cultivar  
24 gigante é a mais cultivada e apresenta maior rusticidade, tolerância a secas intensas e a  
25 infestações da cochonilha-de-escamas (*Diaspis echinocacti Bouché*) (SANTOS et al., 2010).

26 Um das principais características da palma forrageira que faz com que ela se  
27 adequa-se a esses períodos de secas é atribuída a sua fisiologia, e o seu processo fotossintético  
28 denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), em que através de seu mecanismo  
29 conseguem fechar seus estômatos durante o dia o que evita a perda excessiva de água pelo  
30 processo de transpiração e assim mantém a hidratação dos tecidos (TAIZ e ZEIGER, 2004).  
31 Outro fator a ser levado na sua fisiologia é a eficiência do uso da água, pois consegue usar de  
32 100 a 150 kg de água para produzir 1kg de matéria seca, tornando-se quatro vezes mais  
33 eficiente do que as gramíneas e seis vezes mais eficiente que as leguminosas (NOBEL, 2005).

1 Os custos de implantação da palma forrageira podem ser ao longo do tempo pelo fato  
2 da cultura ser perene, já que geralmente um palmal pode durar mais de 19 anos, desde que  
3 sejam manejados corretamente (GUIMARÃES, 2014). Potencializar o uso das raquetes  
4 durante o plantio auxilia a reduzir o custo de implantação e em locais de baixa disponibilidade  
5 é aconselhado a produção de mudas em pequenos canteiros para ampliação futura a médio e  
6 longo prazo. Segundo Cândido *et al.* (2013), os gastos com aquisição de mudas podem  
7 representar, em torno de 53% do custo total de implantação, o que retrata que a tática de  
8 produzir as próprias mudas pode reduzir o custo de implantação do palmal.

## 9 **2.2. Micropropagação de palma forrageira**

11 A micropropagação é um método de propagação vegetativa amplamente pesquisado  
12 em espécies vegetais, sendo a especificidade dentro da cultura de tecidos que mais se tem  
13 expandido e identificado aplicações práticas constatadas (CABRAL *et al.*, 2003). Técnica que  
14 se baseia no princípio de totipotência (capacidade de uma única célula se multiplicar e gerar  
15 nova planta). Entre as vantagens de sua aplicação, estão as possibilidades de se conseguir  
16 novas plantas a partir de um único explante inicial, independentemente de condições  
17 climáticas, redução do tempo e da área necessária à propagação da espécie, reprodução do  
18 genótipo da planta mãe e a propagação vegetativa de espécies difíceis de serem propagadas  
19 por outros métodos (ERIG e SCHUCH, 2005).

20 A micropropagação é uma alternativa para multiplicação de um genótipo escolhido  
21 por meio de mecanismos da cultura de tecidos de planta, diferente da propagação vegetativa  
22 convencional, por aproveitamento de ambiente controlado, que permite o desenvolvimento  
23 sem interposição de patógenos (PASQUAL, 2001). No meio de práticas de culturas de tecidos  
24 de plantas a micropropagação é a mais disseminada e a de maior efeito econômico (THORPE,  
25 2012).

26 Além disto, essa técnica promove a formação de indivíduos geneticamente similares a  
27 partir de células, órgão ou fragmentos de uma planta matriz. É uma técnica de cultura de  
28 tecidos que aglomera diferentes etapas que vão desde o estabelecimento da cultura *in vitro* até  
29 seu enraizamento, sendo finalizada com a aclimatização da planta micropropagada (BASTOS  
30 *et al.*, 2007).

31 No transcorrer dos últimos 15 anos, houve um avanço no desenvolvimento das  
32 técnicas de cultivo *in vitro* para mais de mil espécies, englobando as cactáceas. As *Opuntia* e  
33 *Nopalea* se multiplicam por estaquias dos cladódios e a necessidade de elevada quantidades

1 de material requisitado por grandes plantações é um sério problema prático (NEVES *et al.*,  
2 2010) Por essas razões aplicam-se métodos de fragmentação para se atingir um sistema eficaz  
3 de multiplicação desse gênero em grande proporcionalidade (ALVES *et al.*, 2013).

4 O uso de técnicas de cultura de tecidos é a possibilidade viável para se cumprir este  
5 objetivo, a mesma já é empregada, mas em pequena escala, para a multiplicação da palma. A  
6 taxa de rendimento é variável, podendo alcançar a 12 brotações com 30 dias, e 16 brotações  
7 com 60 dias e de 12 a 17 brotações em 45 dias (FLINT *et al.*, 2013). Entretanto, segundo  
8 Souza *et al.* (2006) para o alcance de protocolos competentes de micropropagação, em escala  
9 comercial são necessários estudos que envolvam os fatores intrínsecos, inerentes a espécies,  
10 assim como fatores externos, relacionados aos meios de cultura e as condições físicas de  
11 cultivo.

12 Para a micropropagação em palma forrageira as vantagens de se empregar essa técnica  
13 estão voltadas para a obtenção de maior número de plantas por raquete, economia na  
14 implantação de um palmar, menor perda de plantas, melhor controle sob as plantas, maior  
15 número de brotações e menor espaço de tempo do plantio ao corte e corte da palma com 1,5  
16 anos em condições ideais (GAVA e LOPES, 2014).

17 A produção de mudas pela fragmentação do cladódio é uma alternativa para que o  
18 produtor rural possa implantar novas áreas ou sementeiras, utilizando mudas de alta  
19 qualidade, produzidas a partir de pequenas quantidades de raquetes. Trata-se de uma  
20 metodologia simples e de baixo custo, desenvolvida para ser aplicada dentro da propriedade e  
21 utilizando-se um mínimo de mão-de-obra (CAVALCANTE *et al.*, 2017). Nas experiências  
22 conduzidas em campo, a eficiência do processo é de 85% e comumente obtêm-se pelo menos  
23 dez mudas para cada raquete disponível. Uma variação da técnica permite a colocação dos  
24 fragmentos deitados em contato direto com o solo, contudo, isso requer o arranque das mudas  
25 do local de produção para o replantio em local definitivo, aumentando-se os riscos de danos  
26 (GAVA e LOPES, 2014).

27 Em pesquisa realizada por Cavalcante *et al.* (2017), foram testados a propagação via  
28 cladódio inteiro, 1/2 cladódio, 1/4 cladódio e 1/8 cladódio, sendo mostrado assim que é  
29 possível se multiplicar o mesmo fracionando a raquete e, conseqüentemente a elevação da  
30 quantidade de propágulos e a diminuição da necessidade de material propagativo. A retirada  
31 da raquete utilizada para a propagação deve acontecer, segundo Mendes (1986), de dez a  
32 quinze dias antes do plantio e ser mantida à sombra, para a cicatrização dos cortes.

