

2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS LENHOSAS DE FIGUEIRA

Mauro Brasil Dias Tofaneli^{1*}, Rodrigo Teles dos Santos²

¹ Docente, Fruticultura, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR. *E-mail do autor correspondente: mbrasildt@ufpr.br

² Engenheiro Agrônomo, Agrotis, Curitiba, PR.

Recebido: 25/05/2020; Aceito: 11/01/2021

RESUMO: O principal método de propagação da figueira é a estaquia em ramos lenhosos cujo sucesso depende de vários fatores, dentre eles uma eventual necessidade de aplicação de reguladores de crescimento nas estacas que por sua vez estes podem ser onerosos e de difícil aquisição. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) como forma alternativa ao ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de figueira. Para isso, foi realizada a estaquia da figueira ‘Roxo-de-Valinhos’ em agosto de 2013 tratando-se as estacas com as auxinas 2,4-D e AIB aplicadas nas concentrações de 0, 250, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹ por 5 s e, posteriormente, plantadas em areia lavada. Após 60 dias do plantio, avaliaram-se as porcentagens de estacas enraizadas e com calo, número de raízes, comprimento de raiz e massas fresca e seca do sistema radicular. Os resultados demonstraram que o 2,4-D não promoveu maior enraizamento das estacas da figueira quando comparado ao AIB, como também não melhorou a qualidade radicular das estacas enraizadas. O AIB na concentração de 2000 mg L⁻¹ promoveu melhores resultados de massas fresca e seca radicular. Estacas lenhosas de figueira apresentam capacidade de enraizamento sem aplicação de auxina.

Palavras-chave: *Ficus carica*. Propagação. Estaquia. Auxina.

2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ON ROOTING OF FIG-TREE HARDWOOD CUTTINGS

ABSTRACT: The propagation method of fig tree is mainly by using hardwood-cutting method in Brazil, but its successful depends of the several factors, among these a necessity of grown regulator application on the cuttings, which it can be expensive and hard to take. The objective of this work was to evaluate the effect of the 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) on rooting of hardwood cuttings of fig as alternative to the indolebutyric acid (IBA). The experiment was carried out at the Universidade Federal do Paraná (Curitiba, Paraná, Brazil) between August and October 2013. The cuttings were treated with 2,4-D or IBA applied at concentrations of 0, 1000, 2000, or 3000 mg L⁻¹ for 5 s. Soon after, the cuttings were planted on washed sand put in plastic bags. After 60 days, the rooting percentage of cuttings, cuttings with callus, the number and the length of roots per rooted cutting, matter of fresh roots, and matter of dry roots. The 2000 mg L⁻¹ IBA showed the best results of matter of fresh roots, and

matter of dry roots. Fig-tree hardwood cuttings have capacity to rooting without auxin application.

Key words: *Ficus carica*. Propagation. Cutting. Auxin.

INTRODUÇÃO

Na cultura da figueira (*Ficus carica* L.), a produção de mudas de qualidade tem estreita relação com o sucesso da cultura e é crucial para a ampliação do sistema de produção de figo (BECKER *et al.*, 2010; PIO *et al.*, 2006). No Brasil, a propagação da figueira ‘Roxo-de-Valinhos’, cultivar que predomina nos figueirais nacionais, é realizada basicamente pelo método da estaquia de ramos lenhosos (BOLIANI *et al.*, 2019; BECKER *et al.*, 2010).

Tem-se verificado, no entanto, variação na capacidade de enraizamento de estacas da figueira conforme as condições de estaquia e estaqueamento, especialmente quando o método de plantio das estacas é realizado direto no campo onde é comum obter desuniformidade entre as plantas e falhas na densidade do pomar em virtude da variabilidade no potencial de rizogênese (PIO *et al.*, 2003; BECKER *et al.*, 2010; DIAS *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2013). Justifica-se desta forma adotar técnicas inovadoras que visem melhorar e aperfeiçoar a prática de produção de mudas por estaquia as quais levam à maior porcentagem de formação de raízes, melhor qualidade das mesmas e uniformidade no enraizamento (RAMOS; LEONEL, 2008).

A aplicação de hormônio enraizador nas estacas de figueira promoveria maior capacidade de formação de raízes e, produziria mudas mais vigorosas e em menor tempo (PIO *et al.*, 2006; LAJÚS *et al.*, 2007). Porém, a aquisição desta substância pelo viveirista não é tão simples, seja pelo seu alto custo ou pela dificuldade de compra (TOFANELLI *et al.*, 2014). A substância mais empregada é a auxina (FERRAZ *et al.*, 2018), sendo a mais comum o ácido indolbutírico (AIB) (OHLAND *et al.*, 2009). No entanto, o AIB nem sempre é facilmente encontrado nas lojas para aquisição e quase sempre seu custo é oneroso (TOFANELLI *et al.*, 2014).

