UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
***CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JESSYCA VECHIATO GALASSI

DOVIÁLIS: PROPAGAÇÃO ASSEXUADA E SEXUADA, EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ÉPOCAS, CONCENTRAÇÕES DE AUXINAS, SUBSTRATOS E PERÍODOS DE FERMENTAÇÃO

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
2022

JESSYCA VECHIATO GALASSI

DOVIÁLIS: PROPAGAÇÃO ASSEXUADA E SEXUADA, EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ÉPOCAS, CONCENTRAÇÕES DE AUXINAS, SUBSTRATOS E PERÍODOS DE FERMENTAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Drª. Fabíola Villa

Linha de Pesquisa: Manejo de Culturas

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR

2022

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

VECHIATO GALASSI, JESSYCA
DOVÁLIS: PROPAGAÇÃO ASSEXUADA E SEXUADA, EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ÉPOCAS, CONCENTRAÇÕES DE AUXINAS, SUBSTRATOS E PERÍODOS DE FERMENTAÇÃO / JESSYCA VECHIATO GALASSI; orientadora FABÍOLA VILLA. -- Marechal Cândido Rondon, 2022.
52 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2022.

1. Dovyalis sp.. 2. Propagação assexuada. 3. Auxinas . 4. Fitorreguladores. I. VILLA, FABÍOLA , orient. II. Título.

unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - http://www.unioeste.br
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

JESSYCA VECHIATO GALASSI

Doviális: propagação assexuada e sexuada, em função de diferentes épocas, concentrações de auxinas, substratos e períodos de fermentação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientadora - Fabíola Villa
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Daniel Fernandes da Silva
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Daniele Guariente Rorato
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Hélida Mara Magalhães
Universidade Paranaense - UNIPAR (UNIPAR)

Marechal Cândido Rondon, 30 de maio de 2022

DEDICO

Aos meus pais: Elza Vechiato Galassi e José Braz Galassi, por todo apoio durante essa jornada.

OFEREÇO

A todos que estiveram comigo durante essa etapa tão importante, em especial os colegas do **Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF)** e todos meus amigos, que estiveram ao meu lado, nos bons e maus momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me dar saúde e forças para superar todos os obstáculos encontrados pelo caminho.

Aos meus pais, José Braz Galassi e Elza Vechiato Galassi, por serem essenciais em minha vida, sempre me ajudando e apoiando durante todo o trajeto dessa longa caminhada.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), bem como a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Drª. Fabíola Villa, pela orientação e pelos conhecimentos repassados, pela atenção, dedicação e paciência.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF), por toda ajuda concedida, pela amizade e parceria ao longo desses dois anos!

MUITO OBRIGADA.

RESUMO

GALASSI, Jessyca Vechiato. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, maio – 2022. **Doviális: propagação assexuada e sexuada, em função de diferentes épocas, concentrações de auxinas, substratos e períodos de fermentação.** Orientadora: Drª Fabíola Villa.

O doviális é um fruto que tem ganhado mercado com o aumento da procura por frutos exóticos ao longo dos últimos anos. Foram realizados dois experimentos na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico "Professor Dr. Mário César Lopes", da Unioeste *Campus* Marechal C. Rondon (PR). No experimento 1, objetivou-se avaliar o enraizamento de estacas de *Dovyalis* sp., utilizando concentrações de auxinas sintéticas, em duas épocas do ano, de outubro a dezembro de 2020 (primavera), e maio a julho de 2021 (outono). Estacas com 15 centímetros de comprimento e dois pares de folhas reduzidas ao meio, tiveram a base imersas por 15 segundos em soluções com diferentes concentrações das auxinas [ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA) e 2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético)], foram retiradas e dispostas em estufim, contendo o substrato areia. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 x 2 [4 auxinas x 4 concentrações (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mg L^{-1}) x 2 períodos], contendo 3 repetições de 25 estacas por parcela. As avaliações fitotécnicas ocorreram após 70 dias da implantação do experimento, em cada respectiva época. Estacas de doviális podem ser preparadas na primavera e no outono. As auxinas sintéticas que podem ser utilizadas são o AIB, na concentração 1000 mg L^{-1} e o AIA nas concentrações entre 1000 e 3000 mg L^{-1}. No experimento 2, o objetivo foi verificar a influência de diferentes substratos e períodos de fermentação para superação de dormência, na emergência de plântulas de doviális. Realizado em telado, fechado no teto e nas laterais com malha preta de 30% de sombreamento. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 [quatro substratos (casca de arroz carbonizada, areia, substrato comercial e Latossolo Vermelho) x quatro períodos de fermentação dos frutos (0, 7, 14 e 21 dias)], contendo 4 repetições e 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento. As avaliações ocorreram diariamente do 1º ao 35º dia após a instalação do experimento. Determinou-se a emergência de plântulas EP, o índice de velocidade de emergência IVE o tempo médio de emergência TME e a velocidade média de emergência VME. Para as variáveis EP e IVE, independentemente do substrato utilizado, no tempo zero de fermentação constatou-se os melhores resultados. Por outro lado, a areia apresentou o maior TME, independente dos períodos de fermentação. Para VME apenas o

substrato Latossolo Vermelho apresentou interação significativa e obteve o maior valor desta variável aos 21 dias de fermentação. Sendo assim, no tempo 0, independente do substrato utilizado demonstrou-se melhor em relação aos outros períodos de fermentação.

Palavras-chave: *Dovyalis* sp. Propagação assexuada. Fitorreguladores. Fruto Exótico. Fruticultura.

ABSTRACT

GALASSI, Jessyca Vechiato. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, May - 2022. **Dovialis: asexual and sexual propagation as a function of different times, auxin concentrations, substrates and fermentation periods.** Advisor: Dr.Sc. Fabíola Villa.

The dovialis is a fruit that has been gaining market share with the increase in demand for exotic fruits over the last few years. Two experiments were conducted at the Station for Protected Cultivation and Biological Control "Professor Dr. Mário César Lopes", of the Unioeste, *Campus* Marechal C. Rondon (PR). In experiment 1, the aim was to evaluate the rooting of *Dovyalis* sp. cuttings, using concentrations of synthetic auxins, at two times of the year, from October to December 2020 (spring), and May to July 2021 (fall). Cuttings with 15 centimeters long and two pairs of leaves reduced in half, had the base immersed for 15 seconds in solutions with different concentrations of auxins [indolacetic acid (IAA), indolbutyric acid (IAB), naphthaleneacetic acid (NAA) and 2,4-D (2,4 dichlorophenoxyacetic acid)], were removed and arranged in a greenhouse, containing the sand substrate. The experimental design was entirely randomized, in a 4 x 4 x 2 factorial scheme [4 auxins x 4 concentrations (0, 1,000, 2,000 and 3,000 mg L^{-1}) x 2 periods], with 3 repetitions of 25 cuttings per plot. The phytotechnical evaluations occurred 70 days after the implementation of the experiment, in each respective period. Doviali cuttings can be prepared in spring and fall. The synthetic auxins that can be used are the AIB, in the concentration 1000 mg L^{-1} and the AIA in concentrations between 1000 and 3000 mg L^{-1}. In experiment 2, the objective was to verify the influence of different substrates and fermentation periods for overcoming dormancy, on the emergence of dovialis seedlings. The experiment was carried out in a shaded area, closed in the roof and sides with a black mesh of 30% shade. The experimental design was in randomized blocks in a 4 x 4 factorial scheme [four substrates (carbonized rice husk, sand, commercial substrate and Red Latosol) x four periods of fruit fermentation (0, 7, 14 and 21 days)], with 4 repetitions and 50 seeds per repetition, totaling 200 seeds per treatment. The evaluations occurred daily from the 1st to the 35th day after the installation of the experiment. We determined the seedling emergence EP, the emergence velocity index EVI, the average time of emergence TME and the average speed of emergence VME. For the variables EP and EVI, regardless of the substrate used, at time zero of fermentation the best results were observed. On the other hand, sand presented the highest TME, independent of the fermentation periods. For VME only the substrate Red Latosol showed significant interaction and obtained the highest value of this variable at 21 days of

fermentation. Thus, at time 0, regardless of the substrate used, it was better in relation to the other periods of fermentation.

Key-words: *Dovyalis* sp. Asexual propagation. Phytoregulators. Exotic fruit. Fruticulture.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1. (A) Plantas matrizes de *Dovyalis* sp. no pomar experimental. (B) Estaca de *Dovyalis* sp. com dois pares de folhas reduzidos ao meio. (C) Estacas de *Dovyalis* sp. alocadas em baldes com água. (D) Estacas de *Dovyalis* sp. em substrato areia lavada, dentro de estufim. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....21

Figura 2. (A) Estacas de *Dovyalis* sp. emergidas em solução de auxina. (B) Estrutura denominada de estufim, onde as estacas de *Dovyalis* sp. foram alocadas após imergidas nas soluções com as concentrações correspondentes aos tratamentos. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....22

Figura 3. Estacas de *Dovyalis* sp. com presença de raízes maiores ou iguais a 0,01 cm, consideradas aptas à avaliação. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....23

Figura 4. Porcentagem de estacas enraizadas de doviális, em relação ao ácido indolacético (AIA), 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L^{-1}. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....25

Figura 5. Valores médios e máximos de temperatura do ar, média de umidade relativa do ar, durante o período do experimento (outubro a dezembro 2020 e maio a julho de 2021), com estacas de *Dovyalis* sp. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR.....27

Figura 6. Porcentagem de estacas de doviális com brotações, em relação ao ácido indolacético (AIA), 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), nas concentrações de 0; 1000; 2000 e 3000 mg L^{-1}. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....30

Figura 7. Comprimento médio das raízes em estacas de doviális, em relação ao ácido indolacético (AIA), 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), nas concentrações de 0; 1000; 2000 e 3000 mg L^{-1}. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....31

Artigo 2

Figura 1. Temperaturas máximas, média e mínima do ar (ºC) e umidade média relativa do ar (%) observadas durante o período do experimento (julho a outubro de 2021). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....40

Figura 2. (A) Plantas matrizes de doviális no pomar experimental da Unioeste. (B) Frutos maduros de doviális, (C) Despolpamento dos frutos de doviális, com auxílio de peneira. (D) Sementes de doviális após despolpamento e secagem a sombra e temperatura ambiente de 25±2ºC. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....41

Figura 3. Bandejas plásticas contendo, da esquerda para a direita, respectivamente, os substratos casca de arroz carbonizada, substrato comercial, areia e Latossolo Vermelho. Cada placa presente nas bandejas plásticas sinaliza uma repetição, sendo quatro repetições por bandeja. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....42

Figura 4. Percentagem de emergência de plântulas (EP) de doviális em função de substratos e tempos de fermentação. S1 = casca de arroz carbonizada, S2 = Latossolo Vermelho, S3 = areia, S4 = substrato comercial. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....45

Figura 5. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de doviális em função de substratos e tempos de fermentação. S1 = casca de arroz carbonizada, S2 = Latossolo Vermelho, S3 = areia, S4 = substrato comercial. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....46

Figura 6. Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de doviális em função de substratos e tempos de fermentação. S1 = casca de arroz carbonizada, S2 = Latossolo Vermelho, S3 = areia, S4 = substrato comercial. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....47

Figura 7. Velocidade média de emergência (VME) de plântulas de doviális em função do substrato Latossolo Vermelho e tempos de fermentação. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....48

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1. Resumo da análise de variância contendo os valores dos quadrados médios para estacas enraizadas (EE%), estacas calejadas (EC%), estacas brotadas (EB%), número de raízes (NR), comprimento da maior raiz [CMR (cm)], número de brotações (NB). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....24

Tabela 2. Médias de estacas enraizadas (%), estacas calejadas (%), estacas com brotações (%), número de raízes, comprimento da maior raiz (cm) e comprimento da maior brotação (cm), em relação aos períodos de retirada das estacas e tipos de auxinas utilizados. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....28

Artigo 2

Tabela 1. Caracterização química dos substratos utilizados no experimento. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....42

Tabela 2. Resumo da análise de variância contendo os valores do quadrado médio para emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) em função de substratos (S) e fermentação (F). Unioeste, *Campus* Marechal C. Rondon-PR, 2022.....43

Tabela 3. Componentes de emergência do doviális em função dos substratos. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.....49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....13

REFERÊNCIAS.....15

2 ARTIGO 1.....17

RESUMO.....17

ABSTRACT.....18

INTRODUÇÃO.....19

MATERIAL E MÉTODOS.....20

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....24

CONCLUSÕES.....32

REFERÊNCIAS.....32

3 ARTIGO 2.....36

RESUMO.....36

ABSTRACT.....37

INTRODUÇÃO.....38

MATERIAL E MÉTODOS.....39

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....43

CONCLUSÕES.....49

REFERÊNCIAS.....49

4 CONCLUSÕES GERAIS.....53

1 INTRODUÇÃO GERAL

Segundo Silva et al (2011) no gênero *Dovyalis* podem ser encontrados 11 espécies, dentre elas, o *Dovyalis hebecarpa* (Gardner) Warb que é uma espécie arbustiva pertencente à família Salicaceae (BORGES et al., 2010), originária do sul da Índia, também conhecida como mukambura, unkokolo, groselha-do-ceilão, abricó-da-flórida, groselha-híbrida, keyapple, doveplum ou ketembilia.