## 2.4 Utilização da adubação fosfatada na palma forrageira

O uso de adubação é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência de produção de forragem. As plantas produzem todos os seus elementos a partir de substâncias inorgânicas básicas e luz solar, assim, a adição de fertilizantes é necessário para devolver os nutrientes que foram extraídos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A adubação mineral e orgânica de manutenção é uma importante medida de da cultura da palma, tendo que ser realizada a cada corte, considerada a elevada extração de nutrientes da cultura, principalmente para os elementos que a palma forrageira mais extrai que são N, P, K e Ca (NOBEL, 1995). A fertilização com estes minerais, em geral favorece segmentos positivos no desenvolvimento da palma forrageira, especificamente em cultivos adensados onde há uma maior demanda por nutrientes (MIMOUNI *et al.*, 2013).

Nível de adubação é fator determinante na produção de matéria verde, principalmente, quando se trata de plantio adensado de palma. Considerando que os teores de elementos minerais encontrados na MS de palma forrageira obtidos por Santos *et al.* (1990) foram de 0,90; 0,16; 2,58 e 2,35% para nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio e supondo-se uma produção de 10 t de MS há/ano, estima-se que as quantidades exportadas desses nutrientes, seriam de 90, 16, 258 e 235 kg/ha ano, respectivamente.

Dubeux Júnior *et al.* (2006) avaliaram a palma da espécie *Opuntia* com duas densidades de plantio (5.000 e 40.000 plantas/ha ) onde houve a adubação com cinco níveis de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg/há/ano de N) e duas doses de fósforo (0 e 33 kg/há/ano de P) e notaram que com a menor densidade de plantas, não ocorreu resposta ao N no tratamento sem P e o número de cladódios por planta reduziu de forma linear em resposta aos níveis de N no tratamento com 33 kg/ha ano de P. Entretanto, com a maior densidade houve resposta quadrática aos níveis de N no tratamento sem P e resposta linear crescente aos níveis de N com 33 kg/ha ano de P.

Cunha *et al.* (2012) avaliaram o efeito de 0, 100, 200 e 300 kg de nitrogênio/ ha sobre o desenvolvimento da palma Miúda (40.000 plantas/ha) e observaram que houve aumento linear no número de cladódios, fazendo com que a produção por hectare aumenta-se. Santos *et al.* (2006) avaliaram o efeito da adubação com N e P em duas densidades de plantio em clone IPA 20, e concluíram que a adubação com nitrogênio e fósforo aumentou a produtividade.

Segundo Silva *et al.* (2012) para quase todas as culturas, afim de se buscar altas produtividades, a prática da adubação é indispensável, seja orgânica e/ou mineral. Como os

1 fertilizantes para adubação têm custo elevado, é necessário se proceder a uma análise de solo  
2 para saber quais são os minerais que estão deficientes e aplicá-los nas quantidades certas para  
3 cada situação. Ao se encaminhar a análise de solo, deve-se solicitar a recomendação de  
4 adubação para a cultura da palma (NOBEL, 1995).

5 Teles *et al.* (2002), no intuito de avaliar os efeitos de fósforo e potássio sobre o  
6 crescimento da palma forrageira clone IPA-20 em solo de Arcoverde – PE, não verificou  
7 efeitos significativos para as variáveis avaliadas, porém para a produção de matéria verde  
8 total e o teor de matéria seca foram influenciadas apenas pela adubação potássica. Cavalcante  
9 Filho *et al.* (2000), trabalhando com solo oriundo de São Bento do Una – PE testaram níveis  
10 de fósforo e potássio sobre o crescimento da palma forrageira clone IPA-20, concluindo que  
11 não houve efeitos dos tratamentos sobre o número total de artículos e seus respectivos  
12 comprimentos, largura e perímetro.

13 Santos *et al.* (2005) em estudo sobre adubação orgânica e mineral, em palma  
14 forrageira, do cultivar Gigante, observaram aumento de 81% na produção de MS, com 10 t/ha  
15 de esterco de curral e de 29% com 50 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, quando comparado com o  
16 plantio não adubado.

## 17 **2.5. Utilização da água no plantio de palma forrageira**

18

19 O sistema de produção a ser trabalhado em regiões semiáridas deve-se ocorrer o  
20 manejo mais sustentável possível quanto às atividades agrícolas que serão praticadas. Para  
21 isto, é fundamental o uso de espécies que se adaptem às condições climáticas reinantes com  
22 ênfase para altas temperaturas e déficit hídrico (PINHEIRO *et al.*, 2014).

23 A palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.), demonstra o seu grande potencial a ser  
24 utilizada, por ser uma cactácea que possui uma grande adaptação às regiões áridas e  
25 semiáridas e apresenta tolerância a períodos longos de estiagem e alta eficiência do uso da  
26 água, (SILVA *et al.*, 2015).

27 A baixa exigência hídrica da palma se deve ao fato da mesma possuir metabolismo  
28 ácido das crassuláceas (MAC) e ser cultivada tradicionalmente em condições de sequeiro  
29 (SILVA *et al.*, 2014). As plantas MAC continuam realizando fotossíntese mesmo com acesso  
30 mínimo à água (TAIZ & ZEIGER, 2013). Essas plantas apresentam uma alta eficiência no uso  
31 da água (kg de água/ kg de matéria seca), quando comparada às de metabolismo fotossintético  
32 C3 e C4 (CONSOLI *et al.*, 2013).

1 Resultados de pesquisas ainda têm avigorado que a produtividade de matéria seca da  
2 palma forrageira é inferior à de outras plantas de potencial forrageiro, que são utilizadas no  
3 semiárido (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Tais ponderações impulsionam à necessidade de estudos  
4 de análise do desempenho da palma exposta a diferentes situações de disponibilidade de água,  
5 que ocasionem a melhoria da compreensão da resposta da cultura e a definição de sua  
6 exigência hídrica que podem ser pertinentes para a maximização da sua produtividade  
7 (COSTA *et al.*, 2012).

8 Apesar desta adaptabilidade, seu crescimento e desenvolvimento variam com as  
9 modificações das condições meteorológicas. Em regiões com precipitações anuais entre  
10 368mm e 812mm e temperaturas médias variando de 16,1°C a 25,4°C, Souza *et al.* (2008)  
11 relataram que o potencial produtivo dessa cultura se expressa de forma mais significativa. Em  
12 regiões produtoras de palma, quando a precipitação pluviométrica local não atinge os níveis  
13 considerados ideais, faz-se necessário o uso de irrigação para atender à necessidade hídrica da  
14 referida cultura (FLORES-HERNÁNDEZ *et al.*, 2004).

15 Embora a utilização da água para irrigar ou molhar a palma forrageira pareça ser  
16 contraditória e inviável por causa dos custos, Lima *et al.* (2009) relata que os resultados  
17 preliminares alcançados podem ser assinalados como transformadores em termos de  
18 oportunidades em áreas adensadas de plantio.

