



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido

**FITORREGULADORES E FRACIONAMENTO
DE CLADÓDIOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE PALMA FORRAGEIRA**

POLIANA SOARES DA CRUZ MASCARENHAS

2019

POLIANA SOARES DA CRUZ MASCARENHAS

**FITORREGULADORES E FRACIONAMENTO DE CLADÓDIOS NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestra.

Orientador
Prof. Dr. Samy Pimenta

Janaúba
2019

Mascarenhas, Poliana Soares da Cruz

M395f Fitorreguladores e fracionamento de cladódios na produção de mudas de palma forrageira [manuscrito] / Poliana Soares da Cruz Mascarenhas. – 2019.
32 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2019.

Orientador: Prof. D. Sc. Samy Pimenta.

1. Mudas. 2. Palma forrageira. I. Pimenta, Samy. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.2

POLIANA SOARES DA CRUZ MASCARENHAS

**FITORREGULADORES E FRACIONAMENTO DE CLADÓDIOS NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestra.

APROVADA em 19 de agosto de 2019.

Prof. Dr.
Samy Pimenta
Unimontes (Orientador)

Prof. Dr.
Wellington Silva Gomes
Unimontes (Coorientador)

Profa. Dra.
Hélida Cristhine de Freitas Monteiro
Unimontes (Conselheira)

Luciana Cardoso Nogueira Londe
EPAMIG (Conselheira)

**Janaúba
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu força e sabedoria para vencer as batalhas enfrentadas até aqui.

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, pela oportunidade e a todos os professores pelo conhecimento transmitido. Em especial, Wellington S. Gomes e Samy Pimenta, pelo auxílio e bons conselhos. Agradeço, ainda, a professora Héliida C. F. Monteiro pela atenção, a Luciana C. N. Londe e a Suzane Ariádna de Souza pela disponibilidade para participarem da banca.

Agradeço ao meu companheiro Newberth e às minhas filhas amadas Lana Gabriela e Lívia, que são a base para meu sucesso e que a todo dia me ensinam o verdadeiro significado da palavra família.

À minha mãe Maria, pelo carinho e valores transmitidos e ao meu pai Lúcio pelas palavras de incentivo.

Às minhas irmãs Fabiana, Adriana e Luciana, pela torcida e amizade.

Não posso esquecer da minha sogra Neuza e sogro Zito pelas orações incontáveis e ajuda.

Aos meus sobrinhos Júlio, Valentina, Klara, Rafael e Anallu.

E aos cunhados Thiago, Newdson, Éder, Tiago e à Ingride.

Agradeço aos colegas de laboratório: Lorena, Bruno, Joseilton e Caik, pela disposição para ajudarem nos experimentos e, acima de tudo, pela amizade construída.

Aos funcionários da UNIMONTES, principalmente Edmilson (Cheiro) e Dona Ana, pelo incentivo e boa vontade para ajudar na concretização dos experimentos.

E a todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram tanto para a realização deste trabalho como também para minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Origem e Botânica.....	10
2.2 Importância e Produção de mudas	11
2.3 Fitorreguladores	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Local de realização dos experimentos.....	15
3.2 Descrição dos experimentos I e II.....	15
3.3 Descrição do experimento III.....	16
3.4 Análises Estatísticas	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Experimentos I e II.....	18
4.2 Experimento III	22
5 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMO

Fitorreguladores e fracionamento de cladódios na produção de mudas de palma forrageira

Para produzir mudas de palma forrageira em larga escala, associada ao menor custo, a propagação via fracionamento de cladódios e incorporação de fitorreguladores pode ser uma técnica viável e eficiente. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de fitorreguladores e o fracionamento de cladódios para produção de mudas de palma forrageira em condições de casa de vegetação. Foram realizados três experimentos (I, II e III) em casa de vegetação, onde os experimentos I e II constituíram-se de mudas de palma do genótipo Miúda, formadas a partir de cladódios fragmentados com dimensão 5x3 cm, com parte desses submetidos a soluções contendo BAP e Cinetina combinados com ANA e tratamento adicional sem fitorreguladores. Nesse caso, as variáveis avaliadas foram: comprimento, largura e espessura do broto avaliado, aos 45, 60, 75 e 90 dias após o plantio (DAP). No experimento III, testaram-se fracionamentos em diferentes tamanhos de quatro genótipos de palma forrageira: Gigante, Orelha de elefante, IPA Sertânia e a Miúda. Os cortes foram: 5x3, 4x2 e 2x2 cm e as variáveis nesse último foram, respectivamente: presença de brotação avaliada em porcentagem (%) aos 45, 60 e 75 DAP e o comprimento, largura e espessura do broto, avaliados aos 90 DAP. Não foi observada influência dos fitorreguladores nas características avaliadas nos experimentos I e II. Verificou-se diferenças significativas para as variáveis comprimento, largura e espessura dos brotos entre os tratamentos no terceiro experimento. Assim, não se recomenda utilizar fitorreguladores na produção de mudas de palma forrageira nas dosagens utilizadas, e para os genótipos Gigante, Orelha de elefante e Miúda, recomenda-se fazer o fracionamento utilizando cortes de 5x3 cm, e para a IPA Sertânia, recomenda-se 4x2 cm.

Palavras-chave: Auxina, Citocinina, *Nopalea*.

ABSTRACT

Phytohormones and cladode fractionation in production of young plants of forage palm

The propagation via cladode fractionation and incorporation of phytohormones can be a viable and efficient technique to produce large-scale young plants of forage palm associated to lower costs. The objective of this study was to evaluate the influence of phytohormones and cladode fractionation for young plant production of forage palm under greenhouse conditions. Three experiments (I, II and III) were performed in a greenhouse, where experiments I and II consisted of palm young plants of Miúda genotype, formed from 5x3 cm fragmented cladodes, with some of them submitted to solutions containing BAP and Kinetin combined with NAA and additional treatment without plant growth regulators. The evaluated variables were: length, width and thickness of the evaluated sprout at 45, 60, 75 and 90 days after planting (DAP). In experiment III, different size fractions of four forage palm genotypes were tested: Gigante, Orelha de elefante, IPA Sertânia and Miúda. The young plants were sized at 5x3, 4x2 and 2x2 cm and the evaluated variables were, respectively: presence of sprout evaluated in percentage (%) at 45, 60 and 75 DAP and length, width and thickness of the sprout, evaluated at 90 DAP. No influence of phytohormones on the characteristics evaluated in experiments I and II was observed. Significant differences were found for the length, width and thickness of the sprouts among the treatments in the third experiment. Therefore, it is not recommended to use phytohormones in the production of forage palm young plants at the used dosages and for Gigante, Orelha de elefante and Miúda genotypes it is recommended the cladodes fractioning at 5x3 cm, while for IPA Sertânia the fractioning recommended is 4x2 cm.

Keywords: Auxin, Cytokinin, *Nopalea*.

1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro caracteriza-se como uma região que apresenta condições ecológicas típicas da caatinga, como períodos de prolongadas estiagens e altas temperaturas, ocupando uma área de, aproximadamente, um milhão de km² (PEREIRA JÚNIOR, 2007). Estas condições dificultam a capacidade de produção das forrageiras convencionais, onerando a atividade de pecuária nessas regiões, consideradas áreas de exploração agropecuária.

O cultivo de espécies forrageiras perenes, adaptadas às condições do semiárido, é uma alternativa importante à sustentabilidade de produção local, e, neste caso, as variedades de palma forrageira apresentam-se como alternativa viável para a produção nessas áreas, pois possuem características morfofisiológicas que permitem sua exploração com alta eficiência neste ambiente (SILVA *et al.*, 2017).