Como alternativa ao AIB existem outras auxinas de menor custo que poderiam ser utilizadas como hormônio enraizador, mas por não serem regulamentadas para tal e pela falta de informações técnico-científicas que garantam a sua aplicabilidade estas não têm sido utilizadas como este propósito. Cita-se neste caso o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), substância encontrada como princípio ativo de vários produtos comerciais registrados como herbicidas de plantas dicotiledôneas, no entanto a mesma substância quando aplicada em baixas concentrações pode exercer função de hormônio enraizador em estacas de plantas (LEMOS, 2020; TOFANELLI *et al.*, 2014).

O 2,4-D tem alta atividade enraizante, mas é fitotóxico às estacas (HOFFMANN *et al.*, 1996). Este, é uma das principais substâncias sintéticas reguladoras de crescimento de planta com atividade análoga às auxinas, especificamente, quanto à promoção do enraizamento lateral e inibição do alongamento radicular (SIMON; PETRÁSEK, 2011; WOODWARD; BARTEL, 2005). Porém, Tofanelli *et al.* (2014) consideraram ser o significativo efeito

fitotóxico do 2,4-D um dos fatores que inviabilizariam seu uso como substância promotora do enraizamento em estacas, sendo este aspecto limitante ao seu potencial de mercado, ao mesmo tempo que existe carência de resultados mais conclusivos em relação a cada situação específica. Lemos (2020) mencionou que 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.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) como forma alternativa ao ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de figueira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto e outubro de 2013 no Centro de Ensino Aplicado em Ciências Agrárias - CEAA (Fazenda Canguiri) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob as coordenadas latitude 25°25' S, longitude 49°08' W e altitude de 930 metros, localizado no município de Pinhais-PR na região metropolitana de Curitiba-PR. O clima é temperado úmido com verão temperado, precipitação de 1400 mm ano⁻¹, temperatura mínima média de 12,5 °C e temperatura máxima média de 22,5 °C, sendo classificado como Cfb no sistema de classificação climática de Köppen.

As estacas foram obtidas de ramos lenhosos descartados após a poda de inverno no mês de agosto, provenientes de figueiras da cultivar Roxo-de-Valinhos com três anos de idade. Após a coleta dos ramos, realizou-se o preparado das estacas de 30 cm de comprimento e diâmetro de 1 cm, procedendo-se um corte horizontal na sua base e em bisel no seu ápice.

Os tratamentos das estacas lenhosas foram constituídos pela aplicação exógena do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e do ácido indolbutírico (AIB) aplicados nas concentrações de 0, 250, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹ definindo um esquema fatorial 2 x 5, cujo delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições e 10 estacas por parcela.

As soluções de 2,4-D e AIB nas suas respectivas concentrações foram diluídas em gotas de NaOH 0,5N completando-se o volume final para 1 L com água destilada. O tratamento propriamente dito foi realizado imergindo a base das estacas em 5 cm nas designadas soluções de auxina por 5 s (TOFANELLI *et al.*, 2014). O tratamento 0 mg L⁻¹ (testemunha) foi realizado com a imersão das estacas em água destilada.

Imediatamente após o tratamento, as estacas foram plantadas em sacos de polietileno preto para mudas, com capacidade de 3 L, preenchidos com areia branca lavada, sendo estas colocadas para enraizar sobre leito de brita em estufa plástica coberta com filme plástico e tela de sombrite fator 50%. A irrigação das estacas foi realizada uma vez por dia com auxílio de uma mangueira.

Aos 60 dias após o plantio, as estacas foram desplantadas e avaliadas no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo - DFF do Setor de Ciências Agrárias - SCA da UFPR, localizado no município de Curitiba-PR, para verificar as seguintes características: porcentagem de estacas enraizadas; sendo considerada enraizada aquela estaca

que apresentou pelo menos uma raiz com 1 mm de comprimento, número de raízes calculando-se a média de raízes por estaca enraizada, o comprimento de raiz (cm) medindo-se a maior raiz, massa fresca e seca do sistema radicular das estacas enraizadas (mg), sendo neste caso as estacas seccionadas para separar a parte aérea da radicular, cuja pesagem foi realizada em balança de precisão de 0,001 g e, posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar à 60 °C para atingir peso constante e pesados na balança de precisão para determinação da massa seca das raízes.