O fruto é caracterizado por um epicarpo roxo-avermelhado, com várias sementes distribuídas no mesocarpo (SILVA et al., 2011). Segundo Rosso e Mercadante (2007), os frutos possuem alto teor de compostos antioxidantes como antocianinas e carotenoides. Os mesmos podem ser consumidos *in natura*, mas a sua principal utilização está na indústria, sendo utilizados no processamento de balas, sucos, geleias e licores (VILLA et al., 2019).

Há uma carência de estudos realizados no Brasil sobre o doviális, os quais são importantes para o desenvolvimento desta cultura. No entanto, sabe-se que a espécie apresenta um número elevado de sementes por frutos e que estas não precisam de métodos de superação de dormência, pois são classificadas como recalcitrantes (ROTILI et al., 2021), o que assegura fácil germinação, desde que em condições ideais. Porém, a espécie pode ser propagada assexuadamente por outros métodos, como estaquia e mergulhia.

A escolha do substrato é um fator relevante para a germinação das sementes e desenvolvimento das mudas, pois características como estrutura, pH, aeração, capacidade de retenção de água, disponibilidade de nutrientes, oxigênio, temperatura e custo são de fundamental importância para garantir um bom desempenho na produção de mudas (SILVA et al., 2015).

Para o cultivo comercial de doviális, é necessário ter um pomar homogêneo e uniforme, com a utilização de mudas com qualidade fitossanitária (RINALDI et al. 2017). A estaquia é um método possibilita a uniformidade e qualidade das mudas pela clonagem de genótipos selecionados de plantas matrizes, além de eliminar o período de juvenilidade (ZEM et al., 2015; HARTMANN et al., 2018).

Aliado a propagação vegetativa por estaquia está o uso de fitorreguladores vegetais, que influencia no enraizamento adventício, possibilitando a produção de mudas por estaquia de espécies consideradas de difícil enraizamento (SILVA et al., 2015). Entre os fitorreguladores de crescimento, as auxinas são as empregadas com maior frequência (LIMA et al., 2016).

Para Fronza e Hamann (2015) as principais auxinas empregadas na propagação de mudas são a auxina natural AIA (ácido indolacético) e as auxinas sintéticas AIB (ácido indolbutírico), ANA (ácido naftalenacético) e o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético).

Para Guasso et al. (2020) outro fator que exerce forte influência na diferenciação e desenvolvimento de raízes no processo de estaquia é a época do ano em que são coletadas as estacas, sendo assim, o momento de coleta das estacas é um fator importante a ser considerado por refletir no enraizamento das mesmas (NEGISHI et al., 2014).

Para algumas espécies qualquer época do ano é favorável à retirada de estacas, no entanto, para outras, a melhor época é quando as plantas se encontram em baixo metabolismo (dormência) ou quando apresentam crescimento ativo (HARTMANN et al., 2018).

REFERÊNCIAS

BORGES, G. et al. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, redcurrants, and cranberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.3901-3909, 2010.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas.** Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Politécnico / Rede e-Tec Brasil. 2015. 142p.

GUASSO, L. Z. et al. Enraizamento de estacas herbáceas de quatro genótipos de kiwizeiros submetidas a tratamento com ácido Indolbutírico. **Iheringia**, v.75, n.1, p.1-7, 2020.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation:** principles and practices. 9a. ed. New Jersey: Prentice Hall. 2018. 1024p.

LIMA, D. M. et al. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Langerstroemia indica* em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.36, p.549-554, 2016.

NEGISHI, N. et al. Hormon elevel analysis on adventitious root formation in *Eucalyptus globulus*. **New Forests**, v.45, p.577-587, 2014.

RINALDI, A. R. et al. Stem cuttings and substrates in *Dovyalis* assexual propagation. **Comunicata Scientiae**, v.8, p.587-595, 2017.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. HPLC-PDA-MS/MS of anthocyanins and carotenoids from dovyalis and tamarillo fruits. **Agriculture, Food and Chemical**, v.55, n.22, p.9135-9141, 2007.

ROTILI, M. C. C. et al. Nutraceutical fruit characterization, nutritional aspects and sensory analysis of dovyalis jams. **Ciência Rural**, 51: e20200310, 2021.

SILVA, A. S. et al. Enraizamento de estacas caulinares de ixora. **Ornamental Horticulture**, v.21, n.2, p.201-208, 2015.

SILVA, J. A. A. et al. Caracterização físico-química de frutos de clones de dovyalis (*Dovyalis abyssinica* Warb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, n.1, p.466-472, 2011.

VILLA, F. et al. Seed physiological quality and harvest point of dovyalis fruits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 49: e54520, 2019.

ZEM, L. M. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de cataia coletadas em quatro estações. **Ciência Rural**, v.45, n.10, p.1815-1818, 2015.

2 ARTIGO 1

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE DOVIÁLIS EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE AUXINAS E EPÓCAS DE COLETA

(Artigo elaborado segundo as normas da Revista Caatinga)

JESSYCA VECHIATO GALASSI[1],FABÍOLA VILLA*[2], EDVAN COSTA DA SILVA[3], MICHEL ANDERSON MASIERO[1], DANIEL FERNANDES DA SILVA[4]

RESUMO - Mudas de doviális podem ser formadas via seminífera, porém apresenta grande variabilidade genética. Outros métodos de propagação podem ser utilizados, visando garantir homogeneidade. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o enraizamento de estacas de *Dovyalis* sp., utilizando concentrações e tipos de auxinas sintéticas, em duas épocas do ano. O experimento foi conduzido na Unioeste, de outubro a dezembro de 2020 (primavera) e maio a julho de 2021 (outono). Estacas com 15 centímetros de comprimento e dois pares de folhas reduzidas ao meio, foram retiradas de plantas matrizes de *Dovyalis* sp. de oito anos, localizadas no pomar da Fazenda Experimental. Após o preparo das estacas, estas tiveram a base imersas por 15 segundos em soluções com diferentes concentrações das auxinas [ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA) e 2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético)], foram retiradas e dispostas em estufim, contendo o substrato areia. A irrigação utilizada neste local foi a microaspersão, realizada diariamente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 x 2 [4 auxinas x 4 concentrações (0, 1.000, 2.000 e 3.000 mgL^{-1}) x 2 períodos], contendo 3 repetições de 25 estacas por parcela. As avaliações de nº de estacas enraizadas, nº de estacas calejadas, nº de estacas brotadas, nº de brotações, nº de raízes por estaca, comprimento da maior raiz e comprimento das brotações, ocorreram após 70 dias da implantação do experimento, em cada respectiva época. Estacas de doviális podem ser preparadas entre outubro e dezembro/2020 e

[1]Mestrando (a) em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
[2]Professora Associada, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
[3]Doutorando em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
[4]Pós-Doc em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.

maio a julho/2021. As auxinas sintéticas que podem ser utilizadas são o ácido indolbutírico AIB e o ácido indolacético AIA, na concentração de 1000 mg L^{-1}.

Palavras-chave: *Dovyalis* sp. Propagação assexuada. Fitorreguladores.

ROOTING OF DOVIÁLIS STAKES AS A FUNCTION OF AUXIN CONCENTRATIONS AND COLLECTING EPOCHS.

ABSTRACT - Dovyalis seedlings can be formed via seminiferous propagation, but it presents great genetic variability. Other methods of propagation can be used, aiming to guarantee homogeneity. The aim of this study was to evaluate the rooting of Dovyalis sp. cuttings, using concentrations and types of synthetic auxin, in two seasons of the year. The experiment was conducted at Unioeste, from October to December 2020 (spring) and May to July 2021 (fall). Cuttings 15 centimeters long with two pairs of leaves reduced in half were taken from eight-year-old Dovyalis sp. matrix plants, located in the orchard of the Experimental Farm. After preparation of the cuttings, they had the base immersed for 15 seconds in solutions with different concentrations of auxins [indolacetic acid (IAA), indolbutyric acid (IAB), naphthaleneacetic acid (NAA), and 2,4-D (2,4 dichlorophenoxyacetic acid)], were removed and placed in a greenhouse containing the sand substrate. The irrigation used at this site was micro-sprinkler irrigation, performed daily. The experimental design was entirely randomized, in a 4 x 4 x 2 factorial scheme [4 auxins x 4 concentrations (0, 1,000, 2,000 and 3,000 mg L^{-1}) x 2 periods], with 3 repetitions of 25 cuttings per plot. The evaluations of number of rooted cuttings, number of calloused cuttings, number of sprouted cuttings, number of sprouts, number of roots per cuttings, length of the largest root and length of sprouts occurred 70 days after the implantation of the experiment, in each respective period. Dovyalis cuttings can be prepared between October and December/2020 and May to July/2021. The synthetic auxins that can be used are indolbutyric acid AIB and indolacetic acid AIA, at the concentration of 1000 mg L^{-1}.

Key words: Dovyalis sp., Asexual propagation. Phytoregulators.

INTRODUÇÃO

O *Dovyalis* sp. pertence à família Salicaceae, sendo originário do sul da Índia ou Ilha do Ceilão, de onde se difundiu para o restante do mundo, se adaptando a diferentes regiões

incluindo o Brasil (BORGES et al.,2010; RINALDI et al., 2017). Em território brasileiro existe uma carência de estudos com esta espécie.

A frutífera pode ser propagada de forma seminífera, visto que a mesma apresenta número elevado de sementes as quais não necessitam de superação de dormência, sendo classificadas como recalcitrantes (ROTILI et al., 2021) e são de fácil germinação quando em condições favoráveis (VILLA et al., 2019; GIBBERT et al., 2018). Entretanto, existem algumas desvantagens para este tipo de propagação, de acordo com Fachinello et al. (2005) espécies frutíferas propagadas de forma seminífera apresentam elevada variabilidade genética acarretando desuniformidade dos pomares e juvenilidade elevada em plantas formadas a partir deste método de propagação.

A utilização de outros métodos de propagação visa solucionar esses inconvenientes. Fatores externos, como por exemplo, temperatura, disponibilidade de água, luminosidade e tipo de substrato e fatores internos relacionados à fisiologia da planta matriz, podem influenciar no pegamento e desenvolvimento de mudas feitas a partir de métodos de propagação vegetativa como, por exemplo, estaquia e enxertia.

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é ainda a de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, sendo amplamente destinada para espécies frutíferas, medicinais e ornamentais (AMARO et al., 2013). A propagação de espécies de difícil enraizamento pode ser alcançada se fornecidas condições ótimas para o enraizamento, em especial, os reguladores vegetais (ALMEIDA et al., 2017).