19 Silva *et al.* (2012) avaliaram a frequência de irrigação (7, 14 e 21 dias; lâmina de 7,5  
20 L/m<sup>2</sup> em cada frequência) associada à adubação nitrogenada (0, 100, 200 e 400 kg N/ha)  
21 sobre a produção da palma forrageira cultivar miúda em Apodi-RN, verificaram, após 18  
22 meses, uma interação entre adubação e frequência de irrigação na produção de matéria seca, a  
23 qual variou de 12,11 t/ha com aplicação de 0 kg/ha de N ano, e 17,29 t/ha com 400 kg/ha de N  
24 ano e 21 dias de irrigação.

25 Ao se dispor de um sistema de irrigação, mesmo que a quantidade de água seja um  
26 tanto limitada, ainda que o suprimento hídrico através da irrigação não atinja os  
27 requerimentos da cultura, uma pequena quantidade de água pode promover respostas  
28 produtivas positivas na planta (LIRA, *et al.* 2016)

29 A técnica do fracionamento de cladódios mesmo com a simplicidade e acessibilidade  
30 que dispõe a pequenos produtores interessados na multiplicação de variedades da palma,  
31 poucos são os trabalhos que tratam de sua padronização, particularmente na propagação da  
32 palma forrageira comparando tamanhos de frações, níveis de adubação e irrigação recomenda,  
33 onde se trata de uma técnica promissora e de grande relevância para o semiárido brasileiro.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizado no município de Cruz das Almas, em uma área de 357,28 m<sup>2</sup>, sendo 23,2 m x 15,4 m. O clima de Cruz das Almas, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Af, ou seja, clima quente, com o mês mais frio com temperatura média superior a 18°C, e o período mais seco com precipitação igual ou superior a 60 mm. A pluviosidade média anual é de 1.200mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos e outubro e janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2°C.

As atividades do experimento iniciaram-se no dia 24 do mês de janeiro e finalizou-se no dia 24 do mês de abril de 2018, contabilizando um período de avaliação de 90 dias, ressaltando que nesse período experimental houve uma pluviosidade pluviométrica de 118,9mm de chuva no total. O experimento iniciou com a etapa de corte dos cladódios, cicatrização e plantio das mudas da palma forrageira em canteiros localizados no Setor de Forragicultura.

Utilizou-se a palma forrageira Gigante (*Opuntia ficus-indica*), a aquisição e coleta foram feitas no povoado Tanquinho pertencente ao município Feira de Santana-BA. Posteriormente os cladódios foram armazenados em local arejado durante um período de 10 dias para a redução do teor de umidade antes de ser micropropagada e plantada. O adubo químico utilizado no experimento foi o super simples (fósforo), adquirido em casa agropecuária e aplicado diluído em água no início do experimento.

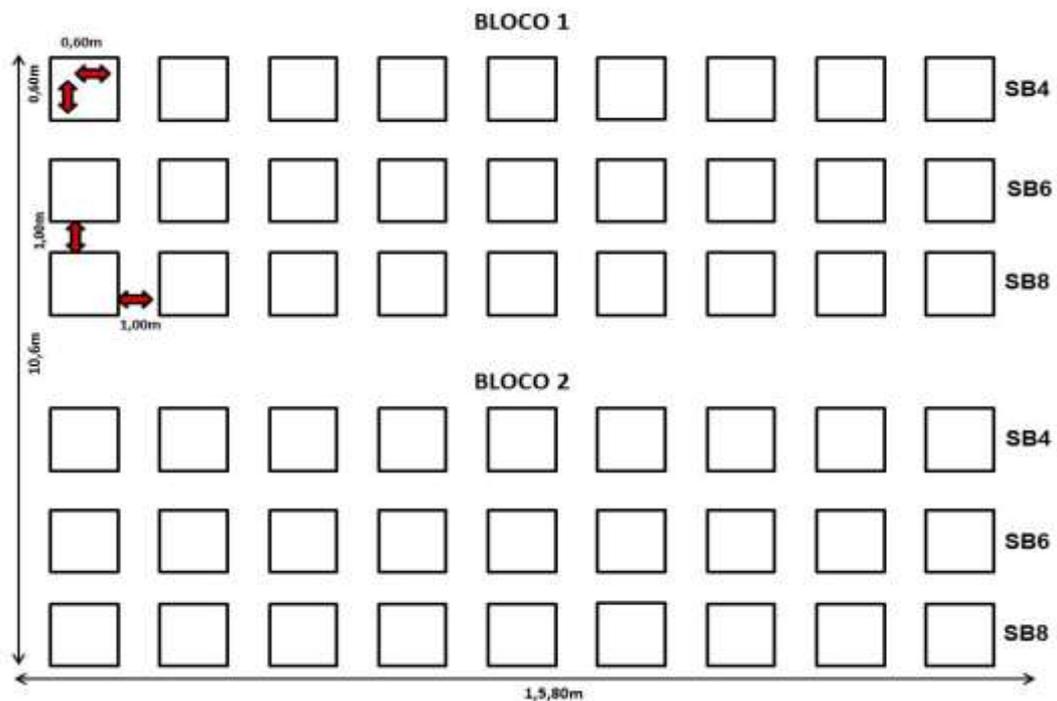
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), sendo 27 tratamentos em dois blocos, totalizando 54 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos pelos seguintes fatores: três formas de corte do cladódio (4; 6 e 8 pedaços) em tamanhos padronizados; três níveis de fornecimento de água (sem fornecimento; 0,5 mm; e 10 mm por semana); e três níveis de superfosfato simples (sem adubação; dose recomendada; e o dobro da dose recomendada) baseado na análise de solo do local, formando um esquema fatorial 3x3x3 (27 tratamentos).

Para a confecção das mudas, sob a técnica da micropropagação, os cladódios foram cortados em diferentes formas de cortes com o objetivo de obter diferentes números de mudas com 4, 6 e 8 pedaços por cladódio (Figura 2). Após o corte, as mudas foram colocadas em superfície limpa, ambiente fresco e sombreada, durante um período de dez dias para desidratar

1 e curar os cortes. Após a cura das mudas, as mesmas foram inseridas nos canteiros de acordo  
2 com os tratamentos supracitados.

3 Em cada bloco, o fator forma de corte foi organizado em sub-blocos (Figura1), sendo  
4 que os tratamentos referentes aos níveis de água e de adubação foram distribuídos dentro de  
5 cada sub-bloco, o que permitiu uma visualização dos tratamentos de forma bastante clara e  
6 evidente para a comparação visual entre os tratamentos e fatores estudados.

