



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM FITOTECNIA



***Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae): DISPOSIÇÃO DE ESTACAS,
PERÍODO DE INDUÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE AIB PARA PRODUÇÃO
DE MUDAS**

***Rhaphiodon echinus* Schauer ...**
2018 TS-PP-2018.00002



CPATSA-57458-1

EUVALDO DE SOUSA COSTA JUNIOR



02/2018
2018
TS-PP-2018.00002

**BOM JESUS - PI
2018**

***Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae): DISPOSIÇÃO DE ESTACAS,
PERÍODO DE INDUÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE AIB PARA PRODUÇÃO
DE MUDAS**

EUVALDO DE SOUSA COSTA JUNIOR
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Profa. Dra. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante
Coorientadora: Dra. Lucia Helena Piedade Kiill

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia da
Universidade Federal do Piauí-UFPI, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia
– Área de Concentração (Fitotecnia)

BOM JESUS - PI
2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

C838r Costa Júnior, Euvaldo de Sousa.

Rhaphiodon echinus schauer (Lamiaceae): disposição de estacas, período de indução e concentrações de AIB para produção de mudas / Euvaldo de Sousa Costa Júnior. – 2018. 31 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia (Área de Concentração), Bom Jesus-PI, 2018.

Orientação: “Profa. Dra. Márkilla Zunete Beckmann-Cavalcante”.

1. Lamiaceae. 2. beton. 3. Bioma Caatinga.
4. Floricultura. I. Título

CDD 635.9

***Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae): DISPOSIÇÃO DE ESTACAS,
PERÍODO DE INDUÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE AIB PARA PRODUÇÃO
DE MUDAS**

por

EUVALDO DE SOUSA COSTA JUNIOR

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA, Área de Concentração (Fitotecnia)

Aprovada em: 26/03/2018

Markilla Zunete Beckmann Cavalcante
Dra. Markilla Zunete Beckmann Cavalcante (Orientadora)

UNIVASF

Lucia Piedade Kiill
Dra. Lucia Helena Piedade Kiill (Coorientadora)

EMBRAPA SEMIÁRIDO

Ana Valéria Vieira de Souza
Dra. Ana Valéria Vieira de Souza

EMBRAPA SEMIÁRIDO

Diogo Denardi Porto
Dr. Diogo Denardi Porto

EMBRAPA SEMIÁRIDO

Aos meus familiares, especialmente aos meus pais, Euvaldo de Sousa Costa e Ana Maria de Assis Moura Costa, ao meu eterno amor Andreia Chaves Oliveira, aos meus irmãos Emanuel Moura Costa, Emanuelle Moura Costa, aos meus cunhados Ingrid Taianny Veloso de Moura Costa, Lucas de Oliveira da Silva e aos meus tios, Eliane de Sousa Costa Ferreira, Edimilson Francisco do Nascimento e Luzileia de Assis Moura, pois foram os principais incentivadores a minha permanência na luta para alcançar esse sonho tão almejado, e pelo amor, carinho, dedicação e atenção doados em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos em Cristo João Carlos Alves dos Santos, Maria Aparecida Matos dos Santos, Verynaldo Ferreira dos Santos, Dulcilene Nunes Coelho Ferreira, Aurino Miranda da Silva, Josefa Maria dos Santos, e todos da Baixa da Soledade.

A todos que expressaram total apoio e incentivo para a continuação da minha dura jornada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, sabedoria, força e saúde concedidos para poder seguir essa trajetória e alcançar esse sonho.

Aos meus pais Euvaldo de Sousa Costa e Ana Maria de Assis Moura Costa, ao meu eterno amor Andreia Chaves Oliveira, aos meus irmãos Emanuel Moura Costa, Emanuelle Moura Costa Oliveira, aos meus cunhados Ingryd Taianny Veloso de Moura Costa, Lucas de Oliveira da Silva e sobrinhos, Pedro Gabriel de Moura Costa, Paulo Felipe de Moura Costa e Heitor Benjamin Moura de Oliveira, por existirem na minha vida, pelos conselhos dados, pelo incentivo, apoio, dedicação, que foram essenciais para alcançar essa vitória.

A todos meus familiares que me apoiaram em todos os momentos, em especial aos meus tios, Eliane de Sousa Costa Ferreira, Edimilson Francisco do Nascimento e Luzileia de Assis Moura.

Aos meus irmãos em Cristo, que sempre nas suas orações estive presente, em especial João Carlos Alves dos Santos, Maria Aparecida Matos dos Santos, Verynaldo Ferreira dos Santos, Dulcilene Nunes Coelho Ferreira, Aurino Miranda da Silva, Josefa Maria dos Santos.

À Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE) pela concessão da oportunidade de cursar Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia. A todo o corpo docente e funcionários que compõem essa instituição e que contribuíram para minha formação acadêmica.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e funcionários da instituição.

A Embrapa Semiárido pela oportunidade de Estágio.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante, por ser uma grande profissional, por ter me acolhido com tanto carinho, amor, pelos conselhos dados. Pela competência, pela dedicação e compromisso que possui na formação de cidadãos conscientes, base fundamental da minha formação acadêmica e profissional.

A minha coorientadora Dra. Lucia Helena Piedade Kiill, pelo carinho a qual tem me acolhido, pelos ensinamentos dados e pela confiança depositados durante todo esse tempo.

Ao grupo de pesquisa “Plantas Ornamentais do Vale do São Francisco” (POVASF) pelo apoio na execução dos trabalhos e que contribuíram de todas as formas para o êxito deste trabalho;

Aos colegas da ECOTECA, que foram de grande importância para realização desse trabalho, pela dedicação dada, pelo carinho e companheirismo.

As amizades construídas durante a execução dos trabalhos.

Guardarei a todos que participaram e contribuíram para realização desse sonho no meu coração com profunda gratidão. Os meus sinceros agradecimentos.

A todos, Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Floricultura tradicional x espécies nativas	7
2.2. <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer (Lamiaceae): caracterização da espécie e biologia reprodutiva	8
2.3. Aspectos da propagação vegetativa	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Localização da área experimental	15
3.2. Material vegetal e padronização das estacas	15
3.3. Delineamento experimental	16
3.4. Avaliação das mudas	16
3.5. Análise estatística	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

***Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae): DISPOSIÇÃO DE ESTACAS,
PERÍODO DE INDUÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE AIB PARA PRODUÇÃO
DE MUDAS**

RESUMO

Uma das tendências no setor da floricultura seja no paisagismo moderno ou na arte floral, está relacionada à inserção de novas espécies com potencial ornamental, principalmente de origem nativa. Para isso, faz-se necessário indicar estratégias que favoreçam a introdução desses materiais. Dentre as espécies que apresentam potencial ornamental, a *Rhaphiodon echinus* Schauer tem se destacado para forração, no entanto existe a necessidade de estabelecer um protocolo de propagação adequado a espécie. Neste sentido, objetivou-se avaliar o processo de propagação vegetativa desta espécie considerando a disposição das estacas, o período de cultivo e concentrações de AIB para a produção de mudas. O experimento foi realizado na área experimental do Setor de Floricultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Foi instalado em esquema de parcelas subsubdivididas, avaliando-se o período de indução nas parcelas (30 e 60 dias), a disposição das estacas (horizontal e vertical) nas subparcelas e as concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 ppm) nas subsubparcelas. Foram avaliadas as seguintes variáveis para os dois períodos de cultivo: sobrevivência de estacas, porcentagem de estacas enraizadas, número de brotos por estacas, comprimento médio da maior raiz, biomassa seca da parte aérea e biomassa seca da raiz. Ocorreu interação significativa entre período de indução e disposição de estacas para as variáveis sobrevivência de estacas e estacas enraizadas; entre período de indução e concentração de AIB para biomassa seca da parte aérea e, entre disposição de estacas e concentração e AIB para porcentagem de estacas enraizadas, número de brotos por estacas e biomassa seca da raiz. Para o comprimento médio da maior raiz e volume radicular, ocorreu efeito significativo para período de indução e concentrações de AIB individualmente. O período de indução de 30 dias é o mais indicado para o enraizamento das estacas. Em consideração a disposição da estaca, a mais indicada é avertical. Por fim, a concentração de 1000 ppm de AIB pode ser indicada para a propagação de *R. echinus* pelo processo de estaquia.

Palavras-chave: Lamiaceae, beton, Bioma Caatinga, floricultura.

***Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae): CUTTINGS ARRANGEMENT,
PERIOD OF INDUCTION AND AIB CONCENTRATIONS FOR SEEDLINGS
PRODUCTION**

ABSTRACT

One of the tendencies in the floriculture sector, whether in modern landscaping or floral art, is related to the insertion of innovations in the sector, mainly of native origin. For this it is necessary to establish strategies that favor the introduction of these materials. Among the species that present ornamental potential, *Rhaphiodon echinus* Schauer has been outstanding for groundcover; however it is necessary to establish the proper propagation protocol for the species. In this sense, the objective was to evaluate the vegetative propagation process of this species considering the cuttings arrangement, period of induction and AIB concentrations for seedlings production. The experiment was carried out at experimental area of Floriculture Sector of the Agricultural Sciences Campus of the Federal University of São Francisco Valley. It was installed in a sub-split plots scheme, the propagation time in the plots (30 and 60 days), the arrangement of the cuttings (horizontal and vertical) in the subplots and the AIB concentrations (0, 1,000, 2,000 and 4,000 ppm) in subsubparcels. The following variables were evaluated for the two cultivation periods: cutting survival, percentage of rooted cuttings, number of shoots per cuttings, average length of the largest root, shoot dry biomass and root dry biomass. There was a significant interaction between the induction period and the cutting arrangement for cuttings survival and rooted cuttings; between the period of induction and the concentration of IBA for shoot dry and between the arrangement of cuttings and concentration and IBA for the percentage of rooted cuttings, number of shoots per cuttings and root dry biomass. For average length of the largest root and root volume there was a significant effect for period of induction and AIB concentrations individually. The period of induction of 30 days is the most suitable for rooting the cuttings. In consideration of the cuttings arrangement the most indicated is vertical. Finally, the concentration of 1000 ppm of AIB can be indicated for the propagation of *R. echinus* by the cutting process.

Key words: Lamiaceae, beton, Caatinga Biome, floriculture.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância para sobrevivência de estacas (SE), porcentagem de estacas enraizadas (PEE), número de brotos por estaca (NBE), comprimento médio da maior raiz (CMMR), volume radicular (VR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de estacas de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função do período de indução, disposição das estacas e concentrações de AIB.....	19
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição geográfica de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer no Brasil (área colorida).....	09
Figura 2. Aspectos gerais de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer: (A) indivíduo adulto no campo, exibindo os glomérulos e folhas; (B) indivíduo adulto exibindo o fruto e glomérulos; (C) fruto seco contendo semente; (D) fruto beneficiado para retirada da semente; e (E) sementes.....	10
Figura 3. Aspectos gerais da <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer: (A) população de plantas adultas no campo; (B) estaca do tipo vertical; (C) estaca do tipo horizontal; (D) estaca do tipo vertical com AIB; (E) estaca do tipo horizontal com AIB; e, (F) estacas dispostas nas bandejas de poliestireno.....	16
Figura 4. Sobrevida de estacas (A) e porcentagem de estacas enraizadas (B), de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função do período de indução e disposição de estacas (horizontal e vertical). Letras maiúsculas compararam a disposição das estacas e letras minúsculas compararam os períodos de indução.....	20
Figura 5. Biomassa seca da parte aérea de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função do período de indução: 30 dias (A) e 60 dias (B) e das concentrações de AIB.....	21
Figura 6. Porcentagem de estacas enraizadas de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função da disposição de estacas: horizontal (A) e vertical (B) e das concentrações de AIB.....	25
Figura 7. Número de brotos por estacas de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função da disposição de estacas: horizontal (A) e vertical (B) e das concentrações de AIB.....	23
Figura 8. Biomassa seca de raiz de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função da disposição de estacas: horizontal (A) e vertical (B) e das concentrações de AIB.....	9
Figura 9. Comprimento médio da maior raiz (A) volume radicular (B) de estacas de <i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer em função das doses de AIB.....	25

1. INTRODUÇÃO

A floricultura brasileira tem buscado inserir novidades no mercado em função da demanda dos consumidores que buscam por materiais diferenciados. Para isso, estudos de prospecção com plantas nativas que apresentem potencial ornamental, tanto para paisagismo quanto para arte floral têm sido realizados (STUMPF et al., 2009; DRAGOVIC, 2015; BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2017a; 2017b). No entanto, nem todas as espécies prospectadas estão aptas a serem introduzidas imediatamente no mercado, havendo a necessidade da realização de pesquisas nas áreas agronômicas no que se refere a programas de melhoramento genético, estabelecimento de protocolos de propagação e formas de cultivo (CARDOSO, 2013).

Segundo Forzza et al., (2012) o Brasil possui a flora mais abundante do mundo dividida em vários biomas, em que vale a pena destacar a Caatinga, representada por cerca de 5000 espécies vegetais, dentre as quais 380 são endêmicas (SIQUEIRA FILHO, 2012).

Em levantamento realizado por Beckmann-Cavalcante et al. (2017a) foram identificadas 21 espécies da Caatinga com hábito herbáceo e potencial para o paisagismo. Dentre estas espécies, tem-se *Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae), conhecida popularmente como beton ou falsa menta. Beckmann-Cavalcante et al. (2017b) destacam que esta espécie pode ser utilizada para a finalidade de forração, devido a vistosidade de suas estruturas ornamentais e rápido preenchimento de espaço dos locais onde foram caracterizadas. De forma semelhante, Carvalho (2016) visando a prospecção de espécies da Caatinga para recuperação de áreas degradadas, classificou dentro de um ranking de dez espécies, *R. echinus* em segundo lugar, mostrando o seu potencial para uma eficiente cobertura de solos expostos.

Esta espécie pode ser facilmente identificada em campo pelos frutos dispostos em glomérulos globosos e espinoscentes que transportam os diásporos. Apesar de beton poder ser propagada por sementes, o fato de apresentar fruto espinoscente dificulta o seu manuseio e a retirada desse propágulo (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011).

Nesse contexto, a propagação vegetativa por estquia pode ser uma opção, uma vez que essa espécie, aparentemente possui capacidade de enraizar naturalmente. Além disso, a estquia tem sido amplamente utilizada como método de propagação

vegetativa, por apresentar maior simplicidade, rapidez e baixo custo na sua execução, sendo intensivamente utilizada para propagação de plantas ornamentais. Esta importância é devido ao grande número de mudas obtidas, uso de pequeno número de plantas matrizes, área reduzida, além da multiplicação de genótipos de interesse com grande uniformidade (HARTMANN et al., 2002).

No entanto, a viabilidade da propagação comercial de mudas por estquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (NEVES et al., 2006; BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2014).

Contudo, mesmo que determinadas espécies apresentem boa capacidade de enraizamento natural, a aplicação de auxinas sintéticas pode proporcionar aumento na porcentagem de enraizamento. A utilização de reguladores vegetais da classe das auxinas tem por finalidade induzir o processo de formação de raízes adventícias, aumentar a porcentagem de estacas enraizadas, o número e a qualidade das raízes formadas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A fonte de auxina sintética mais utilizada para esta finalidade é o Ácido 3-Indol Butírico (AIB) por ser estável e imune a degradação biológica. Entretanto, os resultados podem variar de acordo com as espécies e/ou cultivar, tipo de estaca, época do ano, concentração, modo de aplicação e condições ambientais (OINAM et al., 2011; AMARAL et al., 2012; BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2014).

Considerando o potencial de uso de *Rhaphiodon echinus* Schauer, objetivou-se avaliar o processo de propagação via estquia em função da disposição de estacas, período de indução e concentrações de AIB para produção de mudas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Floricultura tradicional x espécies nativas

A floricultura é uma atividade econômica importante dentro do agronegócio brasileiro e em grande ascensão, visto que segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR) foram faturados R\$ 5,7 bilhões em 2014, R\$ 6,2 bi em 2015, R\$ 6,65 bi em 2016, o setor é responsável por gerar 199.100 empregos diretos, dos quais 78.700 (39,53%) relativos à produção, 8.400 (4,22%) à distribuição, 105.500 (53,00%) ao varejo e 6.500 (3,26%) em outras funções, na maior parte como apoio. A área total cultivada com flores e plantas ornamentais no Brasil é de 15 mil hectares (propriedade média de 1,8 hectares) (IBRAFLOR, 2017).

Apesar do grande volume produzido e comercializado de flores e plantas ornamentais, grande parte das espécies cultivadas são exóticas, o que demonstra a pouca valorização da utilização de espécies nativas, seja nas várias categorias de uso destas plantas, para corte, para vaso ou no paisagismo. Isso advém da cultura que possui o país no uso de espécies exóticas para esse fim (STUMPF et al., 2009).

No paisagismo, por exemplo, essa prática ocorre desde a época do Brasil Colonial, quando houve uma substituição das espécies nativas pelas exóticas, fato que sobrevém da falta de informações para utilização de espécies nativas em projetos paisagísticos. Por várias vezes o valor das plantas nativas ornamentais só é reconhecido quando elas são estudadas e melhoradas por outros países. Inúmeras espécies possuem características ornamentais para serem exploradas e utilizadas no paisagismo. No entanto, tem-se observado uma exaustiva repetição de espécies que se tornaram consagradas e aceitas pela população, muitas delas inadequadas para o dado uso (LEAL & BIONDI, 2006).

