



REVISTA ELETRÔNICA  
CIENTÍFICA DA UERGS

# Miniestaquia de clones de *Ilex paraguariensis* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico

## Tamires Gonçalves Pinto

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

E-mail: tamires\_gonçalves@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/2099420693069852>

## Rosimeri de Oliveira Fragoso

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

E-mail: rofragoso@uepg.br, <http://lattes.cnpq.br/5676500793366731>

## Carlos Eduardo Serber

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

E-mail: carlosserber@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/0566122403000928>

## Carlos André Stuepp

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

E-mail: castuepp@uepg.br, <http://lattes.cnpq.br/5848299677423459>

ISSN 2448-0479. Submetido em: 22 ago. 2020. Aceito: 05 out. 2023.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.93.186-194>

## Resumo

*Ilex paraguariensis* é uma das espécies arbóreas de maior importância socioeconômica para a região sul do Brasil, apresentando múltiplas potencialidades, sendo utilizada na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Entretanto, a propagação seminal da espécie é limitada devido à baixa e desuniforme germinação, além do longo período de estratificação das sementes, necessário para a quebra da dormência embrionária. Em virtude do potencial de uso de técnicas de propagação vegetativa, a miniestaquia coloca-se como uma alternativa para superar tais limitações. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes tratamentos de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de três clones de erva-mate. As miniestacas foram confeccionadas com  $6,0 \pm 1,0$  cm de comprimento e tratadas com AIB em solução hidroalcolica por 10 segundos, nas concentrações de 0, 1500 e 3000 mg L<sup>-1</sup>. Após 60 dias da permanência das miniestacas em casa de vegetação climatizada, foram avaliadas as porcentagens de enraizamento, a formação de calos, a mortalidade, a sobrevivência e a manutenção de folhas, além do número médio de raízes e o comprimento das três maiores raízes por miniestaca. A aplicação de AIB proporciona maior vigor radicial em miniestacas de *Ilex paraguariensis*, o que se constata pelo maior número e comprimento de raízes obtido, sendo a concentração de 3000 mg L<sup>-1</sup> a mais indicada. Da mesma forma, percentuais de enraizamento distintos são observados com relação aos clones, sendo o clone IVAÍ 3 (64,88%) o que apresenta maior potencial de multiplicação vegetativa.

**Palavras-chave:** Enraizamento; erva-mate; propagação vegetativa; regulador vegetal.

## Abstract

### Mini-cutting of *Ilex paraguariensis* clones under different concentrations of indolbutyric acid

*Ilex paraguariensis* is one of the tree species of greatest socioeconomic importance for the Southern region of Brazil, presenting multiple potentialities, being used in the food, pharmaceutical and cosmetic industry. However, the seminal propagation of the species is limited due to low and uneven germination, in addition to



the long stratification period of the seeds, necessary for breaking embryonic dormancy. Due to the potential of using vegetative propagation techniques, minicutting is an alternative to overcome such limitations. Thus, the aim was to evaluate the effect of different treatments of indolbutyric acid (IBA) on the rooting of mini cuttings from three clones of yerba mate. Minicuttings were made with  $6,0 \pm 1,0$  cm in length and treated with indolbutyric acid (IBA) in hydroalcoholic solution for 10 seconds, at concentrations of 0, 1500 and 3000 mg L<sup>-1</sup>. After 60 days in an acclimatized greenhouse, mini-cuttings were evaluated for rooting percentages, callus formation, mortality, survival and maintenance of leaves, in addition to the average number of roots and length of the three largest roots per mini-cuttings. The application of IBA provides greater root vigor in minicuttings of *Ilex paraguariensis*, which is evidenced by the greater number and length of roots obtained, with the concentration of 3000 mg L<sup>-1</sup> being the most indicated. Similarly, different rooting percentages are observed in relation to the clones, being the clone IVAÍ 3 (64.88%) the one with the greatest potential for vegetative multiplication.

