

Nota Técnica

Propagação vegetativa, produtividade de minicepas e determinações metabolômicas de 4 espécies do gênero *Tibouchina*

Plant propagation, ministumps productivity and biochemistry determination of 4 species of genus *Tibouchina*

Leandro Porto Latoh¹ , Bruno Francisco Sant'Anna-Santos¹ ,
Henrique Soares Koehler¹ , Katia Christina Zuffellato-Ribas¹ 

¹Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

RESUMO

O gênero *Tibouchina* apresenta aproximadamente 350 espécies, dentre elas, *Tibouchina affinis fothersgillae*, *Tibouchina heteromalla*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* e *Tibouchina sellowiana*. Por se tratarem de espécies nativas do Brasil, podem ser utilizadas para revegetação de áreas antropizadas, devido à característica pioneira. A presente pesquisa objetivou estudar a propagação vegetativa via miniestaquia, utilizando ácido indol butírico (AIB) e ácido fúlvico (AF), bem como realizar determinações bioquímicas e quantificar a produtividade de minicepas destas espécies. Os propágulos foram coletados de um minijardim clonal, nos meses de abril, junho, setembro e novembro/2017, confeccionados com 5±1 cm de comprimento, corte em bisel na base e reto no ápice, mantendo-se um par de folhas reduzidas à metade. As bases das miniestacas foram submetidas aos tratamentos: 0 mg L⁻¹AIB/AF, 2000 mg L⁻¹AIB, 2000 mg L⁻¹AF e 2000 mg L⁻¹AIB+AF. O experimento foi instalado utilizando-se tubetes de 53 cm³ com vermiculita, avaliados após 33 dias de permanência em casa de vegetação, considerando-se a porcentagem de enraizamento das miniestacas. O delineamento foi inteiramente casualizado, num esquema fatorial de 4x4 (quatro épocas de coleta x quatro tratamentos), conduzido individualmente/espécie. As espécies não responderam aos tratamentos com AIB/AF. Nas diferentes épocas de coleta dos propágulos, o enraizamento foi superior a 95% para todas as espécies em abril, setembro e novembro, exceto para *Tibouchina sellowiana* com 49% de enraizamento no mês de novembro, demonstrando o efeito direto das condições ambientais as quais as plantas matrizes estavam sujeitas, sob a rizogênese. Conclui-se que não há necessidade da aplicação de AIB/AF para a propagação vegetativa das diferentes espécies de *Tibouchina*, sendo viável o uso da técnica de miniestaquia. Visando a maior produtividade de miniestacas, recomenda-se coletar os propágulos em abril para *Tibouchina affinis fothersgillae* e *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, em novembro para *Tibouchina heteromalla* e em junho para *Tibouchina sellowiana*.

Palavras-chave: *Tibouchina*; Ácido indolbutírico; Ácido fúlvico

ABSTRACT

Tibouchina gene showed approximately 350 species, among these, *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina heteromalla*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, *Tibouchina sellowiana*, are native species of Brazil, were used for revegetation in anthropized areas, due to the pioneerish characteristic. The present research aimed to study rhizogenic from the technique of plant propagation by minicutting with the use of indole-3-butyric acid (IBA) and fulvic acid (FA), biochemical determinations, in addition to the minicuts production. The minicuttings were sampled in april, june, september and november and prepared with 5±1 cm length, bevel cut at the base and straight in the apical portion, keeping two leaves reduced to half. The bases of the minicuttings were to put to different treatments: 0 mg L⁻¹ IBA/FA, 2000 mg L⁻¹ IBA, 2000 mg L⁻¹ FA and 2000 mg L⁻¹ IBA+FA. The installation was in tubes with 53 cm³ with vermiculite, evaluating after 33 days of stay in the greenhouse, analyzed the rooting percentage of minicutting. The experimental design was completely randomized in a factorial of 4x4 (4 sample x 4 treatments). Rooting was greater than 95% for all species in the samples held in april, september and november, except to *Tibouchina sellowiana* with 49% of rooting in the month of November, showing the direct effect of the environment under the rizogenic. Concluded was unnecessary supplementation with exogenous IBA and FA for technical minicutting of different *Tibouchina* species. The production of minicutting was viable in april for *Tibouchina affinis fothergillae* and *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, in november *Tibouchina heteromalla* and june *Tibouchina sellowiana*.

Keywords: *Tibouchina*; Indole-3-butyric acid; Fulvic acid

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Tibouchina* é composto por aproximadamente 350 espécies, encontrado principalmente na Cordilheira dos Andes e no Brasil, em praticamente todos os biomas, salvo a Caatinga. É reconhecido pela presença de todos os estames férteis, ovário súpero com ápice cônico e fruto capsular de 4-5 lóculos (PERALTA, 2002; GOLDENBERG *et al.*, 2012). As espécies que fazem parte deste gênero são conhecidas geralmente como Quaresmeiras, plantas com imenso potencial ornamental, além de serem pioneiras e encontradas em ambientes degradados, logo com elevada aptidão para projetos de revegetação (MORAES *et al.*, 2000; LIMA *et al.*, 2003; CÉSAR *et al.*, 2009). Algumas espécies deste gênero apresentam grande número de sementes abortadas e baixa porcentagem de germinação, inviabilizando a multiplicação via seminal (CÉSAR *et al.*, 2009).

Visto isso, a utilização de métodos que envolvam a propagação vegetativa é justificada, aumentando assim a porcentagem de multiplicação de indivíduos viáveis em curto espaço de tempo, quando comparada à técnica de propagação sexuada.

A técnica de miniestaquia caulinar é uma derivação da estaquia convencional, utilizando propágulos oriundos de minicepas ou materiais em constante processo de rejuvenescimento. Induzindo, muitas vezes, o maior índice de enraizamento adventício em diversas espécies, com a redução do uso de reguladores vegetais, como ácido indolbutírico (AIB) (HARTMANN *et al.*, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013).