As análises estatísticas foram realizadas mediante análise de variância dos dados observados, aplicando-se teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância para os níveis do tipo de auxina e da interação entre os fatores. Quando necessário, foi realizada regressão polinomial para avaliar do efeito das concentrações das auxinas mediante estimativas obtidas pelas equações com significância de 5% e $R^2 \geq 0,75$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa dos fatores (tipo de auxina x concentração das auxinas) no número de raízes, no comprimento de raízes e nas massas fresca e seca das raízes (Tabela 1). Na característica enraizamento apenas o tipo de auxina influenciou significativamente e para a porcentagem de formação de calos não houve efeito significativo dos fatores e sua interação.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das médias das características porcentagem de enraizamento (ENR), número de raízes (NR), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de estacas lenhosas enraizadas de figueira. *Analysis of variance of the character averages of rooting percentage (ENR), number of roots (NR), fresh matter of roots (MFR) and dry matter of roots (MSR).*

Fator de Variação	GL	Quadrado Médio			
		ENR	NR	MFR	MSR
Auxina	1	4320,00**	2100,03**	1,82**	0,0036**
Dose	4	913,33 ^{ns}	443,66*	0,49**	0,0008**
Auxina x Dose	4	628,33 ^{ns}	709,06**	0,67**	0,0002**
CV %		24,8	77,8	85,9	68,3

GL - Grau de Liberdade; Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; (ns) não significativo; CV - Coeficiente de Variação. *GL - Degrees of freedom; Significance at 0.05 (*) and 0.01 (**) of probability; (ns) no significance; CV - Variance factor.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship*.

Verificou-se que o AIB promoveu maior enraizamento das estacas lenhosas de figueira quando comparado com o 2,4-D (Tabela 2).

Possivelmente, o fato do AIB ser considerado menos tóxico em uma ampla faixa de concentração, ser mais fotoestável e não ser atacado por ação biológica (DIAS; FRANCO; DIAS, 1999; HOFFMAN *et al.*, 1996) explique, em parte, seu efeito mais eficaz na promoção do enraizamento quando comparado ao 2,4-D. Deve-se ainda considerar o efeito herbicida pronunciado do 2,4-D sobre as dicotiledôneas, que mesmo sendo este aplicado apenas na base das estacas pode prejudicar funções vitais nas mesmas, pois estas auxinas podem induzir mudanças metabólicas e bioquímicas prejudiciais como, por exemplo, mudanças no

metabolismo de ácidos nucleicos, nos aspectos metabólicos da plasticidade da parede celular, na ação da enzima RNA-polimerase e, conseqüentemente, na síntese de ácidos nucleicos e proteínas, podem ainda induzir intensa proliferação celular em tecidos causando epinastia de caule e interrupção do floema (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2011).

Tabela 2. Características avaliadas em estacas lenhosas de figueira tratadas com 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) e ácido indolbutírico (AIB). *Characters evaluated on fig hardwood cuttings treated with 2.4-Dichlorophenoxyacetic acid (2.4-D), Indole-butyric acid (IBA).*

Concentração (mg L ⁻¹)	Auxinas	
	2,4-D	AIB
	Enraizamento (%)	
0	63,3	63,3
250	66,7	93,3
500	66,7	76,7
1000	60,0	90,0
2000	43,3	96,7
	60,0 B	84,0 A
C.V. (%)	27,0	
	Número de raízes	
0	6,0 aA	4,5 cA
250	7,1 aA	9,2 bcA
500	8,2 aA	12,1 abA
1000	2,0 aB	33,5 abA
2000	2,7 aB	50,4 aA
C.V. (%)	77,8	
	Massa Fresca de Raiz (mg)	
0	13,7 aA	16,7 bA
250	13,7 aA	21,7 bA
500	16,0 aA	32,0 bA
1000	4,7 aB	61,0 bA
2000	3,0 aB	166,0 aA
C.V. (%)	85,9	
	Massa Seca de Raiz (mg)	
0	1,3 aA	1,0 bA
250	1,0 aA	1,3 bA
500	0,7 aA	1,7 bA
1000	0,3 aB	3,3 bA
2000	0,3 aB	7,3 aA
C.V. (%)	68,3	

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Means followed by similar letters, same lowercase in the columns and uppercase in the line, are similar by a Tukey test at 5% probability.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship.*

Vale destacar, embora não se tenha obtido efeito significativo, que o tratamento com soluções de AIB promoveu porcentagens de enraizamento de 90,0% ou mais, exceto para a concentração de 500 mg L⁻¹ onde 76,7% das estacas enraizaram.

Pimenta *et al.* (2007) estudaram o enraizamento de estacas de espécies de *Lippia* submetidas ao tratamento por 24 h com o AIB (0, 15, 30, 60 e 90 mg L⁻¹), ANA (ácido naftaleno-acético - 0, 14, 28, 42 e 56 mg L⁻¹) ou 2,4-D (0, 17, 34, 51 e 68 mg L⁻¹) e observaram que este último não promoveu a formação de raízes adventícias e que 100% das estacas tratadas com esta substância morreram, atribuindo a isso a sua ação fisiológica característica que pode estimular a biossíntese de etileno e causar senescência em diversos tecidos.