Auxinas são substâncias químicas relacionadas ao ácido indolacético (AIA), a principal auxina das plantas que também foi a primeira a ser identificada. Elas são produzidas principalmente em locais de crescimento ativo, como meristemas, gemas axilares e folhas jovens, embora também haja síntese nas folhas adultas. O transporte da auxina é basal, ou seja, do topo do caule ou de outro órgão para a base deste e para as regiões polares (FACHINELLO et al., 2008).

Torna-se comum o tratamento de estacas com auxinas sintéticas para estimular a emissão de raízes e aumentar a produção de mudas em espaço curto de tempo. Além disso, estimula também a formação de raízes mais vigorosas e em maior número, aumentando assim, a uniformidade do enraizamento. Dentre os reguladores de crescimento, as auxinas são empregadas com maior frequência para este fim. As auxinas sintéticas simulam o efeito das auxinas produzidas pela própria planta (LIMA et al., 2016).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o processo de enraizamento de estacas de *Dovyalis* sp. com a utilização de tipos de auxinas sintéticas em diferentes concentrações e épocas de coleta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas épocas, de outubro a dezembro de 2020, e maio a julho de 2021. A condução foi realizada na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico "Professor Dr. Mário César Lopes", pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais (NEE) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon (PR), sob coordenadas geográficas de 24º 55' latitude S, 54º 04' longitude W e altitude de 420 m.

As estacas semi-herbáceas utilizadas no experimento foram retiradas de plantas matrizes de *Dovyalis sp.* de oito anos, localizadas no pomar da Fazenda Experimental "Professor Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa", pertencente ao NEE da Unioeste. A escolha das plantas matrizes para retirada do material propagativo foi feita, observando o aspecto sanitário visual das mesmas.

Com o auxílio de uma tesoura de poda foram retirados os ramos do terço médio superior das plantas matrizes, com média de quatro metros de altura, sendo confeccionadas as estacas imediatamente após o corte, preparadas com 15 cm de comprimento e aproximadamente 0,4 mm de diâmetro, com corte reto basal e apical, preparadas a partir da região mediana dos ramos, semi-herbáceas (Figura 1-A e B).

Na parte apical de cada estaca foram deixados dois pares de folhas, reduzidas pela metade para minimizar a transpiração. As estacas foram feitas com o auxílio de tesoura de poda e mantidas na posição vertical dentro de baldes plásticos contendo 2L de água, permanecendo nesta condição por duas horas, até a instalação do experimento (Figura 1-C).

Após o preparo das estacas, estas foram imersas em soluções de diferentes auxinas, sendo o ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftaleno acético (ANA) e 2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético). Esses tipos de auxinas foram previamente pesados em balança semianalítica, no Laboratório de Sementes e Mudas da Unioeste, nas quantidades de 0,3; 0,6 e 0,9g, representando respectivamente as concentrações de 1.000, 2.000 e 3.000 mgL^{-1}, utilizadas em todos os tratamentos.

Figura 1. (A) Plantas matrizes de *Dovyalis* sp. no pomar experimental; (B) Estaca de *Dovyalis* sp. com dois pares de folhas reduzidos ao meio; (C) Estacas de *Dovyalis* sp. alocadas em baldes com água; (D) Estacas de *Dovyalis* sp. em substrato areia lavada, dentro de estufim. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

O preparo da solução alcoólica foi realizado utilizando 75 mL de álcool 90% e 225 mL de água destilada. Os líquidos foram quantificados, utilizando uma proveta graduada de 100mL e a mistura foi vertida em Becker de 500 mL e agitada com bastão de vidro até a total diluição da auxina. Esse procedimento foi realizado para todas as concentrações de todas auxinas, separadamente.

Imediatamente após, a parte basal das estacas de cada tratamento foram imersas em soluções de diferentes concentrações de auxinas, por 15 segundos (Figura 2-A), retiradas e

dispostas em estufim, previamente preparada (Figura 2-B). Como substrato, utilizou-se areia lavada de textura média, desinfectada com solução de hipoclorito de sódio e água destilada, na concentração de 10% de NaClO. As estacas foram alocadas em espaçamento de 3 x 5 cm.

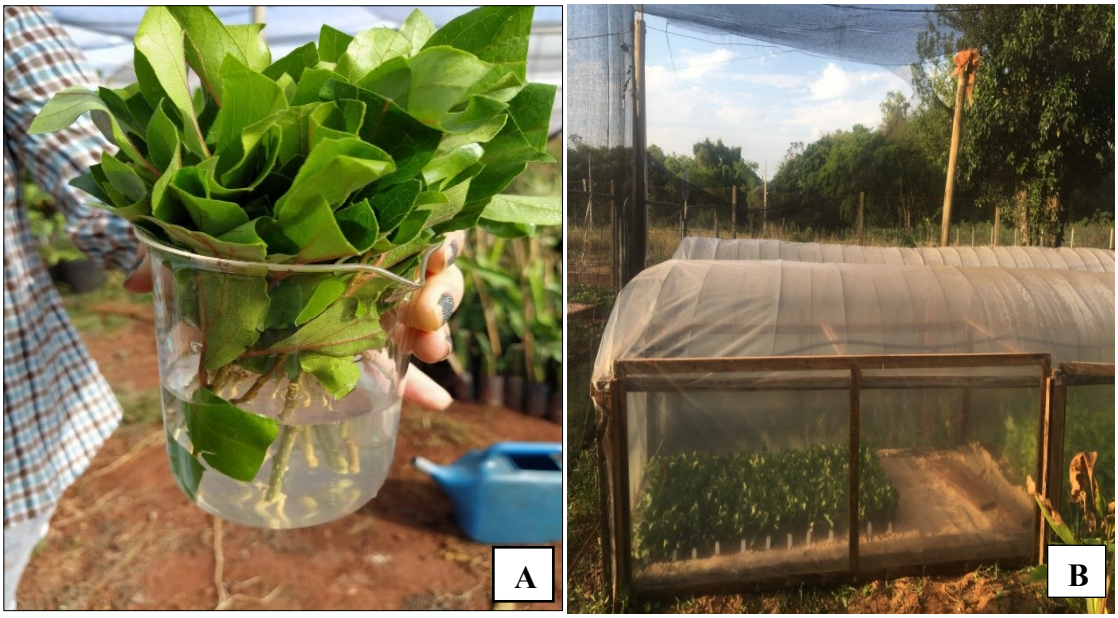


Figura 2. (A) Estacas de *Dovyalis* sp. com bases imersas em solução de auxina; (B) Estufim contendo as estacas de *Dovyalis* sp. após aplicação dos tratamentos para enraizamento. Unioeste, *Campu*s Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

A estufim consiste em uma estrutura de madeira e teto em formato de arco, revestido com filme de polietileno de baixa densidade (150µm de espessura) (Figura 2-B). Este local continha um canteiro de alvenaria com dimensões de 1 m de largura, 2 m de comprimento e 20 cm de profundidade, preenchido com o substrato. A irrigação utilizada no interior da estufim é a do tipo microaspersão, com acionamento intermitente a cada 30 minutos e duração de 2 minutos, no período das 7:00 às 18:00 horas, realizado diariamente, sendo idêntico nas duas épocas do experimento. Esse ambiente de cultivo está localizado dentro de um telado, fechado nas laterais e no teto por malha de coloração preta, com 30% de sombreamento, situado no viveiro de mudas da Unioeste.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 x 2 [4 auxinas: ácido indolacético AIA; ácido indolbutírico AIB, ácido naftalenoacético ANA e 2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético) x 4 concentrações (0; 1.000; 2.000 e 3.000 mgL^{-1}) x 2 períodos de preparo das estacas (outubro a dezembro de 2020, e maio a julho de 2021], contendo 3 repetições de 25 estacas por parcela, totalizando 2.400 estacas.

As avaliações ocorreram após 70 dias da implantação do experimento, em cada respectiva época. As variáveis analisadas foram número médio de estacas enraizadas, número médio de estacas calejadas, número médio de estacas brotadas, número de brotações e número médio de raízes por estaca. No final dessas contagens fez-se o cálculo para porcentagem. Outras avaliações como comprimento médio da maior raiz por estaca (cm), comprimento médio de brotações por estaca (cm) também foram realizadas. As contagens foram feitas de forma manual e visual, e a mensuração do comprimento foi realizado com o auxílio de régua graduada de 50 cm.

Foram consideradas como estacas enraizadas, toda e qualquer estaca que apresentou pelo menos uma raiz maior ou igual a 0,1 cm (Figura 3). Estacas que não apresentaram raízes ou continham apenas a presença de massa meristemática na base foram consideradas estacas calejadas. Estacas sem presença de raízes maior ou igual a 0,1cm e com coloração verde foram consideradas sobreviventes e estacas secas e de coloração escura e sem a presença de raiz, foram consideradas mortas.

Figura 3. Estacas de *Dovyalis* sp. com presença de raízes maiores ou iguais a 0,01 cm, consideradas enraizadas. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Para as avaliações de número médio de raízes por estacas, comprimento médio da maior raiz por estaca, comprimento médio de brotações por estaca e número de brotações, foram escolhidas aleatoriamente cinco estacas dentro de cada repetição.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilk ($p > 0,05$). Após verificação, realizou-se a análise de variância, regressão e teste de média ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 verificou-se significância para tipos de auxinas no número de brotações, interação significativa dupla de tipos de auxina x concentração na porcentagem de estacas enraizadas e brotadas e no comprimento da maior raiz e tipos de auxina x período do ano na porcentagem de estacas enraizadas, calejadas e brotadas, número de raízes e comprimento da maior raiz.

Tabela 1. Resumo da análise de variância contendo os valores dos quadrados médios para estacas enraizadas (EE%), estacas calejadas (EC%), estacas brotadas (EB%), número de raízes (NR), comprimento da maior raiz [CMR (cm)], número de brotações (NB). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

FV	GL	EE (%)	EC (%)	EB (%)	NR	CMR (cm)	NB
Bloco	2						
Concentração	3	27,70^{ns}	75,04^{ns}	35,74^{ns}	36,17^{ns}	15,16^{ns}	0,47^{ns}
Tipos de Auxinas (TA)	3	473,76^{ns}	40,34^{ns}	158,37^{ns}	11,45^{ns}	112,50^{ns}	3,22*
TA x Conc.	9	98,95*	7,45^{ns}	27,59*	2,91^{ns}	22,32*	0,44^{ns}
TA x Conc. x Per.	9	8,08^{ns}	12,17^{ns}	7,10^{ns}	6,46^{ns}	5,38^{ns}	0,38^{ns}
TA x Per.	3	43,79*	26,09*	71,83*	27,38*	22,51*	0,44^{ns}
Conc. x Per.	3	22,01^{ns}	3,7^{ns}	24,58^{ns}	7,76^{ns}	4,66^{ns}	0,46^{ns}
Resíduo	63	15,83	6,28	12,70	3,31	2,78	0,33
Total	95						
CV (%)		24,50	26,07^{a}	27,06^{a}	29,80	17,34	29,05

FV = fator de variação, GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, Conc. = concentração, Per. = período do ano. *Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F. ^{a}Transformação pela raiz quadrada de x+1, ns = não significativo.

Na Figura 4, pode-se observar o comportamento das auxinas em relação ao enraizamento das estacas de doviális. As auxinas AIA e o 2,4-D apresentaram significância, onde, uma maior porcentagem de enraizamento (87%) foi verificada com a utilização de 3000 mg L^{-1} de AIA, inversamente proporcional ao encontrado para o 2,4-D, (16%) das estacas enraizadas nessa concentração.