A propagação de cultivares de palma forrageira, normalmente, advém de forma vegetativa, por meio de cladódios de plantas adultas. No entanto, por ser uma espécie de crescimento lento, a disponibilidade de cladódios para mudas ocorre apenas a cada dois anos após o plantio, havendo grande dificuldade na aquisição de propágulos (PEIXOTO *et al.*, 2006). Tal fato tem dificultado a produção de mudas em larga escala, associado a fatores limitantes ao eficiente desenvolvimento da cultura, não atendendo a demanda de mudas em quantidade e qualidade.

Na tentativa de produzir mudas em larga escala, associada ao menor custo, a propagação via fracionamento de cladódios apresenta-se como uma técnica viável e eficiente. Esse procedimento é efetuado em cladódios já existentes na área de cultivo, tanto no intuito de aumentar as áreas de produção, quanto para produzir mudas para comercialização. Porém, sabe-se que mudas produzidas a partir de fracionamento apresentam crescimento inferior à propagação do cladódio inteiro (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Nesse sentido, seria importante fazer a incorporação de fitorreguladores no momento do plantio e, posteriormente, dos cladódios fracionados. Em condições de laboratório, uma série de compostos é relacionada à atividade citocínica, entre eles, a Benzilaminopurina (BAP), atuando, principalmente, na quebra de dominância apical de gemas axilares e a Cinetina (KIN) no aumento da produção de brotos (SAKAKIBARA, 2006). A auxina, ácido naftaleno acético (ANA), também é muito utilizada, pois atua na expansão e alongamento das células, além de favorecer a divisão celular em cultura de tecidos, principalmente no enraizamento (KRIKORIAN, 1991; PAL, 2019; ROCHA *et al.*, 2018). Compreende-se que o

balanço correto desses reguladores de crescimento pode determinar o desenvolvimento das mudas.

Estudos sobre a influência de fitorreguladores na produção de mudas de palma forrageira, em condições de casa de vegetação, são importantes para compreensão de sua ação e consequente difusão dessa tecnologia para utilização em campo, disponibilizando-a para o produtor, contribuindo para geração de conhecimentos e de cultivos comerciais dessa espécie para esse fim.

Espera-se que, com o fracionamento de cladódios, associado ao uso de fitorreguladores, ocorra aumento da quantidade de mudas produzidas, rápido processo de brotação dos fragmentos e, principalmente, diminuição dos custos de produção. Não há, até o momento, informações sobre a relação fracionamento x fitorreguladores em condições de campo, a dosagem indicada, o tamanho ideal do cladódio fracionado e se há influência desses fatores nas diferentes espécies de palma forrageira exploradas comercialmente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e Botânica

Segundo Bravo (1978), a palma forrageira pertence ao reino vegetal; subreino *Embriophyta*; divisão *Spermatophyta*; subdivisão *Angiospermae*; classe *Liliatae*; família *Cactaceae*; subfamília *Opuntioideae*; tribo *Opuntiae*; gênero *Opuntia*; subgêneros *Opuntia* e *Nopalea*. Entretanto, sua taxonomia é de difícil compreensão, pois seus fenótipos apresentam variação devido às condições ambientais, apresentam frequentes casos de poliploidia, e a existência de 21 híbridos interespecíficos, já que quase todas as espécies florescem durante o mesmo período do ano e não existem barreiras biológicas que as separem (ANDERSON, 2001; SCHEINVAR, 2001; MAJURE *et al.*, 2012).

A domesticação da *Opuntia ficus-indica* Mill. ocorreu há cerca de 9.000 anos, a partir dos genótipos ancestrais da região Mesoamérica (KIESLING, 1998). Acredita-se que a palma forrageira é um parente próximo de um grupo de palmas arborescentes e de frutos carnosos (*O. tonentosa*, *O. streptacantha*, *O. megacantha* e *O. hyiacantha*) no México Central, sendo este seu local de origem (GRIFFITH, 2004). Alguns autores consideram todos os genótipos de palma dentro do gênero *Opuntia*, outros propõem a divisão dessas plantas em dois gêneros: *Opuntia* e *Nopalea* (SÁENZ *et al.*, 2006). Arakaki *et al.* (2011) também sugeriram que muitos desses ocorreram a partir de radicações com concomitante aumento de CO₂ atmosférico e aridez nas Américas.

Existem vários genótipos de palma forrageira provenientes dos principais gêneros (*Opuntia* e *Nopalea*) (SILVA *et al.*, 2017); dentre as mais cultivadas, encontram-se Gigante, Orelha de elefante mexicana, Miúda e IPA-Sertânia, cada uma com sua especificidade. Geralmente, a indicação do genótipo a ser implantado dependerá das condições ambientais e características intrínsecas da cultura, como produtividade, palatabilidade, adaptação, resistência a cochonilhas, entre outros.

A *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cv. Gigante possui porte arborescente, cladódios grandes obovalados, disposição das aréolas com oito a nove séries espirais, espinhos com, aproximadamente, 1 cm de comprimento. Apresentam flores de cor laranja ou amarelas, com pericarpo duas vezes mais comprido que o perianto, tuberculadas com cerca de oito séries de espirais de auréolas. O fruto é piriforme, ligeiramente curvado para o umbigo, com polpa amarela, vermelha ou laranja e casca fina (SCHEINVAR, 2001). Essa palma é considerada a

mais resistente à seca e à cochonilha-de-escamas (*Pinnaspis aspidistrae*) (FARIAS *et al.*, 2005).

A *Opuntia stricta* (Haw.) é conhecida como Orelha de elefante mexicana, apresenta-se como uma planta de porte muito baixo, com hábito de crescimento estreito, cladódios largos e poucos compridos. Possui pequena razão entre o comprimento e a largura, formato rômbo, espessura grossa de coloração verde escuro e com até quatro espinhos por auréola (GALLEGOS-VÁZQUEZ *et al.*, 2005). É classificada como resistente à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius coccus*) e o genótipo encontra-se adaptado às condições do semiárido com mais de 90% de sobrevivência e ótima produtividade de matéria seca (SANTOS *et al.*, 2013).

A *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck cv. Miúda possui porte arbóreo, cladódios oblongos e estreitos; com relação à disposição das auréolas, tem nove a dez séries espirais. Não há espinhos. Apresenta flores tubulares, vermelho-púrpura, quase não abrem durante a antese. Possui estames forçados e dispostos cerca de 1 a 1,5 cm acima do perianto. Os filamentos são cor-de-rosa e as anteras amarelas. O estilete aparece acima do androceu. O fruto é obovolado e vermelho (SCHEINVAR, 2001). A Miúda é resistente à cochonilha-do-carmim, uma das principais pragas da cultura. É capaz de produzir, a cada ano, 68 t ha⁻¹ de matéria verde, com densidade de 20 mil plantas por hectare (SANTOS *et al.*, 2006).

O clone IPA-Sertânia, *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck, foi coletado após a queima de uma área cultivada com a Miúda. Assim, acredita-se que seja uma variedade mutante proveniente desta, além de apresentar características morfológicas semelhantes, exceto pelo menor número de brotações e cladódios maiores que a Miúda (SANTOS *et al.*, 2013). Tem hábito de crescimento ereto, os cladódios têm comprimento mediano, estreito com formato elíptico médio e espessura grossa (GALLEGO-VÁZQUEZ *et al.*, 2005).

2.2 Importância e Produção de mudas

A palma forrageira tem contribuído para o desenvolvimento socioeconômico do semiárido brasileiro, sendo uma das estratégias de apoio à convivência da pecuária regional com a seca, por ser uma cultura forrageira adaptada às condições climáticas da região (SILVA *et al.*, 2012).