Por outro lado, Ferreira e Ferrari (2010) obtiveram enraizamentos médios próximos dos 90% em estacas de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) tratadas tanto com AIB quanto 2,4-D nas concentrações de 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 e 5000 mg L⁻¹ durante 5 s. Vieira *et al.* (2020) avaliaram o enraizamento de estacas de mangabeira (*Hancornia speciosa* var. *pubescens*) tratadas com soluções de sacarose (0, 10, 20, 30 e 40%) acrescidas de 3 mg L⁻¹ de 2,4-D e constataram que o uso do 2,4-D auxiliou na formação das raízes adventícias, embora tenham sugerido o uso de concentrações mais diluídas deste regulador de crescimento devida a alta taxa de mortalidade de estacas obtida.

O fato das concentrações das auxinas não terem influenciado na capacidade de formação de raízes nas estacas da figueira, bem como sua interação com o tipo de auxina, pode estar relacionado com a boa capacidade de enraizamento adventício normalmente observada para esta frutífera, ou seja, mesmo sem qualquer tratamento hormonal suas estacas enraizaram, provavelmente, por estas já se apresentarem aptas ao enraizamento, devido à constituição dos seus tecidos, principalmente, quanto ao seu balanço hormonal (níveis ideais de auxina intrínseca). Pires e Biasi (2003) consideraram que as espécies de fácil enraizamento respondem menos à aplicação exógena de reguladores de crescimento, ao passo que aquelas cujas estacas enraízam com dificuldade a resposta esperada ao tratamento hormonal é melhor.

Para a característica número de raízes, a interação significativa demonstrou que o AIB nas concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ promoveu os melhores resultados em comparação com o 2,4-D, apesar estas não terem se diferenciado estatisticamente da concentração de 500 mg L⁻¹ de AIB (Tabela 1). Por outro lado, Castillo *et al.* (2014) demonstraram que o 2,4-D foi eficiente em promover maior número de raízes em estacas de roseira (*Rosa* sp.) quando estas foram tratadas com 5000 mg L⁻¹ e obtiveram 5,5 raízes estaca⁻¹, enquanto as estacas não tratadas com 2,4-D emitiram 1,17 raiz estaca⁻¹. O número de raízes em estaca é um fator importante para determinar a capacidade de propagação por estaquia e a qualidade da muda (LAJÚS *et al.*, 2007).

Também houve efeito significativo da interação para massa fresca de raízes nas estacas de figueira, onde o tratamento 2000 mg L⁻¹ de AIB promoveu o maior acúmulo (Tabela 1). Este resultado provavelmente está relacionado com o número de raízes obtido nesta dosagem, porém com a maior presença de raízes de melhor qualidade, uma vez que houve maior acúmulo de massa fresca na concentração mais elevada de AIB.

Para a característica de massa seca de raízes, a interação também foi significativa, para a qual se observou resultado estatístico de comparação das médias similar ao obtido para massa fresca de raízes (Tabela 1), o que pronuncia, não só o maior acúmulo de água nos tecidos, mas também de matéria seca.

É importante destacar os resultados inferiores promovidos pelo 2,4-D nas características número de raízes e massas fresca e seca de raízes (Tabela 1), pois reforça a teoria de que esta substância pode ter realmente provocado efeito herbicida nas estacas de figueira. Vieira *et al.* (2020) também relataram o possível efeito herbicida do 2,4-D em estacas de mangabeira quando foram tratadas com soluções de sacarose (0, 10, 20, 30 e 40%) acrescidas de 3 mg L⁻¹ deste regulador de crescimento.

Tofanelli *et al.* (2014) estudaram o efeito da aplicação do 2,4-D e AIB em estacas de porta-enxertos de videira (*Vitis ssp*) nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ e obtiveram queda no número de raízes por estaca à medida que se aumentava as concentrações de 2,4-D. Já Uyoh *et al.* (2016) destacaram que as concentrações de AIB e 2,4-D (10.000, 30.000 e 50.000 mg L⁻¹) quando aplicadas em estacas de inhame da Índia (*Dioscorea alata* L.) não promoveram os mesmos resultados em relação às também testadas soluções naturais promotoras do enraizamento a base de água de coco ou cinzas de folha de neem nas mesmas concentrações provavelmente porque, conforme os mesmos autores, as concentrações de ambos reguladores de crescimento não favorecerem a formação de raízes no mesmo nível dos enraizadores naturais.