No entanto, além dos reguladores vegetais, existem as substâncias húmicas, que apresentam a capacidade de estimular o crescimento do sistema radicial (MARCHI *et al.*, 2008). Entre as diferentes substâncias orgânicas, o ácido fúlvico (AF) tem chamado a atenção, por apresentar ação bioestimulante, favorecendo a síntese de H⁺ATPase, tendo, portanto, ação sinérgica às auxinas (QUAGGIOTTI *et al.*, 2004; MUSCOLO *et al.*, 2007; TREVISAN *et al.*, 2010).

Independente do uso de substâncias indutoras como AIB e AF, o processo rizogênico requer energia, sendo esta disponibilizada por meio de compostos orgânicos como proteínas e açúcares, sendo sua quantificação fator primordial para o melhor entendimento do processo rizogênico.

A síntese de açúcares ocorre pela carboxilação, podendo ou não ser translocados via floema para determinadas regiões sinalizadas. Os açúcares redutores (AR) não são translocados via floema, pois apresentam um grupamento aldeído ou cetona exposto. Já os carboidratos translocados nos vegetais são os açúcares não redutores (ANR), pois apresentam o grupo cetona ou aldeído reduzido a um álcool ou combinado com grupos similares em outros açúcares (DUNFORD, 2013).

Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi pesquisar a rizogênese de quatro espécies de *Tibouchina* (*Tibouchina affinis fothergillae* Cogn., *Tibouchina heteromalla* Cogn., *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* Baill. e *Tibouchina sellowiana* Cogn.), a partir da técnica de propagação vegetativa via miniestaquia caulinar, com uso de ácido indobutírico e ácido fúlvico, relacionando as respostas de enraizamento com determinações metabólômicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

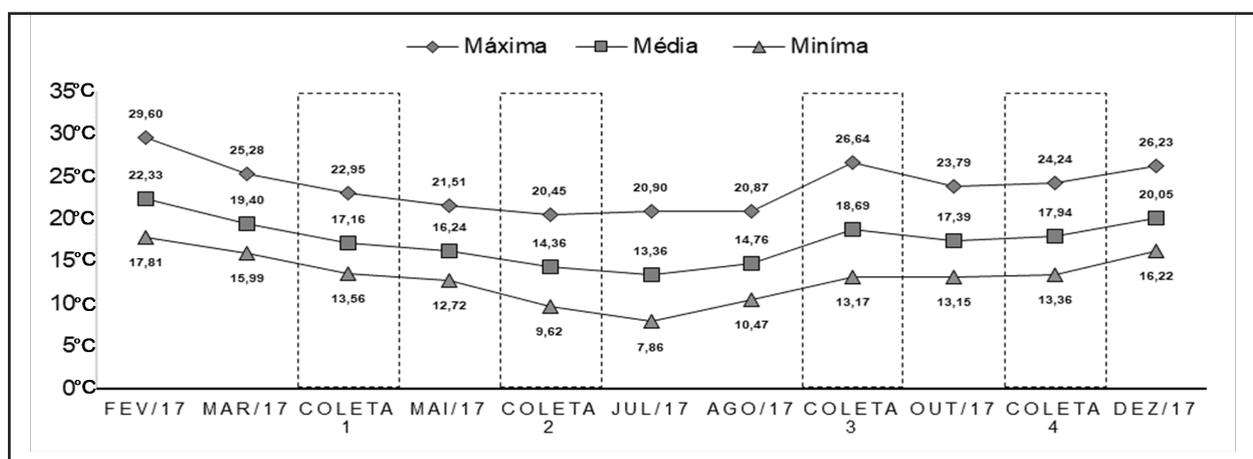
2.1 Material vegetal: Origem e manejo

No inverno de 2015, foi consolidado um minijardim formado por quatro espécies do gênero *Tibouchina* (*Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, *Tibouchina heteromalla* e *Tibouchina sellowiana*), a partir de mudas produzidas previamente pela técnica de propagação vegetativa via estaquia caulinar, oriundas de matrizes pertencentes ao Campus III da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba-PR (LATO *et al.*, 2018).

As minicepas estavam localizadas na área de pleno sol, submetidas a variações ambientais, do Laboratório de Macropropagação da Universidade Federal do Paraná (Figura 1) e foram conduzidas em vasos de 3,5 L de volume, contendo como substrato, solo e restos vegetais.

A irrigação a pleno sol foi periódica, por meio de microaspersão, num intervalo de quatro vezes ao dia, durante 8 minutos, e fertirrigação quinzenal [50 ml de solução nutritiva composta por 4 g L⁻¹ de sulfato de amônio, superfosfato triplo, cloreto de potássio e 1 g L⁻¹ de elementos de traços fundidos [FTE BR-12 (3,9% de enxofre, 1,5% de boro, 0,85% de cobre, 2,0% de manganês e 9,0% de zinco)].

Figura 1 – Dados meteorológicos referentes às variáveis temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima, durante o período fevereiro de 2017 a dezembro de 2017, Curitiba-PR



Fonte: Autores (2019)

2.2 Produtividade de minicepas de diferentes espécies de *Tibouchina*

O experimento foi conduzido em área a pleno sol do Laboratório de Macropropagação do Departamento de Botânica, localizado no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba-PR, cujo clima é caracterizado como temperado (Cfb) de acordo com a classificação de Köppen.

A área total destinada à manutenção das minicepas foi de 10 m², sendo distanciadas 20 cm entre si, evitando assim o sombreamento entre as espécies.

As análises ocorreram de modo individual, espécie por espécie, de acordo com a capacidade de rebrota das minicepas (aproximadamente 60 dias), durante o período de abril a novembro de 2017, sendo avaliado o número de miniestacas/coleta e média de miniestacas/m²/coleta.