Com o passar dos anos vários problemas foram identificados, pelo uso indiscriminado de espécies exóticas, resultando em um movimento da sociedade e profissionais da área por um paisagismo com mais sustentabilidade. É neste cenário que se observa um crescimento contínuo da inclusão das espécies nativas em projetos paisagísticos modernos e com forte cunho sustentável. E ainda o uso de espécies nativas em projetos paisagísticos, sobretudo, nos grandes espaços urbanos, apresenta várias

vantages, entre elas: redução dos custos de implantação e manutenção de jardins, redução da utilização de água, fertilizantes e produtos químicos, baixa necessidade de manutenção, valorização da identidade regional, diversidade biológica e habitat para a vida silvestre local, redução da introdução de novos patógenos e baixo impacto ambiental (ZILLER, 2001).

A ampliação do uso econômico das plantas ornamentais nativas representa um grande potencial de produção e comercialização, tanto para o mercado interno quanto para exportação. A biodiversidade brasileira é reconhecida e valorizada em países europeus e norte-americanos e, diversas espécies foram levadas, melhoradas, multiplicadas e, posteriormente, inseridas no mercado nacional como novidades e com boa aceitabilidade por parte dos consumidores (VARGAS et al., 2015).

O Brasil é um dos países com maior biodiversidade do planeta por possuir as mais variadas florestas tropicais do mundo (MMA, 2006), desde as úmidas florestas amazônicas, as savanas do cerrado, a mata atlântica, pampa e a caatinga. O país é agraciado não só com a maior riqueza de espécies, mas, também, com a mais alta taxa de endemismo, porém pouco aproveitada (CORADIN et al., 2011).

Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é o mais desvalorizado. Situação esta decorrente de uma crença injustificada, de que este bioma possui uma diversidade muito baixa de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificada pelas ações antrópicas. Apesar de estar, realmente, bastante alterada, a Caatinga contém uma grande variedade de tipos de vegetação, com elevado número de espécies que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos (COE et al., 2017). Segundo Siqueira Filho (2012) a composição vegetal da Caatinga é representada por cerca de 5000 espécies, com em torno de 380 espécies endêmicas. Isso evidencia o potencial deste bioma e que, segundo Alvares & Kiill (2014) pouco se conhece sobre o aproveitamento econômico da biodiversidade presente nessa vegetação.

2.2. *Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae): caracterização da espécie e biologia reprodutiva

Como destacado, o bioma Caatinga possui grande potencial para o paisagismo, não só em plantas para vaso, mas também como trepadeiras e forrações.

Dentre as forrações deste bioma destaca-se *Rhaphiodon echinus* Schauer, pertencente à família Lamiaceae e conhecido popularmente como beton ou falsa menta (BECKMANN-CAVALCANTE et al. 2017a).

Esta espécie é endêmica do Brasil, ocorrendo nas regiões Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe), Centro-oeste (Goiás) e Sudeste (Espírito Santo e Minas Gerais) (HARLEY et al., 2015) (Figura 1), podendo ser encontrada em beira de estradas, terrenos perturbados e arenosos (VÁSQUEZ & HARLEY, 2004).



Figura 1. Distribuição geográfica de *Rhaphiodon echinus* Schauer no Brasil (área colorida).

Fonte: Harley et al. (2015).

Quanto ao hábito de crescimento é considerada uma planta rasteira, com folhas completas, sendo dispostas de forma oposta uma da outra. As flores são pequenas, com formato afunilado de cor violeta e estão reunidas em densos glomérulos axilares que contém em média de 20-35 botões (DIAS & KIILL, 2007) (Figura 2).

Morfologicamente, as flores de *R. echinus* apresentam o padrão típico das Lamiaceae, caracterizado por apresentar flores diclamídeas, hermafroditas, pentâmeras, fortemente zigomorfas e bilabiadas, reunidas em densas inflorescências axilares (HUCK

1992; ALBUQUERQUE & ALMEIDA 2002; CLABEN-BOCKHOFF et al., 2004). Apresenta nectário na forma de um disco glandular unilateralmente expandido (DIAS & KIILL, 2007).

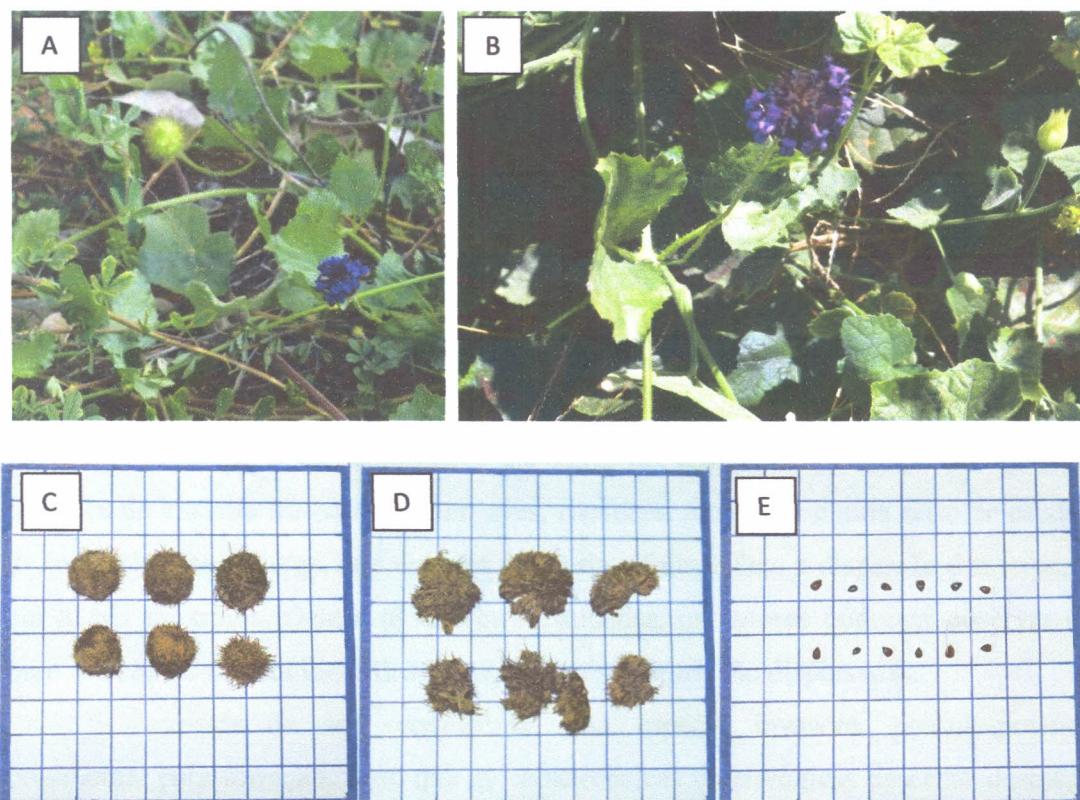


Figura 2. Aspectos gerais de *Rhaphiodon echinus* Schauer: (A) indivíduo adulto no campo, exibindo os glomérulos e folhas; (B) indivíduo adulto exibindo o fruto e glomérulos; (C) fruto seco contendo semente; (D) fruto beneficiado para retirada da semente; e (E) sementes.

Ao se fazer uso de uma determinada espécie, o conhecimento de sua biologia reprodutiva é de fundamental importância em programas de conservação e manejo das plantas (HARDER & AIZEN, 2010; PEQUENO et al., 2016). A fenologia reprodutiva é importante para os mecanismos de polinização, predação e dispersão de frutos e sementes, pois os aspectos temporais e de disponibilidade de recursos vegetais podem influenciar a dinâmica populacional de animais relacionados diretamente com estes mecanismos (SILVA & PINHEIRO, 2007; NUCCI & ALVES-JUNIOR, 2017).

As interações existentes entre plantas e animais influenciam diretamente no funcionamento dos ecossistemas, sendo a polinização um processo fundamental para reprodução das plantas (CRUZ & CAMPUS, 2009), viabilizando a formação de frutos e

sementes, como também dependem da biologia das espécies envolvidas, tais como morfologia e biologia floral e fenologia (PROCTOR et al., 1996). Além disso, o conhecimento da diversidade dos polinizadores e das suas relações com a comunidade vegetal é de fundamental importância já que a polinização é um processo chave para a conservação da biodiversidade (RODARTE et al., 2008).

Dentre os trabalhos que tratam da viabilidade de espécies quanto o tipo de polinização, Dias & Kiill (2007) verificaram que o beton é uma espécie autocompatível, necessitando assim de um agente polinizador, a exemplo da espécie *Centris hyptidis* que foi considerado o polinizador efetivo desta espécie em áreas da Caatinga, e as demais abelhas, polinizadores ocasionais.