**Keywords:** Rooting; yerba mate; vegetative propagation; plant regulator.

## Resumen

### Minicorte de clones de *Ilex paraguariensis* bajo diferentes concentraciones de ácido indolbutírico

*Ilex paraguariensis* es una de las especies arbóreas de mayor importancia socioeconómica para la región sur de Brasil, presentando múltiples potencialidades, siendo utilizada en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Sin embargo, la propagación seminal de la especie es limitada debido a la baja y desigual germinación, además del largo período de estratificación de las semillas, necesario para romper la latencia embrionaria. Debido a la posibilidad de utilizar técnicas de propagación vegetativa, el minicorte es una alternativa para superar tales limitaciones. Así, el objetivo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos de ácido indolbutírico (IBA) sobre el enraizamiento de miniestacas de tres clones de yerba mate. Las miniestacas se realizaron con  $6,0 \pm 1,0$  cm de longitud y se trataron con IBA en solución hidroalcohólica durante 10 segundos, en las concentraciones de 0, 1500 y 3000 mg L<sup>-1</sup>. Luego de 60 días de permanencia de las miniestacas en invernadero, se evaluaron los porcentajes de enraizamiento, la formación de callos, la mortalidad, la supervivencia y el mantenimiento foliar, así como el número promedio de raíces y la longitud de las tres mayores raíces por miniestaca. La aplicación de IBA proporciona mayor vigor radicular en miniestacas de *Ilex paraguariensis*, lo que se evidencia en el mayor número y longitud de raíces obtenidas, siendo la concentración de 3000 mg L<sup>-1</sup> la más indicada. De igual forma se observan diferentes porcentajes de enraizamiento en relación a los clones, siendo el clon IVAÍ 3 (64,88%) el de mayor potencial de multiplicación vegetativa.

**Palabras clave:** Enraizamiento; yerba mate; propagación vegetativa; regulador de planta.

## Introdução

Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) é considerada uma das espécies arbóreas de maior importância socioeconômica para a região sul do Brasil, cultivada em grande parte por pequenos produtores (MURAKAMI et al., 2013). Ao longo dos anos, o consumo mundial de erva-mate tem apresentado acentuado crescimento, estimulado por suas propriedades medicinais e nutricionais, principalmente energéticas, devido à presença da cafeína (SANTOS et al., 2015; LUDKA et al., 2016). No Brasil, 96% do consumo de erva-mate está voltado às infusões como chimarrão e tererê, e apenas 4% para chás e outros usos (IBGE, 2018), como matéria-prima para balas, caramelos, sorvetes, refrigerantes, cosméticos, produtos de higiene, medicamentos, corantes e detergentes para uso hospitalar (DARTORA et al., 2013; LIMA et al., 2014).

Segundo dados do IBGE (2020), o Brasil produziu cerca de 425 mil toneladas em 2020, superior a 2019 (371 mil toneladas) e 2018 (346 mil toneladas). A região Sul do Brasil é a maior produtora, sendo o estado do Paraná o principal responsável pela produção nacional de erva-mate, com 372 mil toneladas (IBGE, 2020). Todavia, a produtividade média brasileira tem sofrido decréscimo desde a década de 90, quando alcançou 19,3 t ha<sup>-1</sup>. Em 2016 a produtividade média brasileira foi de apenas 8,4 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016).

Essa redução da produtividade se deve, entre outros fatores, à baixa adoção de tecnologias ou baixa tec-



nificação dos ervais comerciais, de modo que os avanços tecnológicos e científicos demoram a ser assimilados no processo exploratório da erva-mate, limitando a obtenção de produtividade e qualidade de matéria-prima (PENTEADO; FERREIRA, 2019). Hoje o que se verifica é que a grande maioria dos pequenos produtores realiza plantios de origem seminal sem quaisquer critérios de seleção de matrizes, ocasionando uma grande heterogeneidade, o que dificulta o manejo e o processamento pós-colheita (DUARTE *et al.*, 2020). Além disso, a propagação seminal da espécie é limitada devido ao uso de sementes de baixa qualidade genética, baixa e desuniforme germinação, em torno de 5% a 20%, e do longo período de estratificação necessário para a quebra da dormência das sementes (WENDLING; BRONDANI, 2015).

Devido às limitações verificadas para a produção de mudas seminais, a propagação vegetativa se apresenta como uma alternativa viável para a multiplicação de erva-mate, permitindo a seleção de genótipos superiores, contribuindo com a uniformidade dos plantios e precocidade na produção (SÁ *et al.*, 2018). Dentre as principais técnicas de propagação vegetativa, destaca-se a miniestaquia, a qual tem apresentado resultados eficientes e relativamente rápidos na obtenção de clones (XAVIER; SILVA, 2010).