7 No local do experimento foi utilizado um sombreamento artificial com 50% de  
8 sombreamento para cobertura dos canteiros. Cada unidade experimental (canteiro) possuía  
9 dimensões de 0,6 x 0,6m (largura x comprimento), totalizando 0,36m<sup>2</sup>. As mudas foram  
10 inseridas nos canteiros com espaçamento de 0,1m x 0,1m entre linha e plantas,  
11 respectivamente, sendo considerado a borda de 0,1 m em cada lado do canteiro. Desta forma,  
12 20 mudas foram inseridas por unidade experimental (Figura 3). O fator forma de corte foi  
13 organizado em três sub-blocos, sendo que cada um contendo dimensões de 0,6 x 15,4 metros,  
14 com espaçamento entre canteiros de 1,0 e sub-bloco também foi de 1,0 m. composto por dois  
15 blocos, conforme demonstrado na Figura 3.



16

17

**Figura 1: Croqui do experimento**



1  
2  
3

**Figura 2: Forma de obtenção dos cortes nos cladódios de palma forrageira**



4  
5  
6

**Figura 3: Ilustração dos blocos e sub-blocos em função dos fatores estudados**

7 O fator água foi composto por três níveis: sem água; 5 mm e 10 mm de água em cada  
8 canteiro. Para aplicação de cada tratamento, foram utilizados regadores manuais de  
9 polietileno. A quantidade de água necessária para cada tratamento foi calculada em função da  
10 dimensão dos canteiros, onde o tratamento de 5 mm (equivalente a 1,8 litros) foi aplicado uma  
11 vez por semana, ao passo que para o tratamento de 10 mm (equivalente a 3,6 litros) o volume  
12 foi dividido em duas aplicações por semana.

1 Após a realização da análise de solo, por meio de amostra composta após a coleta em  
2 5 pontos aleatórios por bloco, foram determinadas as necessidades das adubações fosfatada  
3 (P). Os tratamentos referentes a este fator sem adubação, dose recomendada (6 g por canteiro)  
4 e o dobro da recomendação (12 g por canteiro) foram aplicados por meio da irrigação, na  
5 primeira aplicação, sendo o adubo diluído na água referente à combinação entre lâmina de  
6 água e dose de adubação.

7 Para o tratamento sem água, as doses de adubação também foram aplicadas por meio  
8 da diluição em água, em única aplicação, utilizando-se a quantidade de água igual ao  
9 tratamento com 5 mm, de forma a se evitar diferença entre a aplicação do fertilizante químico  
10 e eventuais diferenças nas perdas ocasionadas pela forma de aplicação.

11 Após o plantio das mudas, a primeira avaliação foi realizada aos 30 dias, onde se  
12 determinou a viabilidade e a mortalidade das mudas com análise visual. Posteriormente, nas  
13 mudas viáveis (vivas), foi avaliado o número de mudas que apresentaram brotação, bem como  
14 o número de brotação por muda, indicando a quantidade média de mudas secundárias  
15 produzidas a partir das mudas oriundas da micropropagação realizadas com 60, 90 dias após o  
16 plantio.

17 A análise dos dados obtidos foi realizada utilizando-se o GLM (General Linear  
18 Model), que pertence ao programa SAS (1996). As interações significativas entre os fatores  
19 foram desdobradas e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,  
20 obedecendo-se o seguinte modelo matemático:

$$21 \quad Y_{ijkl} = \mu + C_i + A_j + I_k + B_l + CAI_{ijk} + e_{ijkl}$$

22 Em que:

23  $Y_{ijkl}$  = valor observado no canteiro que recebeu os tratamentos  $i+j+k$ , e encontra-se no bloco  $l$ ;

24  $\mu$  = média geral;

25  $C_i$  = efeito da forma de Corte com  $i$  variando de 1 a 3;

26  $A_j$  = efeito da adubação, com  $j$  que varia de 1 a 3;

27  $I_k$  = efeito da Irrigação, com  $K$  que varia de 1 a 3;

28  $B_l$  = efeito pelo bloco com  $l$  que varia de 1 a 2;

29  $CAI_{ijk}$  = é o efeito da interação corte, adubação e fornecimento de água;

30  $e_{ijkl}$  = resíduo.

31 Em relação os dados em que não observou-se normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk  
32 a 0,05% de probabilidade, realizou-se o método não paramétrico sugerido por Conover e Iman  
33 (1981) de substituir as observações da variável em estudo pelos seus postos (ranks) e correr

1 uma ANOVA usual sobre eles. Procedimento denominado “transformação de posto” (rank  
2 transform).

### 3 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6 No período dos 30 dias após o plantio não houve interação entre os fatores avaliados,  
7 indicando que o corte, água e fósforo são fatores independentes. No entanto, houve diferença  
8 significativa ( $P < 0,05$ ) para corte nas variáveis sobrevivência (S), mortalidade (M), brotações  
9 totais (B), brotações simples (BS) e brotações duplas (BD), para água na variável brotações  
10 duplas (BD) e fósforo na variável brotações simples (BS). De acordo com o observado na  
11 tabela 2, o fator corte foi significativo em todas as variáveis estudadas, retratando que o corte  
12 4 possuiu médias superiores aos demais, por possuir uma maior quantidade de fitomassa e  
13 reservas como os carboidratos solúveis no seu interior, fazendo com que o número de  
14 brotações e a vivência seja superior em relação aos outros tamanhos de cortes.

15 **Tabela 1:** Análise de variância da palma forrageira micropropagada pelo método do  
16 fracionamento do cladódio aos 30 dias de plantio.

Fonte de Variação	P Valor- S	P Valor- M	P Valor - B	P Valor- BS	P Valor -BD
Corte	0,00463 **	0,001495 **	2,44e-08**	1,16e-08 **	0,00445 **
Água	0,50136	0,863109	0,1039	0,2296	0,00987 **
Fósforo	0,08186	0,219951	0,0889	0,0451 *	0,76619
Corte X Água	0,75701	0,782063	0,5016	0,7323	0,27745
Corte X Fósforo	0,83653	0,699738	0,14960	0,0921	0,14960
Água X Fósforo	0,68007	0,855553	0,27745	0,1754	0,27745
Corte X Água X Fósforo Resíduo	0,25870	0,708155	0,05972	0,2125	0,05972

17 S: Sobrevivência; M; Mortalidade; B: Brotações Totais; BS: Brotações Simples; BD; Brotações Duplas\*\*; Significância  $P < 0,01\%$  e \*:  
18 Significância  $P < 0,05\%$

19

20 **Tabela 2:** Vigor inicial dos cladódios de palma forrageira micropropagada pelo método do  
21 fracionamento do cladódio aos 30 dias de plantio.