Woodward e Bartel (2005), em trabalho de revisão sobre a regulação, ação e interação da auxina, observaram em experimento que o 2,4-D foi a substância sintética que mais inibiu a formação de raízes em mudas de *Arabidopsis thaliana* a partir da concentração de 0,023 mg L⁻¹ em meio de cultura quando comparada ao AIB e ANA. Adicionalmente, Moura-Costa e Lundoh (1994) trataram estacas de *Dryobalanops lanceolata* com solução de 2,4-D nas concentrações de 2000, 8000 e 30000 mg L⁻¹ e também observaram redução da porcentagem de enraizamento com o aumento da concentração de 2,4-D, e atribuíram a isso o efeito fitotóxico desta potente auxina que, quando aplicada em altas concentrações, pode desenvolver efeito herbicida.

Ferreira e Ferrari (2010), verificaram o efeito da aplicação de 2,4-D, AIB e ANA 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 e do comprimento de raiz tratadas com 2,4-D.

Para avaliar o efeito significativo do fator concentração de auxina nas características número de raízes e massas fresca e seca de raízes, a análise de regressão demonstrou tendência similar nas três estimativas (Figuras 1, 2 e 3).

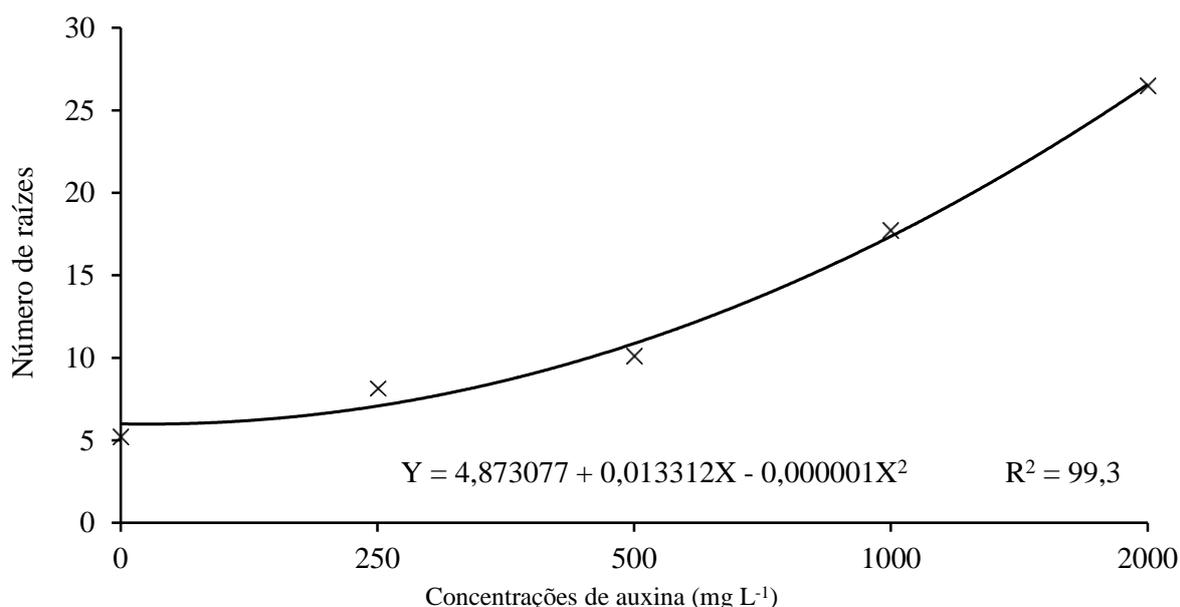


Figura 1. Número médio de raízes das estacas enraizadas de figueira tratadas com diferentes concentrações de auxinas [2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) ou ácido indolbutírico (AIB)]. Valores médios das auxinas. *Number of cuttings rooted of fig treated with different concentrations of auxins [2.4-Dichlorophenoxyacetic acid (2.4-D) or Indole-butyric acid (IBA)]. Mean data of auxins.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship.*