2.3 Propagação vegetativa via miniestaquia caular

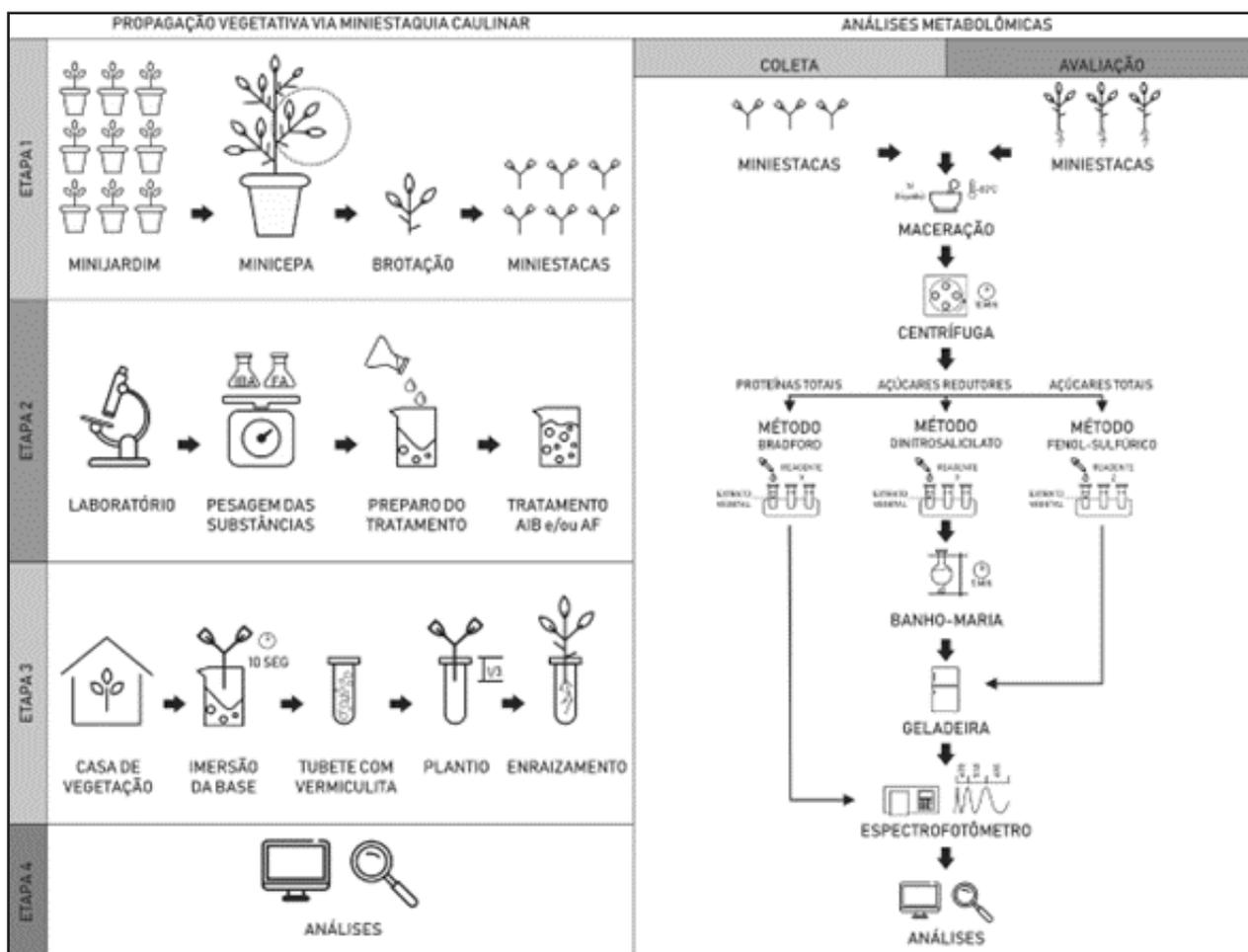
O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada e automatizada pertencente ao Setor de Ciências Biológicas, com temperatura média de 25°C ± 2°C e umidade relativa do ar (UR) próxima de 85%, no Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba-PR.

Foram utilizadas miniestacas caulinares de quatro espécies pertencentes gênero *Tibouchina* (*Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, *Tibouchina heteromalla* e *Tibouchina sellowiana*), as coletas ocorreram ao longo do ano, em abril/2017, junho/2017, setembro/2017 e novembro/2017.

Os propágulos foram confeccionados com 5 ± 1 cm de comprimento, realizando-se o corte em bisel na região basal e reto na porção apical, mantendo um par de folhas reduzidas à metade no ápice caular (Figura 2). As bases dos propágulos foram submetidas a tratamentos (T), com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e ácido fúlvico (AF), em solução hidroalcoólica 50% por 10 segundos de imersão, conforme segue: T1: 0 mg L⁻¹ de AIB+AF; T2: 2000 mg L⁻¹ de AIB; T3: 2000 mg L⁻¹ de AF e T4: 2000 mg L⁻¹ de AIB+AF.

O plantio de 1/3 da base das miniestacas foi realizado em tubetes de polipropileno (53 cm³) com 6 estrias internas, preenchidos com vermiculita de granulometria fina previamente umedecida, acondicionados em casa de vegetação climatizada. A avaliação foi realizada após 33 dias, excetuando-se *Tibouchina sellowiana* cuja avaliação foi realizada aos 49 dias, considerando-se a porcentagem de miniestacas enraizadas, que se caracterizam por estarem vivas e emitirem raízes de no mínimo 2 mm de comprimento (Figura 2).