Tratamentos	Sobrevivência	Mortalidade	Brotações Totais	Brotações Simples	Brotações Duplas
-------------	---------------	-------------	------------------	-------------------	------------------

Corte 4	19,5 ± 0,8 a	0,4 ± 0,8 a	6,0 ± 3,0 a	5,3 ± 2,4 a	0,7 ± 0,8 a
Corte 6	19,1 ± 0,7 ab	0,8 ± 0,7 ab	3,2 ± 1,8 b	3,0 ± 1,7 b	0,1 ± 0,3 b
Corte 8	18,7 ± 1,1 b	1,4 ± 1,1 b	1,3 ± 1,4 c	1,2 ± 1,2 c	0,1 ± 0,5 b
Água 0mm	19,1 ± 0,8	0,8 ± 0,8	2,8 ± 2,0	2,8 ± 1,9	0 ± 0,2 b
Água 5mm	19,0 ± 1,3	0,9 ± 1,3	3,6 ± 3,4	3,2 ± 3,0	0,4 ± 0,6 ab
Água 10mm	19,2 ± 0,8	0,8 ± 0,9	4,0 ± 3,1	3,5 ± 2,5	0,5 ± 0,8 a
Fósforo 0	18,9 ± 0,8	1,0 ± 0,8	3,1 ± 2,2	2,7 ± 1,8 a	0,3 ± 0,6
Fósforo 1x	19,1 ± 1,3	0,8 ± 1,3	3,1 ± 3,3	2,8 ± 2,7 a	0,3 ± 0,7
Fósforo 2x	19,3 ± 0,7	0,7 ± 0,9	4,3 ± 2,2	4,0 ± 2,8 b	0,3 ± 0,4

1 Médias seguidas de mesma letra numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). ±: Erro padrão da  
2 média

3 Cavalcante *et al.* (2017), avaliando o efeito de dois tamanhos de fragmentação de  
4 cladódios (1/2 e 1/6 do cladódio) no desenvolvimento de novas brotações para propagação de  
5 palma forrageira var. miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck), observaram que após 45  
6 dias de plantio, todos os fragmentos do tratamento T1/2 permaneceram viáveis enquanto  
7 73,3% dos demais tratamentos mantiveram-se viáveis no período, corroborando com o  
8 presente trabalho.

9 Aumento da taxa de mortalidade com o aumento do fracionamento de cladódios tem  
10 sido observada em *Opuntia ficus indica* (Solano and Orihuela, 2008) e as perdas observadas  
11 no presente trabalho foram registradas nos primeiros 30 dias pós plantio e se caracterizaram  
12 por podridão de coloração acastanhada a preta, acometendo principalmente o parênquima do  
13 fragmento afetado, lesões compatíveis com os de ataque de fungos e bactérias oportunistas  
14 que comumente afetam a palma forrageira (Souza et al., 2010).

15 Em relação ao fator água, ocorreu efeito apenas para brotações duplas, demonstrando  
16 que para que o cladódio possa gerar duas brotações é necessária disponibilidade de água  
17 devido a sua demanda nas suas funções metabólicas, mostrando medias superiores quando  
18 fornecido 10mm de água. Conforme Lima et al. (2015), a aplicação de água mesmo em  
19 quantidades mínimas torna-se uma opção viável para garantir produções satisfatórias da  
20 palma diante das condições adversas.

21 Já no fator fósforo, aumentou o número de brotações simples, o que mostra a  
22 importância do fósforo na divisão celular, fotossíntese, transferência de energia dentre outras

1 funções na planta no início do ciclo de produção, demonstrando médias superiores quando é  
2 aplicado o dobro da recomendação do mineral.

3 Na análise de variância em relação aos fatores estudados e suas interações aos 60 dias  
4 de plantio, novamente, não obteve-se interação ( $P > 0,05$ ) entre os fatores para todas as  
5 variáveis estudadas. Entretanto houve diferença para o fator corte nas variáveis sobrevivência  
6 (S), mortalidade (M), brotações totais (B) e brotações simples (BS). Para o fator água na  
7 variável brotações totais. E o fator fósforo não ocorreu efeito significativo ( $P > 0,05$ ) nas  
8 variáveis apresentadas.

9 **Tabela 3:** Análise de variância da palma forrageira micropropagada pelo método do  
10 fracionamento do cladódio aos 60 dias de plantio.

Fonte de Variação	P Valor- S	P Valor- M	P Valor - B	P Valor -BS	P Valor -B
Corte	0,00470 **	0,002761 **	1,32e-07 **	1,46e-07 **	0,0673
Água	0,4710	0,4798	0,0236 *	0,0611	0,2178
Fósforo	0,99	0,9856	0,3363	0,2337	0,7562
Corte X Água	0,0855	0,1	0,8297	0,3189	0,2570
Corte X Fósforo	0,3821	0,4036	0,5912	0,8412	0,2570
Água X Fósforo	0,1011	0,1204	0,8297	0,7893	0,2570
Corte X Água X Fósforo	0,357	0,2	0,742	0,87	0,8158
Resíduo					

11 GL: Grau de liberdade; S: Sobrevivência; M; Mortalidade; B: Brotações Totais; BS: Brotações Simples; BD; Brotações Duplas\*\*;  
12 Significância  $P < 0,01\%$  e \*: Significância  $P < 0,05\%$

13 Observa-se na tabela 4 que o fator corte foi significativo para a maioria das variáveis  
14 estudadas (sobrevivência, mortalidade, brotações totais, brotações simples), demonstrando  
15 novamente que o corte em 4 fragmentos proporcionou médias superiores em relação ao corte  
16 6 ou 8 fragmentos, além de que no período entre 30 e 60 dias após o plantio, as médias  
17 dobraram em relação as brotações.

18 Um elemento relevante na compreensão deste resultado que explica essa superioridade  
19 do corte 4 é a presença de um maior número de aréolas ativas em cladódios com esse tamanho  
20 de corte comparado aos outros, ou seja, conseqüentemente podendo resultar na formação de  
21 um maior número de brotações.

1 O fator água obteve-se efeito apenas para brotações totais, demonstrando que a água é  
 2 essencial na formação de novos brotamentos na planta por exercer funções vitais nos  
 3 processos químicos, bioquímicos, crescimento, divisão, expansão celular e transporte de  
 4 nutrientes. Mesmo sendo uma cultura de baixa necessidade hídrica, a palma forrageira  
 5 melhora seus índices produtivos com a disponibilidade de água, conforme demonstrado no  
 6 presente trabalho.

7 **Tabela 4:** Vigor dos cladódios de palma forrageira micropropagada pelo método do  
 8 fracionamento do cladódio aos 60 dias de plantio.

