

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**PROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA PELO MÉTODO  
DA FRAGMENTAÇÃO DO CLADÓDIO PARA PRODUÇÃO  
DE MUDAS**

**Tarcisio Marques Barros**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2019**

# PROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA PELO MÉTODO DA FRAGMENTAÇÃO DO CLADÓDIO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

**Tarcisio Marques Barros**  
Zootecnista  
Universidade Federal da Bahia, 2016

Dissertação apresentado ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Nutrição e Alimentação de Ruminantes).

**Orientador(a):** Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro  
**Coorientador(a):** Prof(a). Dr(a). Soraya Maria Palma Luz Jaeger

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**  
**2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

B277p

Barros, Tarcísio Marques.

Propagação de palma forrageira pelo método da fragmentação do cladódio para produção de mudas / Tarcísio Marques Barros. – Cruz das Almas, BA, 2019. 60f.; il.

Orientador: Ossival Lolato Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1.Palma forrageira – Adubação. 2.Palma forrageira – Propagação. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.2

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).  
Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**PROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA PELO MÉTODO DA  
FRAGMENTAÇÃO DO CLADÓDIO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS**

Comissão Organizadora da Defesa de Dissertação de  
Tarcísio Marques Barros

Aprovado em 21 de Fevereiro de 2019

Prof Dr. Ossival Lolato Ribeiro  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Orientador

Prof (a). Dr (a). Daniele Rebouças Santana Loures  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador (a) Interno (a)

Prof Dr. Fleming Sena Campos  
Universidade Federal Rural do Pernambuco  
Examinador Externo

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sua presença constante em minha vida, sempre me guiando e dando forças nos momentos mais difíceis e ajudando a superar todas as dificuldades.

Aos meus pais, Irenilva e Marivaldo, razões do meu viver, principais motivadores e que sempre se fizeram presentes em todas as etapas da minha vida, me ensinando sempre a viver com dignidade e humildade.

Ao meu braço direito e querido irmão Thiago, sempre ao meu lado tanto nos momentos felizes e difíceis em minha vida, dando-me carinho, guiando-me e sem essa enorme contribuição não teria chegado até aqui.

Com gratidão aos meus avôs: Leni e Joaquim (in memoriam) pelos ensinamentos que me deram, tornando-se um homem de bem.

Ao meu orientador, Ossival Lolato Ribeiro, por todos os ensinamentos e aconselho repassados dentro e fora da universidade fazendo que eu pudesse crescer ainda mais profissionalmente e pessoalmente no cotidiano.

A Daniela da Silva Pereira, pelo companheirismo, aconselhamentos, pelo apoio e toda sua dedicação.

A todos meus amigos de infância e os novos que pude fazer amizade aqui na UFRB.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para que eu alcançasse o meu objetivo.

**Muito Obrigado!**

## EPÍGRAFE

*No vaivém da vida as coisas se mostram como elas são. O que hoje é sorriso pode virar lágrima amanhã então cada momento deve ser vivido e aproveitado ao extremo, pois o futuro não nos pertence. A melodia que devemos sempre guardar em nossas mentes é amar em excesso e ter prazer em tudo que fazemos, pois quando o último suspiro terminar, essa é a lição que deixaremos para aqueles que ficarem.*

*Casimiro de Andrade*

## PROPAGAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA PELO MÉTODO DA FRAGMENTAÇÃO DO CLADÓDIO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito do fornecimento da adubação fosfatada e potássica sobre o desenvolvimento da propagação de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (var. gigante) pela técnica do fragmento do cladódio para a produção de mudas. O experimento foi realizado no setor de forragicultura do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. O estudo consistiu na realização de dois experimentos simultâneos, com as mesmas fontes de variação e variáveis respostas (mortalidade, número de brotações, brotações simples e duplas) e a morfometria da planta (comprimento, largura, espessura e área do cladódio) diferenciando-se apenas na adubação (fósforo e potássio). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo avaliados os fatores: n° de fragmentação do cladódio (4, 6 e 8 fragmentos) e adubação (sem adubação); (dose recomendada 166kg/há e 555kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O); (dobro da dose recomendada 333kg/há e 1111kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente), considerando-se os seguintes períodos de avaliação: 30; 60; 90; e 120 dias, com 6 repetições (blocos), totalizando 54 parcelas experimentais (canteiros) em cada experimento. O estudo indicou que o cladódio de palma forrageira fragmentado em 4 partes proporcionou médias com maior expressividade nas variáveis do desenvolvimento inicial quanto na morfometria da planta comparado com aos fragmentos em 6 e 8 partes. Para o fator adubação, fosfatada e potássica a mesma quando aplicado a dose recomendada acarretou um maior número de brotações e diminuição da mortalidade da planta, nas três formas de fragmentos estudada ao longo do tempo. Para a técnica da fragmentação do cladódio recomenda-se o n° de fragmentos do cladódio em 4 partes para a produção de mudas, assim como a aplicação da dose recomendada de 166kg/há e 555kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente) no desenvolvimento inicial da planta no período de 120 dias pós plantio para as retiradas das mudas.

**Palavras chave:** Brotações; Cactácea; Forragem; Fósforo; Potássio

## **PROPAGATION OF PALMA FORRAGEIRA BY THE METHOD OF FRAGMENTATION OF THE CLÁDODIO FOR PRODUCTION OF CHANGES**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of phosphorus and potassium fertilization on the development of propagation of *Opuntia ficus-indica* (giant var.) By the cladode fragment technique for the production of seedlings. The experiment was carried out in the forage sector of the Center for Environmental and Biological Agrarian Sciences of the Federal University of Recôncavo da Bahia. The study consisted of two simultaneous experiments, with the same sources of variation and variable responses (mortality, number of shoots, single and double shoots) and plant morphometry (length, width, thickness and cladode area) only in fertilization (phosphorus and potassium). The experimental design was a randomized block design, in a 3x3 factorial scheme. The following factors were evaluated: cladode fragmentation number (4, 6 and 8 fragments) and fertilization (without fertilization); (recommended dose of 166 kg/ha and 555 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O); (twice the recommended dose of 333 kg/ha and 1111 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O respectively), considering the following evaluation periods: 30; 60; 90; and 120 days, with 6 replicates (blocks), totalizing 54 experimental plots (beds) in each experiment. The study indicated that 4 - part fragmented forage palm cladodium provided averages with greater expressiveness in the initial developmental variables as compared to the morphometry of the plant compared to fragments in 6 and 8 parts. For the factor fertilization, phosphate and potassium the same when applied the recommended dose resulted in a higher number of shoots and decrease of plant mortality, in the three forms of fragments studied over time. For the cladodex fragmentation technique, 4-part cladode fragments are recommended for the production of seedlings, as well as the application of the recommended dose of 166 kg/ha and 555 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O respectively) in the initial development of plant in the period of 120 days after planting for removals of seedlings.

**Key words:** Cactácea, Sprouts; Fodder; Phosphor; Potassium

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2	HIPÓTESE .....	3
3	OBJETIVO.....	4
3.1	Objetivo geral .....	4
3.2	Objetivos específicos.....	4
4	REVISÃO DE LITERATURA .....	5
4.1	Palma forrageira .....	5
4.2	Aspectos morfofisiológicos da palma forrageira .....	6
4.3	Método do fracionamento do cladódio para produção de mudas .....	8
4.4	Adubação química em palma forrageira .....	10
5	CAPÍTULO I – ARTIGO 1: Desenvolvimento inicial de brotações da palma forrageira ( <i>opuntia ficus indica</i> ) propagada pela técnica da fragmentação do cladódio sob diferentes níveis de adubação fosfatada .....	13
6	CAPÍTULO 2 – ARTIGO 2: Desenvolvimento inicial de brotações da palma forrageira ( <i>opuntia ficus indica</i> ) propagada pela técnica da fragmentação do cladódio sob diferentes níveis de adubação potássica .....	29
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
	APÊNDICES.....	47

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A palma forrageira é uma cactácea de relevância praticamente insubstituível para o semiárido brasileiro, sendo um importante recurso forrageiro para a produção animal devido ao seu elevado potencial de produção de fitomassa nas condições ambientais do semiárido. A forma de cultivo vem tornando-se objeto de estudo com a incorporação de novas estratégias de plantio e da utilização da planta.

Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são os mais importantes pois são utilizados principalmente como forragem para alimentação de ruminantes. A área plantada com palma forrageira ultrapassa 600 mil hectares no Nordeste, fazendo do Brasil um dos países com maior área cultivada do mundo (MARQUES *et al.*, 2017).

Entretanto, a propagação da palma é frequentemente feita por meio do plantio do cladódio inteiro ou de metade do mesmo mediante um corte longitudinal. Por se tratar de uma planta de crescimento lento, a disponibilidade de mudas ocorre dois anos após o plantio. Por isto se apresenta como uma dificuldade à aquisição de propágulos vegetativos, tanto pela demora do seu desenvolvimento como pela quantidade excessiva de material necessário à propagação.

Em contrapartida, dada a exigência de se elevar o número de plantas por hectare de palma, bem como realizar uma reserva estratégica de alimentos nos períodos mais críticos do ano, tem motivado um aumento de tecnologias que possam melhorar a eficiência de produção de mudas como a propagação da palma forrageira pela fragmentação do cladódio.

Tal progresso permite ao produtor a capacidade de elevar as aéreas dos palmais com pequenas quantidades de cladódio, haja vista que esta metodologia é pouco dispendiosa e pode reduzir os custos de implantação das lavouras quando comparada a utilização da propagação convencional.

A principal vantagem desta tecnologia deve-se a possibilidade de obtenção de um maior número de mudas por área de cultivo, além de ser uma área permanente para a produção de mudas. Nas experiências conduzidas em

campo, a eficiência do processo é de 85% e comumente obtêm-se pelo menos dez mudas, em média, para cada cladódio disponível (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Portanto, fica evidenciado que a palma forrageira denota um grande potencial de produção de fitomassa, entretanto, para produzir em quantidade sabe-se que a remoção de nutrientes do solo pela cultura também é elevada. Assim, sem um planejamento de adubação, a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma reduziria ao longo do tempo, devido, singularmente, a redução na fertilidade dos solos. Logo, o uso de fertilizantes na propagação da palma forrageira, será capaz de promover uma maior rebrota e produção das mudas.

Logo nota-se que é de grande importância verificar quais alterações que a técnica do fracionamento dos cladódios pode ocasionar no plantio da palma forrageira, sendo que a maneira correta para identificar os fatores responsáveis é a pesquisa, por meio da avaliação do crescimento, desenvolvimento e vigor. Portanto, utilizando-se a tecnologia da propagação de palma forrageira associada ao fornecimento da adubação fosfatada e potássica, acredita-se que é possível elevar a produtividade, qualidade e vigor das mudas produzidas.

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito do fornecimento da adubação fosfatada e potássica sobre o desenvolvimento da propagação de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* var. gigante) pela técnica do fragmento do cladódio para a produção de mudas.

## **2 HIPÓTESE**

A tecnologia da propagação da palma forrageira pela fragmentação do cladódio associada a adubação e fosfatada e potássica eleva a produtividade, qualidade e vigor das mudas produzidas.

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito da fertilização sobre o desempenho da técnica de propagação de palma forrageira (*Opuntia sp.*) pela técnica da fragmentação do cladódio para a produção de mudas.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar os índices de germinação das mudas produzida a partir da propagação da palma forrageira sob condições de fertilização;
- Quantificar o efeito da fertilização sobre as características morfológicas das brotações da palma forrageira oriundas da propagação pela fragmentação do cladódio.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Palma forrageira

A palma forrageira tem como seu país de origem o México e, atualmente, é encontrada por todos os continentes, exceto nas zonas polares (ANAYA-PÉREZ, 2002). É considerada uma das principais fontes de forragem para os ruminantes na região nordeste do Brasil, com importância consagrada e incontestável principalmente durante períodos de longas estiagens. No Brasil, há relatos que a sua introdução ocorreu no estado do Pernambuco, por volta de 1880, e nos últimos anos sua área estimada de cultivo situa-se em torno de 600 mil hectares (RAMOS *et al.*, 2015).