Palmas forrageiras realizam processo fotossintético eficiente no uso da água, devido ao metabolismo ácido crassuláceo (CAM), tendo capacidade de captar a energia solar durante o dia e fixar o CO₂ durante a noite, reduzindo assim a perda de água por evapotranspiração

(SAMPAIO, 2005; RAMOS *et al.*, 2011). Estas adaptações anatômicas permitem sua sobrevivência nas condições do semiárido. Sua eficiência no uso da água chega a ser 11 vezes maior que a observada nas plantas de mecanismo C3 (ALVES *et al.* 2007).

Entretanto, a produção de mudas de palma forrageira em larga escala tem sido um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento eficiente da cultura e esse fator está associado à propagação por meio dos cladódios de plantas adultas. Isso gera uma grande dificuldade na aquisição de material propagativo, por ser uma espécie de crescimento lento e com a ocorrência das mudas apenas a cada dois anos após o plantio. Além de apresentar baixo rendimento de mudas, o plantio por meio de cladódios ainda pode disseminar pragas e doenças, sendo esses uns dos responsáveis por perdas de produtividade no campo.

Técnicas de cultivo *in vitro*, como a micropropagação, maximizam as taxas de multiplicação, uniformidade genética e sanidade das plantas, além de demandar menor espaço físico em relação aos métodos convencionais. Essa técnica já está difundida na região do semiárido com algumas unidades produtoras, porém, as mudas micropropagadas apresenta um elevado custo em comparação com as mudas produzidas de forma convencional (DONATO *et al.*, 2017).

Alternativas como o fracionamento podem ser realizadas com o intuito de aumentar a produção de mudas com menor número de cladódios, tornando-se uma importante ferramenta para a produção de alimento para os animais, principalmente em épocas de escassez.

O fracionamento de cladódios já existentes na área de cultivo, tanto para aumentar as áreas de produção, quanto para produzir mudas para comercialização, se torna uma alternativa viável para a produção em larga escala. A propagação dessa forma pode ser realizada por parte do cladódio, em corte transversal ou longitudinal, porém, as brotações provenientes de cladódios fracionados apresentam desenvolvimento inferior em relação aos inteiros, provavelmente devido à insuficiência de nutrientes ou fitormônios para o desenvolvimento do broto (FROTA *et al.*, 2015).

2.3 Fitorreguladores

Existe uma distinção entre os termos hormônio vegetal, ou fitormônios, e reguladores de crescimento. De acordo com a maioria dos fisiologistas de plantas, os fitormônios são substâncias naturais produzidas pela própria planta, enquanto os reguladores de crescimento vegetal incluem a forma natural ou sintética que, quando aplicados em plantas, influenciam

no seu crescimento e desenvolvimento, buscando aperfeiçoar e potencializar o desenvolvimento inicial da cultura (PELLISSARI *et al.*, 2012).

O uso de reguladores de crescimento em palma forrageira é uma prática já difundida no cultivo *in vitro*, e a tecnologia é necessária para obter mudas de melhor qualidade e em maiores quantidades (GARCIA, 2006).

Atualmente, diversos grupos estão disponíveis no mercado, no qual cada um tem efeito diferenciado quanto ao estímulo do crescimento e desenvolvimento vegetal. Na propagação de plantas, os fitorreguladores mais utilizados são as auxinas e citocininas. As auxinas são utilizadas para promover a diferenciação e o crescimento de raízes adventícias; e as citocininas para aumentar a proliferação de brotações (PAL, 2019).

Em plantas, a auxina envolve-se nos processos de dominância apical, no tropismo, inicialização das raízes adventícias, na abscisão foliar, na diferenciação vascular, na formação de gemas florais e no desenvolvimento dos frutos, sendo sintetizada, principalmente, na gema apical e transportada de modo basípeto para as raízes (TAIZ e ZEIGER, 2013). O ácido naftaleno acético é um fitorregulador sintético muito utilizado no cultivo *in vitro* para indução do enraizamento (KRIKORIAN, 1991).

As citocininas naturais são sintetizadas nas raízes, folhas jovens, embriões em desenvolvimento, frutos e alguns insetos, bactérias e nematóides associados às plantas. São responsáveis pela divisão celular, morfogênese da parte aérea e das raízes, maturação de cloroplastos, alongamento celular, senescência e indução de brotações (TAIZ e ZEIGER, 2013). As citocininas sintéticas são relatadas como indutoras de brotações em aplicações exógenas em diversas culturas, em especial nas espécies ornamentais, suculentas e na propagação rápida da bananeira (MENEGUCCI *et al.* 1995; CAREY, 2008).

A benzilaminopurina (BAP) é um exemplo e vem sendo uma das citocininas mais utilizadas, tendo revelado eficiência no processo de multiplicação tanto de estruturas aéreas como na indução de gemas adventícias em diversas espécies (HU e WANG, 1983).

Já a cinetina é uma substância sintética derivada da adenina (6-aminopurina) e está envolvida na regulação do crescimento e diferenciação, incluindo a divisão celular, dominância apical, formação de órgãos, folhas, abertura estomática, desenvolvimento das gemas e brotações, metabolismo dos nutrientes e como regulador da expressão gênica (VIEIRA, 2011).

Menezes *et al.* (2012), utilizando cladódios de pitaia (*Hylocereus monacanthus*) inoculados em meio de cultura, acrescidos com ANA, BAP e cinetina na ausência e presença de luz, observaram que o meio acrescido de 0,1 mg L⁻¹ de ANA e BAP ou cinetina a 1 ou 5

mg.L⁻¹ na presença de luz foi o mais promissor para a micropropagação da pitaia, ou seja, necessitou de uma auxina e pelo menos uma citocinina para potencializar o seu desenvolvimento.

A incorporação de fitorreguladores no momento do plantio é importante, porém, ainda é necessário identificar quais os fitorreguladores são mais eficientes na produção de mudas em casa de vegetação, pois os trabalhos encontrados na literatura com a utilização são voltados para o cultivo *in vitro*. Além disso, é necessário ajustar a dosagem requerida para suprir possíveis deficiências dos teores endógenos de hormônios nos fragmentos, com a intenção de melhorar o desenvolvimento de técnicas de produção em massa, acessível ao produtor e com custo baixo.

Assim, objetiva-se, com esse trabalho, avaliar a influência de fitorreguladores e o fracionamento de cladódios de palma forrageira para produção de mudas em condições de casa de vegetação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização dos experimentos

O trabalho foi realizado nas dependências do Laboratório de Biologia Molecular (LBM) e em casa de vegetação, ambos pertencentes à Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Janaúba–MG. Foram realizados três experimentos (I, II e III). Nos experimentos I e II, verificou-se a influência e a dosagem dos fitorreguladores no estímulo da brotação de cladódios com fracionamento de mesmo tamanho em um único genótipo. No experimento III, testaram-se cladódios fracionados de diferentes tamanhos em quatro genótipos de palma forrageira.

3.2 Descrição dos experimentos I e II

O experimento I foi realizado no período de 04/05/2018 a 17/08/2018 e utilizaram-se cladódios terciários de *Nopalea cochenillifera* Salm- Dyck cv. Miúda, de plantas com oito meses de idade, provenientes de uma propriedade particular, município de Janaúba-MG.

O experimento II foi realizado no período de 23/09/2018 a 05/01/2019 e também foram utilizados cladódios terciários do genótipo Miúda, porém, de plantas com três anos de idade e, nesse caso, provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Nova Porteirinha- MG.