Figura 2 – Metodologia de propagação vegetativa via miniestaquia caulinar e análises metabômicas para diferentes espécies de *Tibouchina*, Curitiba-PR



Fonte: Autores (2019)

O experimento foi composto por quatro tratamentos com quatro repetições de 15 miniestacas por unidade experimental, totalizando 240 miniestacas por espécie, num total de 960 miniestacas por experimento e um somatório de 3840 miniestacas ao longo da presente pesquisa.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), num esquema fatorial de 4 x 4 (quatro épocas de coleta x quatro tratamentos), realizado individualmente por espécies, sendo os resultados submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software Assistat.

2.4 Análises metabolômicas

As análises metabolômicas foram conduzidas no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, do Departamento de Fitotecnia e Fitosanitarismo, localizado no Setor de Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

Para extração e quantificação de proteínas totais, foi utilizada a técnica de Bradford (1976), consistindo no Método Bradford; para extração e quantificação de açúcares totais foi utilizada a técnica de Dubois *et al.* (1956), consistindo no Método de Fenol-Sulfúrico; para extração e quantificação de açúcares redutores foi utilizada a técnica de Miller (1959), consistindo no método Dinitrosalicilato (DNS); os açúcares não redutores foram obtidos por diferença entre açúcares totais e açúcares redutores (Figura 2).

As análises ocorreram nos momentos da coleta e avaliação das miniestacas dos experimentos de propagação vegetativa via miniestaquia caulinar, coletando-se 10 miniestacas em cada momento (coleta e avaliação) para cada uma das espécies.

Após o material vegetal ser devidamente identificado, foi macerado totalmente (caule, folha e raiz) em nitrogênio líquido (-80°C), pesado em balança de precisão obtendo-se aproximadamente 1 g para proteínas totais e 0,5 g para açúcares (redutores e não redutores).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), num esquema fatorial de 4 x 2 (quatro épocas de coletas x dois momentos de análises), realizado individualmente por espécies, sendo os resultados submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Produtividade de minicepas de diferentes espécies de *Tibouchina*

Observou-se a adequada adaptação das mudas ao substrato escolhido e ao volume dos vasos empregados, devido à velocidade de crescimento, sem a identificação de queimas foliares ao longo do experimento, comprovando a aceitação da solução nutritiva empregada para produção de miniestacas das diferentes espécies. Segundo Wendling *et al.* (2010), para garantir qualidade e homogeneidade na produção das minicepas, é de suma importância o balanço nutricional das espécies. Em estudo realizado com minicepas de *Acer palmatum*, foi possível afirmar que o uso de vasos com volume de 2 L e fertirrigação controlada, supre a necessidade nutricional e espacial da cultura para produção de brotos e miniestacas (STUEPP *et al.*, 2016).

Isso demonstra que o volume dos vasos é um dos fatores primordiais na confecção de minijardins para diferentes espécies vegetais, devendo-se levar em consideração o período de permanência das minicepas nestes recipientes, bem como o seu objetivo.

Não houve mortalidade de minicepas durante o período de pesquisa, possivelmente, por ter sido adotada a recomendação de Cunha *et al.* (2005), a qual apresenta o conceito de coletar sem danificar, ou seja, em todas as coletas houve um remanescente vegetal, visando a preservação da minicepa ao longo das várias coletas realizadas. A remoção excessiva de brotações em minicepas instaladas em minijardim, independente do sistema adotado, pode prejudicar o seu desenvolvimento, com efeitos fitotóxicos oriundos da fertirrigação empregada e a ausência de regiões denominadas de fonte, como por exemplo as folhas, reduzindo a capacidade regenerativa (FERRIANI *et al.*, 2010).

A capacidade produtiva de *Tibouchina affinis fothergillae* foi maior nos meses de abril e novembro com 60,8 e 46,1 miniestacas/m², respectivamente. Isso pode ser justificado principalmente pelo fato da temperatura média diária ser maior. A redução da produtividade em setembro ocorreu pela reduzida capacidade de regeneração da espécie sob influência de temperaturas baixas encontradas em julho e agosto (14°C e 15°C, respectivamente) (FIGURA 1). Os momentos do ano com temperaturas amenas e fotoperíodo reduzido interferem diretamente na capacidade fotossintética da planta. Uma vez que a fotossíntese é um gerador de energia que se baseia em dióxido de carbono (CO₂), água, fotoperíodo e temperatura, o desequilíbrio destas condições afeta diretamente síntese de compostos orgânicos (SILVACI, 2006) (Tabela 1).

Tabela 1 – Intervalo entre coletas (IC), número de miniestacas/coleta, média do número de miniestacas/m²/coleta de *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, *Tibouchina heteromalla* e *Tibouchina sellowiana*, instaladas a pleno sol entre abril e novembro de 2017, Curitiba-PR

Espécie	Coleta	IC (dias)	Número de miniestacas/coleta	Média de miniestacas/m ² /coleta
<i>Tibouchina affinis fothergillae</i>	Abril	60	608	60,8
	Junho	62	375	37,5
	Setembro	70	298	29,8
	Novembro	69	461	46,1
<i>Tibouchina moricandiana</i> var. <i>vinaceae</i>	Abril	60	710	71,0
	Junho	62	557	55,7
	Setembro	70	322	32,2
	Novembro	69	317	31,7
<i>Tibouchina heteromalla</i>	Abril	60	223	22,3
	Junho	62	290	29,0
	Setembro	70	271	27,1
	Novembro	69	319	31,9
<i>Tibouchina sellowiana</i>	Abril	60	249	24,9
	Junho	62	452	45,2
	Setembro	70	258	25,8
	Novembro	69	262	26,2

Fonte: Autores (2019)

Para *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, a maior produtividade foi encontrada na primeira coleta (71,0 miniestacas/m²), posteriormente a produção decresce até 31,7 miniestacas/m², aproximadamente 55,35% de redução, quando comparada com a primeira coleta. Resultados encontrados por Wendling *et al.* (2010 p. 343) corroboram com os dados da presente pesquisa, uma vez que os autores encontraram a maior produção de miniestacas de *Eucalyptus* spp. na primeira coleta.