Combinado às técnicas de propagação vegetativa, reguladores vegetais, tais como as auxinas, têm sido utilizados em muitas espécies, desempenhando funções como expansão e alongamento celular, crescimento de raízes adventícias, ativação das células do câmbio e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013). Dentre as auxinas, o ácido indolbutírico (AIB) tem apresentado bons resultados para várias espécies florestais devido à sua menor mobilidade e maior estabilidade química (STUEPP *et al.*, 2017a). As concentrações utilizadas variam, entretanto, em função da espécie, da maturação da planta matriz, do tipo de propágulo, das condições ambientais e, no caso da erva-mate, principalmente entre clones (SANTOS *et al.*, 2011; PIMENTEL *et al.*, 2019; PIMENTEL *et al.*, 2021). Alguns trabalhos com miniestaquia de erva-mate apontam bons resultados na formação de raízes adventícias e no aumento do vigor radicial com a utilização de auxina (SÁ *et al.*, 2018), enquanto outros trabalhos, entretanto, têm descartado a necessidade de aplicação de reguladores vegetais para a obtenção de mudas clonais da espécie, destacando a maior influência do material genético (NAUMANN *et al.*, 2017; PIMENTEL *et al.*, 2019).

Assim, diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes concentrações de AIB sobre a rizogênese de miniestacas de diferentes clones de *Ilex paraguariensis*.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de março e maio de 2019, nas dependências da empresa Bitumirim Indústria de Erva-Mate Ltda, localizada no município de Ivaí, PR, Brasil (25°01'S, 50°47'W e 650-750 m de altitude).

Os clones avaliados foram obtidos de teste de procedências e progênies de erva-mate instalados no município de Ivaí em março de 1997. Após o resgate vegetativo realizado no ano de 2018, por meio da técnica de estaquia, mudas de três clones foram implantadas em minijardim clonal, em sistema semi-hidropônico de canaletas, suspenso em leito de areia, mantido em estufa recoberta com polietileno. O espaçamento entre as minicepas foi de 10 cm x 10 cm e estas receberam fertirrigação por gotejamento três vezes ao dia, com uma vazão média de 6 L m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, sendo a solução nutritiva utilizada adaptada de Wendling, Dutra e Grossi (2007).

A partir de brotações das minicepas foram confeccionadas miniestacas com 6,0 ± 1,0 cm de comprimento, com corte em bisel na base e reto acima da última gema apical, mantendo-se duas folhas por miniestaca. Na sequência, procedeu-se o tratamento das bases das miniestacas com ácido indolbutírico (AIB) nas concentrações de 0, 1500 e 3000 mg L<sup>-1</sup> em solução hidroalcolica (50% v/v) por 10 segundos de imersão. As miniestacas referentes aos tratamentos testemunha (0 mg L<sup>-1</sup>) não foram submetidas à aplicação de regulador vegetal, sendo apenas imersas em solução de água destilada e álcool (50% v/v). O plantio das miniestacas foi realizado a 1 cm de profundidade, em tubetes de polipropileno com capacidade de 110 cm<sup>3</sup>, preenchidos com o substrato comercial composto por turfa *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola. Após, as miniestacas foram acondicionadas em casa de vegetação climatizada com nebulização intermitente e temperatura (20 °C a 30 °C) e umidade relativa do ar (superior a 90%) controladas.

Transcorridos 60 dias da instalação das miniestacas foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de enraizamento (miniestacas vivas com raízes de pelo menos 2 mm de comprimento), número de raízes por

miniéstaca, comprimento médio das três maiores raízes por miniéstaca, porcentagem de miniéstacas com calos (miniéstacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base), porcentagem de sobrevivência (miniéstacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos), porcentagem de miniéstacas mortas (miniéstacas que se encontravam com tecidos necrosados) e porcentagem de manutenção de folhas (miniéstacas que mantiveram as folhas originais no leito de enraizamento).