Tratamentos	Sobrevivência	Mortalidade	Brotações Totais	Brotações Simples	Brotações Dupla
Corte 4	19,2 ± 0,6 a	0,7 ± 0,6 a	14,1 ± 2,6 a	11,6 ± 2,1 a	1,1 ± 1,4
Corte 6	18,8 ± 0,9 a	1,1 ± 0,9 ab	9,7 ± 4,0 b	8,4 ± 3,3 b	0,6 ± 0,9
Corte 8	17,8 ± 0,4 b	2,0 ± 1,4 b	6,2 ± 4,5 c	5,3 ± 3,5 c	0,4 ± 0,7
Água 0mm	18,5 ± 1,2	1,4 ± 1,2	8,3 ± 4,1 a	7,5 ± 3,9	0,3 ± 0,8
Água 5mm	18,7 ± 1,0	1,1 ± 1,0	10,5 ± 4,5 a	8,3 ± 4,4	1,0 ± 1,1
Água 10mm	18,7 ± 1,3	1,2 ± 1,3	11,2 ± 4,7 b	9,5 ± 3,5	0,7 ± 1,1
Fósforo 0	18,7 ± 1,0	1,2 ± 1,0	9,3 ± 4,7	8,0 ± 3,8	0,6 ± 0,9
Fósforo 1x	18,6 ± 1,1	1,2 ± 1,2	10,2 ± 6,0	8,1 ± 4,3	0,9 ± 1,3
Fósforo 2x	18,6 ± 1,3	1,3 ± 1,3	10,5 ± 4,0	9,2 ± 3,7	0,5 ± 0,9

9 Médias seguidas de mesma letra numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). ±: Erro padrão da  
 10 média

11 A divisão celular cria células adicionais, enquanto a expansão da célula é um aumento  
 12 no seu tamanho. Se a água é limitada durante o período de crescimento, o tamanho final de  
 13 célula é diminuído, o que leva a produção menor de brotos e seu tamanho também é reduzido,  
 14 retratando assim no presente trabalho medias superiores quando o fornecimento de água foi de  
 15 10mm por semana. A respeito do fator fósforo não houve efeito significativo (P>0,05) para as  
 16 variáveis estudadas.

17 Nos 90 dias de plantio houve efeito significativo (P<0,05) para a interação corte X  
 18 água na variável sobrevivência, evidenciando que esses dois fatores são dependentes. O fator  
 19 corte isoladamente obteve-se significância para sobrevivência, mortalidade, brotações totais,  
 20 brotações simples e duplas. Já para os fatores água e fósforo não obtiveram efeito.

1 **Tabela 5:** Análise de variância da palma forrageira micropropagada pelo método do  
 2 fracionamento do cladódio aos 90 dias de plantio.

Fonte de Variação	P Valor-S	P Valor-M	P Valor - B	P Valor -BS	P Valor -BD
Corte	0,0018**	4,9e-05**	1.88e-09 **	0.000157 **	0.000554**
Água	0,2244	0,9149	0.193	0.4657	0.5392
Fósforo	0,6993	0,2456	0.441	0.3439	0.6819
Corte X Água	0.0105 *	0,1587	0.259	0.2852	0.6159
Corte X Fósforo	0,1867	0,7817	0.850	0.1562	0.2130
Água X Fósforo	0,2805	0,7876	1.000	0.5313	0.1365
Corte X Água X Fósforo	0,4711	0,5914	0.728	0.7421	0.5392
Resíduo					

3 GL: Grau de liberdade; S: Sobrevivência; M; Mortalidade; B: Brotações Totais; BS: Brotações Simples; BD; Brotações Duplas\*\*;  
 4 Significância P< 0,01% e \*: Significância P< 0,05

5 Ao observar os resultados percebe-se que mais uma vez o fator corte foi significativo  
 6 para todas a variáveis, com enfoque no corte em 4 fragmentos, onde se obteve medias maiores  
 7 em relação aos demais cortes, enfatizando novamente que quanto maior for a fragmentação do  
 8 cladódio, a planta irá diminuir seu número de brotações e o crescimento será mais lento  
 9 durante o período estudado. Em relação ao fator fósforo não houve efeito significativo para as  
 10 variáveis estudadas durante o período de 90 dias após o plantio.

11 **Tabela 6:** Vigor inicial dos cladódios de palma forrageira micropropagada pelo método do  
 12 fracionamento do cladódio aos 90 dias de plantio.

Tratamentos	Mortalidade	Brotações Totais	Brotações Simples	Brotações Dupla
Corte 4	2,4 ± 0,6 a	17,5 ± 1,9 a	14,5 ± 2,3 a	1,4 ± 0,9 a
Corte 6	1,1 ± 1,0 b	13,9 ± 1,7 b	13,1 ± 1,9 ab	0,3 ± 0,5 b
Corte 8	0,6 ± 1,7 b	12,2 ± 2,4 b	11,3 ± 2,4 b	0,4 ± 0,6 b
Água 0mm	1,2 ± 0,8	14,0 ± 3,7	12,7 ± 3,2	0,5 ± 0,7
Água 5mm	1,6 ± 1,8	14,6 ± 2,6	12,8 ± 2,3	0,7 ± 0,8
Água 10mm	1,3 ± 1,4	15,0 ± 2,6	13,3 ± 2,1	0,8 ± 1,0
Fósforo 0	1,6 ± 1,3	14,3 ± 3,1	12,7 ± 2,5	0,7 ± 1,0
Fósforo 1x	1,5 ± 1,6	14,5 ± 2,9	12,7 ± 2,5	0,8 ± 0,9
Fósforo 2x	1,1 ± 1,2	14,8 ± 3,0	13,5 ± 2,6	0,8 ± 1,0

13 Médias seguidas de mesma letra numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). ±: Erro padrão da média

1 Na Tabela 7 está expresso o desdobramento da interação dos fatores corte X água  
2 para a variável sobrevivência aos 90 dias após o plantio da palma forrageira. Desdobrando o  
3 fator corte dentro de cada nível de água revela-se que não ocorreu diferença significativa para  
4 o fator corte dentro do nível 0 e significância para os níveis 5 e 10. Desdobrando o fator água  
5 dentro de cada tipo de corte os resultados nos mostra que houve diferença significativa o fator  
6 água dentro do corte 8.

7 **Tabela 7:** Desdobramento da Interação Corte X Água significativa para a variável  
8 Sobrevivência aos 90 dias de plantio: desdobrando a interação

Corte	Água		
	0mm	5mm	10mm
4	19,16 aA	19,16 aA	19,66 aA
6	18,66 aA	19,33 aA	18,5 aAB
8	19,16 aA	17,6 bB	16,5 abB

11 Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05); Letras minúsculas fixou o nível de água (Linha); Letras  
12 maiúsculas fixou o tipo de corte (Coluna);

13 Os resultados podem ser explicados em que essa interação entre tipo de corte e níveis  
14 de água para a quantidade de plantas vivas em cada canteiro está relacionada com a demanda  
15 de água que cada tamanho do corte necessita e suporta. Assim, enfatiza-se que quanto menor  
16 o tamanho do corte, menor será sua aérea de superfície e, conseqüentemente, a absorção de  
17 água é reduzida. Vale ressaltar que no último mês do experimento foi registrada uma  
18 pluviosidade pluviométrica de 95,1 mm, o que pode justificar a diminuição da sobrevivência  
19 das plantas no corte em 8 fragmentos devido ao excesso de água no solo.