Os cladódios foram selecionados considerando sua sanidade (isentos de pragas e/ou doenças), a idade das plantas e a localização do cladódio. Após a coleta, o material foi encaminhado para o LBM, onde ficou em processo de cura por dez dias para redução da umidade do cladódio. Após este período, os cladódios foram fragmentados com o auxílio de formas vazadas em formato retangular com tamanho 5x3 cm, com os fragmentos contendo pelo menos uma gema aparente, que foram alocados à sombra, sobre papel toalha, por um período de três dias para cicatrização dos ferimentos provocados pelos cortes.

Os fragmentos foram identificados e pesados com o auxílio de uma balança semianalítica. Para formação das mudas, os fragmentos foram inseridos em sacos plásticos com capacidade de um litro, sendo apenas 1/3 do fragmento introduzido no solo, composto por uma mistura de terra e esterco bovino na proporção de 2:1. A irrigação das mudas foi realizada a cada dois dias e outras atividades de manejo da cultura foram efetuadas de acordo com o que é preconizado para a mesma (GAVA e LOPES, 2012).

Os tratamentos dos experimentos I e II consistiram de mudas submetidas a soluções com concentrações graduais dos fitorreguladores: BAP nas dosagens: 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mg. L⁻¹ e Cinetina: 0,0; 0,25; 0,5 e 0,75 mg. L⁻¹, combinados com ANA: 1,5 mg. L⁻¹, aplicados diretamente no substrato uma vez por semana no momento da irrigação, até completar 30 dias após o plantio.

As mudas foram conduzidas em casa de vegetação e distribuídas em um delineamento em Blocos ao Acaso (DBC), em esquema fatorial com parcela adicional: 4 x 4 + 1, totalizando 17 tratamentos. Foram utilizados quatro blocos com cinco repetições, totalizando 340 mudas a serem avaliadas em cada experimento.

As variáveis consideradas nesse experimento foram: comprimento médio (CM), largura média (LM) e espessura média (EM) dos brotos, medidos com o auxílio de fita métrica e avaliados aos 45, 60, 75 e 90 dias após o plantio (DAP).

3.3 Descrição do experimento III

O experimento III foi realizado no período de 13/10/2018 a 26/01/2019 e foram utilizados cladódios terciários de quatro genótipos diferentes de palma forrageira: Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), Orelha de elefante (*Opuntia* spp.), IPA Sertânia (*Nopalea* spp.) e a Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm- Dyck), provenientes da EPAMIG Norte localizada no município de Nova Porteirinha- MG.

Após o período de cura dos cladódios, a fragmentação foi realizada com o auxílio de formas vazadas de alumínio com diferentes tamanhos: 5x3 cm, 4x2 cm e 2x2 cm, onde cada fragmento continha pelo menos uma gema aparente. Posteriormente, os fragmentos foram acomodados sobre papel toalha, à sombra, por três dias para a realização da cura.

No plantio, os fragmentos foram identificados e pesados com o auxílio de uma balança semianalítica. Para a formação das mudas, os fragmentos foram inseridos em sacos plásticos com capacidade de um litro, sendo 1/3 do fragmento introduzido no solo, contendo neste uma mistura de terra e esterco bovino na proporção de 2:1. A irrigação das mudas foi realizada a cada dois dias, e outras atividades de manejo da cultura foram efetuadas de acordo com o que é preconizado para a mesma (GAVA e LOPES, 2012).

As mudas foram distribuídas na casa de vegetação em um DBC e em esquema fatorial, totalizando 12 tratamentos: T₁-Gigante 5x3 cm; T₂-Gigante 4x2 cm; T₃-Gigante 2x2 cm; T₄-O. de Elefante 5x3 cm; T₅-O. de Elefante 4x2 cm; T₆-O. de Elefante 2x2 cm; T₇-IPA Sertânia 5x3 cm; T₈-IPA Sertânia 4x2 cm; T₉-IPA Sertânia 2x2 cm; T₁₀-Miúda 5x3 cm; T₁₁-Miúda 4x2

cm e T₁₂-Miúda 2x2 cm. Utilizaram-se cinco blocos com parcelas úteis contendo cinco repetições, totalizando 300 mudas avaliadas.

As variáveis consideradas nesse experimento foram: presença de brotação avaliada em porcentagem (%) aos 45, 60 e 75 DAP. O comprimento médio (CM), largura média (LM) e espessura média (EM) do broto, avaliado aos 90 DAP, da mesma forma que foi analisada nos experimentos I e II.

3.4 Análises Estatísticas

Para as variáveis analisadas nesses experimentos, com exceção de presença de brotação, foram verificadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA), como a distribuição normal dos dados e a homogeneidade das variâncias pelos testes Lilliefors ($p < 0,05$) e Hartley ($p < 0,05$), respectivamente. As variáveis: CM, LM e EM foram transformadas com uso da função $Y = (\sqrt{x+1})$ em razão da ausência de normalidade. Atendidas as pressuposições, as variáveis foram submetidas ao teste F com probabilidade de erro a 5%. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$). Quando se tratou da melhor dosagem, confirmada a significância, as médias foram submetidas à análise de regressão. Para todas as análises estatísticas, foi utilizado o software Genes (CRUZ, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos I e II

Para a variável massa dos fragmentos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos nos experimentos I e II (Tabela 1 e 2). Essa variável foi considerada como padrão, para que se comprovasse que os fragmentos possuíam as mesmas condições de massa nos ensaios, já que foram obtidas através de formas com dimensões previamente definidas (5x3 cm). De certa forma, garantiu-se que nenhuma fração teria um maior teor de reservas em relação às outras, o que poderia interferir no resultado do trabalho, pois sabe-se que a massa de um cladódio influencia no desenvolvimento dos brotos de palma forrageira (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Em relação à precisão experimental, baseada no coeficiente de variação (CV%) e pela classificação proposta por Gomes (1985), verificou-se um valor muito alto para as variáveis CM e LM no experimento I (Tabela 1) e no CM do experimento II (Tabela 2), ambos aos 45 DAP. O resultado reflete alta influência residual, ou seja, há uma heterogeneidade maior neste período. Tal resultado está associado ao fato de que alguns fragmentos apresentaram brotação mais precoce do que outras. No entanto, esses valores foram diminuindo com o decorrer das avaliações, levando à homogeneidade nas parcelas e boa precisão de análise do material, permitindo uma alta confiabilidade dos resultados obtidos, principalmente aos 90 DAP no experimento II.

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis CM, LM e EM analisadas aos 45, 60, 75 e 90 dias após o plantio nos experimentos I e II (Tabela 1 e 2). A ação de fitorreguladores na promoção de crescimento já foi relatada em genótipos de palma forrageira em condições de cultivo *in vitro* (FROTA *et al.*, 2004; ROCHA *et al.*, 2018). Ruvalcaba-Ruiz *et al.* (2010) relatam que, no cacto *Coryphantha retusa* Britton & Rose, mesma família dos genótipos do gênero *Nopalea*, a adição de fitorreguladores no meio de cultura aumentou o potencial organogênico dos brotos secundários formados a partir das auréolas primárias *in vitro*, mantendo seu desenvolvimento morfogênico *ex vitro* após o período de indução. Entretanto, apesar de encontrar na literatura efeitos na utilização de fitorreguladores em palma forrageira nas condições *in vitro*, em casa de vegetação não foi verificado ganho no desenvolvimento das brotações dos fragmentos com sua utilização.

Tabela 1- Quadrado Médio- Experimento 1. Avaliação de brotos de Miúda com diferentes doses de BAP e Cinetina combinados com ANA e tratamento adicional sem fitorreguladores. Massa dos fragmentos medida em gramas. Comprimento médio (CM), Largura (LM) e Espessura (EM) medidos em centímetros aos 45, 60, 75 e 90 dias após o plantio. Janaúba-MG, Unimontes, 2019.