Já em relação à dispersão das sementes, Lima & Melo, (2015), verificaram que a dispersão das sementes está ligada a fatores bióticos e abióticos, como condições de maior umidade e disponibilidade de água no ambiente, presença de diferentes espécies de animais frutívoros, como aves, roedores, morcegos e uma série de espécies de invertebrados, insetos, que venham a ingerir a fruta e façam a dispersão das sementes em locais próximos. Dentre as espécies estudadas, os autores puderam observar que para *R. echinus* não foi identificado como suas sementes são dispersadas.

Apesar de ser considerada uma espécie invasora, possui potencial ornamental para forração, visto que as características morfológicas descritas destacam-na para o paisagismo (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011).

No paisagismo, plantas utilizadas para forração (cobertura do solo), possuem crescimento horizontal, e podem ou não ser pisoteadas, como também podem produzir flores e, normalmente, tem ciclo de vida curto sendo propagadas via semente ou vegetativamente, no caso das que apresentam somente folhagem (LORENZI & SOUSA 2008; SILVA & KIIL, 2016).

Sendo assim, em trabalho realizado por Silva & Kiill, (2016) os autores verificaram que *R. echinus* surge como opção para forração, visto que o percentual de enraizamento ficou em torno de 50 %. Esse percentual pode ser baixo, no entanto pode ser otimizado adicionando auxinas sintéticas, uma vez que a aplicação de regulador vegetal proporciona maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento de estacas (PIVETTA et al., 2012). Ainda segundo Silva & Kiill, (2016), outra característica observada foi a emissão de inflorescência, em que a presença de

inflorescência foi observada no 13º dia após a estquia. Segundo os mesmos autores, essa característica pode ser considerada importante para espécies com potencial ornamental, pois produzem efeito visual em curto período de tempo.

Considerando que a espécie possui o potencial de cobertura solo, Carvalho (2016) observou que o beton pode ser utilizado para cobertura de solos degradados, sendo importante para a sucessão na recuperação das áreas degradadas. Detectou em levantamento de espécies nativas em áreas compactadas do projeto de integração do rio São Francisco, a ocorrência de 73 espécies, pertencentes 63 gêneros e 26 famílias botânicas. Dentre elas, a família Lamiaceae foi representada por três espécies, sendo uma delas *R. echinus*, a qual num ranking classificado pelo trabalho ficou em segundo lugar. A espécie possui potencial para utilização na recuperação de áreas degradadas, por ser de rápido crescimento, característica importante quando se trata de cobertura do solo, uma vez que recobrem o solo rapidamente, incorporando matéria orgânica e inibindo o desenvolvimento de espécies exóticas invasoras (REIS et al., 2010; TOPANOTTI et al., 2014).

2.3. Aspectos da propagação vegetativa

O uso de espécies nativas, sob o ponto de vista econômico ou com o objetivo de recuperação de ecossistemas degradados, sempre foi uma atividade rentável e importante. No entanto, a falta de técnicas na produção de mudas de plantas nativas e, em alguns casos, a falta de viabilidade de suas sementes, indicam a necessidade de elaboração e estabelecimento de protocolos de propagação das plantas (ZEM et al., 2015).

De acordo com Zem et al. (2015), dentre as diversas técnicas de propagação vegetativa, a estquia é uma das formas mais utilizadas por ser uma técnica que permite à obtenção de um grande volume de mudas, precocidade, uniformidade, como também facilita o transporte das mudas e é mais econômica.

Para *R. echinus*, por exemplo, os resultados encontrados na literatura são ineficientes, necessitando assim da realização de pesquisas que demonstrem o melhor método de propagação para essa espécie. Todavia, Moreira & Bragança, (2011)

relataram que essa espécie pode ser propagada por semente, no entanto, o tamanho diminuto da semente e a difícil retirada do diásporo, dificultam o seu manuseio. Como alternativa, a propagação vegetativa via estaquia surge como opção, já que vários autores destacam as vantagens do uso dessa técnica para a propagação em diversas culturas.

Para alguns autores como Oliveira & Ribeiro (2013), a utilização da estaquia não é o bastante, visto que diversas espécies ou variedades, não formam raízes a partir de estacas ou têm baixo potencial de enraizamento. Dias et al., (2011), relataram que existem espécies que enraízam facilmente necessitando assim só da estaquia para formação de mudas e obter percentuais satisfatórios de enraizamento. Assim, a formação de raízes nas estacas depende de fatores internos e externos, como a distribuição de hormônios, condição fisiológica e idade da planta matriz, potencial genético, balanço hormonal, tipo de estaca, época do ano, umidade, luminosidade e temperatura do ambiente, bem como o substrato de enraizamento (HARTMANN et al., 2011).

Nesse sentido, para facilitar a emissão de raízes adventícias, a aplicação de auxinas exógenas é uma prática bem difundida. Segundo Balestri et al. (2012) a formação de raiz adventícia é controlada por hormônios, e a aplicação exógena de reguladores vegetais em plantas, tais como auxinas e citocininas, é frequentemente utilizada na propagação vegetativa objetivando melhorar o enraizamento e a qualidade de transplantio. De acordo com Pivetta et al. (2012), a aplicação exógena de auxina também proporciona maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento de estacas.

As auxinas são os reguladores vegetais indicados para indução de enraizamento, sendo o ácido indolbutírico (AIB) um dos mais utilizados e mais eficientes, por ser foto estável e ser imune à ação biológica (FIGUEIREDO et al., 2009). Resultados com espécies da família Lamiaceae mostram a diversidade de resultados quanto à resposta de enraizamento a reguladores vegetais. Scalon et al. (2003) informam que o comprimento da maior raiz (11,5 cm) em alecrim (*Rosmarinus officinalis*) foi observado com 250 mg/L de AIB + 100 mg/L de boro.

Para *R. echinus*, ainda há necessidade de estudos neste sentido, uma vez que em trabalho realizado por Silva & Kiil (2016) o percentual de enraizamento foi baixo

sem fazer uso de fontes de auxinas, assim a aplicação do AIB pode aumentar esse percentual. Carvalho Júnior et al. (2009) destacam que estudos sobre a propagação de espécies ornamentais são de elevada importância, uma vez que servem de base para o sucesso do cultivo dessas plantas a nível comercial.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a julho de 2017 no Setor de Floricultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), *Campus Ciências Agrárias (CAA)*, Petrolina-PE, Brasil (09°21' S, 40°34' W, 375 m de altitude). De acordo com classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo Bsh (seco, semiárido e com baixa latitude e altitude). Os dados climáticos referentes à temperatura, umidade relativa do ar e precipitação foram monitorados diariamente, apresentando respectivamente, média de 25,6 °C, 61,50 % e 5,8 mm em todo o período.

3.2. Material vegetal e padronização das estacas

Foram utilizadas estacas de beton coletadas na região mediana dos ramos de plantas e realizada no horário cedo da manhã. As estacas foram oriundas de pés fracos encontrados nas imediações do CCA/UNIVASF (Figura 3A), sendo conduzidos sem tratos culturais específicos quanto à adubação, irrigação, poda e controle de pragas e doenças.

Após o corte dos ramos, os mesmos foram levados ao laboratório para padronização das estacas, com comprimento de 2,0 e 4,0 cm e um par de folhas definitivo, sendo o corte das mesmas realizadas em bisel.

A aplicação das concentrações de AIB (Figura 3B, 3C, 3D e 3E) foi realizada na forma de pó (talco) antes do estaquiamento nas bandejas uma única vez, seguindo metodologia descrita por Hartmann et al. (2002). As estacas foram dispostas em bandejas de poliestireno de 128 células (Figura 3F) contendo como substrato vermiculita de granulometria média. As bandejas foram suspensas sobre bancada com altura de 1,00 m do solo e dispostas em telado com 50% de sombreamento e a irrigação foi realizada diariamente com pulverizador manual pressurizado.



Figura 3. Aspectos gerais da *Rhaphiodon echinus* Schauer: (A) população de plantas adultas no campo; (B) estaca do tipo vertical; (C) estaca do tipo horizontal; (D) estaca do tipo vertical com AIB; (E) estaca do tipo horizontal com AIB; e, (F) estacas dispostas nas bandejas de poliestireno.

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em parcelas subsubdivididas, avaliando-se o período de indução nas parcelas (30 e 60 dias), a disposição das estacas (horizontal e vertical) nas subparcelas e as concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 ppm) nas subsubparcelas. Foram utilizadas quatro repetições e oito estacas por repetição, perfazendo um total de 512 estacas.

3.4. Avaliação das mudas

Aos 30 e 60 dias após a estquia foi realizada a avaliação do experimento levando em consideração a sobrevivência de estacas (SE, dado pela contagem das estacas vivas pelo total de estacas por repetição em porcentagem), porcentagem de estacas enraizadas (PEE, em relação ao total de estacas da repetição dado em porcentagem), número de brotos por estacas (NBE das estacas vivas), comprimento

médio da maior raiz (CMMR – mm), volume radicular (VR – mm³), biomassa seca da parte aérea (MSPA – g) e biomassa seca da raiz (MSR – g).