Dos gêneros de maior cultivo no Nordeste brasileiro, temos predominantemente dois, o *Opuntia ficus indica* e o *Nopalea cochenillifera*, com o uso especialmente da variedade gigante, redonda, orelha mexicana no gênero *Opuntia* e as variedades miúda, baiana, no gênero *Nopalea* (ALMEIDA, 2012). Outras variedades vêm sendo lançadas no mercado com a finalidade de obter clones mais produtivos, com melhor valor nutritivo e resistente às pragas e doenças pelo Instituto Agrônomo do Pernambuco – IPA (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

As características morfológicas da variedade (Gigante) apresentam cladódios com 19 a 28 mm de espessura, 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura, com forma ovalada e coloração verde escura (SANTOS *et al.*, 2013). São plantas de porte bem desenvolvido e caule menos ramificado, o que lhes transmite um aspecto mais ereto e crescimento vertical. A variedade gigante é a mais cultivada e apresenta maior rusticidade, tolerância a secas intensas e altos índices de produção de matéria verde e seca por hectare (SANTOS *et al.*, 2010).

De acordo com Souza *et al.* (2008), o zoneamento agrícola da palma forrageira estende-se por diferentes regiões, a exemplo de África do Sul, México e Brasil (RN, AL, PE, SE e BA), sendo estas regiões determinadas

após análise de indicadores climáticos (temperatura do ar, amplitude térmica, precipitação e índice hídrico), com maior potencial de produção onde as temperaturas médias varia entre 16,1 a 25,4 °C, com limite máximo de 31,5°C e mínimo de 8,6 °C.

A implantação da palma forrageira em cultivo adensado apresenta um custo relativamente alto, o que via de regra, causa impacto financeiro ao produtor. Esses custos de implantação da palma forrageira podem ser divididos ao longo do tempo pelo fato da cultura ser perene, já que geralmente um palmal pode durar mais de 15 anos, desde que sejam feitas práticas de manejos eficaz desde o plantio até o seu uso (GUIMARÃES, 2014).

Segundo Cândido *et al.* (2013), os gastos com aquisição de mudas podem representar, em torno de 53% do custo total de implantação, o que permite inferir que a estratégia de produzir as próprias mudas pode reduzir os custos de implantação do palmal.

Logo, objetivando a maximização da produção e realização do manejo correto da cultura, torna-se imprescindível a potencialização do uso dos cladódios durante o plantio, visando reduzir os custos de implantação. Ainda, ressalta-se que em locais de baixa disponibilidade da planta, aconselha-se a produção de mudas em pequenos canteiros para ampliação futura, a médio e longo prazo.

#### **4.2 Aspectos morfofisiológicos da palma forrageira**

A palma forrageira é utilizada em larga escala especialmente em propriedades rurais localizadas em regiões áridas e semiáridas devido às características de adaptação anatômica, morfológica e fisiológica que a possui (SANTOS *et al.*, 2006). Em função de alguns aspectos fisiológicos como cutícula impermeável, menor número de estômatos e eficiência fotossintética, esta planta apresenta alta eficiência no uso da água (RAMOS *et al.*, 2011).

Nesse sentido, o grande diferencial da palma forrageira é seu metabolismo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) ou CAM

(Crassulacean Acid Metabolism), considerado primordial para adaptações de sobrevivência em regiões áridas e semiáridas. Estas plantas mantêm seus estômatos fechados durante o dia e abrem durante a noite, quando geralmente as temperaturas são mais baixas (TAIZ *et al.*, 2017).

Assim, os locais onde as noites são frias e a umidade do ar é elevada, com a possível ocorrência do orvalho, representam condições ótimas para o cultivo desta planta. Em localidades cujas noites são quentes e secas, a cultura pode perder muita água e o seu desenvolvimento pode ser prejudicado (SAMPAIO, 2005).

No seu metabolismo fotossintético uma das principais vantagens em relação às plantas C4 é a maior eficiência da enzima PEP carboxilase na fixação do CO<sub>2</sub> quando comparada a rubisco, especialmente porque esta última também reage com o O<sub>2</sub>, em um processo denominado de fotorrespiração, resultando em formação de CO<sub>2</sub> (PIMIENTA-BARRIOS *et al.*, 2005).

Logo, no período noturno, as plantas CAM abrem os estômatos e o CO<sub>2</sub> atmosférico capturado reage com o fosfoenolpiruvato, formando ácidos com cadeia de quatro carbonos, principalmente malato (ácido málico) onde o mesmo é descarboxilado durante o dia para ser vinculado ao ciclo de Calvin (TAIZ *et al.*, 2017).

Desta forma, com base nos mecanismos fisiológicos descritos acima, pode-se inferir que os cladódios da palma forrageira podem sobreviver por alguns meses sem ou com o mínimo de fornecimento de água, valendo-se do fechamento dos estômatos durante a maior parte do tempo, ao passo que o CO<sub>2</sub> liberado pela respiração é refixado em malato. Tal processo possibilita que a planta consiga sobreviver por períodos de seca prolongados com perda de água extremamente reduzida (TAIZ *et al.*, 2017).

Outro mecanismo importante das plantas CAM é sua capacidade de ajustar o padrão de captação de CO<sub>2</sub> às condições ambientais. Assim, quando há uma escassez de água, seu metabolismo se direciona na forma CAM, conforme aspectos fisiológicos supracitados, no entanto, quando a água é abundante, a planta faz uma transição gradual para a forma C3 (fixação de

CO<sub>2</sub> em composto de três carbonos), abrindo seus estômatos e fixando CO<sub>2</sub> no período diurno, via rubisco (TAIZ *et al.*, 2013).

Sob a situação de escassez de água, de acordo com Sampaio (2005) a palma forrageira pode manter sua taxa fotossintética máxima por período aproximado de 15 dias. A partir disto, tende a apresentar taxas decrescentes de fotossíntese, com períodos de abertura de estômatos cada vez menores. Entretanto, o período de abertura também dependerá da temperatura e da umidade relativa do ar, principalmente no período noturno.

Por fim, destaca-se que a camada de cera que recobre os tecidos da palma forrageira se faz outra importante característica adaptativa. Esta cerosidade auxilia na proteção ao ataque de fungos, bactérias e na perda excessiva de água em ambientes com temperaturas elevadas (FELKER *et al.*, 2005). Esta cera é formada por um polímero complexo, resultante da interação de ácidos graxos de cadeias longas, alcanos e alcoois alifáticos em presença de O<sub>2</sub>, sendo localizada externamente a cutícula (APEZZATO e GUERREIRO, 2006).

#### **4.3 Método do fracionamento do cladódio para produção de mudas**

Na cultura da palma forrageira os cladódios, as flores e até mesmo frutos em desenvolvimento podem diferenciar-se posteriormente formando brotos e/ou raízes, sendo os cladódios mais utilizados para a finalidade da propagação vegetativa (MENDES, 1986). Apesar de muitas plantas inferiores e superiores formarem naturalmente unidades reprodutivas vegetativas que servem a multiplicação/propagação, na palma ela é realizada por meio de outro princípio que segue a propagação assexuada, que consiste em uma divisão do corpo vegetativo capaz de diferenciar e dar continuidade ao crescimento separadamente da planta-mãe (NULTSCH, 2000).

O cultivo da palma forrageira em larga escala tem como principal entrave a baixa disponibilidade de material para propagação, principalmente, aqueles que são resistentes as pragas da mesma, o que resulta em aumento dos

custos de aquisição com as mudas (GAVA e LOPES, 2012). Para aumentar a disponibilidade de mudas, pode-se utilizar a fragmentação de raquetes e formação de banco de mudas como alternativa para rápida multiplicação e de baixo custo, com resultados de até 85% de eficiência na produção das mesmas. Além disso, pode ser alternativa viável para pequenos produtores devido a necessidade de pouca mão de obra.

Tendo em vista a dificuldade de se conseguir material para propagar a palma, a propagação pela fragmentação do cladódio vem a determinar a redução da necessidade desse material (FROTA *et al.*, 2004). Essa técnica consiste em fracionar o cladódio em pequenos segmentos retangulares que, com o devido manejo, podem formar novos indivíduos. Cada cladódio pode chegar a formar, em média, 25 mudas. Técnica que foi descoberta graças a observação de pedaços cortados para dar aos animais, que podiam apresentar, em ambiente à sombra e úmidos, a formação de brotações (LOPES *et al.*, 2012).

A produção de mudas pela fragmentação do cladódio é uma alternativa para que o produtor rural possa implantar novas áreas ou sementeiras, utilizando mudas de alta qualidade, produzidas a partir de pequenas quantidades de raquetes. Trata-se de uma metodologia simples e de baixo custo, desenvolvida para ser aplicada dentro da propriedade e utilizando-se um mínimo de mão-de-obra (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Nas experiências conduzidas em campo, a eficiência do processo é de 85% e comumente obtêm-se pelo menos dez mudas para cada raquete disponível. Uma variação da técnica permite a colocação dos fragmentos deitados em contato direto com o solo, contudo, isso requer o arranque das mudas do local de produção para o replantio em local definitivo, aumentando-se os riscos de danos (GAVA e LOPES, 2014).

Em pesquisa realizada por Cavalcante *et al.* (2017), foram testados a propagação via cladódio inteiro, 1/2 cladódio, 1/4 cladódio e 1/8 cladódio, sendo assim, possível se multiplicar o cladódio com elevação da quantidade de propágulos e diminuição da necessidade de material propagativo. A retirada da raquete utilizada para a propagação deve acontecer, segundo Mendes (1986),

de dez a quinze dias antes do plantio e ser mantida à sombra, para a cicatrização dos cortes.

#### **4.4 Adubação química em 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 *et al.*, 2017). A fertilização com 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).

Nesse contexto, o fósforo (P) é fundamental no metabolismo da planta, uma vez que intervém na transferência de energia nas células, na taxa respiratória, fotossíntese, componente estruturais de ácidos nucleicos, genes, cromossomos assim como múltiplas coenzimas (GRANT *et al.*, 2001). Desta forma, este nutriente é importante no crescimento inicial das raízes e tem função básica na promoção de desenvolvimento de sementes e mudas (MARQUES *et al.*, 2014).

Entretanto, a concentração de fósforo (P) na solução do solo regularmente é baixa, em razão dele ser rapidamente adsorvido nas superfícies dos colóides do solo ou são precipitados como fosfatos de alumínio, ferro e magnésio (SOUZA *et al.*, 2004). A maior parte do P no solo se locomove até as raízes da planta mais por difusão que por fluxo de massa. Como a deslocação do P do solo por difusão até as raízes é restringido, a difusão normalmente é observada como o fator mais limitante na absorção de P pelas plantas (SOUZA e LOBATO, 2003).

Já o potássio (K) é bastante móvel no solo e sua absorção é fortemente seletiva (CHEN e GABELMAN, 2000). Suas principais funções estão ligadas a processos vitais, tais como: ativadores enzimáticos, regulação osmótica,

fotossíntese, translocação e balanço iônico (MARSCHNER, 1995). A difusão é o principal mecanismo de transporte do K até a raiz, ainda assim o fluxo de massa pode ter colaboração significativa no processo quando a concentração de K na solução do solo é elevada (RUIZ *et al.*, 1999).

Logo, quando se refere-se ao plantio adensado de palma forrageira o nível de adubação é fator decisivo na produção de matéria verde. Ao analisar os teores de elementos minerais encontrados na matéria seca 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 pressupondo-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/há/ano, respectivamente.

Teles *et al.* (2002), no intuito de avaliar os efeitos de fósforo e potássio sobre o crescimento da palma forrageira clone IPA-20 em solo de Arcoverde – PE, não verificaram diferenças significativas para as variáveis analisadas, porém a produção de matéria verde total e o teor de matéria seca foram influenciados apenas pela adubação fosfatada.

Cavalcante Filho *et al.* (2000) avaliaram níveis de fósforo e potássio em solos oriundo de São Bento do Una – PE sobre o crescimento da palma forrageira clone IPA-20, e concluíram que não houve efeito da adubação sobre as variáveis morfológicas e número total de cladódios.