FV	GL	Massa	QM												
			45			60			75			90			
			CM	LM	EM*	CM	LM	EM*	CM	LM	EM*	CM	LM	EM*	
Bloco	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAP	3	1,06 ^{ns}	2,34 ^{ns}	0,16 ^{ns}	3,51 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	0,32 ^{ns}	6,45 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,01 ^{ns}	
CIN	3	0,23 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,96 ^{ns}	2,47 ^{ns}	0,33 ^{ns}	3,51 ^{ns}	1,91 ^{ns}	0,26 ^{ns}	5,35 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,12 ^{ns}	2,31 ^{ns}	
BxC	9	0,88 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,16 ^{ns}	4,15 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,90 ^{ns}	2,89 ^{ns}	0,67 ^{ns}	10,78 ^{ns}	4,07 ^{ns}	0,23 ^{ns}	11,12 ^{ns}	
AdxFat	1	0,20 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,53 ^{ns}	8,00 ^{ns}	2,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,85 ^{ns}	3,65 ^{ns}	0,24 ^{ns}	2,47 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,51 ^{ns}	8,66 ^{ns}	
Resíduo	48	1,18 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,22 ^{ns}	3,40 ^{ns}	4,24 ^{ns}	0,41 ^{ns}	3,88 ^{ns}	4,32 ^{ns}	0,44 ^{ns}	6,60 ^{ns}	4,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	6,24 ^{ns}	
Méd. G		9,77	2,79	1,25	0,19	7,09	2,39	0,21	10,07	3,23	0,34	14,01	3,74	0,47	
Méd. A		9,54	3,49	1,63	0,24	7,83	2,55	0,22	11,05	3,49	0,37	14,12	4,11	0,52	
CV%		11,10	44,10	37,52	27,95	29,04	26,76	29,83	20,63	20,60	23,27	14,30	12,65	16,34	

Obs: ns – não significativo pelo teste F ($p < 0,05$), * valor de QM multiplicado por 10^3 .

Tabela 2- Quadrado Médio- Experimento 2. Avaliação de brotos de Miúda com diferentes doses de BAP e Cinetina combinados com ANA e tratamento adicional sem fitorreguladores. Massa dos fragmentos medidas em gramas. Comprimento Médio (CM), largura (LM) e espessura (EM) medidos em centímetros aos 45, 60, 75 e 90 dias após o plantio. Janaúba-MG, Unimontes, 2019.

FV	GL	Massa	QM												
			45			60			75			90			
			CM	LM	EM*										
Bloco	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAP	3	0,18 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,10 ^{ns}	6,20 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,31 ^{ns}	
CIN	3	0,17 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,12 ^{ns}	5,35 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	
BxC	9	0,13 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	
AdxFat	1	0,01 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,88 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,46 ^{ns}	
Resíduo	48	0,20 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,08 ^{ns}	3,56 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,51 ^{ns}	
Méd. G		16,51	1,69	0,62	0,12	7,32	1,99	0,30	13,82	3,41	0,44	20,82	4,07	0,59	
Méd. A		16,76	0,90	0,36	0,11	7,57	2,06	0,25	13,49	3,36	0,45	21,95	4,34	0,62	
CV%		3,45	41,70	24,02	5,59	26,19	17,06	3,72	12,32	8,81	1,89	7,58	6,06	1,79	

Obs: ns – não significativo pelo teste F ($p < 0,05$), * valor de QM multiplicado por 10^3 .

Não há relatos do uso de outras formas de aplicações de fitorreguladores citadas em palmas forrageiras, como há para outras espécies. Em tecas (*Tectona grandis*), a imersão de estacas em solução contendo o BAP aumentou relativamente o número das brotações (KOZGAR e SHAHZAD, 2012; QUIALA *et al.*, 2012). Giampan *et al.* (2005), testando aplicação de BAP e GA₃ na indução de brotação em mamoeiro pelos métodos de pulverização, pasta de lanolina e injeção no tronco, verificaram melhores resultados com o uso da pulverização, embora ressaltassem ter consumido maior quantidade de produto. Os mesmos autores destacaram que a aplicação de fitorreguladores, utilizando pasta de lanolina, mostrou-se uma forma interessante por consumir uma menor quantidade dos produtos. O método de aplicação de fitorreguladores em palma forrageira necessita de mais estudos, pois, apesar dos efeitos benéficos verificados na literatura a partir da utilização de fitorreguladores, sua aplicação exógena está ligada às características inerentes da espécie (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os resultados observados nos experimentos I e II, para as variáveis consideradas como indicadoras de desenvolvimento de mudas de palma nos intervalos de tempos considerados, sugerem que a utilização dos fitorreguladores BAP na dosagem: 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mg. L⁻¹ e Cinetina: 0,0; 0,25; 0,5 e 0,75 mg. L⁻¹, combinados com ANA: 1,5 mg. L⁻¹, quando aplicados diretamente no substrato, não interferem no processo de desenvolvimento de muda. Assim, a utilização desses fitorreguladores nessas concentrações não é indicada.

A ausência de efeitos dos fitorreguladores detectada em todas as variáveis pode estar relacionada a uma baixa dosagem dos mesmos nas mudas. Ressalta-se que as doses utilizadas nesse experimento foram baseadas em estudos com cultivo *in vitro*. Assim, sugere-se que os fragmentos continuaram apresentando insuficiência dos fitormônios, ou que as concentrações não foram suficientes ao ponto de estimular o desenvolvimento das variáveis avaliadas e, portanto, o ideal seria utilizar doses maiores em experimentos posteriores para testar e conhecer melhor as respostas de indução em condições de casa de vegetação, onde esses são escassos na produção de mudas de palma forrageira.

Outra explicação para a ausência de efeito dos fitorreguladores nos experimentos I e II pode estar associada ao fato de terem sido adicionados diretamente ao substrato no momento da irrigação, sugerindo que, dessa forma, o fragmento não absorveria completamente o fitorregulador.

4.2 Experimento III

Verifica-se, no experimento III, que o genótipo IPA Sertânia produziu maior porcentagem de brotações aos 45 DAP no corte 5x3 cm e obteve brotos em todos os tamanhos de corte (Figura 1).

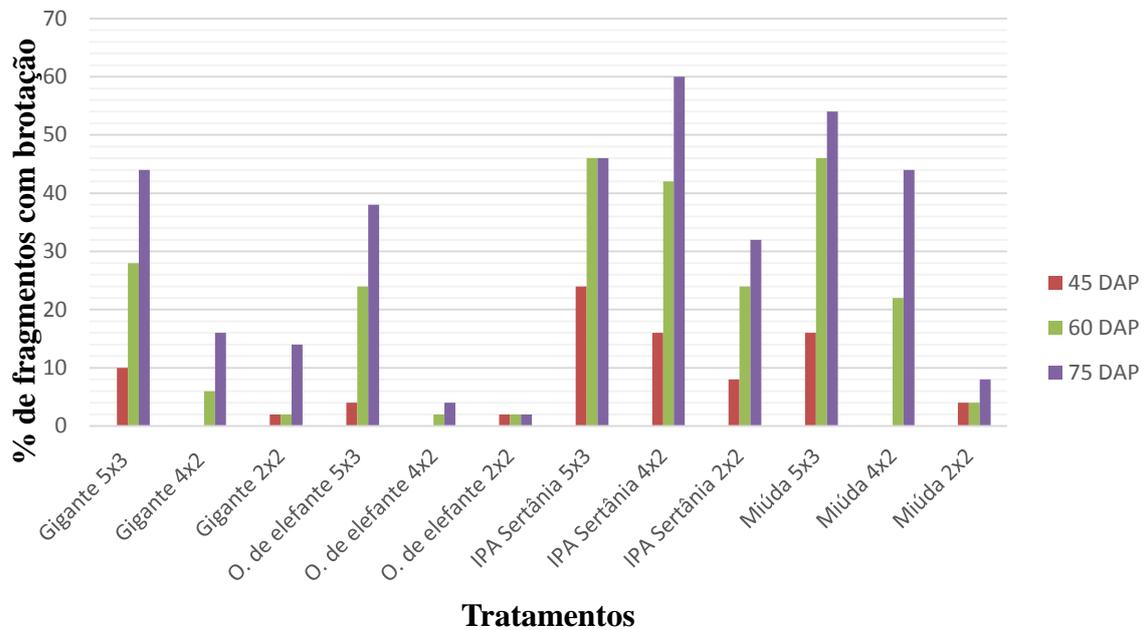


Figura 1. Avaliação da porcentagem de fragmentos com brotação aos 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