O experimento foi instalado seguindo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 3 x 3 (três clones x três tratamentos de AIB), totalizando nove tratamentos com quatro repetições de 14 miniéstacas por unidade experimental. A homogeneidade das variâncias foi verificada por meio do teste de Bartlett e, em situações de significância estatística pela análise de variância (ANOVA) ( $p < 0,05$ ), as médias das variáveis foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A análise de variância (ANOVA) revelou interação significativa entre os fatores clones e tratamentos de AIB apenas para a variável comprimento médio das três maiores raízes por miniéstaca (Tabela 1). Apesar da interação significativa, nota-se que apenas o clone IVAÍ 6 apresentou aumento significativo do comprimento médio das raízes ao longo das concentrações de AIB, sendo o maior valor obtido na concentração de 3000 mg L<sup>-1</sup>, o qual foi estatisticamente superior ao obtido para o clone IVAÍ 9. A influência da aplicação de auxina exógena é bastante variável entre espécies, podendo variar em função de diferentes materiais genéticos de uma mesma espécie (STUEPP *et al.*, 2018). No caso de efeitos positivos, verifica-se que as auxinas podem aumentar a extensibilidade da parede celular ampliando a expansão celular por meio do afrouxamento bioquímico da parede, permitindo à célula expandir-se em resposta à pressão de turgor, levando ao aumento do comprimento radicial (TAIZ; ZEIGER, 2013), como verificado no clone IVAÍ 6.

**Tabela 1 - Comprimento médio das três maiores raízes por miniéstaca em três clones de *Ilex paraguariensis*, sob três concentrações de AIB.**

Comprimento médio das três maiores raízes por miniéstaca				
CLONES	0 mg L <sup>-1</sup>	1500 mg L <sup>-1</sup>	3000 mg L <sup>-1</sup>	MÉDIA
IVAÍ 3	2,35 aA*	2,47 aA	3,54 abA	2,79
IVAÍ 6	1,41 aC	3,07 aB	4,97 aA	3,15
IVAÍ 9	1,62 aA	2,21 aA	2,25 bA	2,03
MÉDIA	1,80	2,59	3,59	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

A influência da aplicação de AIB foi também verificada na análise individual dos fatores sobre o número de raízes por miniéstaca e porcentagem de sobrevivência, na qual verificou-se um maior número de raízes na concentração de 3000 mg L<sup>-1</sup> em comparação à ausência de AIB (Tabela 2). A sobrevivência, por outro lado, foi maior na ausência do regulador vegetal, o que está diretamente relacionado aos menores valores de enraizamento e mortalidade verificados no tratamento de 0 mg L<sup>-1</sup>.

**Tabela 2 - Médias das variáveis enraizamento (E), formação de calos (C), número de raízes por miniestaca (NR), comprimento médio das três maiores raízes por miniestaca (CMR), sobrevivência (S), mortalidade (M) e manutenção de folhas (MF) em miniestacas nos três tratamentos de AIB e três clones de *Ilex paraguariensis*.**

TRATAMENTOS	E (%)	C (%)	NR	CMR (cm)	S (%)	M (%)	MF (%)
<b>AIB mg L<sup>-1</sup></b>							
0	47,02 a*	6,55 a	49,42 b	1,80 b	19,64 a	26,79 a	72,02 a
1500	58,33 a	3,57 a	74,92 ab	2,59 b	8,93 b	29,17 a	69,64 a
3000	58,93 a	2,38 a	91,67 a	3,59 a	7,14 b	31,55 a	69,64 a
<b>CLONES</b>							
IVAÍ 3	64,88 a	8,33 a	66,58 a	2,79 ab	13,69 a	13,10 c	86,90 a
IVAÍ 6	45,24 b	0,00 b	81,17 a	3,15 a	8,93 a	45,83 a	54,16 c
IVAÍ 9	54,17 ab	4,17 ab	68,25 a	2,03 b	13,10 a	28,57 b	70,23 b

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Como já relatado em muitos trabalhos, o uso de reguladores vegetais está relacionado a uma maior eficiência no processo de enraizamento devido ao maior acúmulo de auxinas na base dos propágulos (PIZZATTO *et al.*, 2011; YAN *et al.*, 2017). Neste trabalho, embora não tenha havido um maior percentual de enraizamento em função da aplicação de AIB, o maior número de raízes e comprimento destas são aspectos favoráveis ao desenvolvimento das plantas a campo, pois implica em melhor exploração do solo nas fases iniciais de estabelecimento após o plantio (PAIVA; GOMES, 2013). Sob a ótica da produção de mudas, um dos pontos chave para alcançar a qualidade desejada está na melhoria de características estruturais e funcionais, entre elas, o aumento da densidade de raízes, que sugere maior equilíbrio e armazenamento de nutrientes no sistema radicular, aumentando assim as características de resistência a estresses comumente enfrentados a campo (VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2012).