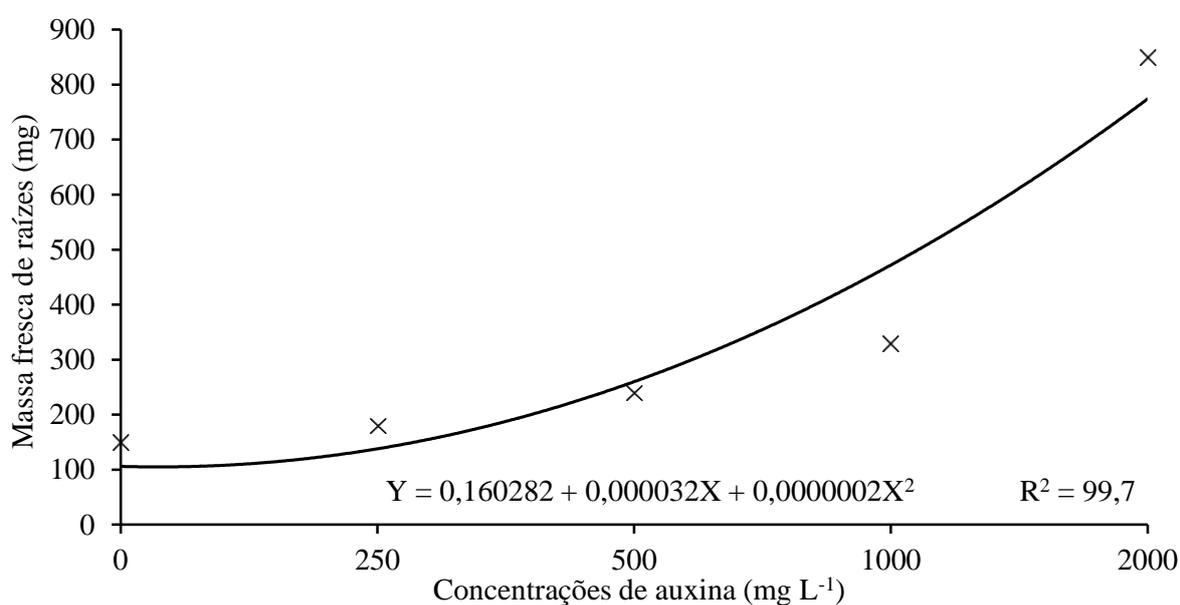


Figura 2. Massa fresca de raízes das estacas enraizadas de figueira tratadas com diferentes concentrações de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) ou ácido indolbutírico (AIB). Valores médios das auxinas. *Root fresh mass of cuttings rooted of fig treated with different concentrations of 2.4-Dichlorophenoxyacetic acid (2.4-D) or Indole-butyric acid (IBA). Mean data of auxins.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship.*

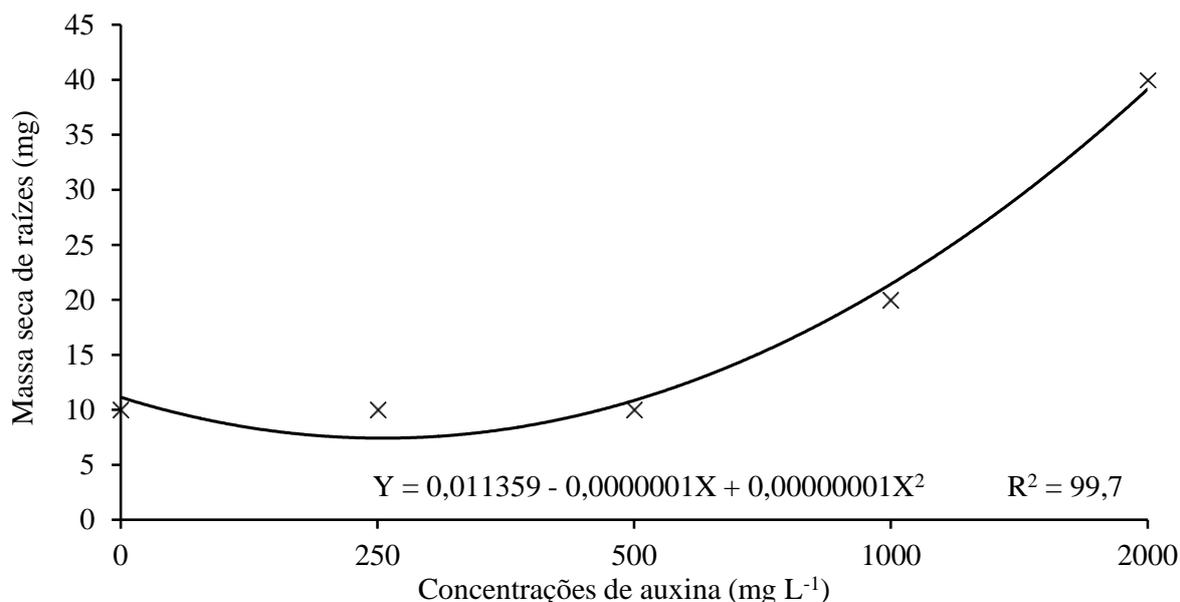


Figura 3. Massa seca de raízes das estacas enraizadas de figueira tratadas com diferentes concentrações de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) ou ácido indolbutírico (AIB). Valores médios das auxinas. *Root dry mass of cuttings rooted of fig treated with different concentrations of 2.4-Dichlorophenoxyacetic acid (2.4-D) or and Indole-butyric acid (IBA). Mean data of auxins.*

Fonte: Autoria própria *Own authorship.*

Observa-se primeiramente na Figura 1 que o tratamento com as auxinas promoveu aumento no número de raízes por estaca enraizada à medida que se aumentava a concentração das substâncias aplicadas, quando o maior número estimado ocorreu na concentração de 2000 mg L⁻¹ obtendo-se 27,1 raízes por estaca. O número de raízes em estaca é um fator importante para determinar a capacidade de propagação por estaquia e a qualidade da muda (Lajús 2007).