Houve estabilidade na produção de miniestacas para *T. heteromalla*, não apresentando sensibilidade para variação ambiental. Para *Tibouchina sellowiana*, foi observado que em junho existiu aumento da produção de miniestacas; nas demais coletas não houve variação da produtividade.

3.2 Propagação vegetativa via miniestaquia caulinar e análises metabólicas

O enraizamento adventício de *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* e *Tibouchina heteromalla* (>87,91%, >93,75% e >67,78%, respectivamente) foi alto, independente dos tratamentos e meses de coleta do material vegetal. Já *T. sellowiana* apresentou a menor porcentagem de enraizamento, não ultrapassando 49,58%.

O uso do ácido indolbutírico (AIB) e ácido fúlvico (AF) não foi significativo, não induziu acréscimo/decrécimo na rizogênese das espécies estudadas. Isso ocorreu devido às espécies, possivelmente, apresentarem concentrações endógenas suficientes de ácido indol acético (AIA) e co-fatores do enraizamento, podendo o emprego do minijardim e seu manejo, como a técnica de rejuvenescimento, ter influenciado positivamente na maior síntese de tais substâncias (HARTMANN *et al.*, 2011).

Tibouchina affinis fothergillae apresentou variação de 11,67 pontos percentuais entre o maior e o menor enraizamento (99,58% e 87,91%, respectivamente) (Figura 3), assemelhando-se aos resultados encontrados por Nicknich *et al.* (2013), com 85% de enraizamento e Latoh *et al.* (2018a), com 97,50% de enraizamento. Apenas na coleta realizada em junho houve redução significativa do enraizamento (87,91%), possivelmente devido a redução da temperatura diária (Figura 1). As concentrações endógenas de proteínas totais e açúcares redutores apresentaram menor variação de acordo com os meses de coleta e momento de análise, acreditando-se que os

níveis dos compostos orgânicos foram suficientes para promover a estruturação dos novos tecidos devido ao excelente enraizamento da espécie.

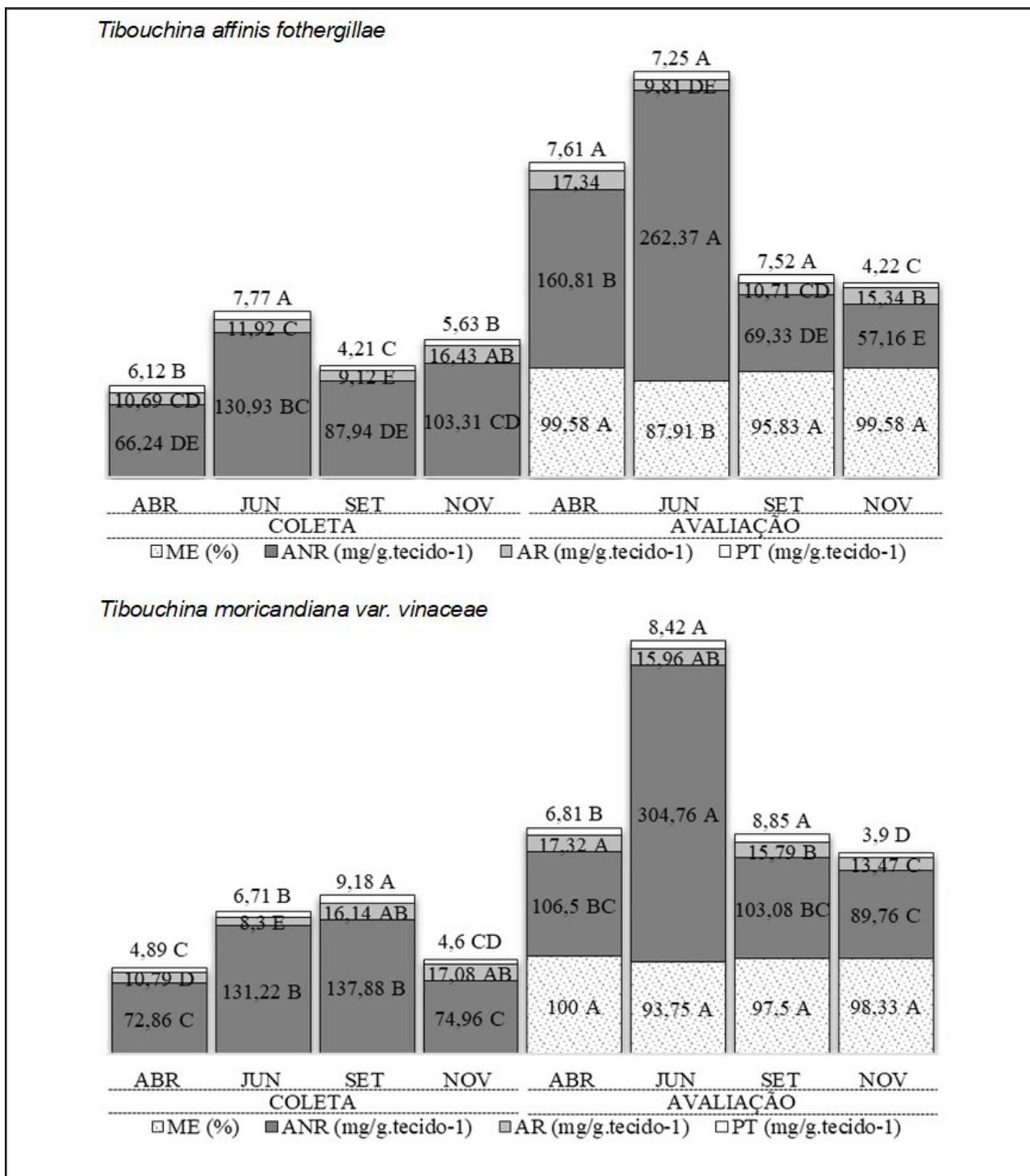
As concentrações de açúcares não redutores foram maiores em abril e junho, e menores em novembro, depois do enraizamento adventício. Isso ocorreu pela atuação de tais compostos no metabolismo vegetal, uma vez que os ANR são translocados e oxidados de maneira controlada, fornecendo energia para síntese de novos tecidos e, em forma conjugada, transportam hormônios vegetais requeridos durante o processo rizogênico (HARTMANN *et al.*, 2011; DUNFORD 2013). Portanto, a espécie demonstrou plena capacidade de sintetizar a quantidade ideal de substâncias para subsidiar a morfogênese de novos tecidos, comprovando a afirmação de Veierskov (1988), em que a quantidade de energia presente nos propágulos vegetais, subentendida como açúcares, ácidos nucleicos e proteínas, reflete diretamente na capacidade de apresentarem crescimento e desenvolvimento de raízes adventícias