Apesar dos três clones apresentarem o mesmo modelo de resgate vegetativo e mesma idade cronológica e ontogenética, eles apresentam características genéticas distintas e, por consequência, caracteres morfológicos e fisiológicos diferentes, que resultam nas diferentes aptidões ao enraizamento. O maior percentual de miniestacas enraizadas no clone IVAÍ 3, por sua vez, pode estar relacionado ao seu maior percentual de manutenção de folhas (Tabela 2). A manutenção das folhas, ou de pelo menos parte delas, apresenta elevada importância para o processo de rizogênese. Isso ocorre devido à presença de carboidratos resultantes da fotossíntese e de auxinas produzidas pelas folhas e gemas, os quais são transferidos por transporte polar para a base das miniestacas, aumentando suas concentrações nessa região e, permitindo assim, melhores condições fisiológicas para a formação de raízes adventícias (LIN; SAUTER, 2019). Em contraponto, verificou-se menores percentuais de manutenção de folhas no clone IVAÍ 6 e, conseqüentemente, um menor percentual de enraizamento.

Os resultados obtidos para o clone IVAÍ 6 com relação aos percentuais de enraizamento e manutenção de folhas são condizentes aos valores obtidos para a mortalidade (45,83%), que apresentou média estatisticamente superior à obtida para os clones IVAÍ 3 e 9. Uma vez que a manutenção de folhas foi baixa, não houve, possivelmente, reservas energéticas para que as miniestacas se mantivessem vivas até o início da rizogênese, causando a morte das miniestacas (PAIVA; GOMES, 2013; NASRI *et al.*, 2015). Resultados semelhantes foram obtidos em estacas de *Prunus serrulata* Lindl. produzidas sem folhas, as quais apresentaram 100% de mortalidade, mesmo com aplicação de regulador vegetal. Os autores verificaram que, uma vez que a mortalidade nas estacas sem folhas ocorreu independentemente das concentrações de AIB, a ausência de folhas foi o fator decisivo para a alta mortalidade obtida (FRAGOSO *et al.*, 2015).

De maneira geral, os percentuais de formação de calos e sobrevivência foram baixos nos três clones avaliados, o que está possivelmente relacionado ao vigor dos materiais utilizados, impulsionado pela nutrição balanceada das minicepas. Estudos com erva-mate têm demonstrado que propágulos vegetativos com maior grau de juvenildade, como os materiais utilizados nesse trabalho, tendem a apresentar menor formação de calos e, conseqüentemente, maior capacidade de enraizamento e melhoria das variáveis morfológicas, como comprimento, área superficial e volume radicular (SÁ *et al.*, 2018). Embora os percentuais de sobrevivência

não tenham sido diferentes para os três clones, nota-se que o clone IVAÍ 3 apresentou maior percentual de formação de calos em comparação ao clone IVAÍ 6, que também apresentou o menor percentual de enraizamento. Os calos em algumas espécies e tipos de materiais podem atuar como uma via secundária para a formação de raízes; todavia, esse processo de rizogênese ocorre de forma mais lenta, necessitando que as miniestacas sejam mantidas por mais tempo em casa de vegetação (STUEPP *et al.*, 2017b). Como a sobrevivência refere-se à manutenção de miniestacas vivas, sem quaisquer alterações morfológicas após 60 dias, em casa de vegetação, e a presença de calos pode representar uma via indireta de enraizamento, não se descarta a possibilidade de formação de raízes, caso as miniestacas permanecessem por mais tempo em leito de enraizamento.