Dubeux Júnior e Santos (2005) avaliaram a extração de nutrientes da palma forrageira do solo e encontraram resultados de extração de 64kg de P e 1032kg de K a cada dois anos. O fósforo foi o único elemento, que não apresentou déficit no solo em relação às entradas e saídas do sistema adubação/exportação. Tal fato foi explicado pelo baixo teor de fósforo na matéria seca da palma.

Menezes *et al.* (2005), constataram que, dentre as variáveis estudadas, o nível de P e de K extraível do solo foram os fatores que mais apresentaram correlação com a produtividade. Variando o espaçamento e doses de fósforo sendo utilizados (10; 15; 20 e 25 cm entre plantas) e (10, 15, 20 e 25g planta<sup>-1</sup> de superfosfato simples).

Apesar da técnica do fracionamento de cladódios ser simples e acessível a pequenos produtores interessados na multiplicação de variedades

de interesse poucos são os trabalhos que tratam de sua padronização, particularmente na propagação da palma forrageira comparando tamanhos de frações e níveis de adubação recomendada. Trata-se portanto de uma técnica promissora e de grande relevância para o semiárido brasileiro.

## 5 CAPÍTULO I – ARTIGO 1 DESENVOLVIMENTO INICIAL DE BROTAÇÕES DA PALMA FORRAGEIRA (*OPUNTIA FICUS INDICA*) PROPAGADA PELA TÉCNICA DA FRAGMENTAÇÃO DO CLADÓDIO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA

Artigo a ser submetido ao periódico Revista Brasileira De Zootecnia (RBZ), Qualis (B1) Na Área Zootecnia/Recursos Pesqueiros

Desenvolvimento inicial de brotações da palma forrageira (*opuntia ficus indica*) propagada pela técnica da fragmentação do cladódio sob diferentes níveis de adubação fosfatada

Tarcisio Marques Barros\*; Daniela da Silva Pereira; Ossival Lolato Ribeiro; Diego Novais Pinheiro; Bráulio Rocha Correia; Daniele Rebouças Santana Loures; Lucas Mafra Magalhaes Vilasboas  
E-mail: tamarquesgbi@gmail.com

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento inicial e a morfometria da palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (var. gigante) produzida a partir da propagação pela técnica da fragmentação do cladódio sob diferentes níveis de adubação fosfatada para a produção de mudas. O experimento foi realizado no setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo avaliados os fatores: n° de fragmentação do cladódio (4, 6 e 8 fragmentos) e adubação fosfatada (sem adubação); (dose recomendada 166kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); (dobro da dose recomendada 333kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), no tempo, considerando-se os seguintes períodos de avaliação: 30; 60; 90; e 120 dias, com 6 repetições (blocos), totalizando 54 parcelas experimentais (canteiros). No desenvolvimento inicial foi avaliado (mortalidade, número de brotações, brotações simples e duplas) e a morfometria da planta (comprimento, largura, espessura e área do cladódio). Para o fator n° de fragmentação, os maiores índices de frações brotadas, assim como o comprimento, largura espessura e área da planta ocorreu no cladódio fracionado em 4 partes, e com médias de mortalidade menores comparado aos cladódios fracionados em 6 e 8 partes ao longo dos dias de cultivo. No fator adubação houve um aumento no número de brotações e diminuição da mortalidade quando aplicou-se a dose recomendada (166kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para as plantas. Quanto as variáveis morfométricas não houve efeito significativo (P>0,05) para todas as variáveis analisadas. Recomendase a fragmentação do cladódio em 4 partes bem como a adubação fosfatada seja feita na

dose recomendada com base na extração da planta com o tempo de 120 dias após o plantio para a colheita das primeiras mudas de palma forrageira.

Palavras chave: cactácea, forragem, fósforo, mudas

## INTRODUÇÃO

A palma forrageira é a cactácea de maior importância econômica no mundo. Planta que vem sendo muito cultivada e utilizada na agropecuária, especialmente por desempenhar um papel importante como recurso forrageiro para a produção animal em períodos de estiagem em regiões áridas e semiáridas devido às características, morfológicas, bioquímicas e fisiológicas que possui.

A propagação da palma forrageira é constantemente realizada mediante o plantio do cladódio inteiro. Porém, em razão de ser uma planta de crescimento prolongado, a disponibilidade de mudas acontece em torno de dois anos após o plantio (FARIAS *et al.*, 2008), o que torna-se um entrave à aquisição de materiais vegetativos. Sendo assim, a aplicação de técnicas que aperfeiçoem a multiplicação acelerada da palma poderá impulsionar sua difusão.

Dessa forma, surgiu a metodologia utilizando-se fragmentos (pedaços) do cladódio para obtenção de novas mudas. A multiplicação de mudas pela a técnica da fragmentação do cladódio é uma alternativa para que o produtor rural possa implantar novas áreas, utilizando mudas resistente a pragas e de alto vigor, produzidas a partir de pequenas quantidades de cladódio. Logo, trata-se de uma metodologia simples e de baixo custo, desenvolvida para ser aplicada dentro da propriedade, sendo empregado o mínimo de mão-de-obra possível.

No entanto, durante o crescimento da palma forrageira a mesma extrai uma grande quantidade de fósforo do solo. Diante disso, a fertilização com este nutriente,

geralmente promove efeitos positivos no desenvolvimento da palma forrageira, especialmente em cultivos adensados onde a demanda por nutrientes aumenta (DUBEUX JÚNIOR *et al.*, 2006).

O fósforo é um componente vital da célula, desempenhando um papel importante na transferência de energia da célula, na respiração, fotossíntese e desenvolvimento de raízes. É também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (GRANT *et al.*, 2001).

Portando, o objetivo da pesquisa foi avaliar o desenvolvimento inicial e a morfometria da palma forrageira *Opuntia fícus-indica* (var. gigante) produzida a partir da propagação pelo fragmento do cladódio sob diferentes níveis de adubação fosfatada para a produção de mudas.

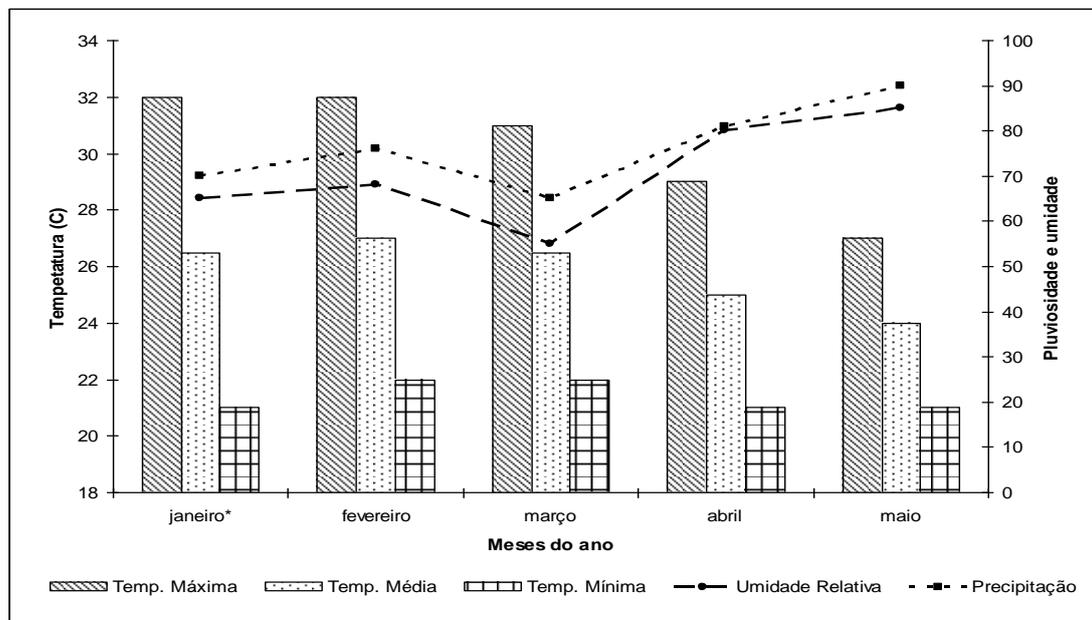
## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus Cruz das Almas, cujas coordenadas geográficas de referência são: latitude 12° 40' 12" S e longitude 39° 06' 07" W e apresenta, em média, altitude ao nível do mar de 220m. O clima de Cruz das Almas, de acordo com a classificação de Köppen. A região apresenta solo do tipo latossolo amarelo distrófico álico coeso.

A pluviosidade média anual é de 1.200mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos e outubro a janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2°C. Em relação aos dados meteorológicos (Figura 1) durante o período experimental, realizou-se a mensuração *in loco* da pluviosidade diária (mm) utilizando

um pluviômetro. No entanto, os dados de temperatura (mínima, média e máxima) e de umidade relativa (UR) do ar foram obtidos da estação meteorológica da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada a 2,15 Km da área experimental.

**Figura 1:** Dados meteorológicos registrados durante o período experimental



\*Janeiro: apenas o período compreendido entre 24 a 31/01/2018

O experimento foi realizado no período de 24 janeiro a 24 de maio de 2018, perfazendo um período de avaliação de 120 dias. A palma forrageira utilizada no experimento foi a *Opuntia ficus-indica*, variedade Gigante, adquirida e coletada no município de Ipirá-BA, junto a produtores dessa região.

No presente estudo utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo avaliados os fatores nº de fragmentação dos cladódios (4, 6 e 8 fragmentos) e adubação fosfatada (sem adubação; dose recomendada 166kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; dobro da dose recomendada 333kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), com 6 repetições (blocos), totalizando 54 parcelas experimentais (canteiros).

Para a confecção das mudas, sob a técnica da fragmentação adaptada de Cavalcante *et al.* (2017), os cladódios foram cortados em diferentes formas de

fragmentos com o objetivo de obter-se diferentes números de mudas: 4, 6 e 8 fragmentos por cladódio, de acordo com os tratamentos descritos acima (Figura 2). Posteriormente, armazenou-se os mesmos em local arejado e coberto durante um período de 10 dias para a cicatrização dos cortes e redução do teor de umidade. Após a cicatrização das mudas, as mesmas foram inseridas nos canteiros de acordo com os tratamentos supracitados.

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



Em cada parcela foram plantados 20 fragmentos para cada tratamento relativo ao fator fragmentação, de forma que cada unidade experimental pudesse apresentar até 20 plantas para avaliação. Para o fator adubação fosfatada, a aplicação do mesmo foi calculada e realizada por parcela.

Os dados de desenvolvimento inicial da planta (mortalidade de plantas; número total de brotações; brotações simples e duplas), foram avaliadas como medidas repetidas no tempo, considerando-se os seguintes dias de avaliação: 30, 60, 90, e 120 dias. Para os dados de morfometria das mudas produzidas, realizou-se a avaliação repetida no tempo, porém, considerando-se os períodos de avaliação de 60; 90; e 120 dias.

Para a adubação fosfatada utilizou-se o super simples ( $P_2O_5$  – 18% de P) como fonte de P, sendo adquirido em casa agropecuária no município de Cruz das Almas-BA.

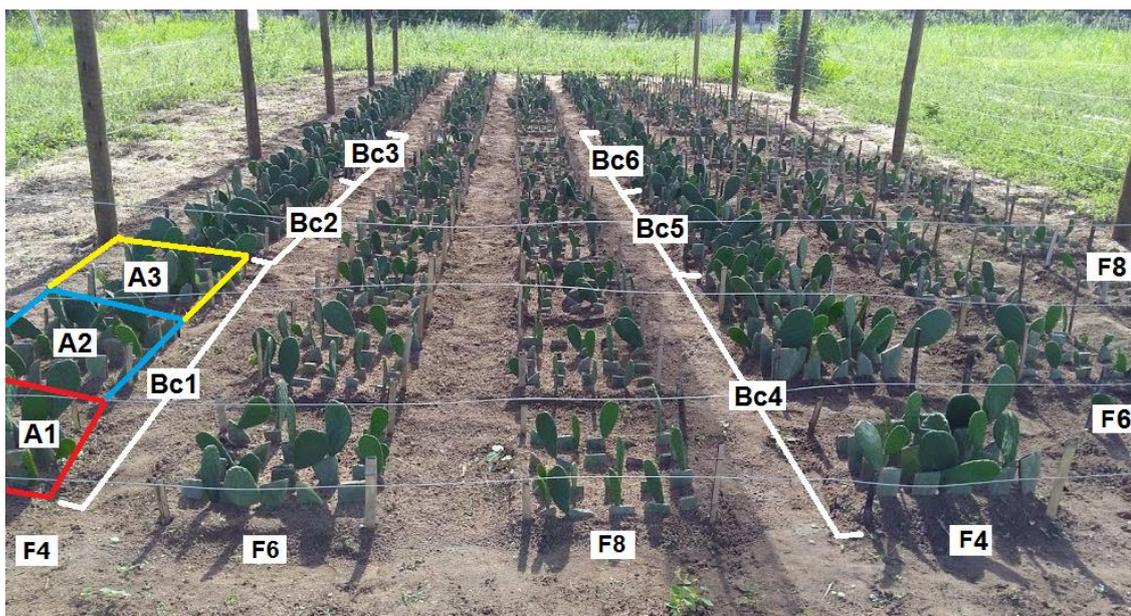
A determinação da dose foi estimada de acordo com o potencial de extração deste nutriente do solo pela palma forrageira, conforme metodologia adaptada de Dubeux Júnior & Santos (2005), onde realizou-se o cálculo proporcional ao período de 6 meses de cultivo e para a área de cada unidade experimental ( $0,36\text{m}^2$ ).