Rocha et al (2019a), trabalhando com estacas de seriguela (*Spondias purpurea*), submetidas as concentrações de AIA, verificaram um aumento linear no enraizamento adventício. Uma das funções desta auxina é promover a divisão celular e manutenção da viabilidade das células durante o desenvolvimento das raízes laterais (TAIZ et al., 2017). Rocha et al. (2019b), em estudos com outras espécies do mesmo gênero *Spondias* (*S. tuberosa* e *S. dulcis*), utilizando o ácido indolacético, notaram que houve um aumento no enraizamento com o aumento das concentrações, sendo a maior porcentagem (11%) encontrada quando utilizado 10 g L^{-1} e a menor (2%) quando utilizado a concentração 4 g L^{-1}. Apesar de estacas deste gênero terem uma baixa porcentagem de enraizamento, o uso de auxinas, como o AIA pode auxiliar neste processo.

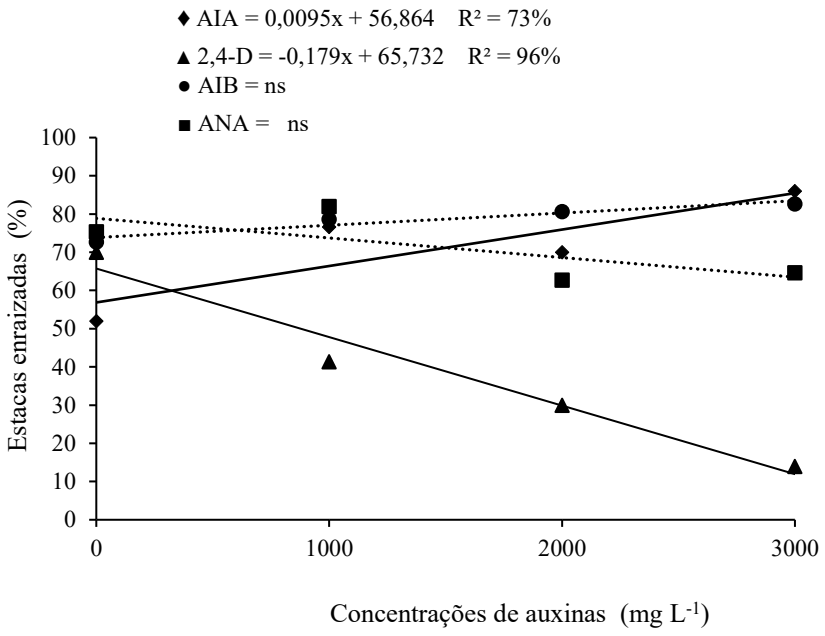


Figura 4. Porcentagem de estacas enraizadas de doviális, em relação ao uso de ácido indolacético (AIA), 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L^{-1}. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

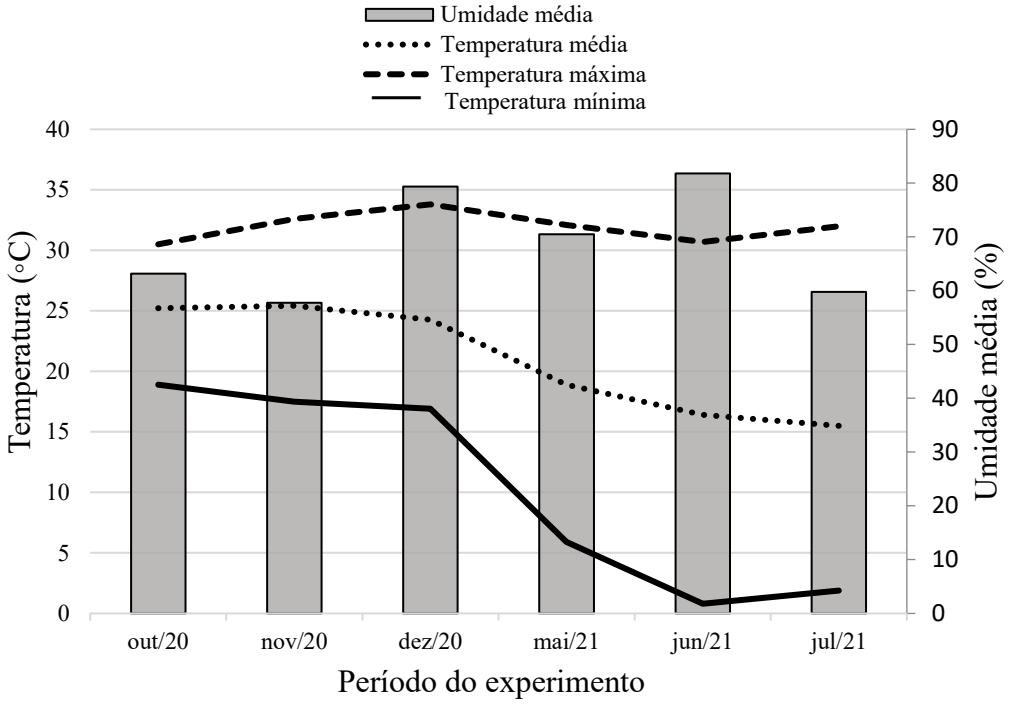
A iniciação de raízes laterais e adventícias podem ser estimuladas por altos níveis de AIA (TAIZ et al., 2017), evidenciada neste experimento e observada na Figura 4. Em trabalhos com plantas da mesma família do *Dovyalis*, como o gênero *Populus*, verificou-se que esta auxina é diretamente proporcional à formação de raízes adventícias e pode ser utilizada no enraizamento de estacas (BANNOUD & BELLINI, 2021).

O comportamento decrescente linearmente da auxina 2,4-D pode estar relacionado ao seu efeito herbicida quando utilizado em concentrações elevadas, portanto concentrações mais elevadas acarretaram menor produção de raízes e também na morte de algumas estacas da parcela experimental. Tofanelli e Santos (2020) em estudo utilizando 2,4-D no enraizamento de estacas lenhosas de figueira, destacaram que os resultados inferiores promovidos para o número de raízes estão relacionados ao efeito herbicida desta substância. Vieira et al. (2020) e Tofanelli et al. (2014) relataram também este possível efeito herbicida do 2,4-D em estacas de mangabeira e videira, respectivamente.

Em estudos realizados por Ferreira e Ferrari (2010), resultados obtidos foram semelhantes aqueles encontrados no presente trabalho. Os autores observaram o efeito da aplicação de 2,4-D, nas concentrações de 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 e 5000 mg L^{-1} por 5 s e 0; 50; 100; 200; 300; 400 e 500 mg L^{-1} por 24 h, em estacas de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) e obtiveram diminuição da porcentagem de enraizamento nas estacas tratadas com a auxina. Para Romeida et al. (2020) os resultados obtidos a partir do uso do 2,4-D como substância enraizadora de estacas divergem consideravelmente, dependendo de fatores, como, tipo de espécie vegetal e concentração do regulador de crescimento.

Em relação à época de retiradas das estacas, pode-se observar na Tabela 2, a porcentagem de estacas enraizadas nos 2 períodos, com melhores resultados no segundo período (maio a julho/2021), onde 2,4-D e ANA mostraram se superior quando comparados ao período 1.

Para estacas calejadas, observou-se na Tabela 2 que no primeiro período de retirada das estacas ocorreu o maior calejamento, independente da auxina utilizada, quando comparada com o período 2. As auxinas AIA, AIB e ANA foram estatisticamente iguais no período 1 e AIB e ANA superiores estatisticamente no período 1 quando comparadas ao período 2. Pode-se observar também que o AIA não apresentou diferença estatística entre os dois períodos do ano. Para esta variável, o período 1 se destacou devido provavelmente aos fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa do ar, que podem ser observadas na Figura 5.



277

278 **Figura 5.** Valores médios e máximos de temperatura do ar, média de umidade relativa do ar,
279 durante o período do experimento (outubro a dezembro 2020 e maio a julho de 2021), com
280 estacas de *Dovyalis* sp. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

281

282 Segundo Zem et al. (2016), a estação do ano em que ocorre a coleta das estacas tem sido
283 um fator decisivo no processo de rizogênese. Em espécies de enraizamento fácil, a época pode
284 não influenciar nas respostas obtidas, entretanto em certas espécies, devido aos fatores
285 fisiológicos e ambientais, o enraizamento pode ocorrer em uma época do ano específica.
286 Mendonça et al (2018) relataram que estações do ano onde ocorrem altas temperaturas, podem
287 coincidir com o aumento das atividades metabólicas, favorecendo assim, a emissão de brotações
288 e o aumento na taxa de crescimento e desenvolvimento de estacas, como observado no presente
289 trabalho.

290 Esta relação das estações do ano e a temperatura com a formação de raízes em estacas
291 pode ser observada no presente trabalho. A Tabela 2 demonstra que no período 1 (primavera)
292 a porcentagem de estacas calejadas foi maior quando comparada ao período 2 (outono) onde as
293 temperaturas são amenas. Entretanto, na mesma tabela, ao observarmos a porcentagem de
294 estacas enraizadas nota-se o inverso, ou seja, no período 2 (outono) teve-se uma maior
295 porcentagem de estacas enraizadas quando comparada ao período 1 (primavera), porém, ainda
296 observando a mesma tabela, pode-se notar que o número de raízes foi maior para o segundo
297 período (outono).

De acordo com Hartman et al. (2018) o calo é composto de células do parênquima, que são formadas pelo centro do novo meristema formado pelos feixes vasculares próximos ao floema, e a raiz aparece através do floema. Portanto, a formação de raízes adventícias e calosidades são processos independentes, e a razão pela qual ocorrem simultaneamente é que ambos envolvem o processo de divisão celular e dependem de condições ambientais favoráveis. Em algumas espécies vegetais, os calos podem ser precursores da formação de raízes adventícias, em outras, o mecanismo de formação dessa estrutura pode ser independente e não levar ao aparecimento de raízes (MENDONÇA et al., 2018).

Ao realizar este trabalho, pode-se observar que estacas onde obteve-se a presença de calos não houve a formação de raízes adventícias, o inverso também foi observado, podendo encaixar a espécie *Dovyalis* sp. dentre as espécies onde os calos não são precursores da formação de raízes adventícias, como descrito por Mendonça et al. (2018).

Tabela 2. Médias de estacas enraizadas (%), estacas calejadas (%), estacas com brotações (%), número de raízes, comprimento da maior raiz (cm) e comprimento da maior brotação (cm), em relação aos períodos de retirada das estacas e tipos de auxinas utilizados. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Auxinas	Período 1 (primavera)	Período 2 (outono)
	Estacas enraizadas (%)	
AIA	68,00 aA*	74,32 aA
2,4-D	26,68 bB	51,00 bA
AIB	73,32 aA	84,00 aA
ANA	56,68 aB	85,68 aA
CV(%)	24,50	
	Estacas calejadas(%)[(a)]	
AIA	26,00 aA	5,08 aA
2,4-D	7,32 bB	3,92 abA
AIB	20,32 aA	2,67 abB
ANA	17,32 aA	2,17 bB
CV(%)	26,07[(a)]	
	Estacas com brotações (%)	
AIA	49,68 aA	13,68 abB
2,4-D	14,32 bA	8,32 bA
AIB	41,68 aA	25,68 aB
ANA	25,32 bA	18,00 abA
CV(%)	27,06	
	Número de raízes[(a)]	
AIA	6,58 abA	4,07 bB
2,4-D	5,03 bB	6,65 aA
AIB	6,48 bA	6,12 aA

ANA	8,47 aA	5,43 abB
CV(%)	29,80[(a)]	
	Comprimento da maior raiz (cm)	
AIA	12,63 aA	9,93 aB
2,4-D	6,61 cA	7,13 bA
AIB	13,26 aA	9,57 aB
ANA	9,15 bA	8,64 abA
CV (%)	17,34	
	Comprimento da maior brotação (cm)[(a)]	
AIA	5,03 aA	2,21 aB
2,4-D	1,55 bA	1,28 aA
AIB	4,48 aA	1,51 aB
ANA	3,21 abA	2,04 aA
CV (%)	19,73[(a)]	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Período 1 = outubro a dezembro de 2020, período 2 = maio a julho de 2021. AIA = ácido indolacético, 2,4-D = 2,4 diclorofenoxiacético, AIB = ácido indolbutírico, ANA = ácido naftalenoacético. [a)]Dados transformados para raiz quadrada de x+1.