Tibouchina moricandiana var. *vinaceae* apresentou a maior média de enraizamento quando comparada às demais ao longo do período da pesquisa. A diferença do enraizamento desta espécie foi de 6,25% entre as maiores e menores médias (100% e 93,75%, respectivamente), não existindo diferença estatística entre os diferentes momentos de coleta, observação encontrada também por Latoh *et al.* (2018a) (Figura 3). Pereira *et al.* (2015) corroboram com os resultados da presente pesquisa, uma vez que obtiveram para *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* enraizamento acima de 85%, não necessitando do uso de ácido indolbutírico para indução rizogênica, demonstrando que a espécie pode ser considerada de fácil enraizamento.

As concentrações de proteínas totais e açúcares redutores foram muito semelhantes à *Tibouchina affinis fothergillae*, ou seja, a síntese de tais compostos possivelmente foi adequada para o processo rizogênico da espécie.

As concentrações de açúcares não redutores (ANR) foram maiores na coleta realizada em junho no período da avaliação, possivelmente devido a estímulos ambientais, como variação de temperatura (Figura 1), reduzindo assim a atividade metabólica com intuito de proteger seus meristemas, dentre outras estruturas, armazenando compostos bioquímicos como hormônios, açúcares e proteínas. Diminuindo o transporte de compostos orgânicos, como por exemplo a auxina (HARTMANN *et al.*, 2011).

Figura 3 – Miniestacas enraizadas (ME), açúcares não redutores (ANR), açúcares redutores (AR) e proteínas totais (PT), de *Tibouchinia affinis fothergillae* e *Tibouchinia moricandiana* var. *vinaceae*, nos diferentes momentos de coleta, Curitiba-PR



Fonte: Autores (2019)

Em que: *Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram individualizadas por espécie (*Tibouchinia affinis fothergillae* e *Tibouchinia moricandiana* var. *vinaceae*) e variável (miniestacas enraizadas, açúcares não redutores, açúcares redutores e proteínas totais), durante o período de pesquisa.

Tibouchina heteromalla foi a terceira espécie com as maiores porcentagens de enraizamento, variando 32,22 pontos percentuais entre a maior e a menor porcentagem, 100% e 67,78%, respectivamente (Figura 4), apresentando redução do enraizamento na coleta realizada em junho, assim como *Tibouchina affinis fothergillae*, demonstrando alta sensibilidade às alterações ambientais.

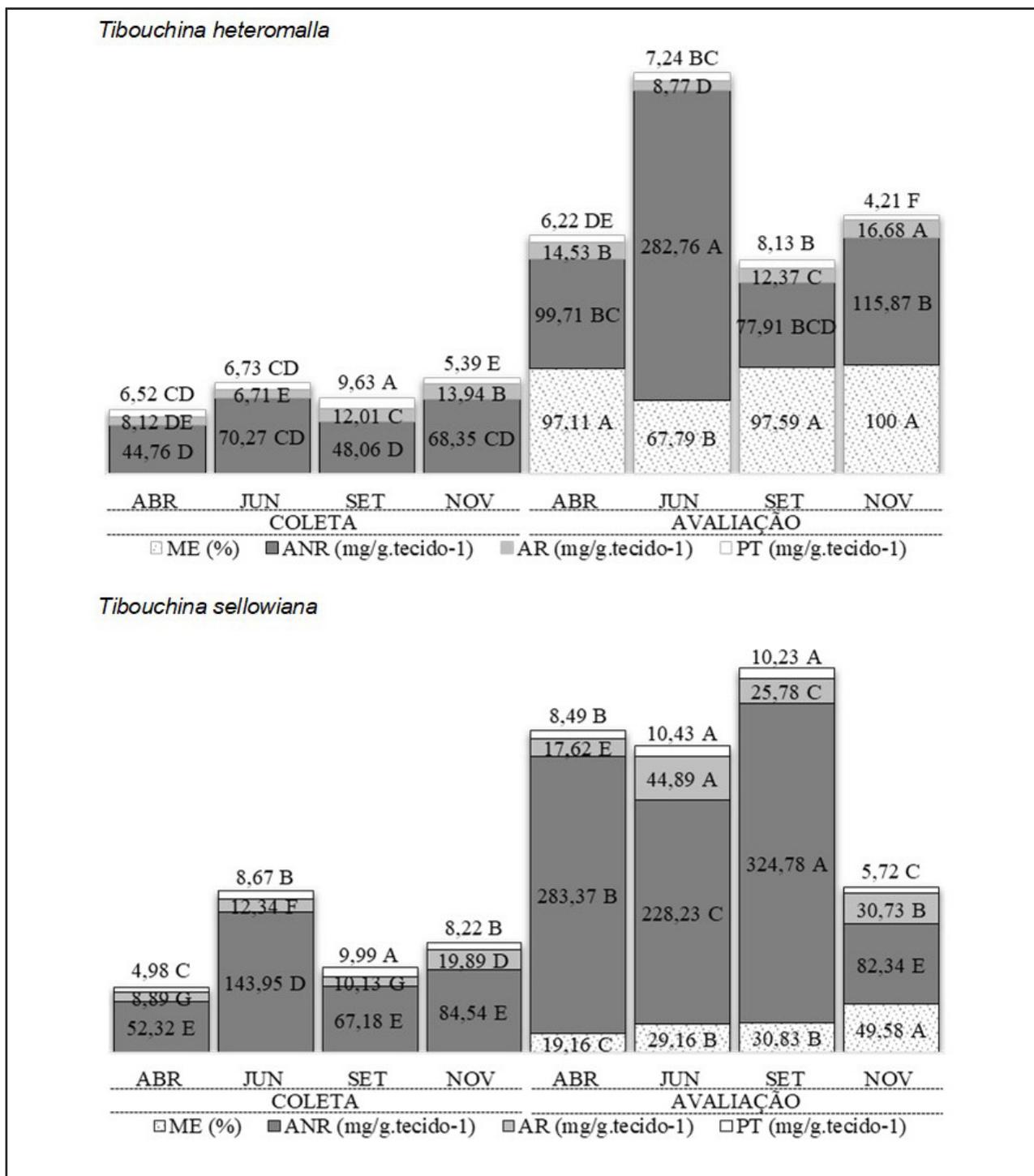
A espécie apresentou baixa variação na concentração de proteínas totais e açúcares redutores, como observado em *Tibouchina affinis fothergillae* e *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* (Figura 3). Já os açúcares não redutores apresentaram maiores concentrações na avaliação, principalmente em junho. Esse fato demonstra a capacidade da espécie em restabelecer a fonte energética ao longo do ano todo, após o processo rizogênico.