Para o comprimento médio da maior raiz (CMMR) e o volume radicular (VR), as raízes foram acondicionadas em sacos plásticos contendo álcool 70 % e armazenadas a ± 4 °C. Posteriormente, as raízes foram escaneadas em impressora do tipo HP Deskjet F40180 All-in-One para obtenção das imagens em preto e branco em 200 pontos por polegada (dpi) no formato TIFF. Em seguida foi feita a adequação das imagens no software Photoshop 2015® e convertidas em 16 bits seguindo os seguintes passos: importa imagem para a área de trabalho do programa, em seguida no ícone imagens, selecionar modo 16 bits e por último salvar como bitmap. Logo após, foram analisadas no software “Delta-T Scan”, conforme recomendações de Kirchhof e Pendar (1993). Para obtenção das biomassas secas da parte aérea e raiz, as respectivas partes foram separadas e secas em estufa a 70 °C com circulação forçada até atingirem massa constante e em seguida, pesadas em balança de precisão.

3.5. Análise estatística

Os dados de SE e PEE foram transformados por arco seno $x/100$; e para NBE, utilizou-se a transformação $x+k$ para atender as pressuposições básicas da estatística por conta do coeficiente de variação (CV) obtido acima do indicado. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste “F”, para diagnóstico de efeito significativo; os tipos de estacas e os períodos de indução foram comparados entre si pelo teste de Tukey, enquanto as concentrações de AIB foram submetidas à análise quantitativa de regressão simples conforme recomendações de Ferreira (2000). Utilizando-se o programa computacional ASSISTAT versão 7.7 (Silva, 2016) e SigmaPlot 12.0 (SPSS, 2011), respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostraram que houve efeito significativo para a interação entre os períodos de indução (PI) x disposição das estacas (DE) para sobrevivência de estacas e porcentagem de estacas enraizadas. Para a interação PI x concentração de AIB ocorreu efeito significativo para biomassa seca da parte aérea (BSPA). Em relação à DE x concentração de AIB ocorreu efeito significativo para as variáveis estacas enraizadas, número de brotos por estaca e biomassa seca de raiz (BSR) (Tabela 1).

Considerando-se o período de indução, ocorreu efeito significativo para sobrevivência de estacas (SE), comprimento médio da maior raiz (CMMR) e volume radicular (VR). Em relação à disposição das estacas, houve efeito significativo para sobrevivência de estacas (SE), número de brotos por estaca (NBE) e volume radicular (VR). Para as concentrações de AIB, foi observado efeito significativo para porcentagem de estacas enraizadas (PEE), número de brotos por estaca (NBE), comprimento médio da maior raiz (CMM), volume radicular (VR) e massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 1).

Para interação PI x DE da sobrevivência de estaca, observou-se que não houve diferença estatística entre a disposição das estacas aos 30 dias para sobrevivência de estacas. Enquanto que aos 60 dias, as estacas dispostas verticalmente (58,28 %) se sobressaíram estatisticamente em relação às horizontais (37,74%). Ao se comparar as estacas dentro dos períodos de cultivo, observou-se que as estacas horizontais foram superiores estatisticamente aos 30 dias de estaquia (58,28 %) em comparação aos 60 dias; os maiores valores também foram observados para as estacas na posição vertical aos 30 dias (64,94 %), porém não diferiram em relação aos 60 dias (57,99 %) (Figura 4A).

Para o enraizamento de estacas, observou-se a mesma tendência nos resultados. No entanto, nem todas as estacas vivas apresentaram raízes ou primórdios radiculares. Verificou-se que as estacas verticais (43,30 %) apresentaram resultados semelhantes estaticamente às horizontais (44,81 %) aos 30 dias, enquanto que na avaliação aos 60 dias, as verticais (46,16 %) se sobressaíram estatisticamente (Figura 4B).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para sobrevivência de estacas (SE), porcentagem de estacas enraizadas (PEE), número de brotos por estaca (NBE), comprimento médio da maior raiz (CMMR), volume radicular (VR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca da raiz (BSR) de estacas de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função do período de indução, disposição das estacas e concentrações de AIB.

Fonte de Variação	SE (%)	PEE (%)	NBE	CMMR (mm)	VR (mm ³)	BSPA (g)	BSR (g)
Período de indução (PI)	24,83 *	6,03 ns	7,70 ns	191,83 **	14,44 *	0,77 ns	0,29 ns
30 dias	61,61 a	44,05 a	1,20 ns	121,61 b	152,90 b	0,44 a	0,26 a
60 dias	47,86 b	40,51 a	1,30 ns	234,81 a	238,56 a	0,49 a	0,26 a
CV (%)	20,15	13,65	11,07	18,34	46,06	45,72	16,78
Disposição das estacas (DE)	46,72 **	5,53 ns	107,55 **	1,21 ns	20,03 **	0,81 ns	5,93 ns
EH	48,01 b	39,83 a	1,09 b	174,51 a	164,94 b	0,46 a	0,28 a
EV	61,46 a	44,73 a	1,42 a	181,91 a	226,52 a	0,48 a	0,24 a
CV (%)	14,39	16,69	10,16	15,10	28,12	21,89	27,13
Concentração de AIB	1,10 ns	5,22 **	9,14 **	5,38 **	6,08 **	3,22 *	2,85 ns
CV (%)	15,57	15,95	8,85	37,73	43,57	17,16	24,34
PI X DE	11,91 *	9,45 *	5,43 ns	2,85 ns	0,57 ns	1,50 ns	4,18 ns
PI X AIB	1,10 ns	0,17 ns	0,43 ns	0,65 ns	0,13 ns	4,02 *	2,22 ns
DE X AIB	0,33 ns	0,02 *	3,77 *	1,49 ns	1,89 ns	0,45 ns	7,32 **
PI X DE X AIB	0,97 ns	0,31 ns	0,95 ns	1,04 ns	2,25 ns	2,48 ns	1,03 ns

* e ** = significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; AIB = ácido indolbutírico; EH = estaca horizontal; EV = estaca vertical.

Entre os períodos de indução (PI), as estacas horizontais (44,81 %) apresentaram resultados significativamente superiores aos 30 dias, enquanto que as dispostas verticalmente foram estatisticamente iguais entre 30 e 60 dias (Figura 4B).

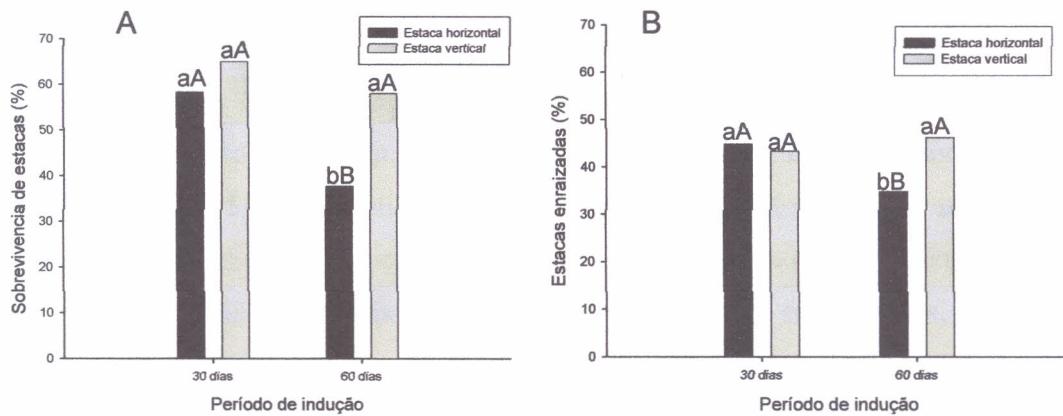


Figura 4. Sobrevivência de estacas (A) e porcentagem de estacas enraizadas (B), de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função do período de indução e disposição de estacas (horizontal e vertical). Letras maiúsculas compararam a disposição das estacas e letras minúsculas compararam os períodos de indução.

A presença de folhas nas estacas pode ter favorecido o enraizamento e formação das raízes, visto que Silva & Kiill (2016), ao testarem a produção de mudas de *R. echinus* por estaquia, mas com a retirada das folhas das estacas, obtiveram percentual de enraizamento baixo (50 %). Segundo Pacheco & Franco (2008), devido às folhas serem locais de síntese de auxina e carboidratos, espera-se que a presença das folhas nas estacas favoreça a sobrevivência e a formação de raízes. Além disso, é provável que o enraizamento e a sobrevivência das estacas com folhas estejam relacionados à síntese de compostos fenólicos pela parte aérea. Ainda de acordo Hartmann et al. (2002), a potencialidade de uma estaca para formar raízes é variável com a espécie, ou mesmo, com o cultivar.