Assim, o protocolo apresentado neste estudo mostra-se eficiente e aplicável a diferentes genótipos da espécie. Importante destacar que a dependência do genótipo não se restringe ao enraizamento adventício, mas afeta também o vigor radicial das miniestacas, sua biometria e arquitetura, devendo ser parâmetro de seleção em programas clonais. Por fim, a clonagem de erva-mate traz luz à possibilidade de estabelecimento de plantios com elevada homogeneidade, não somente do ponto de vista produtivo, mas também tecnológico, de fundamental importância para subsidiar a indústria e o surgimento de novos produtos, direcionando a ciência e inovação neste mercado (WENDLING *et al.*, 2018).

## Considerações Finais

A aplicação de AIB proporciona maior vigor radicial em miniestacas de *Ilex paraguariensis*, o que se constata pelo maior número e comprimento de raízes, sendo a concentração de 3000 mg L<sup>-1</sup> a mais indicada. Da mesma forma, percentuais de enraizamento distintos são observados com relação aos clones IVAÍ 3, 6 e 9, sendo o clone IVAÍ 3 o que apresenta maior potencial de multiplicação vegetativa.

A miniestaquia demonstra ser uma técnica viável e com potencial para a produção de mudas de qualidade de *Ilex paraguariensis*, podendo ser utilizada comercialmente para a produção em larga escala.

## Referências

CARDOZO JUNIOR, E. L. *et al.* Quantitative genetic analysis of methylxanthines and phenolic compounds in mate progenies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 171-177, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2010000200008](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010000200008). Acesso em: 21 ago. 2020.

DARTORA, N. *et al.* Rhamnogalacturonan from *Ilex paraguariensis*: A potential adjuvant in sepsis treatment. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 2, p. 1776-1782, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861712011186>. Acesso em: 21 ago. 2020.

DUARTE, M. M. *et al.* Adubação nitrogenada na miniestaquia de erva-mate. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 2, p. 981-988, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/9716>. Acesso em: 21 ago. 2020.

FRAGOSO, R. O. *et al.* Maintenance of leaves and indolebutyric acid in rooting of juvenile Japanese Flowering Cherry cuttings. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 97-101, 2015. Disponível em: <http://www.gepe.ufpr.br/pdfs/Maintenance%20of%20leaves%20and%20indolebutyric%20acid%20in%20rooting%20of%20juvenile%20Japanese%20Flowering%20Cherry%20cuttings.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

GAN, R. Y. *et al.* Health benefits of bioactive compounds from the genus *Ilex*, a source of traditional caffeinated beverages. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1682, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30400635/>. Acesso em: 21 ago. 2020.



GODOY, R. C. B.; CHAMBERS IV, E.; YANG, G. Development of a preliminary sensory lexicon for mate tea. **Journal of Sensory Studies**, v. 35, n. 3, p. e12570, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/joss.12570>. Acesso em: 21 ago. 2020.

GULLÓN, B. et al. Yerba mate waste: A sustainable resource of antioxidant compounds. **Industrial Crops and Products**, v. 113, p. 398-405, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669018300773>. Acesso em: 21 ago. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **PAM – Produção Agrícola Municipal**, 2016. 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 07 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>. Acesso em: 02 jun. 2022.

LIMA, N. S. et al. Effects of *Ilex paraguariensis* (yerba mate) treatment on leptina resistance and inflammatory parameters in obese rats primed by early weaning. **Life Sciences**, v. 115, p. 29-35, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25241125/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

LIN, C.; SAUTER, M. Polar auxin transport determines adventitious root emergence and growth in rice. **Frontiers in plant science**, v. 10, n. 444, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://europepmc.org/backend/ptpm-render.fcgi?accid=PMC6465631&blobtype=pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

LUDKA, F. K. et al. *Ilex paraguariensis* hydroalcoholic extract exerts antidepressant-like and neuroprotective effects: involvement of the NMDA receptor and the L-arginine-NO pathway. **Behavioural Pharmacology**, v. 27, n. 4, p. 384-92, 2016. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/26703367>. Acesso em: 21 ago. 2020.