Logo, as doses determinadas foram de 6 e 12g de  $\text{P}_2\text{O}_5$  por unidade experimental, para a dose recomendada e o dobro da dose recomendada, respectivamente. A aplicação das respectivas doses foi realizada por meio da diluição do fertilizante em 2 litros de água e distribuída nas unidades experimentais com auxílio de regador manual. No tratamento sem adubação foi aplicado apenas água, objetivando-se obter a mesma condição em todas as unidades experimentais.

Cada unidade experimental (canteiro) apresentou dimensões de 0,6 x 0,6m (largura x comprimento), totalizando  $0,36\text{m}^2$ . As mudas foram inseridas nos canteiros com espaçamento de 0,1m x 0,1m entre linha e plantas respectivamente, sendo considerado a borda de 0,1m em cada lado do canteiro, inserindo-se 20 mudas por unidade experimental.

O espaçamento entre unidades experimentais foi de 0,5m e entre os blocos foi de 1,0m. Desta forma, considerando-se a área de cada unidade experimental e os espaçamentos, utilizou-se área total de  $46,2\text{m}^2$ . Sobre a área experimental utilizou-se a cobertura artificial por meio de tela-sombrite com malha de 50% de interceptação de luz solar, conforme metodologias descritas por Lopes et al. (2015) e Peixoto (2017).

**Figura 1:** Ilustração dos blocos (Bc), tratamentos referentes aos fragmentos (F) dos cladódios e adubação fosfatada (A).



Para o monitoramento das condições de fertilidade do solo da área experimental, realizou-se análise de solo antes do período de experimental, por meio de amostra composta a partir da coleta em 5 pontos aleatórios por bloco. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 1. Com base nos resultados das características química do solo na camada de 0 a 20 cm, calculou-se a necessidade de calagem, pelo método da elevação da saturação por bases, de modo que a saturação por bases fosse elevada para 60%. Para tal utilizou-se 1,22 toneladas por hectare de calcário calcítico (80% de PRNT), distribuídos manualmente e incorporado porão solo por meio de aração.

**Tabela 1:** Resultado da análise de solo da área experimental

Registro	Resultados Analíticos - Fertilidade de Macronutrientes												
	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO	
	Água	mg/dm <sup>3</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>									%	g/kg
12-0376	4,5	2	0,05	0,3	0,3	0,3	0,02	2,31	0,67	2,98	23	7,66	

Fonte: Laboratório e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Após o plantio das mudas, foi avaliado o desenvolvimento inicial das plantas aos 30, 60, 90 e 120 dias, onde estudou-se as seguintes características:

a) Mortalidade de plantas: realizou-se a contagem das plantas (fragmentos) que não germinaram e morreram após o plantio, em cada unidade experimental;

b) Número de brotações totais: realizou-se a contagem de todas as brotações surgidas em cada unidade experimental, independente da forma (simples ou dupla) de surgimento;

c) Brotações simples: realizou-se a contagem do número de plantas (fragmentos) que apresentaram apenas uma brotação, por período de avaliação;

d) Brotações duplas: realizou-se a contagem do número de plantas (fragmentos) que apresentaram brotações duplas, por período de avaliação.

Ainda realizou-se a avaliação das características morfométricas em todas as plantas que apresentaram brotações, em cada unidade experimental, sendo determinados os seguintes parâmetros: Comprimento (CC), Largura (LC), Espessura (EC) e Área (AC) dos cladódios. Para a mensuração do comprimento e largura, utilizou-se fita métrica e os resultados foram determinados em centímetros (cm), ao passo que a espessura foi mensurada com auxílio de paquímetro digital e os resultados foram determinados em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>).

A área dos cladódios foi estimada com os dados obtidos de comprimento e largura, conforme metodologia descrita por Pinto *et al.* (2002), com uso da equação

$$AC = CCL \times LCL \times 0,63$$

Em que:

AC = área do cladódio, em cm<sup>2</sup>

CCL = comprimento do cladódio, em cm

LCL = largura do cladódio, em cm

0,63 = fator de correção em função de forma de elipse do cladódio

A análise dos dados obtidos foi realizada utilizando-se o GLM (General Linear Model), que pertence ao programa SAS (1996). As interações significativas entre os

fatores foram desdobradas e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, obedecendo-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + A_j + D_k + B_l + FAD_{ijkl} + e_{ijkl}$$

em que:

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

$\mu$  = média geral;

$F_i$  = efeito do fragmento, com  $i$  que varia de 1 a 3;

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

$T_k$  = efeito do dias, com  $k$  que varia de 1 a 4 (crescimento inicial) ou de 1 a 3 (morfometria);

$B_l$  = efeito pelo bloco com  $l$  que varia de 1 a 6;

$FAD_{ijkl}$  = é o efeito da interação, fragmento, adubação e dias;

$e_{ijkl}$  = resíduo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente pesquisa não obteve-se diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nas variáveis analisadas para a interação tripla entre os fatores fragmento x adubação x dias. Os resultados podem ser visualizados no Apêndice, (Tabela 7). Desta forma, verificou-se a ocorrência de interações entre dois fatores, fragmento x dias ou fragmento x adubação, bem como a ocorrência de efeito isolado dos fatores avaliados.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores fragmento x adubação para a variável mortalidade. Desdobrando a interação entre esses fatores, nota-se que a fragmentação em 8 partes associado a 0 de adubação fosfatada proporcionou a maior

mortalidade, ao passo que a fragmentação em 4 partes junto com o dobro da adubação gerou a menor mortalidade dos cladódios.

Tabela 1: Desdobramento da interação fragmento x adubação significativa para a variável Mortalidade da palma forrageira propagada pelo método do fracionamento do cladódio

Dose de P*	Fragmentação		
	4	6	8
0	0,91 Ab	1,63 Aa	2,1 Aa
6	0,92 Ab	1,24 ABab	2,1 Aa
12	0,41 Bb	0,56 Bb	1,8 Aa

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas fixou o tipo de fragmento (coluna); Letras minúsculas fixou o nível de Adubação (linha); \*g/m<sup>2</sup>

Esse alto índice de mortalidade explica-se a importância da adubação de fundação com o fósforo no cultivo de palma forrageira pelo método de fragmentação do cladódio para produção de mudas, onde o fósforo atua diretamente na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. Como também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (GRANT *et al.*, 2001).

Ressalta-se ainda que inicialmente as plantas vivem de suas reservas do material vegetativo, sendo assim, os resultados corroboram que a palma fragmentada em 4 partes proporcionou menor mortalidade quando não se aplica adubação fosfatada devido a essa maior quantidade de reserva de energia e minerais.

As afirmações acima podem ser corroboradas por estudo conduzido por Cavalcante et al. (2017), onde avaliou-se o efeito de dois tamanhos de fragmentação de cladódios (1/2 e 1/6 do cladódio) no desenvolvimento de novas brotações para propagação de palma forrageira var. miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm), observaram que após 45 dias de plantio, todos os fragmentos de 1/2 do cladódio permaneceram viáveis enquanto 73,3% dos demais tratamentos mantiveram-se viáveis no período.

A técnica da fragmentação promoveu diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as variáveis número de brotações, brotações simples e duplas, contudo para a adubação fosfatada houve alteração apenas na variável brotações Simples (tabela 2).

Tabela 2: Efeito da fragmentação e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial da palma forrageira.

Fragmentação	NºBrotações	BS	BD
4	13,4 a	11,4 a	1,1 a
6	9,7 b	9,1 b	0,4 b
8	7,5 c	7 c	0,3 b
Pr < F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Dose de P*	NºBrotações	BS	BD
0	9,9 a	8,9 b	0,68 a
6	10,2 a	8,9 ab	0,72 a
12	10,8 a	9,8 a	0,56 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); BS: Brotações Simples; BD: Brotações duplas; \*g/m<sup>2</sup>

A fragmentação em 4 partes do cladódio proporcionou aumento no número de brotações nas brotações simples e duplas. Tal resultado pode ser explicado pela diferença no tamanho do fragmento, a maior reserva de energia (fitomassa) presente em maiores fragmentos, possibilita que o desenvolvimento mais rápido, favorecendo assim as brotações oriundas dessa metodologia de fragmentação.

Para o fator adubação o a dose recomenda não diferiu do dobro da dose, porém, diferiu-se da sem adubação, obtendo um maior número de brotações simples, onde pode ser explicado pelas funções que o fósforo participa no metabolismo de plantas CAM, uma vez que este nutriente estimula a brotação, o enraizamento e o desenvolvimento da planta assim como também é um mineral que participa da divisão celular, logo como a pesquisa se trata-se de produção de mudas, a divisão celular irá favorecer novas brotações para a palma forrageira.

Ao analisar o fator dias isoladamente na Tabela 3 para o desenvolvimento inicial da palma forrageira, ocorreu diferença significativa para todos as variáveis analisadas.

Tabela 3: Desenvolvimento inicial da palma forrageira propagada pela técnica da fragmentação do cladódio aos 30, 60, 90 e 120.

Dias	Mortalidade	NºBrotações	BS	BD
30	0,9 b	3,5 c	3,2 c	0,35 b
60	1,2 ab	10 b	8,5 b	0,72 ab
90	1,29 ab	14,8 a	13,1 a	0,93 a
120	1,57 a	13,5 a	12,7 a	0,66 ab
Pr <F	0,0187	< 0,0001	< 0,0001	0,0061

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05); BS: Brotações Simples; BD: Brotações duplas

Os resultados apontam que tanto a mortalidade quanto as brotações simples e duplas da planta aumentam com o passar dos dias. Isto porque a planta em crescimento inicial apresenta suas primeiras atividades vegetativas após o plantio, e assim apresenta brotações de forma crescente ao longo do tempo.

No entanto, o aumento da mortalidade pode ser explicado tanto pelo ataque fungos e bactérias quanto à alta umidade relativa do ar ocasionada, e principalmente, pelo excesso de pluviosidade registrado durante o período experimental (283mm), com maior concentração no período entre 90 a 120 dias após o plantio (Figura 1).

Redução da taxa de sobrevivência com o aumento do fracionamento de cladódios tem sido observada em *Opuntia ficus indica* por (SOLANO e ORIHUELA, 2008) e as perdas observadas no presente trabalho foram registradas gradativamente a cada mês, por podridão de coloração acastanhada a preta, acometendo principalmente o parênquima do fragmento afetado, lesões compatíveis com os de ataque de fungos e formigas oportunistas que comumente afetam a palma forrageira.

Quanto as variáveis morfométricas do referente estudo, houve interação significativa (P<0,05) dos fatores fragmentação x dias para espessura e área do cladódio (tabela 4). Desdobrando a interação entre esses fatores, nota-se que a fragmentação em quatro (4) partes do cladódio, associado ao tempo de cultivo de 120 dias, proporcionou

a maior espessura e área do cladódio da palma forrageira, ao passo que a fragmentação em 8 partes associada ao tempo de 60 e 90 dias proporcionaram os piores resultados.