Na Figura 6 observou-se o comportamento linear decrescente pra as auxinas AIB, ANA e 2,4-D, e crescente para AIA. Sendo auxina 2,4-D, a única que apresentou diferença significativa, ou seja, quanto maior a concentração de 2,4-D, menor é a porcentagem de estacas com brotações.

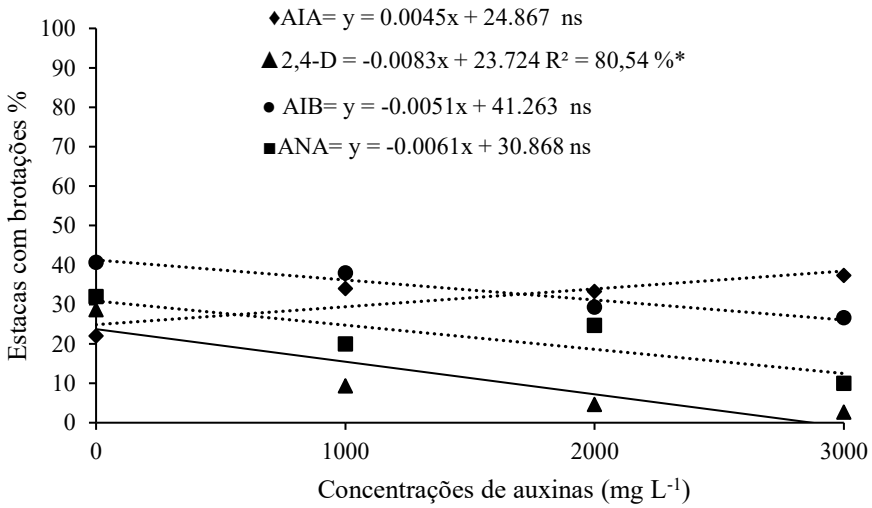


Figura 6. Porcentagem de estacas de doviális com brotações, em relação ao ácido indolacético (AIA), 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), nas concentrações de 0; 1000; 2000 e 3000 mg L^{-1}. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Esse resultado obtido no presente estudo, está de acordo com o encontrado por Tofanelli e Santos (2020), ao realizarem estudos utilizando 2,4-D em concentrações: 0; 25; 50; 100 e 200 mg i.a. L^{-1} de sal de dimetilamina, em estacas de figueira, observaram que as mesmas não apresentaram raízes e nem brotações, resultando na morte de todas as estacas.

Segundo Bertoni (2011) o uso de auxina de forma exógena pode promover alterações hormonais, podendo favorecer ou não o enraizamento de estacas, devido a essas substâncias possuírem efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual, qualquer acréscimo passa a ter efeito tóxico.

A Figura 7 expressa o comportamento linear para a auxina 2,4-D, onde nota-se que, quanto maior a concentração desta menor é o comprimento médio das raízes nas estacas, expressos em centímetros. Ainda na Figura 7 observou-se o comportamento quadrático para a auxina AIA, onde temos um crescimento gradual da curva até o ponto máximo em 13,06 cm, representado entre as concentrações de 1000 e 2000 mg L^{-1}, onde a partir da qual ocorre um decréscimo da curva, ou seja, a partir desta concentração o comprimento médio de raízes diminui. Essa queda provavelmente se deve à fitotoxicidade da auxina, que foi exógena aplicada às estacas de doviális (HARTMANN et al., 2018). As auxinas AIB e ANA, também apresentaram comportamento quadrático, porém não se diferiram estatisticamente das demais.

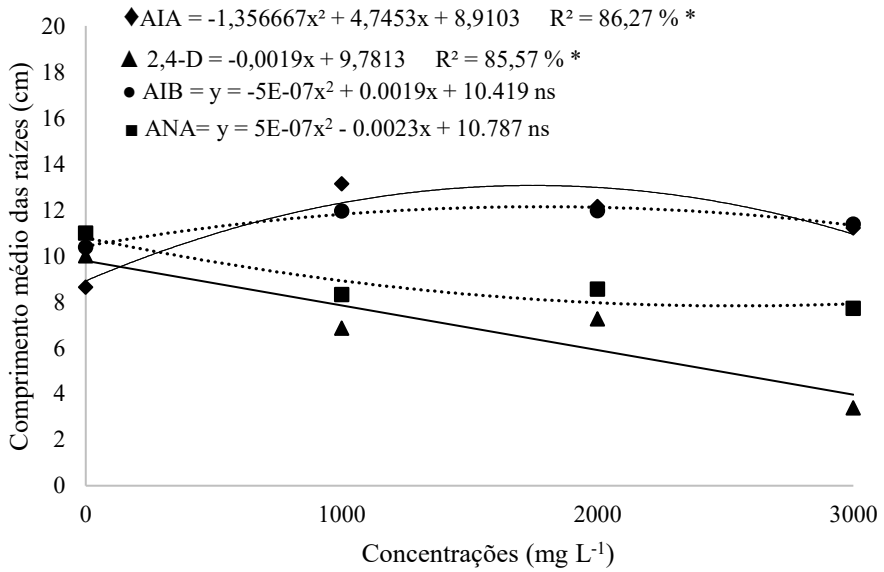


Figura 7. Comprimento médio da maior raiz em estacas de doviális, em relação ao ácido indolacético (AIA), 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), nas concentrações de 0; 1000; 2000 e 3000 mg L^{-1}. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Para número de raízes, tipos de auxinas x período do ano pode-se observar na Tabela 2, que no primeiro período do ano a auxina ANA diferiu-se estatisticamente das auxinas 2,4-D e do AIB e no segundo período do ano o 2,4-D e o AIB diferiram-se estatisticamente do AIA. Pode-se observar também que o AIB não apresentou diferença estatística entre os dois períodos do ano. A partir dessa tabela, podemos concluir que no primeiro período a auxina AIA diferiu do 2,4-D, AIB e ANA, porém não foi superior aos mesmos. O 2,4-D apresentou melhores resultados no segundo período quando comparado ao primeiro, o mesmo ocorreu para as auxinas AIB e ANA.

Alguns resultados positivos para a formação de raízes secundárias e laterais em plantas herbáceas e lenhosas foram relatadas na literatura, como *Arabidopsis*, batata e roseira (EYER et al., 2016; GONZA-CARNERO et al., 2020; CASTILLO et al., 2016), não mostrando o efeito herbicida e fitotóxico descrito por outros autores

As auxinas que proporcionaram maiores comprimentos de raízes nas estacas foram AIB e AIA, respectivamente. Resultados semelhantes foram descritos por Spandre et al. (2012), em estudo realizado com estaquia caulinar de guaçatonga (*Casearia sylvestris* Swart) onde a utilização de AIB na concentração 3000 mg L^{-1}, proporcionou maior comprimento das três maiores raízes avaliadas, em cada estaca. De acordo com a Tabela 2, o comprimento da maior brotação foi notado nas estacas tratadas com AIA e AIB, 5,03 e 4,48 cm respectivamente, no período 1. As auxinas ANA e 2,4-D apresentaram-se estatisticamente iguais para esta variável no período 2.

No presente estudo, observou-se que as auxinas AIA e AIB apresentaram melhores desempenhos na porcentagem de brotações, 49,68% e 41,68%, respectivamente, no período 1 (outubro/dezembro 2020). No período 2 (maio/julho 2021) as auxinas com melhores resultados para essa variável foram AIB, ANA e AIA 25,68, 18 e 13,68%, respectivamente (Tabela 2). Essa diferença na porcentagem de brotações entre os dois períodos estudados, pode estar relacionado às temperaturas que ocorrem nessas estações do ano, primavera e outono.

Segundo Borges et al. (2011) e Taiz et al. (2017), temperaturas elevadas podem promover a brotação da parte área de estacas, antes do enraizamento, levando ao consumo excessivo de reservas, devido a elevada transpiração das folhas. Explicando assim, a maior porcentagem de brotações e o maior comprimento destas no período 1, correspondente a primavera. Esses valores são considerados elevados, visto que em plantas da mesma família do doviális essa porcentagem é praticamente nula, como cita Spandre et al. (2012) que em estudo com guaçatonga não obteve nenhuma emissão de brotações nas estacas.

Baseado nos resultados encontrados no presente estudo, futuros trabalhos devem ser realizados, a fim de determinar concentrações menores de 2,4-D que não apresentem efeitos fitotóxicos no processo de enraizamento de estacas de doviális, bem como o uso de outras auxinas na propagação assexuada, estações do ano e possivelmente outros substratos, além da areia.

CONCLUSÕES

Estacas de doviális podem ser preparadas em outubro e dezembro/2020 ou maio a julho/2021. As auxinas sintéticas que podem ser utilizadas são o ácido indolbutírico AIB e o ácido indolacético AIA, na concentração de 1000 mg L^{-1}.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. P. N. et al. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias**, 60: 11-18, 2017.

AMARO, H. T. R. et al. Tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa da menta (*Mentha arvensis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 15: 313-318, 2013.

BANNOUD, F.; BELLINI, C. Adventitious rooting in *Populus* species: update and perspectives. **Frontiers Plant Sciencie**, 12: 1-22, 2021.

BERTONI, G. Indolebutyric acid-derived auxin and plant development. **The Plant Cell**, 23: 845, 2011.

BORGES, G. et al. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, redcurrants, and cranberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 58: 3901-3909, 2010.

BORGES, S. R. et al. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, 35: 425-434, 2011.

CASTILLO, J. D. L. C. et al. Efecto de la concentracióndel 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) em el enraizamiento de estacas de Rosa sp., rosa silvestre, en condiciones de invernadero. **Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable**, 2: 37-43, 2016.

EYER, L. et al. 2,4-D and IAA amino acid conjugates show distinct metabolism in *Arabidopsis*. **Plos One**, 11: e0159169, 2016.

FACHINELLO, J. C. et al. (Eds.). **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 69-109. 2005.

FACHINELLO, J. C. et al. **Fruticultura, fundamentos e práticas.** Pelotas. 2008. p. 114-176.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, 38: 109-112, 2014.

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**, 34: 329-336, 2010.

GIBBERT, P. et al. Physiological potential of seeds of *Dovyalis abyssinica* Warb under different light quality. **Journal of Experimental Agriculture International**, 26: 1-5, 2018.

GONZA-CARNERO, K. A. et al. Enraizamento de esquejes de tallo juvenil de *Solanum tuberosum* L. var. yungay mediante la aplicación del ácido 2,4-diclorofenoxiacético. **Ciencia y Tecnologia Agropecuaria**, 21, 2020.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation:** principles and practices. 9 ed. New Jersey: Prentice Hall, p. 1024, 2018.

LIMA, D. M. et al. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Langerstroemia indica* em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 36: 549-554, 2016.

MENDONÇA, L. P. et al. Ácido-indol-3-butirico e época de coleta influenciando no enraizamento de *Odontonemastrictum* (Nees) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, 12: 176-184, 2018.

RINALDI, A. R. et al. Stem cuttings and substrates in *Dovyalis* assexual propagation. **Comunicata Scientiae**, 8: 587-595, 2017.

ROCHA, G. T. et al. Vegetative propagation of red mombin (*Spondias purpurea*) with inmersion in indole-3-acetic acid. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 14. e5650, 2019a.

ROCHA, G. T. et al. Vegetative propagation of *Spondias tuberosa* e *Spondias dulcis* withthe use ofinmersion in índole aceticacid. **Revista Caatinga**, 32: 858-866, 2019b.

ROMEIDA, A. et al. Plant growth regulator formulation for propagating Red Chili UNIB CH23 hybrid through stem cutting. **International Journal of Agricultural Technology**, 16: 959-974, 2020.

ROTILI, M. C. C. et al. Nutraceutical fruit characterization, nutritional aspects and sensory analysis of dovyalis jams. **Ciência Rural**, 51. e20200310, 2021.