Aos 60 e 75 DAP, observou-se brotação em todos os tratamentos, verificando que, além do genótipo IPA Sertânia, os demais também apresentaram com potencial para a formação de mudas por meio do fracionamento (Figura 1). Os maiores percentuais de fragmentos com brotação da IPA Sertânia e Miúda foram observados nos cortes 5x3 e 4x2 cm e, para Gigante e Orelha de elefante, no corte 5x3 cm. Esse resultado pode estar associado a fatores como o teor de reservas hídricas e nutritivas, já que a água e os sais minerais são de fundamental importância para que as mudas de plantas se desenvolvam de forma satisfatória (CRUZ *et al.*, 2016).

Fachinello *et al.* (2013) citam a reserva de nutrientes, carboidratos e água como sendo primordial para o sucesso da propagação, pois esses serão responsáveis por suprirem os processos de desdiferenciação, diferenciação e desenvolvimento de brotações na propagação vegetativa.

Silva *et al.* (2015), em seu estudo de estabelecimento de genótipos utilizando cladódios inteiros no plantio em campo, ressaltaram que, quanto à capacidade de pegamento e gerar novas brotações, em relação a estande inicial, a IPA Sertânia foi o genótipo que apresentou menor magnitude. Por outro lado, Sales *et al.* (2009) e Leite (2009) verificaram que a Miúda possuía maior dificuldade de estabelecimento no campo em relação à Gigante. Assim, apesar de verificar menor quantidade de fragmentos com brotação na Gigante e Orelha de elefante aos 45 DAP, observa-se aumento do percentual desse caractere entre 60 e 75 DAP no corte 5x3 cm, indicando ser uma boa dimensão no tamanho de fragmento para obtenção de mudas e que, possivelmente, sua brotação aconteça de forma tardia em relação à IPA Sertânia e Miúda.

A sobrevivência desses fragmentos para formação de mudas relaciona-se intrinsecamente com a rusticidade, acúmulo tecidual de água e nutrientes, capacidade de emissão de brotações e raízes adventícias e o mecanismo fotossintético que a palma forrageira apresenta. As adaptações anatômicas, morfológicas e metabólicas incluem o caule modificado fotossintetizante, folhas modificadas, presença de ceras e camada cuticular espessa que conferem à planta baixas taxas transpiratórias e altas taxas de aproveitamento de nutrientes (PIMENTEL, 1998; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a variável massa dos fragmentos nos diferentes cortes e genótipos aos 90 DAP (Tabela 3). A diferença verificada entre os cortes é justificada pelas dimensões do fragmento, sendo que, quanto maior o tamanho deste, maior foi o peso em gramas. Com relação aos genótipos, Sales *et al.* (2013) relatam que o índice de área do cladódio e as características morfológicas variam em função da cultivar e idade da planta. Leite (2009), avaliando clones de palma forrageira, verificou que a espessura dos cladódios da IPA Sertânia foi significativamente superior aos da Miúda. Nesse sentido, como os tamanhos dos cortes foram padronizados, sugere-se que a diferença entre os genótipos no mesmo tamanho de corte se deve à espessura do cladódio utilizado.

Foram observadas diferenças significativas para as variáveis CM, LM e EM dos brotos entre os tratamentos (Tabela 3). As maiores médias de CM dos brotos foram verificadas na IPA Sertânia, no corte 5x3 e 4x2 cm, e, na Miúda, no corte 5x3 cm, ambos genótipos do gênero *Nopalea*. Para os genótipos do gênero *Opuntia*, observa-se que as melhores médias para a mesma característica foram na Gigante e Orelha de elefante no corte 5x3 cm.

Silva *et al.* (2017), avaliando genótipos de palma forrageira, relataram que os cladódios da Gigante pesam, em média, 1,0 kg com até 50 cm de comprimento, e os da Miúda

tem peso médio de 350 g e comprimento médio de 25 cm, ou seja, aproximadamente metade do tamanho do cladódio da Gigante. Nesse sentido, ressalta-se que, apesar de observar as maiores médias de CM das brotações na IPA Sertânia e Miúda, a avaliação foi realizada até 90 dias após o plantio. Então, não se afirma que as mudas produzidas a partir dos genótipos Gigante e Orelha de elefante apresentam desenvolvimento inferior às demais quando fracionada, pois estas podem se desenvolver quando estiverem estabelecidas no campo e atingir seu potencial genético, sobressaindo em relação à IPA Sertânia e Miúda.

Esses resultados sugerem que o desenvolvimento inicial, em termos de CM, dos genótipos do gênero *Nopalea* é, significativamente, superior às plantas do gênero *Opuntia* quando utilizam fragmentos de cladódios, e que o melhor corte para Gigante e Orelha de elefante é de 5x3 cm.

Tabela 3- Avaliação de diferentes genótipo e cortes aos 90 dias após o plantio. Massa dos fragmentos medidos em gramas. Comprimento médio (CM), largura média (LM) e espessura média (EM) dos brotos medidos em centímetros.

TRATAMENTOS	GÊNERO	MASSA	CM	LM	EM
Gigante 5x3	<i>Opuntia</i>	20,86 b	3,27 b	1,96 a	1,23 a
Gigante 4x2	<i>Opuntia</i>	9,44 d	2,05 c	1,41 b	1,13 a
Gigante 2x2	<i>Opuntia</i>	3,77 e	1,87 c	1,32 b	1,08 b
Orelha de Elefante 5x3	<i>Opuntia</i>	13,12 c	3,20 b	1,81 a	1,17 a
Orelha de Elefante4x2	<i>Opuntia</i>	9,09 d	1,36 c	1,14 b	1,04 b
Orelha de Elefante2x2	<i>Opuntia</i>	3,74 e	1,00 c	1,00 b	1,00 b
IPA Sertânia 5x3	<i>Nopalea</i>	27,12 a	4,61 a	2,07 a	1,23 a
IPA Sertânia 4x2	<i>Nopalea</i>	10,65 d	3,97 a	1,89 a	1,21 a
IPA Sertânia 2x2	<i>Nopalea</i>	2,75 e	1,34 c	1,14 b	1,03 b
Miúda 5x3	<i>Nopalea</i>	12,41 c	4,78 a	2,04 a	1,24 a
Miúda 4x2	<i>Nopalea</i>	4,75 e	3,27 b	1,71 a	1,17 a
Miúda 2x2	<i>Nopalea</i>	2,59 e	1,00 c	1,00 b	1,00 b
CV%		24,28	31,42	19,33	6,33

Médias seguidas por mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância.