MURAKAMI, A. N. N. et al. Concentration of biologically active compounds extracted from *Ilex paraguariensis* St.-Hil. By nanofiltration. **Food Chemistry**, v. 141, n. 1, p. 60-65, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23768327/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

NASRI, F. et al. Study of indole butyric acid (IBA) effects on cutting rooting improving some of wild genotypes of damask roses (*Rosa damascena mill.*). **Journal of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 3, p. 263-275, 2015. Disponível em: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-8109/2015/1450-81091503263N.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

NAUMANN, M. D. et al. Estudio de factores que afectan la capacidad de enraizamiento de minestacas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Forestal Yvyreata**, v. 25, p. 15-20, 2017. Disponível em: [https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/2646/Naumann%20M\\_2017\\_Estudio%20de%20factores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/2646/Naumann%20M_2017_Estudio%20de%20factores.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 31 mai. 2022.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2013.

PENTEADO J.; FERREIRA J. **Erva 20**: Sistema de produção para erva-mate. Brasília: Embrapa, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Meri/Downloads/2019ManualErva20web.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

PIMENTEL, N. L. et al. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). **Ciência Florestal**, v. 29, p. 559-570, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/TgX5H48HKmLMtn86Rb4PsFs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 mai. 2022.

PIMENTEL, N. et al. Effect of mini-cutting size on adventitious rooting and morphophysiological quality of *Ilex paraguariensis* plantlets. **Journal of Forestry Research**, v. 32, n. 2, p. 815-822, 2021. Disponível: <https://>

[link.springer.com/article/10.1007/s11676-020-01126-6](https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-020-01126-6). Acesso em: 31 mai. 2022.

PIZZATTO, M. *et al.* Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2011000400013](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2011000400013). Acesso em: 21 ago. 2020.

POSWAL, F. S. *et al.* Herbal Teas and their Health Benefits: A Scoping Review. **Plant Foods Hum Nutr.**, v. 74, n. 3, p. 266-276, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31243622/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

SÁ, F. P.; PORTES, D. C.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Minicutting technique of yerba mate in four seasons of the year. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1431-1442, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982018000401431&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982018000401431&script=sci_arttext). Acesso em: 21 ago. 2020.

SANTOS, J. P. *et al.* Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais. **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 293-301, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602011000300002&script=sci\\_arttext&tling=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602011000300002&script=sci_arttext&tling=pt). Acesso em: 21 ago. 2020.

SANTOS, E. C. S. *et al.* Anxiolytic-like, stimulant and neuroprotective effects of *Ilex paraguariensis* extracts in mice. **Neuroscience**, v. 292, p. 13-21, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25681522/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

STUEPP, C. A. *et al.* The use of auxin quantification for understanding clonal tree propagation. **Forests**, v. 8, n. 27, p. 1-15, 2017a. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153726/1/forests-08-00027.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

STUEPP, C. A. *et al.* Métodos de resgate e idade cronológicas de plantas-matrizes no enraizamento de brotações epicórmicas de *Ilex paraguariensis*. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1409-1413, 2017b. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-50982017000401409-&lng=pt&nrmiso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982017000401409-&lng=pt&nrmiso). Acesso em: 21 ago. 2020.

STUEPP, C. A. *et al.* Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 985-1002, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2018000900985&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2018000900985&script=sci_arttext). Acesso em: 21 ago. 2020.

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

VILLAR-SALVADOR, P. *et al.* Increase in size and nitrogen concentration enhances seedling survival in Mediterranean plantations. Insights from an ecophysiological conceptual model of plant survival. **New Forests**, v. 43, n. 5-6, p. 755-770, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11056-012-9328-6>. Acesso em: 21 ago. 2020.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. **Produção de mudas de erva-mate**. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. (Ed.). Propagação e nutrição de erva-mate. Brasília: Embrapa, 2015. p. 11-98.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2007000200019](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000200019). Acesso em: 21 ago. 2020.

WENDLING, I. *et al.* Early selection and classification of yerba mate progênies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 3, p. 279-286, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abs](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abs)



tract&pid=S0100-204X2018000300279&lng=pt&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 21 ago. 2020.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100009](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100009). Acesso em: 21 ago. 2020.

YAN, S. P. et al. Effect of auxins and associated metabolic changes on cuttings of hybrid aspen. **Forests**, v. 177, n. 8, p. 1-12, 2017. Disponível em: <https://www.preprints.org/manuscript/201703.0218/v1>. Acesso em: 21 ago. 2020.