

EFEITO DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS FOLIARES E CAULINARES DE PARIPAROBA (*Piper umbellatum* L.)

Erik Nunes Gomes¹
Diones Krinski²

RESUMO: *Piper umbellatum* L. é uma espécie nativa com propriedades medicinais que lhe conferem potencial para exploração econômica. O estudo de métodos para sua propagação torna-se fundamental para evitar que a exploração fique restrita ao extrativismo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação de *P. umbellatum* a partir de estacas foliares e caulinares e o efeito do ácido indolbutírico (AIB) em seu enraizamento. O delineamento experimental foi estruturado em esquema fatorial 2X3, com dois tipos de estacas (foliares e caulinares), e 3 tratamentos referentes ao AIB (0, 2000 e 4000 mg.L⁻¹ do regulador). As estacas caulinares foram preparadas sem folhas, com comprimento de 15 cm. Estacas foliares foram compostas por pecíolo e limbo foliar, reduzido a um quinto de sua área original. Decorridos 50 dias do plantio, verificou-se que no tratamento sem a aplicação de AIB, estacas foliares apresentaram maior porcentagem de enraizamento (22,5%) do que as caulinares (7,5%). Na concentração de 2000 mg.L⁻¹ verificou-se incremento nos percentuais de enraizamento para ambos os tipos de estacas, com valores mais elevados nas foliares (40%). Na concentração de 4000 mg.L⁻¹, estacas caulinares obtiveram melhor desempenho, enquanto as foliares apresentaram decréscimo. Na média, estacas foliares apresentaram maior número e comprimento de raízes do que estacas de caule. Em estacas foliares observou-se emissão de brotações pouco desenvolvidas e de tamanho reduzido em todos os tratamentos. O uso deste tipo de propágulo deve ser restrito a condições onde haja limitação na disponibilidade de estacas caulinares para a propagação de *P. umbellatum*.

PALAVRAS-CHAVE: Auxina; Brotações; Domesticção; Piperaceae; Propagação vegetativa.

¹ Agronomia. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. E-mail: e93gomes@gmail.com

² Doutor em Zoologia. Docente no curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra (UNEMAT/CUTS), Brasil.

EFFECTS OF INDOLEBUTYRIC ACID ON ROOTING OF LEAF AND STEM CUTTINGS OF PARIPAROA (*Piper umbellatum* L.)

ABSTRACT: *Piper umbellatum* L. is a Brazilian native species whose medicinal properties confer it with potential for economic exploitation. The study of propagation methods for this species is fundamental to avoid its exploitation from being restricted to extractivism. The objective of the present research was to evaluate the propagation of *P. umbellatum* by leaf and stem cuttings and the effect of indolebutyric acid (IBA) on their rooting. The experimental design consisted of a 2x3 factorial scheme, with two types of cuttings (leaf and stem) and three IBA treatments (0, 2000, 4000 mg. L⁻¹). Leafless stem cuttings were prepared at a length of 15 cm. Leaf cuttings comprised leaf petiolo and limbo, reduced to a fifth of its original area. After 50 days from planting, in treatment without AIB, leaf cuttings had the greatest rooting percentage (22.5%) when compared to stem cuttings (7.5%). At the concentration of 2000 mg.L⁻¹, there was an increase in rooting percentages for both types of cuttings, with higher rates for leaf cuttings (40%). At the concentration of 4000 mg.L⁻¹, stem cuttings had a better rooting performance, whilst rates of leaf cuttings decreased. On average, leaf cuttings had a greater number and length of roots than stem cuttings. Leaf cuttings demonstrated little developed and small-sized sprouts at all treatments. The use of this type of propagule should be restricted to conditions where there is a limitation in the availability of stem cuttings for the propagation of *P. umbellatum*.

KEY WORDS: Auxin; Sprouts; Domestication; Piperaceae; Vegetative propagation.

INTRODUÇÃO

A conservação de espécies nativas através de seu cultivo e uso é uma das opções para aliar aspectos referentes à responsabilidade socioambiental com a possibilidade de rendimento econômico. A transformação da biodiversidade para geração de renda e emprego, nesse sentido, exige metas concretas de identificação e domesticação de plantas atualmente exploradas por meio do extrativismo e outras espécies que estão por serem descobertas, efetuando, por exemplo, plantios comerciais e a verticalização da produção. Existem espécies, no entanto, nas quais se observam grandes dificuldades neste processo, sendo necessária a intervenção da pesquisa científica (HOMMA, 2008; 2012).

Piper umbellatum L. (Piperaceae), (sinonímia *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq., *Heckeria umbellata* (L.) Kunth., *Peperomia umbellata* (L.) Kunth, entre outros.), é uma espécie neotropical amplamente distribuída no México, América Central, América do Sul e Índia (ROERSCH, 2010). Ocorre naturalmente em todas as regiões geográficas do Brasil, particularmente nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, recebendo as nomenclaturas comuns de pariparoba, caapeba, capeua, capeba, malvarisco, entre outros (GILBERT; FAVORETO, 2010; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2016). Trata-se de um arbusto com 1 a 3 metros de altura, caules de 0,6 a 2,2 cm de diâmetro, estriados e pubescentes. As folhas possuem longo pecíolo (8 a 20 cm) com bainha subalada e uma lâmina ovado-arredondada a reniforme, com dimensões de até 23 x 33,5 cm. A espécie é facilmente reconhecida pelas espigas agrupadas, parecendo umbelas, forma das folhas e dos frutos, pontuados de glândulas puntiformes, amareladas, com óleo essencial (GUIMARÃES; MONTEIRO, 2006; BARDELLI; KIRIZAWA; SOUSA, 2008).