As maiores médias de largura foram observadas nos genótipos IPA Sertânia e Miúda nos cortes 5x3 e 4x2 cm e, na Gigante e Orelha de elefante, no corte 5x3 cm (Tabela 3). Silva *et al.* (2015), comparando o crescimento e a produtividade de três clones de palma forrageira em campo, relataram que, em relação às características dos cladódios, percebem-se diferenças no comprimento e largura, sendo os maiores para IPA Sertânia e Orelha de elefante e os menores na Miúda. Assim, verifica-se que, apesar das divergências encontradas na literatura,

há uma semelhança entre a largura nos genótipos do mesmo gênero dentro dos mesmos cortes e isso pode estar relacionado a fatores morfofisiológicos dos genótipos.

Médias superiores de espessura encontram-se nos genótipos Gigante, IPA Sertânia e Miúda nos cortes 5x3 e 4x2 cm e Orelha de elefante no corte 5x3 cm (Tabela 3). Silva *et al.* (2015) não verificaram diferenças quanto à espessura dos cladódios de Miúda, IPA Sertânia e Orelha de elefante. Estes relatam que, na Miúda, percebe-se que o seu índice de cladódio é inferior às demais espécies e que a Orelha de elefante se sobressai em relação às medidas dos cladódios até a segunda ordem. Observa-se que há diferenças na espessura das brotações entre as espécies do mesmo gênero dentro dos cortes e isso pode estar associado ao fator idade, visto que as mesmas foram avaliadas nos estágios iniciais de seu desenvolvimento.

Com relação ao tamanho do fragmento, verificam-se diferenças significativas entre as brotações nos diferentes cortes para as variáveis CM, LM e EM aos 90 DAP (Tabela3). As maiores médias foram observadas no corte 5x3 cm para os genótipos Gigante, Orelha de elefante e Miúda, e nos cortes 5x3 e 4x2 cm, para a IPA Sertânia. Gava e Lopes (2012) relatam que o tamanho do corte ideal é de 5x3 cm na Miúda e, pelo menos, uma a duas gemas por fragmento. A IPA Sertânia, além de não apresentar diferenças significativas entre as variáveis nos cortes 5x3 cm e 4x2 cm, observa-se percentual maior de plantas com brotações no corte 4x2 cm quando comparado ao 5x3 cm em 75 DAP (Figura 1). Assim, apesar de observar médias menores nos cortes 4x2 cm em relação ao 5x3 cm dos genótipos Gigante, Orelha de elefante e Miúda, a redução do tamanho do corte nas mesmas pode ser vista como benéfica, uma vez que aumenta a quantidade de mudas produzidas por cladódio e diminui o custo final de produção.

As médias inferiores foram observadas no corte 2x2 cm de todos os genótipos. Cavalcante *et al.* (2017), verificando diferentes tamanhos de cortes em Miúda, concluíram que o uso de ambas as frações se mostrou viável para o plantio, entretanto, os tratamentos referentes a fragmentos de 1/6 do cladódio apresentam menor desenvolvimento inicial de suas brotações em comparação com fragmentos de 1/2 cladódio. Relatando que, possivelmente, está relacionado ao menor conteúdo de reservas nutritivas destes fragmentos para suprir o desenvolvimento de suas brotações. Nesse sentido, esse último relato poderia justificar as médias menores de CM, LM e EM das brotações nos cortes 2x2 cm. Isso indica que as brotações nesse corte não teriam reservas nutritivas e hídricas suficientes para dar condições necessárias para os brotos.

Com relação à escolha de palma forrageira adequada, Silva *et al.* (2017) relataram que deve-se considerar as características intrínsecas das cultivares e, para que ela expresse seu

potencial produtivo, é necessário um sistema de produção e condições ambientais alinhadas com suas especificidades. Estes autores ressaltam ainda que os genótipos predominantes no Nordeste brasileiro são provenientes do gênero *Opuntia* e *Nopalea*, tais como: Gigante, com níveis altos de produtividade e resistência hídrica; a Orelha de elefante, que se destaca pela resistência à cochonilha-do-carmim e pela adaptação às condições do semiárido, com mais de 90% de sobrevivência; a Miúda, que apresenta resistência à cochonilha-do-carmim e caule bastante ramificado, e a IPA Sertânia, que se caracteriza pela ausência de espinhos e possui menor brotação e cladódios maiores em relação à sua cultivar de origem, a Miúda.

Nesse sentido, antes de iniciar o plantio, os produtores devem buscar informações necessárias sobre os genótipos que mais se adequam às condições do ambiente em questão e quais tamanhos de cortes são mais indicados, visando ao aumento na quantidade de mudas a serem produzidas por meio do material propagativo disponível.

5 CONCLUSÕES

Os fitorreguladores BAP na dosagem: 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mg. L⁻¹ e Cinetina: 0,0; 0,25; 0,5 e 0,75mg. L⁻¹, combinados com ANA: 1,5 mg. L⁻¹, aplicados diretamente no substrato, não interferem no processo de desenvolvimento da brotação nos fragmentos de palma forrageira do genótipo Miúda.

Para os genótipos Gigante, Orelha de elefante e Miúda, recomenda-se fazer o fracionamento utilizando cortes de 5x3 cm e, para a IPA Sertânia, recomenda-se 4x2 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2371/237117664007.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2019.
- ANDERSON, E. F. **The cactus Family**. Portland, Oregon. USA: Timber Press, 2001.
- ARAKAKI, M.; CHRISTIN, P. A.; NYFFELER, R.; LENDEL, A.; EGGLI, U.; OGBURN, R. M.; SPRIGGS, E.; MOORE, M. J.; EDWARDS, E. J. Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, USA, v. 108, n. 20, p. 8379-8384, 2011.
- BRAVO, H. **Las cactáceas de México**. 2. ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1978. Disponível em: http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/floras_tehuacan/F95.pdf. Acesso em: 20 ago. 2019.
- CAREY, D. J. **The Effects of Benzyladenine on Ornamental Crops**. 2008. Thesis (Master of Horticultural Science) – Faculty of North Carolina State University, 2008. Disponível em: <https://repository.lib.ncsu.edu/handle/1840.16/1048>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- CAVALCANTE, J. M. M.; QUEIROZ, A. L. B.; OLIVEIRA, C. C.; SARAIVA, J. F. C. S. Desenvolvimento inicial de brotações com uso de 1/2 e 1/6 do cladódio na propagação da palma forrageira *Nopalea cochenillifera* var. miúda. **PUBVET: Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 11, n. 8, p. 819-824, ago. 2017. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/da904b0b73000876f3800e73da73c4ac.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2019.
- CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 39-49, nov. 2006. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia03_v7n3.pdf. Acesso em: 20 ago. 2019.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2014.
- CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-80, jan./mar. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1980-50982016000100069&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 20 maio 2019.
- DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, M. G. V.; CAXITO, A. M. Índices técnicos, de produção e econômicos para a cultura da palma forrageira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 38, n. 296, p. 97-106, 2017.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013.

FARIAS, I; SANTOS, D. C.; 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**: conhecimentos atuais e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 81-104.

FROTA, H. M.; CARNEIRO, M. S. S.; ZÁRETE, R. M. L.; CAMPOS, F. A. P.; PEIXOTO, M. J. A. Proliferação e enraizamento *in vitro* de brotos de palma forrageira - *Opuntia ficus-indica* (L.) MILL. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 235-238, 2004. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/1641>. Acesso em: 3 maio 2019.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CASTRO, A. B.; NETO, A. F. L.; NETO, R. B. A.; CARVALHO, G. M. C. Desenvolvimento inicial e características morfológicas da palma forrageira cv. Miúda, adensada, oriunda de cladódios inteiros e fracionados, com níveis crescentes de adubação orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 25., 2015, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140102/1/Zootec-2015-final.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

GALLEGOS-VÁZQUEZ, C.; CERVANTES-HERRERA, J.; BARRIENTOS-PRIEGO, A. F. **Manual gráfico para la descripción varietal del nopal tunero y xoconostle (*Opuntia* spp.)**. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2005.