Tabela 4: Desdobramento da interação fragmentação x adubação para as variáveis espessura e área do cladódio da palma forrageira propagada pelo método do fracionamento do cladódio

Espessura (mm)			
Fatores	Fragmentação		
Dias	4	6	8
60	0,54 Ba	0,63 Aa	0,46 Ba
90	0,72 Ba	0,66 Aa	0,57 ABb
120	0,97 Aa	0,82 Aab	0,72 Ab

Área C (cm <sup>2</sup> )			
Fatores	Fragmentação		
Dias	4	6	8
60	63,8 Ba	42,9 Cb	27,5 Cc
90	114,5 Ba	71,4 Bb	57,6 Bc
120	124,1 Aa	82,1 Ab	62,7 Ac

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); Letras minúsculas fixou o tipo de fragmento (Linha); Letras maiúsculas fixou o nível de Adubação (Coluna); Área C: Área do cladódio.

Observa-se que aos 120 dias a planta estava em uma fase de maturidade maior. Desse modo, a magnitude do índice de área do cladódio da palma forrageira está vinculada ao número de cladódios presentes na planta e ao hábito de crescimento da cultura, sendo assim, quanto maior o número de plantas brotadas em um cladódio maior será sua área, e conseqüentemente a planta irá capturar mais luz solar aumentando a sua eficiência na fotossíntese.

A espessura média do cladódio representa tanto o estágio de turgidez dos cladódios, assim como do acúmulo dos compostos orgânicos no parênquima da planta, sendo assim, a pesquisa mostrou-se aumento gradativo da espessura da planta com o passar dos dias de cultivo.

A adubação fosfatada não influenciou ( $P > 0,05$ ) as variáveis morfométricas da palma forrageira de comprimento, largura, espessura e área do cladódio (tabela 5).

Tabela 5: Adubação fosfatada nas variáveis morfométricas da palma forrageira.

Dose de P*	Comprimento	Largura	Espessura	Área C
0	15,1 a	7,1 a	0,68 a	71,5 a
6	14,8 a	7,0 a	0,68 a	70,2 a
12	15,3 a	7,3 a	0,68 a	73,9 a
Pr > F	0,6336	0,4016	0,9931	0,5205

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); Área C: Área do cladódio; \*: g/m<sup>2</sup>.

Já os fatores fragmentação e dias analisados isoladamente houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as variáveis comprimento e largura das plantas (tabela 6).

Tabela 6: Teste de Tukey para o fator adubação nas variáveis morfométricas da palma forrageira.

Fragmentação	Comprimento	Largura
4	18,2 a	8,5 a
6	14,5 b	6,9 b
8	12,4 c	5,9 c
Pr < F	< 0,0001	< 0,0001
Dias	Comprimento	Largura
60	12,1 b	5,5 c
90	16,2 a	7,7 b
120	16,8 a	8,2 a
Pr < F	< 0,0001	< 0,0001

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ );

Comparando os fragmentos, nota-se que para as variáveis comprimento e largura estudada obteve-se médias com maior expressividade no Corte em 4 fragmentos, e menores médias em quando o cladódio é fracionado em 8 partes. Essa diferença na morfométricas da nova planta e sua estrutura, possivelmente, pode estar relacionada com o maior tamanho do fragmento obtido a partir do corte do cladódio em 4 partes e, conseqüentemente, com sua respectiva reserva de energia e fitomassa ser maior.

O fator dias evidencia o alongamento dos cladódios durante o período experimental, onde nos primeiros meses de cultivo, a planta apresenta crescimento de suas novas estruturas e enraizamento para posteriormente se desenvolver.

## CONCLUSÃO

A técnica de fragmentação e dias de cultivo demonstraram ter influência importante tanto para o desenvolvimento inicial quanto para as características morfométricas da palma forrageira, assim, recomenda-se o fracionamento do cladódio em 4 partes bem como o tempo de 90 dias após o plantio para a colheita das primeiras mudas de palma forrageira.

O uso da adubação fosfatada proporcionou maiores médias nas variáveis morfométricas e no crescimento inicial da mesma, retratando a importância do seu uso para a técnica da propagação pelo fragmento do cladódio. Recomenda-se que a adubação fosfatada seja feita na dose recomendada (166kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) com base na extração da planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, J.M.M.; QUEIROZ, A.L.B.; OLIVEIRA, C.C. et al. Desenvolvimento inicial de brotações com uso de 1/2 e 1/6 do cladódio na propagação da palma forrageira *Nopalea cochenillifera* var. miúda. **Revista Pubvet**, v.11, p. 819-824, 2017.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, S.C.R.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 258 p, 2005.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C. dos; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo 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. 81-104. 2005.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v.95, p. 18-24, 2001.

LOPES, E.A.; SANTOS, C.F.; PEIXOTO, M.J.A. et al. Taxa de brotação da palma forrageira, ipa Sertânia, *nopalea* sp e orelha de elefante mexicana *opuntia* spp, plantada em sacos plásticos subtidos em diferentes turnos de rega. In: IV Inovagri International Meeting. P. 1-9, 2015.

PEIXOTO, M.J.A. 2017. Micropropagação de palma forrageira. In: XXI Seminário nordestino de pecuária: A água e o semiárido: uma nova postura. P. 1-74, 2017.

PINTO, M.S.C.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. et al. Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1., 2002, Recife. **Anais...**Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.54-64.

SOLANO, J. & ORIHUELA, A. Supervivencia y producción de nopal para verdura (*Opuntia ficus-indica*) utilizando fracciones mínimas. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 10, p. 98-208, 2008.

## 6 CAPÍTULO 2 – ARTIGO 2 DESENVOLVIMENTO INICIAL DE BROTAÇÕES DA PALMA FORRAGEIRA (*OPUNTIA FICUS INDICA*) PROPAGADA PELA TÉCNICA DA FRAGMENTAÇÃO DO CLADÓDIO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Artigo A Ser Submetido Ao Periódico Revista Brasileira De Zootecnia (RBZ), Qualis (B1) Na Área Zootecnia/Recursos Pesqueiros

Desenvolvimento inicial de brotações da palma forrageira (*Opuntia ficus indica*) propagada pela técnica da fragmentação do cladódio sob diferentes níveis de adubação potássica

Tarcisio Marques Barros\*; Daniela da Silva Pereira; Ossival Lolato Ribeiro; Diego Novais Pinheiro; Bráulio Rocha Correia; Daniele Rebouças Santana Loures; Lucas Mafra Magalhaes Vilasboas

E-mail: tamarquesgbi@gmail.com

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento inicial e a morfometria da palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (var. gigante) produzida a partir da propagação pelo fragmento do cladódio sob diferentes níveis de adubação potássica para a produção de mudas. O experimento foi realizado no setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo avaliados os fatores: n° de fragmentação do cladódio (4, 6 e 8 fragmentos) e adubação fosfatada (sem adubação); (dose recomendada 555kg/há de K<sub>2</sub>O); (dobro da dose recomendada 1111kg/há de K<sub>2</sub>O), no tempo, considerando-se os seguintes períodos de avaliação: 30; 60; 90; e 120 dias, com 6 repetições (blocos), totalizando 54 parcelas experimentais (canteiros). No desenvolvimento inicial foi avaliado (mortalidade, número de brotações, brotações simples e duplas) e a morfometria da planta (comprimento, largura, espessura e área do cladódio). Verificou-se um maior número de brotações e crescimento inicial no cladódio fragmentado em 4 partes comparado aos de 6 e 8 partes, assim como uma menor mortalidade das plantas ao longo do tempo. Houve aumento no número de brotações e diminuição da mortalidade quando aplicou-se a dose recomendada (555kg/há de K<sub>2</sub>O) de potássio para as plantas. Quanto as variáveis morfométricas não houve efeito significativo (P>0,05) para todas as variáveis analisadas. Indica-se o fragmento do cladódio em 4 partes bem como o tempo de 120 dias após o plantio para a colheita das primeiras mudas de palma forrageira.

Recomenda-se que a adubação potássica, na dose recomendada com base na extração da planta, seja utilizada na forma de cobertura.

**Palavras chave:** cactácea, forragem, mudas, potássio

## INTRODUÇÃO

Diversas espécies forrageiras têm sido cultivadas e/ou até mesmo importadas para utilização na alimentação animal no Nordeste, o que é justificado por uma real dificuldade em se garantir a alimentação dos animais ao longo do ano devido às características edafoclimáticas desta região (LEITE *et al.*, 2018). Assim, faz-se necessário o uso de espécies vegetais adaptadas às condições no semiárido, a exemplo da palma forrageira, haja vista o seu comprovado sucesso na adaptação a tais condições.

Entretanto, a propagação da palma é frequentemente feita por meio do plantio do cladódio inteiro ou de metade do mesmo mediante de um corte longitudinal. De acordo com Rocha (2012), para o plantio convencional da palma forrageira, o número final de cladódios varia entre 5.000 e 40.000ha<sup>-1</sup>, dependendo do sistema de cultivo: da consorciada até a monocultura adensada.

Frente ao exposto, pode-se inferir que a implantação de novas áreas desta cultura pode significar elevados custos de produção devido, principalmente, a quantidade excessiva de material a ser adquirido e ao período de dois anos, em média, para se obter mudas de qualidade.

Desta forma, Gava e Lopes (2012) afirmam que a produção de mudas pela fragmentação de cladódios surge como uma alternativa para que o produtor rural possa produzir suas próprias mudas e, posteriormente, implantar nas áreas ou sementeiras, utilizando mudas a partir de pequenas áreas de cultivo e pequenas quantidades de cladódios, além de obter material vegetativo de alta qualidade.

Todavia, para que esta tecnologia seja aplicada com sucesso, existe a necessidade da utilização de substrato, geralmente uma mistura de solo + esterco na proporção 1:2 ou 1:3, ou ainda substratos comerciais (GAVA e LOPES, 2012), ou solos com fertilidade adequada, pois a palma forrageira é uma cultura que exige boas características físicas e químicas do solo (MARQUES *et al.*, 2017). Logo, caso o solo escolhido não seja fértil, torna-se importante o uso da adubação, química e/ou orgânica, visto que esta pode elevar significativamente o rendimento da cultura e, conseqüentemente, a produção de mudas.

Ressaltando o uso de fertilizantes na propagação da palma forrageira, o potássio é um dos macros minerais que a palma mais necessita devido as suas funções de ativação enzimática, uso eficiente da água, fotossíntese, transporte de açúcares, água e síntese de proteínas (DUBEUX JR *et al.*, 2006).

Sendo assim o objetivo da pesquisa foi avaliar o desenvolvimento inicial e a morfometria da palma forrageira produzida a partir da propagação pelo fragmento do cladódio sob níveis de adubação potássica.

## MATERIAL E MÉTODOS

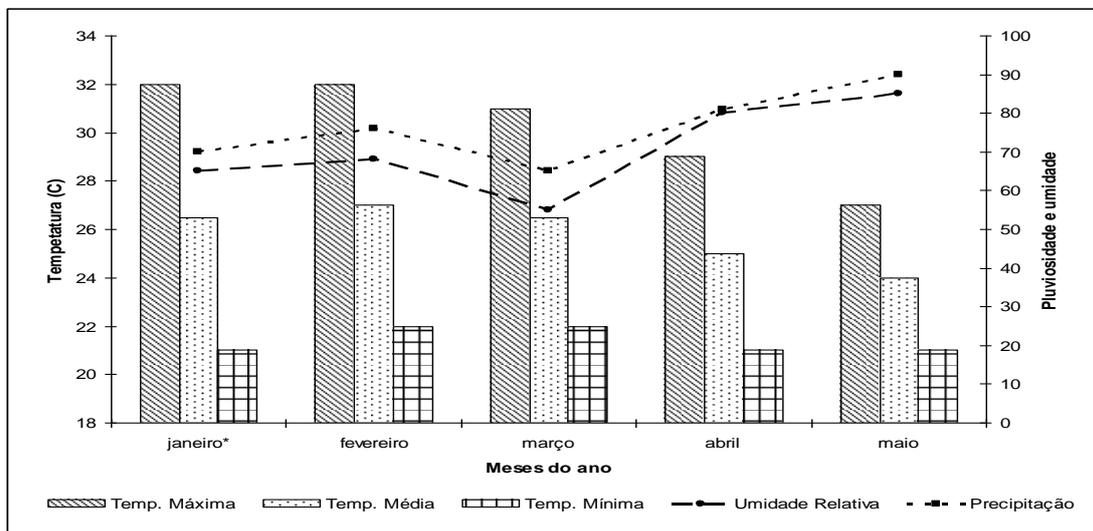
O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus Cruz das Almas, cujas coordenadas geográficas de referência são: latitude 12° 40' 12" S e longitude 39° 06' 07" W e apresenta, em média, altitude ao nível do mar de 220m.