Tibouchinia sellowiana apresentou a menor porcentagem de enraizamento quando comparada às demais espécies, sendo o maior índice observado com 49,58% e o menor com 19,16% (Figura 4).

A concentração endógena de proteínas foi constante, assim como evidenciado em *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* e *Tibouchina heteromalla*. A concentração de açúcares redutores foi maior em todos os meses da avaliação, à exceção de abril. Esse fato não foi observado nas demais espécies. Os açúcares redutores apresentam a função de acúmulo de reservas não sendo translocados para locais com maiores exigências energéticas, como os açúcares não redutores (DUNFOR, 2013).

A concentração de açúcares não redutores foi maior nos meses de abril, junho e setembro no momento da avaliação, sendo os meses com menores porcentagens de enraizamento. Em novembro, a concentração foi drasticamente reduzida, possivelmente pelo aumento da necessidade energética para formação do novo sistema radicial.

Figura 4 – Miniestacas enraizadas (ME), açúcares não redutores (ANR), açúcares redutores (AR) e proteínas totais (PT), de *Tibouchina heteromalla* e *Tibouchina sellowiana*, nos diferentes momentos de coleta, Curitiba-PR



Fonte: Autores (2019)

Em que: *Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram individualizadas por espécie (*Tibouchina heteromalla* e *Tibouchina sellowiana*) e variável (miniestacas enraizadas, açúcares não redutores, açúcares redutores e proteínas totais), durante o período de pesquisa.

Tibouchina sellowiana apresentou as menores médias de enraizamento adventício. Esse fato não pode ser explicado com exatidão a partir das análises metabolômicas, pois a espécie não respondeu ao uso de AIB e/ou AF e apresentou concentrações de compostos orgânicos altas. Não obstante, os dados oriundos da pesquisa realizada Latoh *et al.* (2018b) confirmam que a espécie não responde à complementação exógena a partir de regulador vegetal e apresenta baixo enraizamento adventício.

O enraizamento de todas as espécies estudadas pode ser classificado como direto, pois não houve o desenvolvimento de raízes adventícias oriundas de calos durante o processo da rizogênese. Esse fato também foi observado por Fragoso *et al.* (2017), em pesquisa com estacas do gênero *Tibouchina*, onde não foi identificada a formação de calos antes do enraizamento, caracterizando a rizogênese como direta.

A coleta realizada no mês de junho interferiu diretamente no enraizamento das espécies, possivelmente por ser um momento de coleta com temperaturas baixas. Em ordem decrescente de enraizamento observado na coleta realizada em junho, é possível perceber que *T. moricandiana* var. *vinaceae* apresenta-se superior à *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina heteromalla* e como em outros momentos de coleta, *Tibouchina sellowiana* apresentou as menores médias de enraizamento (Figura 3 e 4).

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, constata-se a viabilidade de multiplicação das espécies *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae*, *Tibouchina heteromalla* e *Tibouchina sellowiana* com o uso da técnica de propagação vegetativa via miniestaquia caular. Essas quatro espécies nativas, até então com baixa comercialização no mercado florístico, ornamental e de recuperação de ecossistemas degradados, podem, a partir de agora, ganhar maior destaque no comércio de produção de mudas nativas.

4 CONCLUSÕES

O melhor período de coleta do material vegetal para *Tibouchina affinis fothergillae* e *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* foi em abril. Para *Tibouchina heteromalla*, em novembro e *Tibouchina sellowiana* em junho. Não há a necessidade da aplicação de ácido indol butírico e ácido fúlvico para a propagação vegetativa de *Tibouchina affinis fothergillae*, *Tibouchina heteromalla*, *Tibouchina moricandiana* var. *vinaceae* e *Tibouchina sellowiana*, sendo viável o uso da técnica de propagação vegetativa via miniestaquia caulinar.