GARCIA, R. R. **Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. CRIOULA**. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, 2006. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp007296.pdf>. Acesso em: 1 maio 2019.

GAVA, C. A. T.; LOPES, E. B. **Produção de mudas de palma forrageira utilizando fragmentos de cladódios**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63884/1/INT101.pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.

GIAMPAN, J. S.; CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; REZENDE, J. A. M.; SASAKI, F. F. Indução de brotos laterais de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 27, n. 1, p. 185-187, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452005000100050&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 10 mar. 2019.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985.

GRIFFITH, M. P. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 91, n. 11, p. 1915-1921, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21652337>. Acesso em: 18 mar. 2019.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall. 1997.

HU, C. Y.; WANG, P. J. Meristem, shoot tip and bud culture. In: EVANS, D. A.; SHARP, W. R.; AMMIRATO, P. V.; YAMADA, Y. (Eds.). **Handbook of Plant Cell Culture**. New York: MacMillan, 1983. p. 177-227.

KIESLING, R. Origen domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. **Journal of The Professional Association for Cactus Development**, v. 3, p. 50-59, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228607157_Origen_domesticacion_y_distribucion_de_Opuntia_ficus-indica. Acesso em: 10 abr. 2019.

KOZGAR, M. I.; SHAHZAD, A. An improved protocol for micropropagation of teak tree (*Tectona grandis* L.). **Rendiconti Lincei**, Milano, v. 23, p. 195-202, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233881744_An_improved_protocol_for_micropropagation_of_teak_tree_Tectona_grandis_L. Acesso em: 12 maio. 2019.

KRIKORIAN, A. D. Medios de cultivo: generalidades, composición y preparación. In: ROCA, W. R.; MROGINSKI, L. A. **Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1991. p. 41-78.

LEITE, M. L. de M. V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semi-árido paraibano**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

MAJURE, L. C.; PUENTE, R.; GRIFFITH, M. P.; JUDD, W. S.; SOLTIS, P. S.; SOLIS, D. E. Phylogeny of *Opuntia* s.s. (Cactaceae): clade delineation, geographic origins, and reticulate evolution. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 99, n. 5, p. 847-864, 2012.

MENEGUCCI, J. L. P.; SILVA, R. C. R. de. Propagação *in vivo* da bananeira Prata: efeito de diâmetros de rizomas e doses de 6-Benzilaminopurina. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 2 p. 171-175, 1995. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/35496>. Acesso em: 16 maio 2019.

MENEZES, T. P.; GOMES, W. A.; PIO, L. A. S.; PASQUAL, M.; RAMOS, J. D. Micropropagação e endorreduplicação em pitaya vermelha, *Hylocereus undatus* HAW. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 868-876, nov./dec. 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13986>. Acesso em: 10 abr. 2019.

PAL, S. L. Role of plant growth regulators in floriculture: an overview. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, Bijnor, v. 8, n. 3, p. 789-796, 2019.

PEIXOTO, M. J. A.; SOUZA CARNEIRO, M. S.; SOUZA, P. Z.; DINIZ, J. D. N.; SOUTO, J. S.; CAMPOS, F. D. Desenvolvimento de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., em diferentes substratos, após micropropagação *in vitro*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 17-20, 2006. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/659>. Acesso em: 05 abr. 2019.

PELISSARI, G.; CARVALHO, I. R.; SILVA, A. D. B.; FOLLMANN, D. N.; LESCHEWITZ, R.; NARDINO, M.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Hormônios reguladores de crescimento e seus efeitos sobre os parâmetros morfológicos de gramíneas forrageiras. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIFRA, 2012, Santa Maria-RS, 2012.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Brasília, DF: Centro de Documentação e Informação, 2007.

Disponível em:

file:///C:/Users/biblioteca/Downloads/nova_delimitacao_jose_pereira%20(1).pdf . Acesso em: 20 abr. 2019.

PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998.

QUIALA, E.; CAÑAL, M. J.; MEIJÓN, M.; RODRIGUEZ, R.; CHÁVEZ, M.; VALLEDOR, L.; FERIA, M.; BARBÓN, R. Morphological and physiological responses of proliferating shoots of teak to temporary immersion and BA treatments. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 109, n. 2, p. 223-234, nov. 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11240-011-0088-3>. Acesso em: 2 maio 2019.

RAMOS, J. P.; LEITE, M. L. M. V.; JUNIOR, S. O.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio.

Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1602>. Acesso em: 14 maio 2019.

ROCHA, S. S.; LONDE, L. C. N.; CALAES, J. G.; PEREIRA, J. C. G.; VIEIRA, V. S.; MOTA, M. C. B.; FARIAS, R. A. N. Effect of lighting spectrum and naphthaleneacetic acid (NAA) on the *in vitro* development of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 12, p. 1837-1843, 2018. Disponível em:

https://www.cropj.com/rocha_12_12_2018_1837_1843.pdf. Acesso em: 8 abr. 2019.

RUVALCABA-RUIZ, D.; ROJAS-BRAVO, D.; VALENCIA-BOTIN, A. J. Propagación in vitro de *Coryphantha retusa* (Britton & Rose) um cactus endêmico y amenazado. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12, n. 1, p. 139-143, 2010. Disponível em:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913074015>. Acesso em: 15 mar. 2019.

SÁENZ, C. Los nopales como recursos natural. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G. de.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ FELIX, A.; SEPÚLVERA, E.; VARNERO, M. T. **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006. cap. 1, p. 1-6.

SAKAKIBARA, H. Cytokinins: Activity, Biosynthesis, and Translocation. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 57, p. 431-449, 2006. Disponível em:

<https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105231>. Acesso em: 18 abr. 2019.

SALES, A. T.; ANDRADE, A. P.; LEITE, M. L.; SILVA, D. S.; VIANA, B. L.; SANTOS, E. G. Mortality index of forage cactus in the semiarid of Paraíba State-Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 811, p. 401-406, 2009.

SALES, A. T.; LEITE, M. L. M. V.; ALVES, A. Q.; RAMOS, J. D. F.; NASCIMENTO, J. D. Crescimento vegetativo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio no Curimatú Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 19-24, 2013. Disponível em: <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-07-2013/volume-7-numero-1-marco-2013/tca7104.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. 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. 2005. p. 43-56.

SANTOS, D. C.; FARIA, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. Disponível em: http://www.ipa.br/publicacoes_tecnicas/Pal01.pdf. Acesso em: 25 mar. 2019.

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; DUBEUX, J. C. B.; LIRA, M. A.; SILVA, R. M. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 15, n. 2, p. 111-121, 2013. Disponível em: <https://ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/download/2166/1502>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das *Opuntias* utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. João Pessoa: SEBRAE, 2001. p. 20-27.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, p. 866-875, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75082/1/Composicao-mineral-em-cladodios-de-palma-forrageira-sob-diferentes-espacamentos-e-adubacoes-quimica.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SILVA, J. A.; DONATO, S. L.; DONATO, P. E. R.; RODRIGUES, M. G. V. Cultivares e manejo de palma forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 38, n. 296, p. 34-35, 2017.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 10-18, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3630>. Acesso em: 10 maio 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VIEIRA, D. P. **Efeitos do ácido indolbutírico (aib) e cinetina no enraizamento de estacas em *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn., *Xylopia brasiliensis* Spreng. e *Ocotea catharinensis* Mez.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/449>. Acesso em: 20 maio 2019.