SPANDRE, P. et al. Estaquia caulinar de guaçatonga (*Caserianasylvestris*Swart) nas quatro estações do ano, com aplicação de diferentes concentrações de AIB. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, 14: 529-536, 2012.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 888 p.

TOFANELLI, M. B. D. et al. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid as an alternative auxin for rooting of vine rootstock cuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36: 664-672, 2014.

TOFANELLI, M. B. D.; SANTOS, R. T. 2,4-Diclorofenoxiacético no enraizamento de estacas lenhosas de figueira. **Revista Cultura Agronômica**, 29: 477-489, 2020.

VIEIRA, M. D. C. et al. 2.4-Dichlorophenoxyacetic acid and sucrose in rhizogenesis maintenance and induction in cuttings of cagaita and mangabeira from Cerrado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 11: 118-127, 2020.

VILLA, F. et al. Seed physiological quality and harvest point of dovyalis fruits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 49, e54520, 2019.

ZEM, L. M. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de cataia coletadas em quatro estações. **Ciência Rural**, 45: 1815-1818, 2015.

ZEM, L. M. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de *Pereskia aculeata* nas quatro estações do ano em diferentes substratos. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, 2: 227-233, 2016.

3 ARTIGO 2

EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE DÓVIALIS EM FUNÇÃO DE SUBSTRATOS E PERÍODOS DE FERMENTAÇÃO DOS FRUTOS

(Artigo elaborado segundo as normas da Revista Caatinga)

JESSYCA VECHIATO GALASSI[5], FABÍOLA VILLA*[6], EDVAN COSTA DA SILVA[7], JESSICA DOS SANTOS ALMEIDA[1], DANIEL FERNANDES DA SILVA[8]

RESUMO - O doviális é um fruto que tem ganhado mercado com o aumento da procura por frutos exóticos ao longo dos últimos anos. Entretanto, há carência de informações sobre quais são as condições ideais para a germinação das suas sementes. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência de diferentes substratos e períodos de fermentação na aceleração da emergência de plântulas de doviális. O experimento foi realizado em ambiente protegido tipo telado, fechado no teto e nas laterais com malha preta de 30% de sombreamento. Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 4 [quatro substratos (casca de arroz carbonizada, areia, substrato comercial e Latossolo Vermelho) x quatro períodos de fermentação dos frutos (0, 7, 14 e 21 dias)], contendo 4 repetições e 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento. As avaliações ocorreram diariamente do 1º a 35º dia após a instalação do experimento. Determinou-se a emergência de plântulas (EP), o índice de velocidade de emergência (IVE) o tempo médio de emergência (TME) e a velocidade média de emergência (VME). Para o fator período de fermentação dos frutos, ajustaram-se curvas de regressão polinomial. Para as variáveis EP e IVE, independentemente do substrato utilizado, no tempo zero de fermentação, constatou-se os melhores resultados. Para o TME, os substratos casca de arroz carbonizada e Latossolo Vermelho apresentaram comportamento descrescente com o aumento dos dias de fermentação, enquanto a areia e o substrato comercial apresentaram um aumento aos sete dias de fermentação e decréscimo nos períodos subsequentes. Para VME, apenas o substrato Latossolo Vermelho

[5]Mestrando(a) em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
[6]Professora Associada, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
[7]Doutorando em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.
[8]Pós-Doc em Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.

apresentou interação significativa, expressando aumento da velocidade média de emergência a medida que aumentou os dias de fermentação. A areia apresentou o maior TME de plântulas de doviális.

Palavras-chave: *Dovyalis* sp.; fruto exótico; fruticultura.

EMERGENCE OF DOVYALIS SEEDLINGS AS A FUNCTION OF SUBSTRATES AND FRUIT FERMENTATION PERIODS

ABSTRACT - The dovyalis is a fruit that has been gaining market share with the increased demand for exotic fruits over the past few years. However, there is a lack of information about what are the ideal conditions for the germination of its seeds. Thus, the objective of the present work was to verify the influence of different substrates and fermentation periods on the acceleration of dovyalis seedling emergence. The experiment was conducted in a protected environment, closed in the roof and sides with a black mesh of 30% shade. A 4 x 4 factorial design [four substrates (carbonized rice husk, sand, commercial substrate and Red Latosol) x four fruit fermentation periods (0, 7, 14 and 21 days)] was used, with four repetitions and 50 seeds per repetition, totaling 200 seeds per treatment. The evaluations occurred daily from day 1 to day 35 after the experiment installation. The seedling emergence (PE), the emergence velocity index (ESI), the average time of emergence (TME) and the average speed of emergence (VME) were determined. For the fruit fermentation period factor, polynomial regression curves were fitted. For the variables EP and EVI, regardless of the substrate used, at time zero of fermentation the best results were observed. For TME, the substrates carbonized rice husk and Red Latosol showed decreasing behavior with increasing days of fermentation, while sand and commercial substrate showed an increase at seven days of fermentation and decrease in the subsequent periods. For VME, only the Red Latosol substrate showed a significant interaction, expressing an increase in the average speed of emergence as the days of fermentation increased. Sand presented the highest TME of dovyalis seedlings.

Keywords: *Dovyalis sp*., exotic fruit; fruit growing.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da agricultura no Brasil, o mercado de frutas exóticas também ganhou impulso e vem aumentando consideravelmente (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). A

procura por frutos exóticos aumentou ao longo dos últimos anos, visto que muitos dos consumidores foram atraídos pelas características físicas, nutracêuticas e, consequentemente, pelos benefícios à saúde proporcionados pelo consumo destes frutos (SILVA et al., 2011). Desta forma, torna-se desafiador encontrar métodos adequados para o cultivo destas espécies em determinadas regiões em função das suas exigências, principalmente aquelas relacionadas ao clima e a fisiologia da espécie.

O doviális (*Dovyalis* sp.) é uma espécie pertencente à família Salicaceae, considerada exótica no Brasil, pois é originária da Ilha do Ceilão (Sul da Índia), de onde foi difundida para as demais regiões do globo (BORGES et al., 2010; RINALDI et al., 2017).

Os frutos de doviális são utilizados tanto para alimentação humana quanto animal, consumidos crus, cozidos e apreciados, principalmente, como geleias e bebida alcoólica (AUGUSTYN et al., 2018). Para esta última, é realizada a fermentação dos frutos. Bebidas fermentadas apresentam benefícios para saúde devido a sua composição rica em antioxidantes, como ácido ascórbico e compostos fenólicos (SOLANGE et al., 2014).

Há uma carência de estudos realizados no Brasil sobre o doviális, os quais são importantes para o desenvolvimento desta cultura. No entanto, sabe-se que a espécie apresenta um número elevado de sementes por frutos e que estas não precisam de métodos de superação de dormência, pois são classificadas como recalcitrantes (ROTILI et al., 2021), o que assegura fácil germinação, desde que em condições ideais.

A classificação das sementes em ortodoxas e recalcitrantes foi criada por Roberts (1973). O pesquisador constatou que as ortodoxas mantinham a sua viabilidade, de maneira matematicamente previsível (equação de longevidade), sob condições controladas de umidade e temperatura; enquanto as recalcitrantes, ao contrário, não atendiam a equação de longevidade e necessitavam manter o seu metabolismo ativo, além de perderem a viabilidade quando secas ou quando sob temperaturas abaixo de 10 ºC (CALVI, 2015).

Mesmo que os estudos sobre a conservação destas sementes ainda sejam inconclusivos por não esclarecerem os fatores que atuam em seu metabolismo durante o armazenamento (SILVA et al., 2018; BONJOVANI; BARBEDO, 2019), é de fundamental importância esta classificação, uma vez que determina condições ideais para o manejo das sementes desde a coleta até o armazenamento e comercialização.

Além do conhecimento do tipo de semente, é necessário conhecer os fatores que influenciam em sua germinação, o que permite controlar e manipular estas condições, visando otimizar a percentagem, velocidade e uniformidade de germinação, a fim de produzir mudas mais vigorosas e minimizar as perdas por mortalidade (DUTRA et al., 2016).

Outro fator relevante para a germinação das sementes e desenvolvimento das mudas é a escolha do substrato, pois características como estrutura, pH, aeração, capacidade de retenção de água, disponibilidade de nutrientes, oxigênio, temperatura e custo são de fundamental importância para garantir um bom desempenho na produção de mudas (SILVA et al., 2014).

Devido a carência de informações sobre quais são as condições ideais para a emergência das sementes de doviális, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência de diferentes substratos e períodos de fermentação na emergência de plântulas deste fruto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de julho a outubro de 2021, na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico "Professor Dr. Mário César Lopes", pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais (NEE) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon - PR. As coordenadas geográficas da Estação são 24º 55' latitude S, 54º 04' longitude W e altitude de 420 m.

O experimento foi instalado em ambiente protegido tipo telado, fechado no teto e nas laterais com malha preta de 30% de sombreamento. Dentro desta estrutura está localizado um abrigo meteorológico com altura de 1,20 m, onde foi fixado um Datalogger®, com sensores de temperatura e umidade relativa do ar. Os dados coletados por este equipamento durante a condução do experimento foram apresentados na Figura 1.

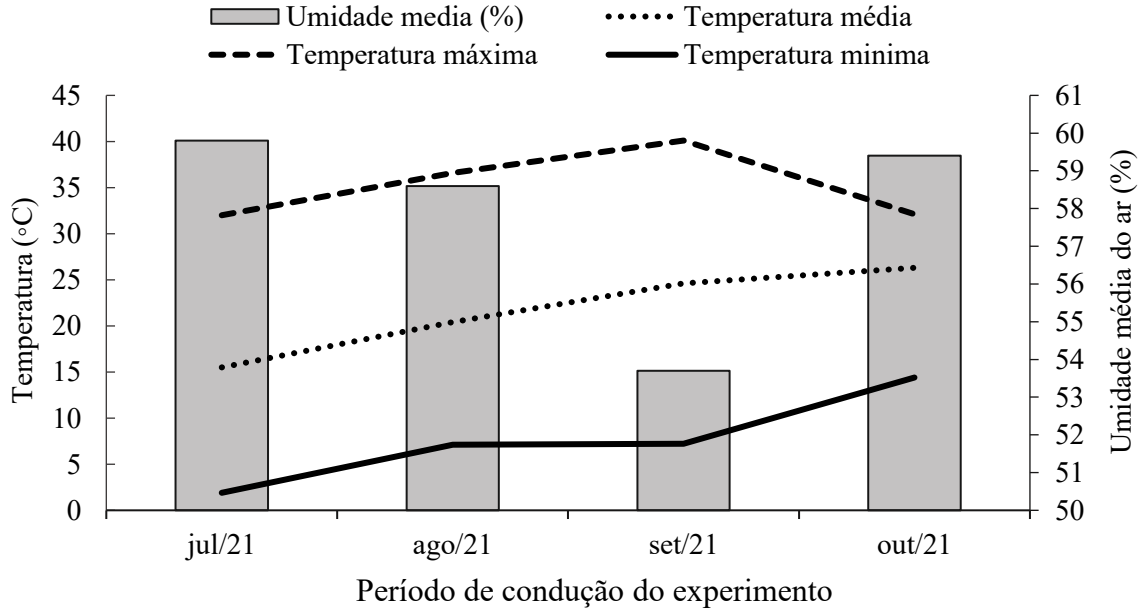


Figura 1. Temperaturas máximas, média e mínima do ar (ºC) e umidade média relativa do ar (%) observadas durante o período do experimento (julho a outubro de 2021). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como sendo do tipo *Cfa*, subtropical mesotérmico úmido, com temperatura média no mês mais quente acima de 22ºC e temperatura média no mês mais frio inferior a 18ºC (ALVARES et al., 2013).