O clima de Cruz das Almas, de acordo com a classificação de Köppen. A região apresenta solo do tipo latossolo amarelo distrófico álico coeso. A pluviosidade média

anual é de 1.200mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos e outubro a janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2°C.

Em relação aos dados meteorológicos (Gráfico 1) durante o período experimental, realizou-se a mensuração *in loco* da pluviosidade diária (mm) utilizando um pluviômetro. No entanto, os dados de temperatura (mínima, média e máxima) e de Umidade Relativa (UR) do ar foram obtidos da estação meteorológica da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada a 2,15 Km da área experimental.

**Figura 1:** Dados meteorológicos registrados durante o período experimental



\*Janeiro: apenas o período compreendido entre 24 a 31/01/2018

O experimento foi realizado no período de 24 janeiro a 24 de maio de 2018, perfazendo um período de avaliação de 120 dias. A palma forrageira utilizada no experimento foi a *Opuntia ficus-indica*, variedade gigante, adquirida e coletada no município de Ipirá-BA, junto a produtores dessa região.

No presente estudo utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo avaliados os fatores (nº de fragmentação dos cladódios 4, 6 e 8 fragmentos) e adubação potássica (sem adubação; dose

recomendada 555kg/há de  $K_2O$ ; dobro da dose recomendada 1111kg/há de  $K_2O$ ), com 6 repetições (blocos), totalizando 54 parcelas experimentais (canteiros).

Para a confecção das mudas, sob a técnica da fragmentação adaptada de Cavalcante *et al.* (2017), os cladódios foram cortados em diferentes fragmentos com o objetivo de obter-se diferentes números de mudas: 4, 6, e 8 fragmentos por cladódio, de acordo com os tratamentos descritos acima (Figura 2). Posteriormente, armazenaram-se os mesmos em local arejado e coberto durante um período de 10 dias para a cicatrização dos cortes e redução do teor de umidade. Após a cicatrização das mudas, as mesmas foram inseridas nos canteiros de acordo com os tratamentos supracitados.

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



Em cada parcela foram plantados 20 fragmentos para cada tratamento relativo ao fator fragmentação, de forma que cada unidade experimental pudesse apresentar até 20 plantas para avaliação. Para adubação potássica, a aplicação do mesmo foi calculada e realizada por parcela.

Os dados de desenvolvimento inicial da planta (mortalidade de plantas; número total de brotações; brotações simples e duplas), foram realizadas como medidas repetida no tempo, considerando-se os seguintes dias de avaliação: 30, 60, 90, e 120 dias. Para

os dados de morfometria das mudas produzidas, realizou-se a avaliação repetida no tempo, porém, considerando-se os períodos de avaliação de 60; 90; e 120 dias.

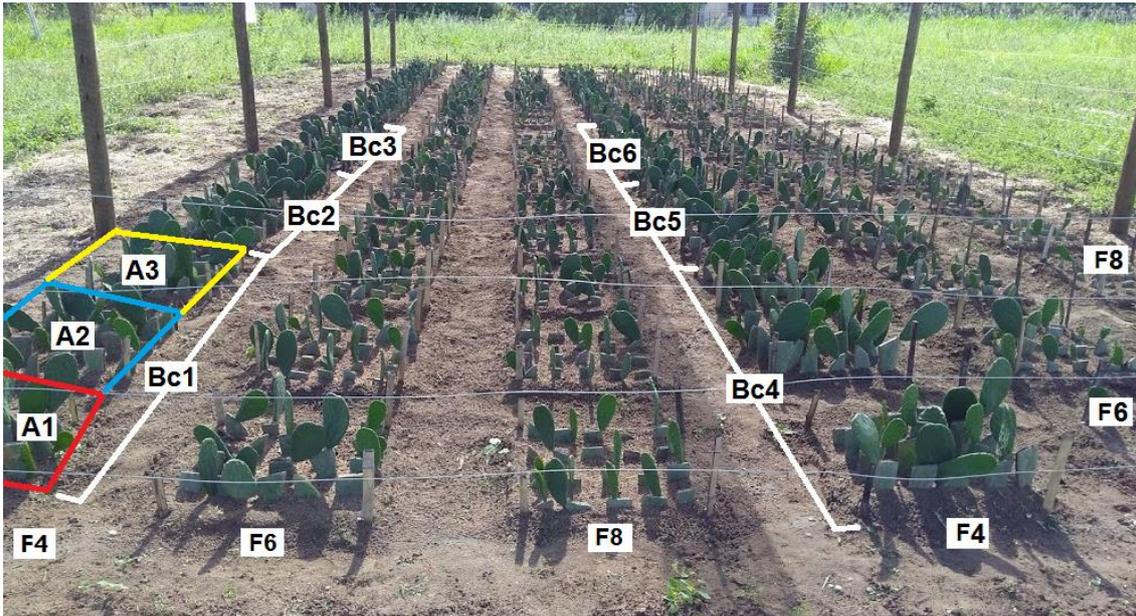
Para a adubação potássica utilizou-se o cloreto de potássio (KCl – 60% de K<sub>2</sub>O) como fonte de K, sendo adquirido em casa agropecuária no município de Cruz das Almas-BA. A determinação da dose foi estimada de acordo com o potencial de extração deste nutriente do solo pela palma forrageira, conforme metodologia adaptada de Dubeux Júnior e Santos (2005), onde realizou-se o cálculo proporcional ao período de 6 meses de cultivo e para a área de cada unidade experimental (0,36m<sup>2</sup>).

Logo, as doses determinadas foram de 20 e 40g de KCl por unidade experimental, para a dose recomendada (555 kg/há) e o dobro da dose recomendada (1111 kg/há), respectivamente. A aplicação das respectivas doses foi realizada por meio da diluição do fertilizante em 2 litros de água e distribuída nas unidades experimentais com auxílio de regador manual. No tratamento sem adubação foi aplicado apenas água, objetivando-se obter a mesma condição em todas as unidades experimentais.

Cada unidade experimental (canteiro) teve dimensões de 0,6 x 0,6m (largura x comprimento), totalizando 0,36m<sup>2</sup>. As mudas foram inseridas nos canteiros com espaçamento de 0,1m x 0,1m entre linha e plantas respectivamente, sendo considerado a borda de 0,1m em cada lado do canteiro, inserido-se 20 mudas por unidade experimental.

O espaçamento entre unidades experimentais foi de 0,5m e entre os blocos foi de 1,0m. Desta forma, considerando-se a área de cada unidade experimental e os espaçamentos, utilizou-se área total de 46,2m<sup>2</sup>. Sobre a área experimental utilizou-se a cobertura artificial por meio de tela-sombrite com malha de 50% de interceptação de luz solar, conforme metodologias descritas por Lopes et al. (2015) e Peixoto (2017).

**Figura 3:** Ilustração dos blocos (Bc), tratamentos referentes a fragmentação (F) dos cladódios e adubação potássica (A)



Para o monitoramento das condições de fertilidade do solo da área experimental, realizou-se análise de solo antes do período de experimental, por meio de amostra composta a partir da coleta em 5 pontos aleatórios por bloco. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 1. Com base nos resultados das características química do solo na camada de 0 a 20 cm, calculou-se a necessidade de calagem, pelo método da elevação da saturação por bases, de modo que a saturação por bases fosse elevada para 60%. Para tal utilizou-se 1,22 toneladas por hectare de calcário calcítico (80% de PRNT), distribuídos manualmente e incorporado porão solo por meio de aração.

**Tabela 1:** Resultado da análise de solo da área experimental

Registro	Resultados Analíticos - Fertilidade de Macronutrientes												
	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO	
	Água	mg/dm <sup>3</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>									%	g/kg
12-0376	4,5	2	0,05	0,3	0,3	0,3	0,02	2,31	0,67	2,98	23	7,66	

**Fonte:** Laboratório e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Após o plantio das mudas, foi avaliado o desenvolvimento inicial das plantas aos 30, 60, 90 e 120 dias, onde estudou-se as seguintes características:

a) Mortalidade de plantas: realizou-se a contagem das plantas (fragmentos) que não germinaram e morreram após o plantio, em cada unidade experimental;

b) Número de brotações totais: realizou-se a contagem de todas as brotações surgidas em cada unidade experimental, independente da forma (simples ou dupla) de surgimento;

c) Brotações simples: realizou-se a contagem do número de plantas (fragmentos) que apresentaram apenas uma brotação, por período de avaliação;

d) Brotações duplas: realizou-se a contagem do número de plantas (fragmentos) que apresentaram brotações duplas, por período de avaliação.

Ainda realizou-se a avaliação das características morfométricas em todas as plantas que apresentaram brotações, em cada unidade experimental, sendo determinados os seguintes parâmetros: Comprimento (CCL), Largura (LCL), Espessura (ECL) e Área (AC) dos cladódios. Para a mensuração do comprimento e largura, utilizou-se fita métrica e os resultados foram determinados em centímetros (cm), ao passo que a espessura foi mensurada com auxílio de paquímetro digital e os resultados foram determinados em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>). A área dos cladódios foi estimada com os dados obtidos de comprimento e largura, conforme metodologia descrita por Pinto *et al.* (2002), com uso da equação:

$$AC = CCL \times LCL \times 0,63$$

Em que:

AC = área do cladódio, em cm<sup>2</sup>

CCL = comprimento do cladódio, em cm

LCL = largura do cladódio, em cm

0,63 = fator de correção em função de forma de elipse do cladódio

A análise dos dados obtidos foi realizada utilizando-se o GLM (General Linear Model), que pertence ao programa SAS (1996). As interações significativas entre os

fatores foram desdobradas e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, obedecendo-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + A_j + D_k + B_l + FAD_{ijkl} + e_{ijkl}$$

em que:

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

$\mu$  = média geral;

$F_i$  = efeito do fragmento, com  $i$  que varia de 1 a 3;

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

$D_k$  = efeito do dias, com  $k$  que varia de 1 a 4 (crescimento inicial) ou de 1 a 3 (morfometria);

$B_l$  = efeito pelo bloco com  $l$  que varia de 1 a 6;

$FAD_{ijkl}$  = é o efeito da interação, fragmento, adubação e dias

$e_{ijkl}$  = resíduo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo não obteve-se diferença significativa para variáveis analisadas para a interação tripla entre os fatores fragmentação x adubação x dias. Os resultados podem ser visualizados no Apêndice, Tabela 5. Desta forma, verificou-se a ocorrência de interações entre dois fatores, dias x fragmentação ou Adubação x fragmentação, por exemplo, bem como a ocorrência de efeito isolado de um dos fatores avaliados.

Os dados estão detalhados na Tabela 1, houve a interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores fragmentação x dias de cultivo para número de brotações. Desdobrando a interação entre esses fatores, tornou-se que a fragmentação em quatro (4) partes do cladódio, associado ao tempo de cultivo de 90 dias, proporcionou o maior n° de

brotações da palma forrageira, ao passo que o fragmento em 8 partes associado ao tempo de 30 dias reduziu a quantidade de brotações.

Tabela 1: Desdobramento da interação fragmentação x dias para a variável número de brotações da palma forrageira propagada por fracionamento do cladódio

Dias	Fragmentação		
	4	6	8
30	5,8 C a	2,4 C b	1,3 C c
60	13,9 B a	9,6 B b	6,2 B c
90	16 A a	13,7 A b	10,5 A c
120	14,8 AB a	12,4 AB b	10,4 A c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); Letras minúsculas para o fator fragmento (Linha); Letras maiúsculas para o fator dias (Coluna);

Verifica-se que o número de brotações aumentou com os dias de cultivo, independentemente do fator fragmentação, resultado que já era esperado, pois a medida que a planta se desenvolve, naturalmente espera-se o aumento no número de cladódios. No entanto, observou-se que houve redução aos 90 a 120 dias de cultivo. Este resultado pode ser explicado em função do excesso de água advindo da pluviosidade (200 mm) registrada no período em questão (Figura 1).