Em relação ao tempo de permanência da muda no viveiro, Zacheo et al. (2013) comentaram quanto maior o intervalo entre a formação da muda e a transferência para o campo, maior será o desenvolvimento da parte aérea e da raiz. No entanto, isso pode acarretar em problemas no momento do transplantio das mudas para o campo,

como danos as raízes no plantio (quebra ou dobramento), como também a parte aérea pela perda das folhas nos primeiros dias após o plantio.

Considerando a interação PI x AIB para biomassa seca da parte aérea (Figura 5), observou-se que aos 30 dias de cultivo não houve diferença significativa entre as concentrações de AIB (Figura 5A), enquanto que aos 60 dias de cultivo observou-se que os dados assumiram comportamento sigmoidal (Figura 5B). Isso demonstra que as estacas que receberam as concentrações de AIB se sobressaíram em relação as que não receberam. No entanto, observou-se que entre as concentrações, o maior valor (0,55 g) foi obtido em 1000 ppm, sendo que o aumento sucessivo das concentrações fez com que ocorresse redução na massa seca da parte aérea. Isso pode ter ocorrido devido os níveis acima de 1000 ppm, terem sido tóxicos, reduzindo a formação das raízes e consequentemente o crescimento da parte aérea. Segundo Taiz & Zeiger (2017), a auxina é largamente sintetizada na parte aérea e transportada em direção à raiz, enquanto a citocinina é sintetizada na raiz e se move em direção a parte aérea. Assim, os altos níveis de auxina podem ter tido efeito inverso, reduzindo a emissão de raízes e consequentemente o crescimento da parte aérea. Em trabalho realizado por Paulus et al. (2016), os resultados mostraram que a aplicação exógena de AIB favorecem o acúmulo de massa seca de *Rosmarinus officinalis* (alecrim), visto que segundo os autores o maior valor de biomassa seca (0,24 g) foi obtido com a concentração de 2500 ppm.

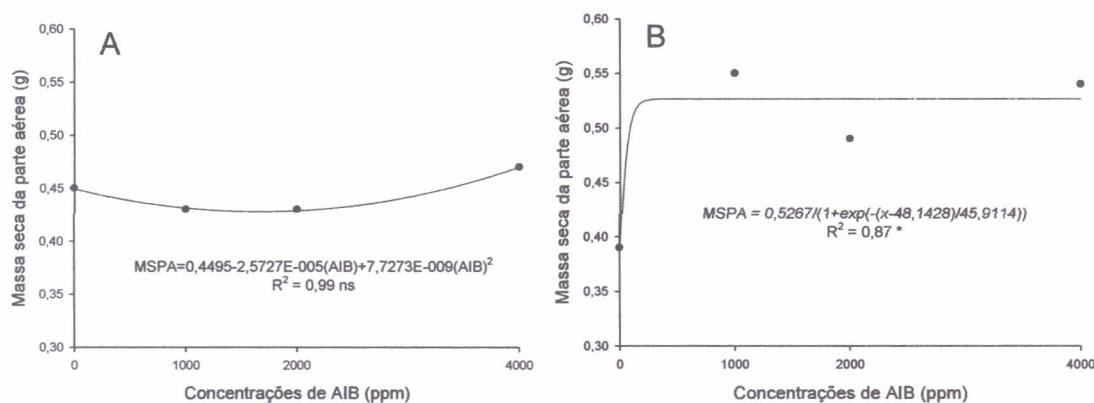


Figura 5. Biomassa seca da parte aérea de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função do período de indução: 30 dias (A) e 60 dias (B) e das concentrações de AIB.

Para o percentual de estacas enraizadas em função da disposição de estacas e concentração de AIB (Figura 6), observou-se que tanto para as estacas na disposição horizontal (Figura 6A) e vertical (Figura 6B) ocorrem a mesma tendência com ajuste ao modelo sigmoidal. Observou-se que houve incremento do percentual de estacas enraizadas com o aumento nas doses de AIB, sendo que a partir da concentração de 1000 ppm, ocorreu redução do percentual de emissão de raízes. Supõe-se que as concentrações maiores possam ter causado efeito inverso, ocasionando redução na formação de raízes nas estacas. Este comportamento pode estar relacionado com o fato de elevadas concentrações de auxina terem sido tóxicas às plantas afetando a formação de raízes. O teor adequado de auxina exógena, para estímulo do enraizamento, depende da espécie e da concentração de auxina existente no tecido, sendo que o fornecimento exógeno de auxina, em certas quantidades, pode promover alteração hormonal, favorecendo ou não o enraizamento (PAULUS et al., 2016).

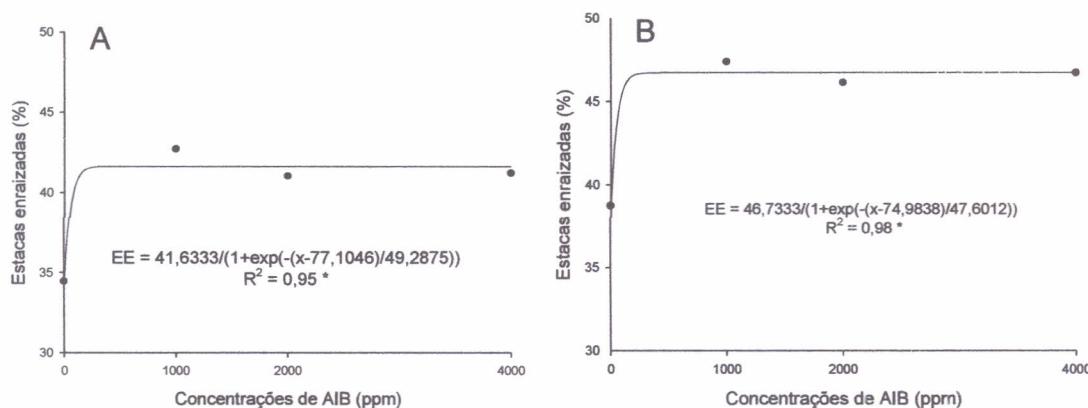


Figura 6. Porcentagem de estacas enraizadas de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função da disposição de estacas: horizontal (A) e vertical (B) e das concentrações de AIB.

Pode ocorrer que concentrações elevadas de ácido indolbutírico possivelmente deixam de ser promotoras de desenvolvimento, passando a atuar como inibitórias (PEREIRA et al., 2012). Um balanço endógeno adequado, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas, ou seja, equilíbrio entre promotores e inibidores do processo de iniciação radicular é requerido para emissão radicular em estacas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Corroborando com os resultados deste trabalho quanto a variável estudada, Paulus et al., (2016) observaram que concentrações acima de 2500 ppm causaram redução no percentual de enraizamento das estacas de *Rosmarinus officinalis*. Já Paulus et al. (2014) obtiveram resultados diferentes ao testarem concentrações de AIB em *Aloysia triphylla* (limonete), em que os autores observaram que na concentração de 1500 ppm ocorreu maior porcentagem de enraizamento, e que as concentrações superiores causaram efeito inverso.

O número de brotos, tanto para a disposição horizontal (Figura 7A) das estacas, quanto vertical (Figura 7B) apresentaram uma tendência a redução na quantidade de brotos por estaca a cada concentração de AIB utilizada (Figura 7). Segundo Beckmann-Cavalcante et al. (2014), o fornecimento exógeno de auxina, em quantidades superiores às necessárias pela estaca, pode promover uma alteração hormonal, favorecendo ou não a brotação.

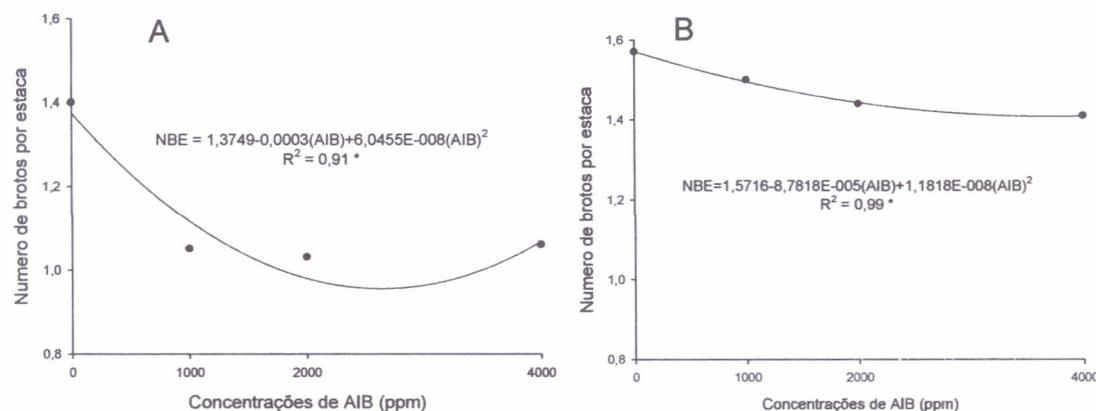


Figura 7. Número de brotos por estacas de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função da disposição de estacas: horizontal (A) e vertical (B) e das concentrações de AIB.