Becker *et al.* (2010) testaram lesão na base e as concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ de AIB no enraizamento de estacas apicais de figueira e constaram que o maior número de raízes ocorreu com 2000 mg L⁻¹ apresentando média de 148,2 raízes por estaca, resultado este que corrobora com o do presente trabalho onde esta mesma dosagem foi a que promoveu maior emissão de raízes. Estes autores ainda mencionaram que o maior número de raízes em mudas propagadas por estacas é importante para o crescimento das mesmas no viveiro e em pós-plantio a campo.

Pauletti *et al.* (2010) estudando o enraizamento de estacas caulinares de figueira tratadas com AIB nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ também verificaram melhor resultado em número de raízes quando as estacas foram tratadas com 2000 mg L⁻¹ da auxina e submetidas ao fermento no entrenó, em comparação com as estacas que não receberam tratamento com hormônio enraizador, apresentando neste caso um aumento de 194 raízes por estaca. Pio *et al.* (2008), trataram estacas radiculares de figueira com 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹ de AIB e também observaram aumento do número de raízes por estaca até a concentração de 2000 mg L⁻¹. Já Araújo *et al.* (2005) aplicaram 0, 400, 800, 1200 e 1600 mg L⁻¹ de AIB em estacas lenhosas de figueira e observaram aumento no número de raízes apenas até a concentração de 800 mg L⁻¹ da auxina.

Para as características massas fresca e seca radicular, as estimativas das regressões também demonstraram tendência de aumento quadrático (Figuras 2 e 3), onde os maiores valores foram obtidos na concentração de 2000 mg L⁻¹ de auxina, sendo 840 mg de massa fresca de raízes e 40 mg de massa seca de raízes.

Pio *et al.* (2003), estudaram a capacidade de enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e AIB nas concentrações de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹ de AIB e também observaram aumento da massa seca de raízes conforme se aumentava as dosagens da auxina e mencionaram que a esta substância promove maior emissão de raízes adventícias nas estacas, aumentando-se o número e a massa das raízes, conseqüentemente, maior massa seca das raízes.

A similaridade na tendência das curvas estimadas pela regressão polinomial observadas entre as características número de raízes, massa fresca de raízes e massa seca de raízes no presente trabalho (Figuras 1, 2 e 3), também foi verificada por Pio *et al.* (2008) em estacas radiculares tratadas com 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹ de AIB e estes autores destacaram que este comportamento reforça a importância do balanço hormonal para a rizogênese de fragmentos de figueira.

Mesmo obtendo-se uma média de 60,0% de estacas enraizadas de figueira como resultado ao tratamento com 2,4-D no presente trabalho, percebe-se que de forma geral esta substância realmente exerceu papel prejudicial à formação de raízes adventícias das estacas de figueira devido, provavelmente, ao seu efeito herbicida já aqui destacado e talvez outros métodos de aplicação desta substância poder-se-ia promover resultados diferenciados, como por exemplo a aplicação de soluções mais diluídas ou menos concentradas.

CONCLUSÃO

O diclorofenoxiacético (2,4-D) não é eficiente, quando comparado ao ácido indolbutírico (AIB) na promoção do enraizamento de estacas lenhosas caulinares da figueira 'Roxo de Valinhos'. Estacas lenhosas de figueira apresentam capacidade de enraizamento independentemente do tratamento com auxina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. P. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. de A. A.; ALVES, A. S. R. Propagação da figueira por estaquia tratadas com AIB. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p.59-63, 2005.

BECKER, L. E.; PIO, R.; CAMPAGNOLO, M. A.; DALASTRA, I. M.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A. Lesão na base e concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais de figueira 'Roxo de Valinhos'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, supl.1, p.1325-1330, 2010.

BOLIANI, A. C.; FERREIRA, A. F. A.; MONTEIRO, L. N. H.; SILVA, M. S. C. da; ROMBOLA, A. D. Advances in propagation of *Ficus carica* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 3, p.e-026, 2019. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452019000301006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 maio 2019.

CASTILLO, J. D. L. C.; COICO, F. M.; LEÓN, J. M.; MEDINA, E. L.; CARNERO, A. G. Efecto de la concentración del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en el enraizamiento de estacas de Rosa sp., rosa silvestre, en condiciones de invernadero. **INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable**, Chachapoyas, v. 2, n. 1, p.37-43, 2016. Disponível em: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/61>. Acesso em: 18 maio 2019.