De acordo com Souza *et al.* (2008), a faixa ideal de precipitação para adequado cultivo da palma forrageira encontra-se entre 386 a 812 mm por ano. Portanto, pode-se inferir que a precipitação registrada nos dois últimos meses de cultivo (200 mm) pode ter influenciado negativamente o número de brotações entre 90 a 120 dias após o plantio.

Em relação a fragmentação nota-se que, independentemente dos dias de cultivo, a fragmentação dos cladódios em 4 partes proporcionou melhores resultados quanto ao número de brotações. Este resultado pode ser explicado devido a uma maior reserva de energia (fitomassa) presente em cada fragmento, possibilitando que o desenvolvimento ocorra mais rápido, favorecendo assim as brotações oriundas de dessa metodologia de fragmentação.

Outro fato relacionado a fragmentação que também pode explicar o número de brotações, é que o tamanho do fragmento influencia na quantidade de aréolas que a mesma possui. Logo, quanto maior o tamanho do fragmento, conseqüentemente haverá mais aréolas na sua superfície, possibilitando melhorias tanto na brotação, como também pode contribuir com o enraizamento da planta.

Todavia, vale destacar que as características supracitadas por si só, de forma isolada, não são garantia de adequado processo vegetativo da palma forrageira, sendo que as características edafoclimáticas do local de cultivo têm influência marcante sobre a planta e sua produção, o que pode ser corroborado pela influência da pluviosidade sobre a variável em questão, observada no presente estudo.

Para as variáveis mortalidade de plantas, brotações simples (BS) e brotações duplas (BD) observou-se efeito isolado dos fatores fragmentação e dias de cultivo (Tabela 2), obtendo-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis em ambos os fatores. A metodologia em 4 fragmentos apresentou superioridade em relação as demais, proporcionando redução na mortalidade de plantas e aumento tanto na BS quanto na BD. Tal resultado pode ser explicado pela diferença no tamanho do fragmento, conforme justificado anteriormente.

Tabela 2: Valores médios de mortalidade de plantas, brotações simples e duplas da palma forrageira em função da fragmentação de cladódios e dias de cultivo

Fragmento	Mortalidade	BS	BD
4	1,4 a	11,0 a	0,8 a
6	1,5 b	8,3 b	0,7 ab
8	3,4 b	6,5 c	0,6 b
Pr < F	< 0,0001	< 0,0001	0,0076
Dias	Mortalidade	BS	BD
30	1,6 b	2,9 c	0,22 b
60	2,1 ab	8,2 b	0,7 a
90	2,3 ab	11,6 a	0,79 a
120	2,4 a	11,6 a	0,88 a
Pr < F	0,048	< 0,0001	0,002

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); BS: Brotações Simples; BD: Brotações duplas

Em relação ao fator dias os resultados apontam que tanto a mortalidade quanto as brotações simples e duplas da planta aumentam com o passar do tempo. Estes resultados podem ser explicados por dois fatores, a saber:

a) Como a planta está em crescimento inicial, apresentando suas primeiras atividades vegetativas após o plantio, naturalmente espera-se que a mesma apresente brotações de forma crescente com o passar do tempo, haja vista a necessidade de aumento da área e desenvolvimento de estruturas que possibilitem a realização de fotossíntese para a manutenção e desenvolvimento da planta;

b) Porém, o aumento da mortalidade pode ser explicado tanto pelo ataque fungos e bactérias devido à alta umidade relativa do ar ocasionada, principalmente, pelo excesso de pluviosidade registrado durante o período experimental (283mm), com maior concentração no período entre 90 a 120 dias após o plantio (Figura 1).

Para o fator adubação potássica, pode-se observar na Tabela 3 que houve influência significativa ( $P < 0,05$ ) para as variáveis analisadas, exceto para brotações duplas ( $P > 0,05$ ). Com relação a mortalidade de plantas, nota-se que a ausência de adubação potássica proporcionou o menor valor. Este resultado pode sugerir que a adubação com este nutriente no estabelecimento da planta pode não contribuir, indicando que sua utilização pode ser realizada por meio de adubação de cobertura, após a planta inicia a brotação e desenvolvimento de novas estruturas.

Tabela 3: Valores médios de mortalidade de plantas, número de brotações, brotações simples e duplas da palma forrageira sob doses de potássio

Dose de K*	Mortalidade	Nº Brotações	BS	BD
0	1,8 b	9,2 b	8,4 b	0,48 a
20	2,5 a	9,5 b	8,3 b	0,75 a
40	2 b	10,5 a	9,1 a	0,72 a
Pr < F	0,0151	0,0039	0,0498	0,1989

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); BS: Brotações Simples; BD: Brotações duplas; \*g/m<sup>2</sup>

As afirmações acima podem ser corroboradas por estudo conduzido por Dubex Jr *et al.* (2010), onde avaliando o efeito do potássio para a palma forrageira clone IPA 20 aos seis meses de idade, não encontraram efeito significativo deste nutriente sobre o número de cladódios, o que pode reforçar a sugestão de que a palma não tenha grande necessidade desses nutrientes até os seis meses.

Ainda na Tabela 3, observa-se que para o número de brotações e brotações simples, a utilização do dobro da dose recomendada de potássio proporcionou os melhores resultados quando comparado a ausência de K ou a dose recomendada. Estes resultados reforçam a linha de raciocínio exposta acima, onde sugere-se que o potássio seja um nutriente importante para a palma forrageira como adubação de cobertura, após os primeiros meses de cultivo, tendo efeito marcante sobre o desenvolvimento de novas estruturas vegetais.

Em relação as variáveis morfológicas abordadas na Tabela 4, a pesquisa demonstra que, de forma isolada, ocorreu diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para os fatores fragmentação e dias de cultivo, porém, não houve alterações significativas nas dimensões da planta ( $P > 0,05$ ) para o fator adubação potássica.

Tabela 4: Valor médio para as características morfológicas da palma forrageira em função dos fatores fragmentação, adubação e dias de cultivo

Fragmento	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (mm)	Área C (cm <sup>2</sup> )
4	17,4 a	10,2 a	0,72 a	116,9 a
6	14,3 b	7,1 ab	0,67 ab	66,8 b
8	12,8 c	6,1 b	0,64 b	51,5 b
Pr > F	< 0,0001	< 0,0134	< 0,0001	< 0,0001
Dose de K*	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (mm)	Área C (cm <sup>2</sup> )
0	14,8 a	7,1 a	0,66 a	70,3 a
20	14,3 a	7,0 a	0,67 a	67,0 a
40	15,3 a	7,3 a	0,70 a	97,9 a
Pr > F	0,0996	0,2065	0,3668	0,1725
Dias	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (mm)	Área C (cm <sup>2</sup> )
60	12,8 b	6,0 b	0,47 c	51,1 b

90	15,6 a	9,2 a	0,65 b	97,6 a
120	16,1 a	8,2 a	0,91 a	86,5 ab
Pr > F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); Área C: Área do cladódio;  $^*/m^2$

Em relação a fragmentação do cladódio para a produção de mudas, nota-se que para todas as variáveis estudadas obteve-se médias com maior expressividade em 4 fragmentos. Essa diferença na morfometria da nova planta e sua estrutura, possivelmente, pode estar relacionada com o maior tamanho do fragmento obtido a partir do fragmento do cladódio em 4 partes e, conseqüentemente, com sua respectiva reserva de energia e fitomassa, conforme já citado anteriormente.

Note-se ainda que ao longo dos dias de cultivo a planta tende a crescer gradativamente, assim, no presente estudo, ao avaliar as novas plantas de palma forrageira oriunda da fragmentação de cladódios, obteve-se maior comprimento, largura e espessura de cladódios aos 120 após o plantio. Apenas para a variável área do cladódio obteve-se maior resultado aos 90 dias, observando-se pequena redução aos 120 dias.

Estes resultados demonstram que, sob condições adequadas, a palma forrageira pode apresentar desenvolvimento conforme o esperado, onde nos primeiros meses de cultivo, a planta apresenta crescimento de suas novas estruturas objetivando o estabelecimento de área fotossinteticamente ativa, com elevação na produção de biomassa (ALMEIDA *et al.*, 2003).

## CONCLUSÃO

Os fatores fragmentação do cladódio e dias de cultivo demonstraram ter influência importante tanto para o desenvolvimento inicial quanto para as características morfométricas da Palma forrageira, assim, recomenda-se a fragmentação do cladódio

em 4 partes bem como o tempo de 120 dias após o plantio para a colheita das primeiras mudas de palma forrageira.

Recomenda-se que a adubação potássica, na dose recomendada com base na extração da planta, seja utilizada na forma de cobertura, haja vista sua influência apenas após a palma forrageira iniciar a quantidade de brotação.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; NAVA, I.C. et al. 2003. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Revista Ciência Rural**, v.33, p.189-194, 2003.

DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., under different N and P fertilization and plant population in North- east Brazil. **Journal of Arid Enviroments**, v.67, p. 357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO, T.J.F.; SANTOS, F.V.M. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, p. 129-135, 2010.

GAVA, C.A.T.; LOPE S, E.B. Produção de mudas de palma forrageira utilizando fragmentos de cladódios. Petrolina: (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 101), 2014.

LEITE, T.S.; LEITE, M.S.; TORRES, S.B. et al. 2018. Palma forrageira: situação atual e perspectivas para o cultivo na região semiárida do Ceará, Brasil. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v.21, p. 77-83, 2018.

LOPES, E.A.; SANTOS, C.F.; PEIXOTO, M.J.A. et al. Taxa de brotação da palma forrageira, ipa Sertânia, *nopalea* sp e orelha de elefante mexicana *opuntia* spp, plantada em sacos plásticos subtidos em diferentes turnos de rega. IV Inovagri International Meeting. P. 1-9, 2015.

MARQUES, O.F.C.; GOMES, L.S.P; MOURTHÉ, M.H.F. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.9, p. 75-93, 2017.

PEIXOTO, M.J.A. Micropropagação de palma forrageira. In: XXI Seminário nordestino de pecuária: A água e o semiárido: uma nova postura. p. 1-74, 2017.

PINTO, M.S.C.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. et al. Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife: SBZ, v.1, p. 54-64, 2002.

ROCHA, J.E.S. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos. (Embrapa caprinos e ovinos documentos 106), 2012.

SOUZA, L.S.B.; MOURA, M.S.B.; SILVA, T.G.F. et al. 2008. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: jornada de iniciação científica da Embrapa semiárido, Petrolina: p. 23-28, 2008.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A técnica da fragmentação do cladódio da palma forrageira torna-se um grande avanço para a multiplicação de mudas, mostrado na pesquisa a grande quantidade de brotações que podem surgir com a utilização de um único cladódio. No entanto, é necessário ter cuidados no processo que vai desde a seleção dos cladódios até o plantio da mesma, onde se torna-se ponto chave na eficaz do método.

O uso de adubação química na cultura da palma forrageira deve-se ser levado em consideração sempre a extração da planta no solo pelo nutriente e a interpretação da análise de solo da área de cultivo.