As sementes utilizadas no experimento foram retiradas de frutos maduros das plantas matrizes de doviális com idade de oito anos, localizadas no pomar da Fazenda Experimental "Professor Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa", pertencente a própria universidade (Figura 2A). A escolha das plantas matrizes foi feita a partir da avaliação visual onde foram escolhidas plantas sadias e vigorosas, o mesmo foi realizado para os frutos, estes foram homogeneizados e formaram a amostra final (Figura 2B).

Posteriormente, os frutos foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Unioeste, os quais foram separados em duas frações. A primeira foi imediatamente despolpada, em água corrente com o auxílio de peneiras até a total retirada da mucilagem das sementes (Figura 2C). Na sequência, estas foram forradas com folhas de papel e colocadas para secar em bancadas por um período de 24 h (Figura 2D), sendo que este processo foi realizado para todos os períodos determinados.

O restante foi armazenado em baldes plásticos de 5 L cobertos por saco plástico de coloração preta, para evitar o contato luminoso, alocados em ambiente sombreado com temperatura ambiente de 25 ±2ºC, deixando-os em repouso por períodos definidos de fermentação dos frutos (0, 7, 14 e 21 dias).

Figura 2. (A) Plantas matrizes de doviális no pomar experimental da Unioeste. (B) Frutos maduros de doviális, (C) Despolpamento dos frutos de doviális com auxílio de peneira. (D) Sementes de doviális após despolpamento e secagem a sombra e temperatura ambiente de 25±2ºC. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Os substratos comercial, casca de arroz carbonizada, areia e latossolo vermelho foram alocados em bandejas plásticas com dimensões de 53 cm (comprimento) x 38 cm (largura) x 9 cm (profundidade) (Figura 3). As bandejas plásticas foram alocadas em bancadas de ferro localizadas no interior do telado. O regime de regas foi realizado diariamente com o auxílio de regadores.

Figura 3. Bandejas plásticas contendo, da esquerda para a direita, respectivamente, os substratos casca de arroz carbonizado, substrato comercial, areia e latossolo vermelho. Cada placa presente nas bandejas plásticas sinaliza uma repetição, sendo quatro repetições por bandeja. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Na Tabela 1 pode-se observar a composição química dos substratos utilizados no experimento, exceto para a areia, da qual não foi realizada análise química.

Tabela 1. Caracterização química dos substratos utilizados no experimento

Substratos	pH	N	P	K	Ca	Mg	C	Umidade
				---------- g kg^{-1} ----------			-------- % --------	
CAC[1]	6,51	4,73	1,69	5,54	4,43	1,43	18,21	13,07
SC[2]	5,62	16,53	11,55	12,54	18,91	8,39	328,5	49,74
	pH	N	P	K	Ca	Mg	C	Umidade
			mg dm^{3-}	------ $cmol_c$ dm^{3-} ------			g dm^{3-}	%
LV[1]	6,55	-	723,48	1,71	9,57	4,94	24,93	-

[1]Análises realizadas no Laboratório Primor Lab, Assis Chateaubriand, Paraná. [2]Análise realizada pelo fabricante. CAC = casca de arroz carbonizada, SC = substrato comercial, LV = Latossolo Vermelho. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC)em esquema fatorial 4 x 4 [quatro substratos (casca de arroz carbonizada, areia, substrato comercial e Latossolo Vermelho) x quatro períodos de fermentação dos frutos (0, 7, 14 e 21 dias)], contendo 4 repetições e 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento.

As avaliações ocorreram diariamente do 1º a 35º dia após a instalação de cada tratamento. Determinou-se a emergência de plântulas (EP), que é caracterizada por apresentar os cotilédones acima do substrato, com resultados expressos em percentagem (%) e o índice de

velocidade de emergência (IVE), o qual foi calculado a partir dos valores diários de plântulas emergidas, utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962). O tempo médio de emergência (TME) foi utilizado para estipular o tempo para atingir a emergência máxima de plântulas em dias, utilizando a fórmula de Edmond e Drapala (1958). A velocidade média de emergência (VME) foi calculada pela Equação 1, a seguir.

$$VME = \frac{1}{t\ (tempo\ médio\ de\ germinação\ em\ dias)}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade de Shapiro-Wilk ($p>0,05$) e, cumpridos os pressupostos do modelo, a ANAVA testou os efeitos dos fatores isolados e sua interação. A comparação das médias das variáveis do fator substrato foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Para o fator período de fermentação dos frutos, ajustaram-se curvas de regressão polinomial. O programa estatístico utilizado para a execução das análises estatísticas foi o SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância (Tabela 2) verificou-se a interação entre o substrato e a fermentação para a emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência. Para a velocidade média de emergência houve diferença significativa para os fatores isolados.

O tempo de fermentação depende da temperatura, do tipo de fruta utilizada, do seu teor de açúcar (LUZÓN-QUINTANA et al., 2020) e da finalidade deste processo. Assim, diferentes tempos de fermentação têm sido descritos na literatura científica para mostos de diferentes frutas (WENDHAUSEN, 2022). Entretanto, trabalhos com doviális são incipientes na literatura, inclusive aqueles relacionados ao tempo de fermentação como método de extração, visando obter maiores percentagens, índices e velocidade de emergência.

A EP de doviális em função dos diferentes substratos e dias de fermentação foi descrita na Figura 4. Observou-se que, independentemente do substrato utilizado, a percentagem de emergência foi maior no tempo zero de fermentação, ou seja, quando utilizada as sementes imediatamente após a sua retirada dos frutos. Para essa varável pode-se observar ainda na Figura 4, o substrato comercial e latossolo vermelho apresentaram uma porcentagem superior aos demais substratos no tempo 0, isso está relacionado a capacidade de retenção de umidade inicial.

Tabela 2. Resumo da análise de variância contendo os valores do quadrado médio para emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) em função de substratos (S) e fermentação (F). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

FV	GL	EP[(a)] (%)	IVE[(a)]	TME (dias)	VME
S	3	2.511050*	0.009442*	54.458463*	0.000033*
F	3	71.201082*	0.189068*	339.197480*	0.000351*
S x D	9	2.026024*	0.007138*	17.224798*	0.000013^{ns}
Resíduo	48	0.528158	0.002234	6.009024	0.000008
Total	63				
CV(%)		20.59	4.28	7.35	9,25

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, ^{ns} = não significativo, FV = fator de variação, GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação. [(a)]Dados Transformados pela equação Raiz quadrada de Y + 1.0 - SQRT (Y + 1.0).

Em relação ao substrato, no tempo zero o Latossolo Vermelho se mostrou superior, com 53,5% de emergência, seguido pelo comercial (49,5%), casca de arroz carbonizada (38%) e areia (32,5%). A mesma ordem de desempenho dos substratos foi notada quando utilizado sete dias de fermentação para extração de sementes. Aos quatorze dias de fermentação observou-se uma diminuição do EP, onde o substrato Latossolo Vermelho demonstrou desempenho inferior aos demais utilizados com 2% de plântulas emergidas; ao passo que os demais substratos apresentarem comportamento semelhante com 5,5%; 5,5% e 7% de EP para areia, casca de arroz carbonizada e comercial, respectivamente. Aos vinte e um dias de fermentação, observou-se que o substrato comercial se mostrou superior aos demais.

Oliveira, Cavalcante e Martins (2006) avaliaram os efeitos de diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias) e condições ambientais (câmara seca, fria e sem controle) na emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de doviális. Os autores constataram que as condições ambientais não influenciaram na percentagem de emergência e nem no IVE, enquanto observaram os melhores resultados para estas variáveis aos 14 dias de armazenamento.

Por outro lado, Haliski et al. (2013) não encontraram diferenças significativas na percentagem de germinação de *Caesaria decandra*, espécie pertencente a mesma família do doviális, ao testarem diferentes substratos (papel toalha, rolo de papel, areia e vermiculita).

Pode-se observar um comportamento quadrático decrescente para o substrato S2 em relação os tempos de fermentação, o que era esperado, devido ao decréscimo da EP com o aumento dos dias de fermentação (Figura 4). Da mesma forma, os demais substratos apresentaram comportamento semelhante com IVE superior aos zero dias de fermentação e declínio até os quatorze dias, voltando a crescer a curva aos vinte e um dias de fermentação.

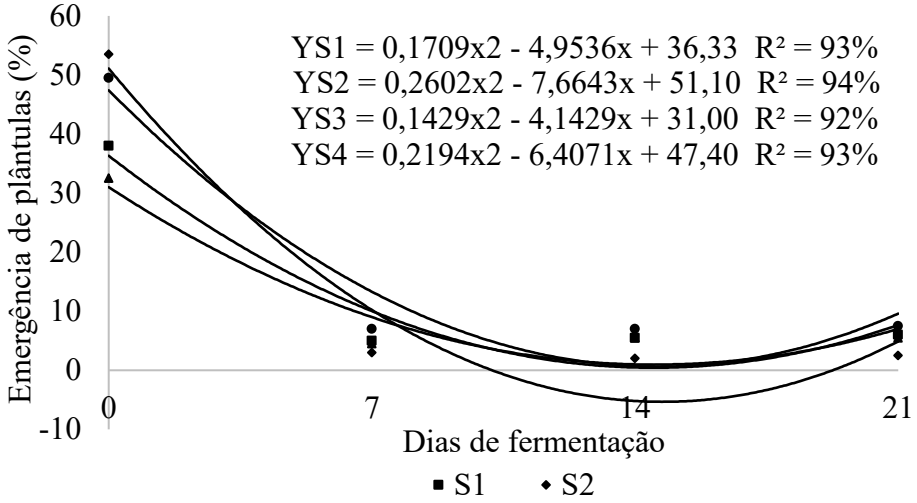


Figura 4. Percentagem de emergência de plântulas (EP) de doviális em função de substratos e tempos de fermentação. S1 = casca de arroz carbonizada, S2 = Latossolo Vermelho, S3 = areia lavada, S4 = substrato comercial. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

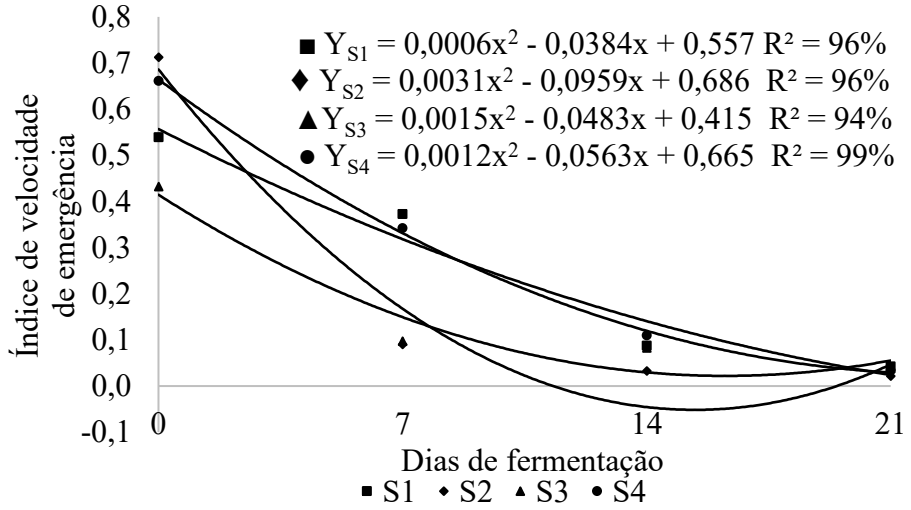
A Figura 5 apresentou o IVE de doviális em função dos diferentes substratos e dias de fermentação, o qual demonstrou comportamento similar ao da EP, posto que foi maior aos zero dias de fermentação independentemente do substrato empregado.

Aos zero dias o substrato S2 foi superior aos demais (0,712), seguido do S4, S1 e S3 com 0,661, 0,539 e 0,432, respectivamente. Com sete dias de fermentação o substrato S4 obteve o melhor desempenho com IVE de 0,372. Da mesma maneira, aos quatorze dias o substrato S4 permaneceu com melhor desempenho (0,109). Por fim, aos vinte e um dias de fermentação todos os substratos apresentaram IVE semelhantes, com o S1 superior aos demais (0,042), seguido do S3 (0,038), S4 (0,033) e S2 (0,021).