AGRADECIMENTO

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Estaquia (GEPE) e ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.
- CÉSAR, T. M.; SOUZA, F. C.; MACIEL, R. T.; DEMBISKI, W.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RIBAS, L.; KOEHLER, H. S. Estaquia e alporquia de *Tibouchina Fothergillae* (D.C) Cogn (Melastomataceae) com aplicação de ácido naftaleno acético. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 6, p. 463-468, 2009.
- CUNHA, A. C. M. C.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage em sistema de hidroponia e em tubete. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.307-310, 2005.
- DUBOIS, M.; GILLES, J. K.; HAMILTON, P. A. R.; FRED, S. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washinton, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- DUNFORD, S. Translocação no Floema. In: Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia Vegetal** 5 ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. Cap. 11, p. 271-300.
- FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a espécies florestais. **Revista Agro@ambiente On-line**, Roraima, v. 4, n. 2, p. 102-109, jul-dez, 2010. Disponível em: <http://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/363/300>. Acesso em: 29 de dezembro 2018.

FRAGOSO, R. O.; STUEEP, C. A.; SÁ, F. P.; KRATZ, D. ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Vegetative rescue and x vitro system production of *Tibouchina sellowiana* clonal plants by cutting and minicuttings. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 11, 2017.

GOLDENBERG, R; BAUMGRATZ, J. F. A.; SOUZA, M. D. E. R. Taxonomia de Mestastomataceae no Brasil: Retrospectiva, perspectiva e chave de identificação para os gêneros. **Revista Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 145-161, 2012.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 900 p.

LATOH, L. P.; DALLAGRANA, J. F.; PORTES. D. C.; MAGGIONI, R. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa via estaquia caulinar de espécies do gênero *Tibouchina* spp. nas estações do ano. **Revista Eletrônica Científica UERGS**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 17-41, 2018a.

LATOH, L. P.; DALLAGRANA, J. F.; PORTES. D. C.; MAGGIONI, R. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa via miniestaquia caulinar seriada e produtividade de minijardim de espécies de *Tibouchina* spp. **Revista Eletrônica Científica UERGS**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 343-357, 2018b.

LIMA, J. A. S.; MENEGUELLI, N. A.; FILHO, A. B. G.; PÉREZ, D. V. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características de solo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 109- 116, 2003.

MARCHI, E. C. S.; ALVARENGA, M. A. R.; MARCHI, G.; SILVA, C. A.; SOUZA FILHO, J. L. de. Efeito da adubação orgânica sobre as frações de carbono de solos cultivados com alface americana. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1760-1766, 2008.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic and reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p.426 – 428, 1959.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; MORAES, J. A. P. V. Respostas de indivíduos jovens de *Tibouchina pulchra* Cogn. à poluição aérea de Cubatão, SP: fotossíntese líquida, crescimento e química foliar. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 444-449, 2000.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; ATTINÀ, E.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. **Soil Science Society of America Journal**, Winsconsin, v. 71, n. 1, p. 75-85, 2007.

NICKNICH, R.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de quaresmeiras. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 65-67, mar./ago., 2013.

PERALTA, P. Las espécies del género *Tibouchina* (Melastomataceae) en Argentina. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 40, n. 1-4, p. 107-120, 2002.

PEREIRA, M. O.; GRABIAS, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; NAVROSKI, M. C. Enraizamento de estacas de *Tibouchina moricandiana* var. *vinacea* em função da forma de aplicação e concentrações de AIB. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 14, n. 3, p. 210-216, jul., 2015.

QUAGGIOTTI, S.; RUPERTI, B.; PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 398, p. 803-813, 2004.

STUEPP, C. A.; FRAGOSO, R. O.; MAGGIONI, R. A.; LATOH, L. P.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Ex vitro system for *Acer palmatum* plant propagation by minittings technique. **Revista Cerne**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 355-364, 2016.

SIVACI, A. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, Comlumbia, v. 109, n. 3, p. 234-237, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TREVISAN, S.; FRANCIOSO, O.; QUAGGIOTTI, S.; NARDI, S. Humic substances biological activity at the plant-soil interface: from environmental aspects to molecular factors. **Plant Signaling & Behavior**, Reino Unido, v. 5, n. 6, p. 635-643, jun., 2010.

VEIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLAN. **Adventitious root formation in cuttings**, Oregon: Dioscorides Press. v. 2, 1988. p.70-76, 1988.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; DUTRA, L. F.; HANSEL, F. A. Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweetgum. **New Forests**, Indiana, v. 39, n. 3, p. 343-353, 2010.

Contribuição de Autoria

1 – Leandro Porto Latoh

Engenheiro Agrônomo, Me., Doutorando

<https://orcid.org/0000-0002-6450-2347> • leandrolatoh@outlook.com

Contribuição: Curadoria de Dados, Investigação, Administração do projeto, Visualização (tabelas e gráficos), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Bruno Francisco Sant’Anna-Santos

Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-8327-2081> • brunofrancisco@ufpr.br

Contribuição: Metodologia, Recursos, Validação

3 – Henrique Soares Koehler

Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0001-7727-7049> • koehler@ufpr.br

Contribuição: Análise formal, Metodologia, Recursos, Validação

4 – Katia Christina Zuffellato-Ribas

Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0001-6320-5773> • kazu@ufpr.br

Contribuição: Supervisão, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Validação, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Latoh, L. P.; Sant'Anna-Santos, B. F.; Koehler, H. S.; Zuffellato-Ribas, K. C. Propagação vegetativa, produtividade de minicepas e determinações metabólômicas de 4 espécies do gênero *Tibouchina*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1640-1658, 2022. DOI 10.5902/1980509836951. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509836951>.