A partir da comprovação da viabilidade econômica deste método, espera-se que o mesmo constitua em uma das ferramentas fundamentais ao repovoamento adequado e rápido de áreas de cultivo de palma forrageira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.F. 2012. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 7: 08-14.
- ANAYA-PÉREZ, M.A. 2002. History of the use of *Opuntia* as forage in Mexico. Itália: FAO.
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S.M.C. 2006. Anatomia vegetal. 2. ed. Viçosa: UFV, 438 p.
- CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, G.M.F.; LOPES, M.N.; XIMENES, L.J.F. 2013. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene** 7:1-7.
- CAVALCANTE, J.M.M.; QUEIROZ, A.L.B.; OLIVEIRA, C.C.; SARAIVA, J.F.C.S. 2017. Desenvolvimento inicial de brotações com uso de 1/2 e 1/6 do cladódio na propagação da palma forrageira *Nopalea cochenillifera* var. miúda. **Revista Pubvet** 11: 819-824.
- CAVALCANTI FILHO, L.F.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C. 2000. Efeito da adição de P e K no crescimento da palma clone IPA-20 (*Opuntia ficus-indica* Mill). Anais Recife-Pe, Facepe 293.
- CAVALCANTI, M.C.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A.; RIBEIRO, V.L.; NETO, A.C.R. 2008. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 30: 173-179.
- CHEN, J.; GABELMAN, W.H. 2000. Morphological and physiological characteristics of tomato roots associated with potassium acquisition efficiency. **Sci. Hortic** 83: 213-225.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, p.105-128.
- FELKER, P.C.; RODRIGUEZ, S.; CASOLIBA, R.M.; FILIPPINI, R.; MEDINA, D.R. 2005. Comparison of *Opuntia ficus-indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. **Journal of Arid Environments** 60: 405-422.
- FROTA, H.M.; CARNEIRO, M.S.S.; ZÁRATE, R.M.L.; CAMPOS, F.A.P.; PEIXÔTO, M.J.A. 2004. Proliferação e enraizamento *in vitro* de brotos de palma forrageira - *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 26: 235-238.
- GAVA, C.A.T.; LOPE S, E.B. 2014. Produção de mudas de palma forrageira utilizando fragmentos de cladódios. Petrolina: (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 101).
- GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. 2001. A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Informações agrônômicas, Piracicaba, SP. Ed 95: 1-5.
- GUIMARÃES, A.S. 2014. Implantação de lavouras de palma forrageira. (Circular Técnica, 198).
- LOPES, E.B.; SANTOS, D.C.; VASCONCELOS, M.F. 2012. Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de utilização no semiárido Nordeste. João Pessoa: EMEPA-PB 1: 21-60.
- MARQUES, D.J.; BIANCHINI, H.C.; ROEWER L.A. 2014. Fosfito de potássio contribui para enchimento de grãos. Campo & Negócios, Uberlândia, MG ed. 141.
- MARQUES, O. F. C.; GOMES, L S. P.; MOURTHÉ M. H. F.; BRAZ T. G. S. 2017 Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno Ciência. Agraria** 9: 75-93.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. Londres, Academic Press, 1995. p.347-364.
- MENDES, B.V. 1986. Alternativas Tecnológicas para a Agropecuária do Semiárido. 2ª Ed. São Paulo: Nobel.
- MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. 2005. A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 1ª ed. Recife: Editora da UFPE. p.129-140.
- MIMOUNI, A., AIT LHAJ, A., GHAZI, M. 2013. Mineral nutrition effect on cactus (*Opuntia ficus-indica* spp.) growth and development. **Acta Horticulturae** 995: 213-220.
- NULTSCH, W. 2000. Botânica geral. 10. ed. Artmed: Porto Alegre-RS.
- PIMIENTA-BARRIOS, E.; CASTILLO-CRUZ, I.; ZANUDO-HERNANDEZ, J.; MENDEZ-MORAN, L.; NOBEL, P.S. 2007. Effects of shade, drought and daughter cladodes on the CO<sub>2</sub> uptake by cladodes of *Opuntia ficus-indica*. **Annals of Applied Biology** 151: 137-144.
- RAMOS, J.P.F.; LEITE, M.L.M.; JUNIOR, L.O.; NASCIMENTO, J.P.; SANTOS, E.M. 2011. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga** 24: 41-48.

- RAMOS, J.P.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; BEZERRA, H.F.C.; PEREIRA, G.A.; BELTRÃO, G.R.; OLIVEIRA, J.S. 2011. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **REDVET** 16: 1-11.
- RUIZ, H.A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J.C.S. 1999. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca, Mg às plantas de arroz. **R. Bras. Ci. Solo** 23:1015-1018.
- SAMPAIO, E.V.S.B. 2005. A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento 130 atual e novas perspectivas de uso. 2<sup>o</sup> ed., Editora Universitária da UFPE. Recife-PE. p.43-63.
- SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; BUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. 2013. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal** 15:111-121.
- SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., MELO, J.N., SANTOS, D.C., FARIAS, I., LIRA, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in Northeast Brazil. **Acta Horticulturae** 728: 189-192.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR, J.C.B. 2010. Plantas forrageiras. 1 ed. Editora UFV Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. 1990. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochinillifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia** 19: 504-511.
- SOUZA, L.S.B.; MOURA, M.S.B.; SILVA, T.G.F.; SOARES, J.M.; CARMO, J.F.A.; BRANDÃO, E.O. 2008. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, Petrolina. Anais 3: 23-28.
- SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. 2003. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. Encarte Técnico, Informações Agronômicas, Planaltina 102: 1-16.
- SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. 2004. Correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-CPAC, p. 147-168.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- TELES, M.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; NETO, E.B.; FERREIRA, R.L.C.; LUCENA, J.E.C.; LIRA, M.A. 2002. Efeitos da Adubação e de Nematicida no Crescimento e na Produção da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 52-60.

## APÊNDICES

Tabela 7: Análise descritiva do experimento do capítulo 1.

Mortalidade						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	
0	4	0,67	0,83	0,5	0,5	0.8859
	6	1,1	1,3	2	2	
	8	1,3	1,6	2,8	2,6	
6g	4	0,5	0,83	1,1	1,1	
	6	0,33	0,83	0,6	0,4	
	8	1,8	2	2,8	2	
12g	4	0,16	0,5	0,66	0,33	
	6	1	1,3	1,3	1,2	
	8	1,1	2,3	2,3	1,4	
N° Brotações						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	
0	4	4,3	13,1	17,3	15,5	0.8883
	6	3,3	9,5	13,4	12,8	
	8	1,6	5,3	11,8	11,8	
6g	4	6,5	15,3	17,1	15,5	
	6	2,3	9,5	13,8	13,3	
	8	1,6	5,8	12,7	11,1	
12g	4	7,3	13,8	18,1	17	
	6	4	10,1	14,5	13,3	
	8	1,6	7,6	12,2	11	
Brotações Simples						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	
0	4	3,8	11	13,8	13,8	0.9392
	6	3,1	8,5	12,2	12,1	
	8	1,3	4,6	12	11,8	
6g	4	5,5	10,8	13,6	13,8	
	6	2,3	8,5	13,8	13	
	8	0,6	5,1	11,2	10,6	
12g	4	6,6	13,1	15,8	15,8	
	6	3,6	8,3	13,2	13	
	8	1,6	6,3	11,4	11	
Brotações Duplas						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	
0	4	0,5	1	1,5	1,5	0.4179
	6	0,1	0,6	0,8	0,8	
	8	0,5	0,3	0,4	0	
6g	4	1	2	1,6	1,3	
	6	0	0,5	0,4	0,1	

	8	0	0,3	1	0,3
12g	4	0,3	0,6	1,1	1,1
	6	0,3	0,6	0,5	0,1
	8	0	0,6	0,6	0,5
Comprimento (cm)					
Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.2028
0	4	17,8	18,8	19,7	
	6	12,8	15,3	15,5	
	8	7,8	13,6	14,2	
6g	4	13,1	19,2	20,3	
	6	11,8	15,2	16,3	
	8	8,5	14,3	14,6	
12g	4	14,8	19,8	20,2	
	6	11,4	16,1	16,6	
	8	10,9	13,7	13,9	
Largura (cm)					
Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.5573
0	4	6,3	9,9	9,5	
	6	5,9	7,2	7,8	
	8	4,5	6,1	6,7	
6g	4	6	9	9,7	
	6	5,6	7,1	8,1	
	8	4	6,3	7	
12g	4	7	9,1	9,8	
	6	5,1	7,3	8	
	8	5,1	6,9	6,8	
Espessura (mm)					
Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.7706
0	4	0,53	0,72	0,99	
	6	0,64	0,66	0,81	
	8	0,45	0,58	0,71	
6g	4	0,54	0,7	0,95	
	6	0,8	0,58	0,81	
	8	0,42	0,54	0,75	
12g	4	0,56	0,73	0,97	
	6	0,54	0,65	0,82	
	8	0,5	0,6	0,7	
Área do Cladódio (cm <sup>2</sup> )					
Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.8355
0	4	71,9	118,6	120,5	
	6	48	70	77,6	
	8	22,8	53,3	60,6	
6g	4	53,3	109,8	126	
	6	42,7	69,1	84,2	

	8	22,2	58	66,5
12g	4	66,1	115	125,8
	6	38,1	75	84,3
	8	37,6	61,6	61,1

Tabela 5: Análise descritiva do experimento do capítulo 2.

Mortalidade						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	0.9999
0	4	0,83	1	1,1	1,1	
	6	0,83	1,5	1,3	1,3	
	8	2	3,5	3,3	3,6	
20g	4	1,5	1,5	1,3	1,6	
	6	2	2	2,3	2,3	
	8	2,6	4,1	4,5	4,8	
40g	4	1,5	1,6	1,8	1,6	
	6	1,1	1,1	1,5	1,5	
	8	2,5	2,6	3,5	4	
N° Brotações						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	0.8252
0	4	5,5	13,3	15,6	14,6	
	6	2,6	8,6	13,8	12,6	
	8	0,3	5,8	8,6	9	
20g	4	4,1	12,5	16,3	15,1	
	6	2	9,1	13,8	12,3	
	8	1,3	6,1	10,8	11	
40g	4	7,8	16	16	14,8	
	6	2,6	11	13,6	12,3	
	8	2,5	6,6	12,1	11,5	
Brotações Simples						
Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	0.9364
0	4	5	11,6	13,1	13,6	
	6	2,5	7,6	12,1	11,8	
	8	0,3	5,5	8,6	8,6	
20g	4	3,8	10,1	13,3	13,1	
	6	2	7,8	11,5	11,1	
	8	1,3	5,5	9,8	10,3	
40g	4	7,3	12,8	12,8	13,8	
	6	2,5	8	11,3	11,5	
	8	1,6	5,3	10,8	10,8	
Brotações Duplas						

Adubação	Fragmento	Dias				Pr > F
		30	60	90	120	0.9939
0	4	0,5	0,8	1	0,8	
	6	0,1	0,3	0,8	0,8	
	8	0	0,1	0	0,3	
20g	4	0,3	1,1	1,3	1,8	
	6	0	0,5	1,1	1,1	
	8	0	0,3	0,5	0,6	
40g	4	0,5	1	1	0,6	
	6	0,1	1,3	1,1	0,8	
	8	0,3	0,6	0,6	0,8	

## Comprimento (cm)

Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.9004
0	4	15,2	18,6	19,1	
	6	11,8	14,9	14,8	
	8	13,2	12,8	13,3	
20g	4	15,2	17,6	18,5	
	6	11	15,2	16,1	
	8	10,2	11,9	12,9	
40g	4	13,6	18,9	19,6	
	6	12,6	16,1	16,2	
	8	11,9	14,1	14,6	

## Largura (cm)

Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.4303
0	4	7,2	9,1	9,2	
	6	6,1	7	8,2	
	8	5,1	6	6,7	
20g	4	7	8,6	9,3	
	6	5,4	7,3	8,2	
	8	5,1	5,6	6,5	
40g	4	6,7	8,9	10,1	
	6	6	7,5	8,3	
	8	5,9	6,7	7,5	

## Espessura (mm)

Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.8732
0	4	0,53	0,7	0,89	
	6	0,45	0,64	0,88	
	8	0,43	0,54	0,86	
20g	4	0,62	0,67	0,88	

	6	0,42	0,62	0,98	
	8	0,38	0,6	0,89	
40g	4	0,52	0,73	0,97	
	6	0,45	0,67	0,91	
	8	0,4	0,71	0,95	
Área do Cladódio (cm <sup>2</sup> )					
Adubação	Fragmento	Dias			Pr > F
		60	90	120	0.4390
0	4	69,8	107,3	111,8	
	6	47,1	66,6	77,5	
	8	45	50,1	57,2	
20g	4	67,3	95,9	110,6	
	6	39,8	71,3	84,9	
	8	35,5	43,2	54,2	
40g	4	59,5	122,7	125	
	6	48,9	77,9	87	
	8	46,5	61,1	70,6	