## 20 5. CONCLUSÕES

21  
22 Levando em conta principalmente o número de brotações, indica-se o uso da técnica  
23 da micropropagação de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (var. gigante) com a utilização  
24 do corte em 4 fracionamentos, associado com fornecimento de 10 mm de água e adubação  
25 fosfatada na recomendação.

26 A partir da comprovação da viabilidade deste método, espera-se que o mesmo  
27 constitua em uma das ferramentas fundamentais para a rápida multiplicação de áreas de  
28 cultivo de palma.

## 1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2
- 3 ALMEIDA, R.F. 2012. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido  
4 brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 7: 08-14.
- 5 ALVES, F.A.L.; SOARES, W.S.; FERNANDES, Y.T.D.; RÊGO, M.M. 2013. Efeito de  
6 benziladenina na regeneração de duas variedades de palma forrageira (*Opuntia* spp). **Scientia**  
7 **Plena** 9: 1-8.
- 8 ANAYA-PÉREZ, M.A. 2002. History of the use of *Opuntia* as forage in Mexico. Itália: FAO
- 9 ARAÚJO, A.G.; FIORINI, C.V.A.; PASQUAL, M.; SILVA, A.B.; VILLA, F. 2004.  
10 Multiplicação *in vitro* de gloxínia (*Sinningia speciosa* loo. Hiern). **Revista Ceres** 51: 117 –  
11 127.
- 12 BASTOS, L.P.; MOREIRA, M.J.S.; COSTA, M.A.P.C.; ROCHA, M.C.; HANSEN, D.S.;  
13 SILVA, S. A.; DANTAS, A.C.V.L.; SOUZA, C.S. 2007. Cultivo *in vitro* de mangabeira  
14 (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Biociências** 5: 1122-1124.
- 15 BEZERRA, B.G.; ARAÚJO, J.S.; PEREIRA, D.D.; LAURENTINO, G.Q.; SILVA, L.L.  
16 2014. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba.  
17 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18: 755–761.
- 18 CABRAL, G.B.; PIRES, M.V.V.; LACERDA, A.L.; CARNEIRO, V.T. de C. Introdução in  
19 vitro, micropropagação e conservação de plantas de *Brachiaria* sp. Brasília: Embrapa  
20 Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 4p. (Embrapa Recursos Genéticos e  
21 Biotecnologia. Comunicado Técnico, 101).
- 22 CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, G.M.F.; LOPES, M.N.; XIMENES, L.J.F. 2013. Cultivo de  
23 palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural**  
24 **Etene** 7:1-7.
- 25 CAVALCANTE, J.M.M.; QUEIROZ, A.L.B.; OLIVEIRA, C.C.; SARAIVA, J.F.C.S. 2017.  
26 Desenvolvimento inicial de brotações com uso de 1/2 e 1/6 do cladódio na propagação da  
27 palma forrageira *Nopalea cochenillifera* var. miúda. **Revista Pubvet** 11: 819-824.
- 28 CAVALCANTI FILHO, L.F.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C. 2000. Efeito da  
29 adição de P e K no crescimento da palma clone IPA-20 (*Opuntia ficus-indica* Mill). Anais  
30 Recife-Pe, Facepe 293.
- 31 CAVALCANTI, M.C.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A.; RIBEIRO, V.L.;  
32 NETO, A.C.R. 2008. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados  
33 com palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp). **Acta**  
34 **Scientiarum. Animal Sciences**. 30: 173- 179.
- 35 Conover, W.J., and Iman, R. L. (1981). “Rank Transformations as a Bridge between  
36 Parametric and Nonparametric Statistics.” *American Statistician* 35:124–129
- 37 CONSOLI, S.; INGLESE, G.; INGLESE, P. 2013. Determination of evapotranspiration and  
38 annual biomass productivity of a cactus pear (*Opuntia ficusindica* L. (Mill.) orchard in a  
39 Semi-arid environment. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering** 139: 680-690.
- 40 COSTA, F.S.; SUASSUNA, J.F.; MELO, A.S.; BRITO, M.E.B.; MESQUITA, E.F. 2012.  
41 Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido  
42 paraibano. **Revista Caatinga** 25: 26-33.

- 1 CUNHA, D.N.F.V., GOMES, E.S., MARTUSCELLO, J.A. 2012. Morfometria e acúmulo de  
2 biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e**  
3 **Produção Animal** 13: 1156-1165.
- 4 DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIMA,  
5 L.E.; FERREIRA, R.L.C. 2006. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., under  
6 different N and P fertilization and plant population in North- east Brazil. **Journal of Arid**  
7 **Enviroments** 67: 357-372.
- 8
- 9 DUBEUX JR, J.C.B.; FILHO, J.T.A.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.;  
10 PESSOA, R.A.S. 2010. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma  
11 forrageira – Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 5: 129-135.
- 12 ERIG, A.C.; SCHUCH, M.W. 2005. Micropropagação fotoautotrófica e uso da luz natural.  
13 **Ciência Rural** 35: 961-965.
- 14 FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V.  
15 F. dos; FERNANDES, A. de P.M.; SANTOS, V.F. de. Manejo de colheita e espaçamento da  
16 palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. Pesquisa  
17 Agropecuária Brasileira. v. 35, n. 02, p. 341-347, 2000.
- 18 FLINT, A.; BOULLANI, R.I.; AIT AABD, N.; MSANDA, F.; SERGHINI, M.A.;  
19 MOUSADIK, A. 2013. *In vitro* propagation of three Moroccan prickly pear cactus *Opuntia*  
20 and plant establishment in soil. **Notulae Scientia Biologicae** 5: 39-44.
- 21 FLORES-HERNÁNDEZ, A.; CASTILLO, I.O.; AMADOR, B.M.; HERNÁNDEZ, J. L.G.;  
22 TROYO-DIEGUEZ, E. 2004. Yield and physiological traits of prickly pear cactus ‘nopal’  
23 (*Opuntia* spp.) cultivars under drip irrigation. **Agricultural Water Management** 70: 97-107.
- 24 FROTA, H.M.; CARNEIRO, M.S.S.; ZÁRATE, R.M.L.; CAMPOS, F.A.P.; PEIXÔTO,  
25 M.J.A. 2004. Proliferação e enraizamento in vitro de brotos de palma forrageira - *Opuntia*  
26 *ficus-indica* (L.) Mill. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 26: 235-238.
- 27 GAVA, C.A.T.; LOPE S, E.B. 2014. Produção de mudas de palma forrageira utilizando  
28 fragmentos de cladódios. Petrolina: (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 101).
- 29 GUIMARÃES, A.S. 2014. Implantação de lavouras de palma forrageira. (Circular Técnica,  
30 198).
- 31 LEITE, M.L.M.V.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; RAMOS, J.P.F. 2014.  
32 Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista Caatinga** 27:  
33 192-200.
- 34 LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; AGUIAR, E.M.; TELES, M.M. 2010. Reservas forrageiras  
35 estratégicas para a pecuária familiar no semiárido: palma, fenos e silagem. Natal-RN:  
36 EMPARN 8: 53.
- 37 LOPES, E.B.; SANTOS, D.C.; VASCONCELOS, M.F. 2012. Palma Forrageira: Cultivo, Uso  
38 Atual e Perspectivas de utilização no semiárido Nordeste. João Pessoa: EMEPA-PB 1: 21-  
39 60.
- 40 MENDES, B.V. 1986. Alternativas Tecnológicas para a Agropecuária do Semiárido. 2ª Ed.  
41 São Paulo: Nobel.
- 42 MIMOUNI, A., AIT LHAJ, A., GHAZI, M. 2013. Mineral nutrition effect on cactus (*Opuntia*  
43 *ficus-indica* spp.) growth and development. **Acta Horticulturae** 995: 213-220.