Haliski et al. (2013) avaliaram o índice de velocidade de germinação (IVG) para sementes de *Casearia decandra* submetida a diferentes temperaturas (20, 25, 30 e 35ºC) e substratos (papel toalha, rolo de papel, areia e vermiculita) e concluíram que na temperatura de 30ºC houve o maior IVG para todos os substratos; enquanto nas temperaturas 20, 25 e 30ºC o

769 substrato rolo de papel teve o melhor desempenho e na temperatura de 35ºC os substratos areia
770 e vermiculita obtiveram os maiores valores.

771 O tempo para atingir a emergência máxima de plântulas (TME) foi representado na
772 Figura 6, com valores bastante semelhantes, aproximadamente 36 dias para o substrato S1 e 38
773 para os substratos S2 e S4, e tempo maior de 39 dias para S3. Ao passo que aos sete dias de
774 fermentação, o S3 permaneceu apresentando o maior TME (41 dias) e S2, menor valor (32
775 dias). Aos quatorze dias, os tempos de fermentação voltaram a expressar valores similares que
776 variaram de 31 a 33. Finalmente, no último tempo de fermentação, assim como nos demais, o
777 S3 expressou o maior valor para o TME (30 dias) e, neste caso, menor valor foi para S4 (25
778 dias).



779

780 **Figura 5.** Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de doviális em função de
781 substratos e tempos de fermentação. S1 = casca de arroz carbonizada, S2 = Latossolo Vermelho,
782 S3 = areia lavada, S4 = substrato comercial. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR,
783 2022.

784

785 Pinheiro et al. (2020) ao avaliar a resposta germinativa de três populações de mangabeira
786 com diferentes substratos (Latossolo Vermelho, Latossolo Amarelo e composto na proporção
787 de 2:1:1 de Latossolo Vermelho, vermiculita e areia grossa), constatou que a germinação (%G)
788 das populações foi baixa, apresentando percentagens semelhantes de germinação e tempo
789 médio de germinação (TMG). Quanto aos substratos utilizados, o Latossolo Vermelho e o
790 comercial alcançaram os maiores valores para as variáveis testadas.

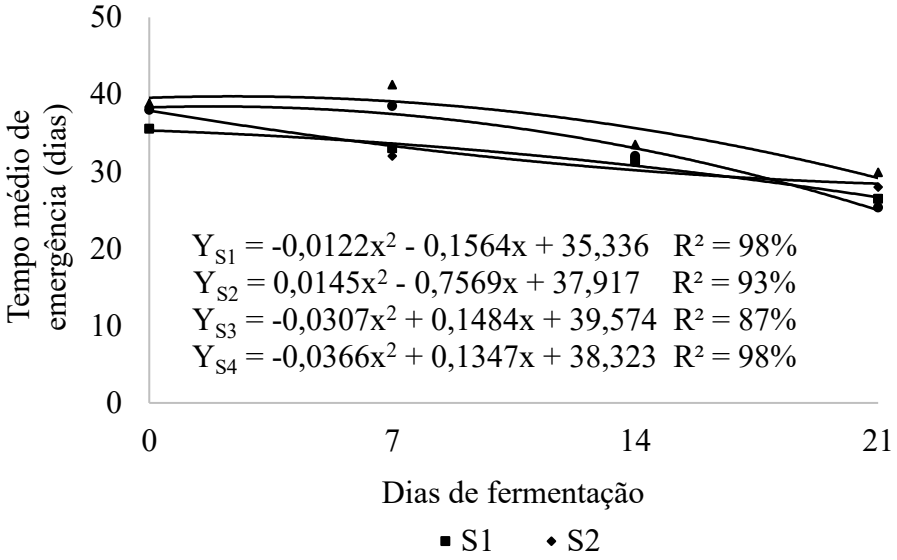


Figura 6. Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de doviális em função de substratos e tempos de fermentação. S1 = casca de arroz carbonizada, S2 = Latossolo Vermelho, S3 = areia lavada, S4 = substrato comercial. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

O substrato Latossolo Vermelho apresentou interação significativa com os tempos de fermentação (Figura 7). Aos vinte e um dias de fermentação, numericamente, constatou-se a maior VME (0,037), enquanto a menor (0,027) foi observada no tempo zero.

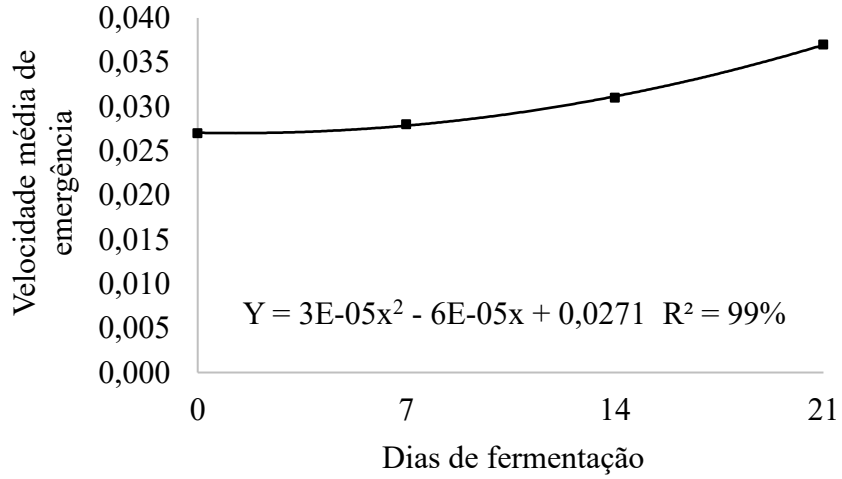


Figura 7. Velocidade média de emergência (VME) de plântulas de doviális em função do substrato Latossolo Vermelho e tempos de fermentação. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Em relação aos substratos avaliados, a Tabela 3 demonstrou a média dos componentes de emergência mensurados. Pode-se observar que para as variáveis EP, IVE e VME, o substrato areia foi numericamente inferior aos demais substratos, apesar de ser estatisticamente igual aos substratos casca de arroz carbonizada e Latossolo Vermelho, para EP e IVE, e aos substratos Latossolo Vermelho e comercial, para VME. Em contrapartida, para o TME, a areia foi estatisticamente superior aos substratos testados.

Para a EP, o substrato comercial apresentou aumento de 65,2% em relação a areia, embora tenha sido estatisticamente igual a casca de arroz carbonizada e ao Latossolo Vermelho, que apresentaram 41,3% e 35,9%, respectivamente, de incremento na emergência de plântulas em comparação a areia. Da mesma forma, os substratos comercial, Latossolo Vermelho e casca de arroz carbonizada representaram acréscimo de 81,3%, 68,8% e 62,5% no IVE em relação a areia.

Tabela 3. Componentes de emergência do doviális em função dos substratos. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, 2022.

Substratos	EP (%)	IVE	TME (dias)	VME
CAC	16,25 ab	0,26 ab	31,60 b	0,032 a
LV	15,63 ab	0,27 ab	32,47 b	0,031 ab
Areia	11,50 b	0,16 b	35,87 a	0,029 b
SC	19,00 a	0,29 a	33,45 b	0,031 ab
CV(%)	29,60	29,72	7,35	9,25

CAC = casca de arroz carbonizada; LV = Latossolo Vermelho; SC = substrato comercial. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna, dentro de cada nível de tratamento, diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Diante destes resultados, observou-se que a fermentação influencia na germinação de sementes de doviális, de modo que diminiu, para a maioria dos substratos testados no presente trabalho, a percentagem e velocidade de emergência. Contudo, é necessário o desenvolvimento de novos trabalhos que procurem elucidar as razões para tal comportamento e avaliar novos métodos de fermentação.

Por outro lado, os substratos analisados apresentaram respostas similares quanto as variáveis avaliadas, com exceção para o TME, onde o substrato areia se mostrou superior. Logo, outros substratos podem ser testados a fim de obter melhores respostas para a germinação e emergência de doviális.

CONCLUSÕES

A extração das sementes de doviális não deve ser realizada a partir da exposição dos frutos à fermentação, independente do tempo de fermentação. Na emergência e estabilização de plântulas de doviális, recomenda-se o uso de substrato comercial e latossolo vermelho.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22: 711-728, 2013.

AUGUSTYN, W. A. et al. A preliminar study on the chemical characteristics of keiapple (*Dovyalis caffra*) na undervalued South African fruit. **South African Journal of Botany**, 117: 268-275, 2018.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Respiration and deterioration of *Inga vera* ssp. *affinis* embryos stored at different temperatures. **Journal of Seed Science**, 41: 44-53, 2019.

BORGES, G. et al. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, redcurrants, and cranberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 58: 3901-3909, 2010.

CALVI, G. P. **Armazenamento das sementes recalcitrantes de *Eugenia stipitata* MCVaugh: aspectos tecnológicos e fisiológicos**. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas. Manaus, Amazonas, p. 101, 2015.

DUTRA, A. F. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Lueheadivaricata* Mart. et. Zucc. em diferentes substratos. **Ciência Florestal**, 26: 411-418, 2016.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, 71: 428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35: 1039-1042, 2011.

HALISKI, S. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de sementes de *Casearia decandra*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 33: 253-259, 2013.

LUZÓN-QUINTANA, L. M. et al. Biotechnological processes in fruit vinegar production. **Foods**, 10: 945, 2021.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2: 176-177, 1962.

OLIVEIRA, I. V. M. et al. Armazenamento de sementes de doviális (*Dovyalis caffra*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 28: 539-541, 2006.

PINHEIRO, E. A. et al. Germinação de sementes de populações naturais de *Hancornia speciosa* em diferentes substratos. **Biodiversidade**, 19: 166-176, 2020.

RINALDI, A. R. et al. Stem cuttings and substrates in *Dovyalis* assexual propagation. **Comunicata Scientiae**, 8: 587-595, 2017.

ROBERTS, E. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, 1: 499-514, 1973.

ROTILI, M. C. C. et al. Nutraceutical fruit characterization, nutritional aspects and sensory analysis of dovyalis jams. **Ciência Rural**, 51: e20200310, 2021.

SILVA, E. A. A. et al. **Fisiologia das sementes**. In: BARBEDO, C. J.; SANTOS JÚNIOR, N. A. (Eds.). **Sementes do Brasil:** produção e tecnologia para espécies da flora brasileira. Instituto de Botânica/SMA: São Paulo, p. 15-40, 2018.

SILVA, J. A. A. et al. Caracterização físico-química de frutos de clones de doviális (*Dovyalis abyssinica* Warb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33, 2011.

SILVA, V. F. et al. Efeito de diferentes substratos na germinação de genótipos de girassol. **Revista Verde**, 9: 16-20, 2014.

SOLANGE, A. K. A. et al. Review on African tradicional cereal beverages. **American Journal of Research Communication**, 2: 103-153, 2014.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização e frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36: 23-38, 2014.

WENDHAUSEN, L. F. **Fermentados alcoólicos de frutas: uma revisão sobre as etapas e parâmetros de produção, características físico-químicas e potencial bioativo das bebidas**. 2022. 50 p. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

4 CONCLUSÕES GERAIS

Os períodos entre outubro e dezembro e maio a julho, são propícios para a confecção de estacas de doviális.

Pode-se utilizar as auxinas sintéticas, ácido indolbutírico (AIB), independente da concentração e o ácido indolacético (AIA) com concentração entre 1000 e 3000 mg L^{-1}.

Constatou-se melhores resultados, independente do substrato utilizado e com tempo zero de fermentação, para as variáveis emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE).

O substrato areia apresentou o maior tempo médio de emergência (TME) de plântulas de doviális, independente dos períodos de fermentação.

Apenas para o substrato Latossolo Vermelho a velocidade média de emergência (VME) apresentou interação significativa e obteve o maior valor desta variável aos 21 dias de fermentação.