Segundo Delgado & Yuyama (2010), isso ocorre devido às estacas tratadas com reguladores vegetais iniciarem a formação de raiz primeiro que a formação de brotos. Tal comportamento pode estar relacionado ao fato de a aplicação de AIB favorecer o enraizamento pelo suplemento de auxina, mas, em contrapartida, desfavorecer o crescimento das brotações, conforme relatam (FERREIRA & FERRARI, 2010). Esse resultado sugere que a não aplicação de AIB favoreceu uma maior brotação das estacas pelo balanço favorável às citocininas e que com crescentes aplicações de

AIB o percentual de gemas brotadas reduziu, devido, justamente, aos já bem definidos efeitos fisiológicos das citocininas em promoverem o crescimento de gemas laterais e as auxinas inibirem, conforme pode ser observado em Taiz & Zaiger (2013). Como também, segundo Hartmann et al., (2002), níveis altos de auxinas e baixos de citocininas podem favorecer a formação de raízes adventícias, e níveis baixos de auxinas e altos de citocininas podem favorecer a formação de brotos adventícios, demonstrando assim a relação da baixa quantidade de brotos encontrados nas estacas. Em trabalho realizado por Delgado & Yuyama (2010), os resultados encontrados mostraram que a utilização de AIB em estacas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. (McVough) não favoreceu a emissão de brotações, sendo a concentração de 0 ppm a que possibilitou o maior número de brotos nas estacas.

Para biomassa seca de raiz (Figura 8), observou-se que os comportamentos foram distintos entre as estacas na disposição horizontal e vertical em função das concentrações de AIB. Para as estacas horizontalizadas, com o aumento das concentrações, ocorreu um acréscimo na produção de biomassa seca da raiz, obtendo-se 0,33 g na concentração máxima de 2800 ppm (Figura 8A). Comportamento inverso foi observado para as estacas na posição vertical, em que o maior valor foi verificado sem adição de AIB às estacas. Porém as demais concentrações de AIB também favoreceram a produção de raízes, mas em menor quantidade. Provavelmente ocorreu um maior favorecimento na produção da biomassa seca da parte aérea em detrimento das raízes.

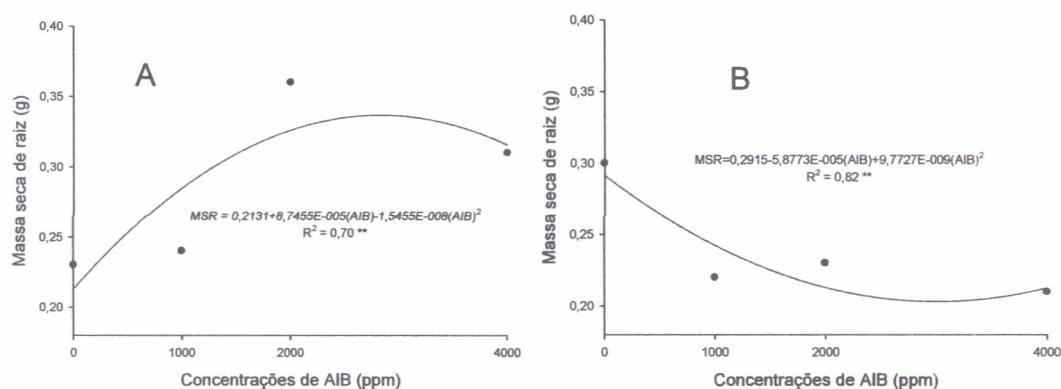


Figura 8. Biomassa seca de raiz de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função da disposição de estacas: horizontal (A) e vertical (B) e das concentrações de AIB.

O regulador de vegetal pode acelerar o metabolismo normal e aumentar o número de primórdios radiculares, fazendo com que ocorra a emissão de raízes. Em trabalho realizado por Bona et al., (2010), os autores encontraram dados diferentes. O maior acumulo de biomassa seca de raiz de *Lavandula dentata* (lavanda francesa) foi obtido na maior concentração utilizada (3000 ppm).

Considerando o efeito isolado dos tratamentos, observou-se que o comprimento médio da maior raiz e o volume radicular (Figuras 9A e 9B respectivamente), sofreram influência da disposição das estacas (Tabela 1). Observou-se que, para ambos o período de cultivo de 60 dias promoveu resultados significativamente superiores em relação ao período de cultivo de 30 dias. Como também os resultados demonstram que para as duas variáveis, a partir da concentração de 1000 ppm houve um incremento no tamanho como também no volume radicular.

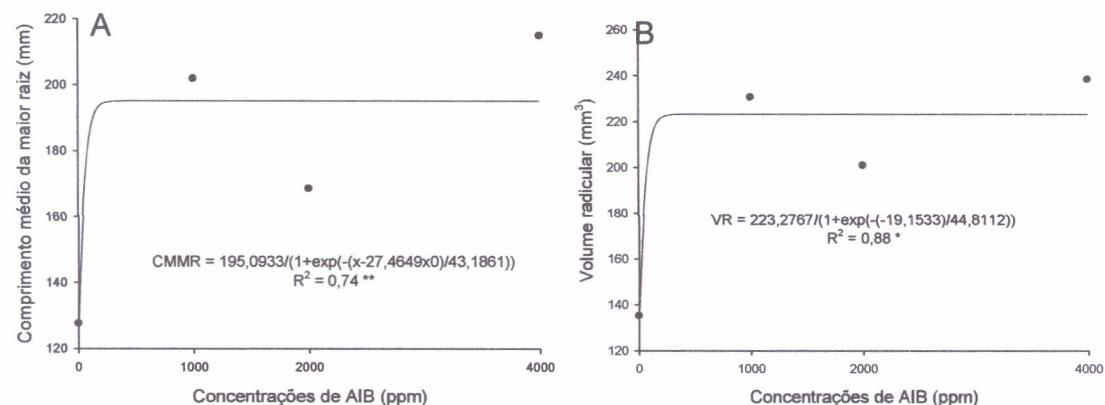


Figura 9. Comprimento médio da maior raiz (A) volume radicular (B) de estacas de *Rhaphiodon echinus* Schauer em função das doses de AIB.

Segundo Hartmann et al. (2011), a aplicação de auxina pode proporcionar maior velocidade de formação e uniformidade do sistema radicular, neste caso demonstrado pelo aumento do comprimento médio da maior raiz e volume radicular a cada concentração utilizada. Segundo Vignolo et al. (2014), o maior comprimento de raiz pode ter relação com a concentração endógena mais elevada de auxinas, favorável ao maior desenvolvimento do sistema radicular. De acordo com Moubayidin et al. (2010), o crescimento da raiz ocorre quando, no meristema apical, a divisão celular prevalece sobre a diferenciação, fato que ocorre porque há uma maior concentração de

auxinas promovendo a divisão do que citocininas promovendo a diferenciação, indicando que a presença de folhas induziu um balanço favorável às auxinas. Dias et al. (2011), verificaram que aplicações exógenas de auxina sintética podem modificar ainda a concentração de açúcares na parte aérea e radicular.

De acordo com Navroski et al., (2016), mudas que apresentam sistema radicular mais adequado, ou seja, maior comprimento de raízes, tendem a sobreviver melhor do que aquelas que possuem sistema radicular inferior caracterizado por poucas raízes. Nas primeiras semanas, as condições podem ser adversas e comprometer a sua sobrevivência, como também as que permanecem por períodos mais longos de formação tendem a apresentar maior desenvolvimento da parte aérea e das raízes no momento do transplante. Por outro lado, quanto mais tempo na fase de viveiro, maior o crescimento do sistema radicular e, consequentemente, maior é o risco de danos no transplante (ZACCHEO et al., 2013).

5. CONCLUSÕES

O período de cultivo de 30 dias é o mais apropriado para o processo de enraizamento das estacas, como também a disposição vertical das estacas proporciona melhor sobrevivência e enraizamento. Em relação ao AIB, a concentração de 1000 ppm pode ser indicada para a produção de mudas de *R. echinus*, mas outros estudos devem ser realizados, a fim de aumentar a porcentagem de enraizamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, I. A.; KIILL, L. H. P. Arborização, floricultura e paisagismo com plantas da Caatinga. **Informativo Abrates**, v.24, n.3, p.63-67, 2014.
- BALESTRI, E.; VALLERINI, F.; CASTELLI, A., LARDICCI, C. Application of plant growth regulators, a simple technique for improving the establishment success of plant cuttings in coastal dune restoration. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.99, p.74-84, 2012.
- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; AMARAL, G. C.; AVELINO, R. C.; BRITO, L. P. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Propagação de *Alternanthera dentata* pelo processo de estaqueia. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.2, p.170-177, 2014.

- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; COTTING, J. C.; SILVA, S. D. P.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v.8, n.1, p. 43-58, 2017a.
- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SABINO, J. H. F.; BARBOSA, M. S. M.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; SILVA, S. D. P.; STUMPF, E. R. T. Innovation in floriculture with ornamental plants from Caatinga biome. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n.3, p.289-295, 2017b. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i3.1081>
- BONA, CM; BIASI, LA; LIPSKI, B; MASETTO, MAM; DESCHAMPS, C. Adventitious rooting of auxin-treated *Lavandula dentata* cuttings. **Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1210-1213, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000081>
- CARDOSO, J. C. Melhoramento de espécies ornamentais como estratégia para o desenvolvimento e autossuficiência do setor. **Horticultura Brasileira**, v.31 n.1, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000100028>
- CARVALHO JÚNIOR, W. G. O.; MELO, M. T. P.; MARTINS, E. R. Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim pimenta. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2199 -2202, 2009.
- CARVALHO, J. N. **Espécies nativas da caatinga para recuperação de áreas degradadas: prospecção, ecofisiologia da germinação e crescimento de plantas**. 96 p. (Dissertação Metrado). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2016.
- CLABEN-BOCKHOFF, R.; SPECK, T.; TWERASER, E.; WESTER, P.; THIMM, S.; REITH, M. The staminal lever mechanism in *Salvia* L. (Lamiaceae): a Key innovation for adaptive radiation?. **Organisms Diversity & Evolution**, v.4, n.3, 189-205, 2004.
- COE, H. H. G.; RICARDO, S. F.; SOUSA, L. O. F.; DIAS, R. R. Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.8, n.2, p.09-21, 2017.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.
- COSTA, A. R.; SILVA, J. S.; LIMA, K. R. R.; ROCHA, M. I.; BARROS, L. M.; COSTA, J. G. M.; BOLIGON, A. A.; KAMDEM, J. P.; CARNEIRO, J. N. P.; LEITE, N. F.; MENEZES, I. R. A.; DUARTE, A. E.; MORAIS-BRAGA, M. F. B.; COUTINHO, H. D. M. *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer: Chemical, toxicological activity and increased antibiotic activity of antifungal drug activity and antibacterial. **Microbial Pathogenesis**, v.107, 280-286, 2017.
- CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.5-10, 2009.

DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.522-526, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000066>

DIAS, J. P. T.; TAKAHASHI, K.; FILHO, J. D.; ONO, E. O. Enraizamento de estacas de brotações oriundas de estacas radiculares de amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.649-653, 2011. Doi: 10.1590/S0100 29452011000500090.

DRAGOVIC, M. J. O. Selection and domestication of endemic species from macaronesia with ornamental value. **Acta Horticulturae**, v.1097, p.193-198, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1097.23>

DIAS, C. T. V.; KIILL, L. P. D. Ecologia da polinização de *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer (Lamiaceae) em Petrolina, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.4, P.977-982 2007.

DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, n.72, p.453-462, 2012.

DUARTE, A. E.; WACZUK, E. P.; ROVERSI, K.; SILVA, M. A. P.; BARROS, L. M.; CUNHA, F. A. B.; MENEZES, I. R. A.; COSTA, J. G. M.; BOLIGON, A. A.; ADEMILUYI, A. O.; KAMDEM, J. P.; ROCHA, J. B. T.; BURGER, M. E. Polyphenolic Composition and Evaluation of Antioxidant Activity, Osmotic Fragility and Cytotoxic Effects of *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer. **Molecules**, v.21, n.21, 2016.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. EDUFAL, Maceió, Brasil. 2000. 604 p.

FERREIRA, G.; FERRARI, T.B. Enraizamento de estacas de atemoieira (*Annona Cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.) cv. Gefner submetidas a tratamento lento e rápido com auxinas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.329-336, 2010.

FIGUEIREDO, L. S.; BONFIM, F. P. G.; FERRAZ, E. O.; CASTRO, C. E.; SOUZA, M. F.; MARTINS, E. R. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) em leito com umidade controlada. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.11, n.1, p.33-36, 2009.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; CARVALHO JR.; A. A.; COELHO, M. A. N.; COSTA, A. F.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M. G.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; LUGHADHA, E. N.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, S.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M.; ZAPPI, D. C. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**, v.62, n.1, p.39-45, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.8>

HARLEY, R.; FRANÇA, F.; SANTOS, E. P.; SANTOS, J. S.; PASTORE, J. F. Lamiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB8295>>. Acesso em: 09 de out. de 2017.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, R. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 8^a ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011, 915p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 7. ed. New York: Englewood Cliffs, 2002. 880p.

IBRAFLOR. Instituto Brasileiro de Floricultura. **Mercado de flores.** Holambra, SP: IBRAFLOR, 2017. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/site/2017/11/04/mercado-de-flores-vera-longuini/>>. Acessado em Janeiro de 2018.

LEAL, L.; BIONDI, D. POTENCIAL ORNAMENTAL DE ESPÉCIES NATIVAS. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.8, n.8, 2006.

KIRCHHOF, G.; PENDAR, K. **Delta-T SCAN User Manual.** Cambridge: Delta-T Scan Devices Ltd, 1993. 244p.

LIMA, E. A.; MELO, J. I. M. Biological spectrum and dispersal syndromes in an area of the semiarid region of north-eastern Brazil. **Acta Scientiarum**, v.37, n.1, p.91-100, 2015.

MACHADO, B. F. M. T.; FERNANDES JUNIOR, A. Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. **Cadernos Acadêmicos Tubarão**, v.3, n.2, p.105-127, 2011.

MOUBAYIDIN, L.; PERILLI, S.; LOIO, R. D.; MAMBRO, R.; COSTANTINO, P.; SABATINI, S. The rate of cell differentiation controls the arabidopsis root meristem growth phase. **Current Biology**, Londres, v.20, n.12, p.1138-1143, 2010.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti.** São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011, p.1017.

NAVROSKI, M. C.; TONETT, E. L.; MAZZO, M. V.; FRIGOTTO, T.; PEREIRA, M. O.; GALVANI, L. V. Procedência e adubação no crescimento inicial de mudas de cedro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 17-24, 2016.

NUCCI, M.; ALVES-JUNIOR, V. V. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (cambess.) o. Berg - Myrtaceae em área de cerrado no sul do Mato Grosso do Sul, brasil. **Interciênciia**, v.42, n.2, 2017.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de Mata de Galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.991-999, 2013.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; PAULUS, E. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de alecrim. **Horticultura Brasileira** v.34, n.4, p.520-528, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620160411>

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton de acordo com IBA e comprimento de estacas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.16, n.1, pp.25-31, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516 05722014000100004>.

PEREIRA, G. H. A.; COUTINHO, F. S.; SILVA, R. A. C.; LOSS, A. Desenvolvimento de estacas de alamanda amarela sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Comunicata Scientiae**, v.3, n.1, p.16-22, 2012.

PEQUENO, I. D.; ALMEIDA, N. M.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Biologia reprodutiva e guilda de visitantes florais de *Pseudobombax marginatum* (Malvaceae). **Rodriguésia**, v.67, n.2, p.395-404, 2016. DOI: 10.1590/2175-7860201667211

PIMENTA, M. R.; FERNANDES, L. S.; PEREIRA, U. J.; GARCIA, L. S.; LEAL, S. R.; LEITÃO, S. G.; SALIMENA, F. R.; VICCINI, L. F.; PEIXOTO, P. H. P. Floração, germinação e estquia em espécies de *Lippia* L. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.2, p.211-220, 2007.

PIVETTA, K. F. L.; PEDRINHO, D. R.; FÁVERO, S.; BATISTA, G. S.; MAZZINI, R. B. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espirradeira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, v.36, n.1, p.17-23, 2012.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The Nature History of pollination**. Timber Press, Portland, Oregon, 1996, 480 p.

REFLORA, 2017. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=2991466>. Acesso em 08 jan. 2018.

RODARTE, A. T. A.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. A flora melítófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.2, p.301-312, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S010233062008000200001>

SCALON, S. P. Q.; RAMOS, M. B. M.; VIEIRA, M. C. Auxinas e boro no comprimento da maior raiz e número de estacas enraizadas de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e carqueja (*Baccharis trimera* Less A.P.D.C.) em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.5, n.2, p.71-76, 2003.

SILVA, F. A. S. **Assistat Versão 7.7 beta**. DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brasil. 2016. (Registro INPI 0004051-2).

SILVA, R. C. S. & KIIL, L. H. P. Propagação de *Rhaphiodon echinus* Schauer (Lamiaceae) para fins ornamentais. **XI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**, Petrolina, PE, p.125-129, 2016.

SIQUEIRA FILHO, J. A. **A flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Editora Andria Jakobsson, Rio de Janeiro, Brasil. 2012, 552 p.

SPSS. Inc. Sigma Plot. Version 12.0. CD Rom. 2011.