DIAS, J. P. T.; TAKATA, W. H. S.; TAKAHASHI, K.; ONO, E. O. Propagação de figueira com estacas de diferentes diâmetros. **Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p.52-57, 2013.

DIAS, R. M. S. L.; FRANCO, E. T. H.; DIAS, C. A. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia* (Aiton) Willdenow. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p.127-136, 1999.

FERRAZ, R. A.; LEONEL, S.; SOUZA, J. M. A.; SILVA, M. de S.; GONÇALVES, B. H. L. Enraizamento de estacas de variedades de figueira com o emprego de ácido indolbutírico. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 33, n. 1, p.81-86, 2018.

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.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N. N. J.; ANTUNES, L. E. C.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; SILVA, C. D. R. **Fruticultura comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/Faepe, 1996. 319 p.

LAJÚS, C. R.; SOBRAL, L. S.; BELOTTI, A.; SAVARIS, M.; LAMPERT, S.; SANTOS, S. R. F. dos; KUNST, T. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas lenhosas de figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p.1107-1109, 2007.

LEMOS, M. S. D. S. **Efeito das soluções enraizadoras AIB, 2, 4-D e ANA em estacas de guaranazeiro**. 2020. 69 f. Dissertação (Mestre em Agronomia Tropical) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazona, Manaus, 2020.

MOURA-COSTA, P. H.; LUNDO, L. The effects of auxins (IBA, NAA and 2,4-D) on rooting of *Dryobalanops lanceolata* (Kapur - Dipterocarpaceae) cuttings. **Journal of Tropical Forest Science**, Kepong, v. 7, n. 2, p.388-340, 1994.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; DALASTRA, I. M.; KOTZ, T. E. Enraizamento de estacas apicais lenhosas de figueira 'Roxo de Valinhos' com aplicação de AIB e cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p.273-279, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. (ed.). Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

PAULETTI, D. R.; PIO, R.; BARBOSA, W.; CHAGAS, E. A.; KOTZ, T. E. Enraizamento de segmentos nodais caulinares de figueira. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p.877-881, 2010.

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

PIO, R.; OHLAND, T.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; CAMPAGNOLO, M. Â.; DALASTRA, I. M. Enraizamento de estacas radiculares de figueira 'Roxo de Valinhos' tratadas com AIB e dois métodos de imersão. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p.111-115, 2008.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; MENDONÇA, V.; SCARPARE FILHO, J. A.; GUIMARAES, V. F. Enraizamento de estacas de figueira coletadas em diferentes posições no ramo e ambientes de propagação distintos. **Scientia Agrária Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 5, n. 1, p.05-10, 2006.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; COELHO, J. H. C.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E.P. Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p.35-38, 2003.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; MENDONÇA, V.; CARRIJO, E. P.; CHAGAS, E. A. Propagação de estacas apicais de figueira: diferentes ambientes, ácido indolbutírico e tipo de estaca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p.1021-1026, 2006.

PIRES, E. J. P.; BIASI, L. A. Propagação da videira. In: POMER, C. V. (ed.). **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. cap. 5, p. 295-319.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S. Avaliação da época de estaquia e uso de bioregulador no enraizamento de estacas de figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p.748-753, 2008.

SIMON, S.; PETRÁSEK, J. Why plants need more than one type of auxin. **Plant Science**, Limerick, v. 180, n. 3, p.454-460, 2011.

SOUSA, C. M.; BUSQUET, R. N.; VASCONCELLOS, M. A. S.; MIRANDA, R. M. Effects of auxin and misting on the rooting of herbaceous and hardwood cuttings from the fig tree. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p.334-338, 2013.

TOFANELLI, M. B. D.; FREITAS, P. L.; PEREIRA, G. E. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid as an alternative auxin for rooting of vine rootstock cuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p.664- 672, 2014.

UYOH, E. A.; ITA, E. E.; ESSIEN, M.; EWONA, E. A. F.; BINANG, M. Effect of synthetic hormone substitutes on rooting of vine cuttings in water yam (*Dioscorea alata* L.). **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 7, n. 9, p.1372–1379, 2016.

VIEIRA, M. D. C.; SOUZA, J. L. C.; SILVA, G. D.; PEREIRA, C. C. O.; PEREIRA, W. J.; SOUZA, E. R. B. 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**, Aracaju, v. 11, n. 2, p.118-127, 2020.

WOODWARD, A. W.; BARTEL, B. Auxin: regulation, action, and interaction. **Annals of Botany**, Exeter, v. 95, n. 5, p.707-735, 2005.