- 1 NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, R.D.; VOLTOLINI, T.V.; ARAÚJO, G.G.L.;  
2 MORAES, S.A.; ARAGÃO, A.S.L.; COSTA, C.T.F. 2010. Plantio e uso da palma forrageira  
3 na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. In: Leite, G. d. (ed.). EMBRAPA,  
4 Juiz de Fora.
- 5 NOBEL, P.S. 1995. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO Rome. 70: 36-48.
- 6 NOBEL, P. S. 2005. Physicochemical and environmental plant physiology. 3.ed. Burlington:  
7 Academic Press, 567p.
- 8 NULTSCH, W. 2000. Botânica geral. 10. ed. Artmed: Porto Alegre-RS.
- 9 OLIVEIRA, F.T.; SOUTO, J.S.; SILVA, R.P.; ANDRADE FILHO, F.C.; PEREIRA  
10 JÚNIOR, E.B. 2010. Palma forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e  
11 semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 5: 27-37.
- 12 PASQUAL, M. 2001. Fases do cultivo “*in vitro*”. Introdução: Fundamentos Básicos. Lavras:  
13 UFLA; FAEPE, p 32-73.
- 14 PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; WANDERLEY, W.L.;  
15 VASCONCELOS, P.C. 2013. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em  
16 dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. **Revista**  
17 **Brasileira de Saúde e Produção Animal** 14: 508–517.
- 18 PINHEIRO, K.M.; SILVA, T.G.F.; CARVALHO, H.F.S.; SANTOS, J.E.O.; MORAIS,  
19 J.E.F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D.C. 2014. Correlações do índice de área do cladódio com  
20 características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Revista Pesquisa**  
21 **Agropecuária Brasileira** 49: 939-947.
- 22 RAMOS, J.P.F.; LEITE, M.L.M.; JUNIOR, L.O.; NASCIMENTO, J.P.; SANTOS, E.M.  
23 2011. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio.  
24 **Revista Caatinga** 24: 41-48.
- 25 REGO, M.M.T.; LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; GUEDES, F.X.; DANTAS, F.D.G.; LÔBO,  
26 R.N.B. 2015. Morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada sob doses de  
27 adubação orgânica e intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal** 16: 118-  
28 130.
- 29 SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. 1990. Estudo comparativo das cultivares de  
30 palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e miúda (*Nopalea*  
31 *cochonillifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia** 19: 504-  
32 511.
- 33 SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; BUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. 2013.  
34 Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das  
35 espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal** 15:111-121.
- 36 SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; DIAS, F.M. 2005. Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento  
37 atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 258.
- 38 SANTOS, M.V.F., DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., MELO, J.N., SANTOS, D.C., FARIAS, I.,  
39 LIRA, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of  
40 *Opuntia ficus-indica* in Northeast Brazil. **Acta Horticulturae** 728: 189-192.
- 41 SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR, J.C.B. 2010. **Plantas forrageiras**. 1 ed.  
42 Editora UFV Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

- 1 SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. 2006. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como  
2 alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária** 7: 1-13.
- 3 SILVA, J.A., BONOMO, P., DONATO, S.L.R. 2012. Composição mineral em cladódios de  
4 palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de**  
5 **Ciências Agrárias** 7: 866-875.
- 6 SILVA, J.G.M.; LIMA, G.F.C.; RÊGO, M.M.T.; DANTAS, F.D.G.; GUEDES, F. X.; LÔBO,  
7 R.N.B. 2012. Características morfológicas e produção de matéria verde e seca da palma  
8 forrageira cv. miúda adensada e irrigada submetida à adubação nitrogenada. **Anais Brasília**  
9 sbz 49:1-3.
- 10 SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; VIEGAS, P.A.A.; MUNIZ, E.N.; RANGEL, J.H.A.;  
11 MOREIRA, A.L.; BACKES, A.A. 2014. Produtividade da palma forrageira cultivada em  
12 diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural** 44: 2064-2071.
- 13 SILVA, T.G.F.; ARAÚJO PRIMO, J.T.; MORAIS, J.E.F.; DINIZ, W.J.S.; SOUZA, C.A.A.;  
14 SILVA, M.C. 2015. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido  
15 e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, 28: 10-18.
- 16 SILVA, T.G.F.; ARAÚJO PRIMO, J.T.; SILVA, S.M.S.; MOURA, M.S.B.; SANTOS, D.C.;  
17 SILVA, M.C; ARAÚJO, J.E.M. 2014. Indicadores de eficiência do uso da água e de  
18 nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro.  
19 **Revista Bragantia** 73: 184-191.
- 20 SOUZA, A.S.; COSTA, M.A.P.C.; SANTOS-SEREJO, J.A.; JUNGHANS, T.G.; SOUZA,  
21 F.V.D. 2006. Introdução a micropropagação de plantas. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca  
22 e Fruticultura Tropical 11-37.
- 23 SOUZA, L.S.B.; MOURA, M.S.B.; SILVA, T.G.F.; SOARES, J.M.; CARMO, J.F. A.;  
24 BRANDÃO, E.O. 2008. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma  
25 forrageira (*Opuntia* sp.) Anais Petrolina: Embrapa Semi-Árido.
- 26 TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009.
- 27 TELES, M.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; NETO, E.B.; FERREIRA,  
28 R.L.C.; LUCENA, J.E.C.; LIRA, M.A. 2002. Efeitos da Adubação e de Nematicida no  
29 Crescimento e na Produção da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante.  
30 **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 52-60.
- 31 THORPE, T. 2012. History of plant tissue culture. *Methods in Molecular Biology*, Totowa,  
32 877: 9-27.
- 33 VASCONCELOS, A.G.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.A.L.; SANTOS, M.V.F.;  
34 CÂMARA, T. 2007. Micropropagação de palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera*  
35 - *Salm Dyck*) **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 2: 28-31.
- 36 VASCONCELOS, A.G.V.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.L.B.; SANTOS, M.V.F. 2009.  
37 Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.).  
38 **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 827- 831.