Em muitos países, *Piper umbellatum* é consumida como salada ou condimento (folhas jovens e inflorescências comidas cruas, cozidas ou cozidas no vapor), sendo fonte de vitamina C, fibras, proteínas e minerais (ROERSCH, 2010). Segundo Bardelli, Kirizawa e Sousa (2008) a espécie também pode ser aproveitada como planta ornamental, com florescimento em várias épocas do ano. Apesar destas aplicações, o principal interesse econômico da pariparoba é a exploração de suas atividades medicinais. Extratos e compostos isolados de várias partes da planta exibem um amplo espectro de atividades farmacológicas, incluindo antibacterianas, antifúngicas, antioxidantes, antimaláricas, analgésicas, anti-inflamatórias, antileishmania e anticancerígenas (TABOPDA *et al.*, 2008; ROERSCH, 2010; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2016). Atualmente, o extrato das folhas é comercializado por empresas de cosméticos na forma de composições tópicas antienvhecimento (MATTANA *et al.*, 2009).

Considerando a domesticação e implantação de plantios comerciais de *Piper umbellatum*, uma das informações primordiais é o estabelecimento de métodos adequados de propagação. Nesse sentido, a técnica de propagação vegetativa via estaquia é uma alternativa para a superação das dificuldades na propagação de

espécies nativas, podendo ser utilizada para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais (MARTINS *et al.*, 2015).

Estacas podem ser obtidas de diferentes segmentos do corpo vegetal, com muitas espécies podendo ser propagadas por um ou mais tipos de propágulos. A seleção do tipo de estaca, portanto, ocorre de acordo com a disponibilidade de material vegetativo, facilidade de sua obtenção (CARRASCOSA; GIANINI; PEDROSO DE MORAES, 2016) e também em função da sua viabilidade intrínseca de sobrevivência e enraizamento. A propagação por estaquia caulinar requer apenas que um novo sistema radicular adventício seja formado, dado o potencial de brotação de gemas pré-formadas. Nas estacas foliares, apesar de normalmente apresentarem altos índices de enraizamento, há a necessidade de formação adventícia tanto do sistema radicular como da parte aérea, o que pode dificultar a produção de mudas viáveis (XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003).

A indução do enraizamento adventício em estacas de muitas espécies é dependente da aplicação de reguladores vegetais, especialmente auxinas (REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013). Dentre as auxinas sintéticas, o ácido indolbutírico (AIB) apresenta como vantagens a maior estabilidade química quando comparado ao ácido indolacético, além de ser menos fitotóxico que o ácido naftaleno acético (CARDOSO *et al.*, 2011). O uso de AIB exógeno tem como principal finalidade acelerar o processo de enraizamento da estaca, sendo que as concentrações utilizadas variam de acordo com a época, tipo de estaca e espécie a ser propagada, existindo uma faixa considerada ótima para estimular esse processo (PIZZATO *et al.*, 2011).

São escassos os trabalhos referentes à propagação de *Piper umbellatum*. Considerando a multiplicação via estaquia, os estudos se restringem aos de Mattana *et al.* (2009), que avaliaram o efeito do número de nós em estacas caulinares e substratos, e o de Nunes Gomes e Krinski (2016b), referente à determinação do melhor comprimento e substratos comerciais para o enraizamento de estacas caulinares. Nenhum trabalho encontrado na literatura relata a utilização de estacas foliares ou aplicação de reguladores vegetais para indução do enraizamento nesta espécie.

O presente trabalho, dessa maneira, teve por objetivo avaliar a viabilidade de propagação de *Piper umbellatum* via estacas foliares e caulinares e o efeito de diferentes concentrações do regulador vegetal AIB no seu enraizamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Ramos com folhas de *Piper umbellatum* foram coletados a partir de uma área de ocorrência natural em local parcialmente sombreado (vegetação de sub-bosque) no município de Apiaí, Estado de São Paulo (24°29'31.4"S 48°50'43.5"W - 865 m) (Figuras 1A e 1B). O material vegetal foi coletado no período da tarde (entre 15 e 16 horas), umedecido e acondicionado em sacos de polietileno para o transporte até casa de vegetação na cidade de Curitiba, Paraná. Exsiccatas foram confeccionadas e depositadas no Herbário TANG, na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Sieler, Tangará da Serra (nº de registro 4647).

A coleta do material para as estacas e a instalação do experimento foram realizadas no verão, no início de janeiro de 2016. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação sob nebulização intermitente de 5 segundos a cada 30 minutos (temperatura média durante a condução do experimento de 21 ± 2 °C, com umidade relativa do ar acima de 80%). Antes do preparo das estacas, o material vegetal foi lavado em água corrente por um período de 5 minutos.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2, sendo três tratamentos com AIB (sem aplicação e duas concentrações) e dois tipos de estacas (foliares e caulinares). Cada tratamento teve 4 repetições, considerando-se 10 estacas como unidade amostral, totalizando 240 estacas no experimento.

Estacas caulinares de consistência semilenhosa, sem folhas, foram preparadas com comprimento de 15 cm, contendo, ao mínimo, uma gema vegetativa. Realizou-se corte em diagonal (bisel) na base e reto no ápice das estacas. O diâmetro médio foi de $0,9 \pm 0,2$ cm (Figuras 1C e 1F). As estacas foliares, compostas de limbo foliar e pecíolo, foram preparadas com diâmetro de $0,6 \pm 0,2$ cm com comprimento de 12 ± 2 cm com corte em bisel na base do pecíolo. A área do limbo foliar foi reduzida a aproximadamente um quinto de seu tamanho original (Figuras 1D e 1E).

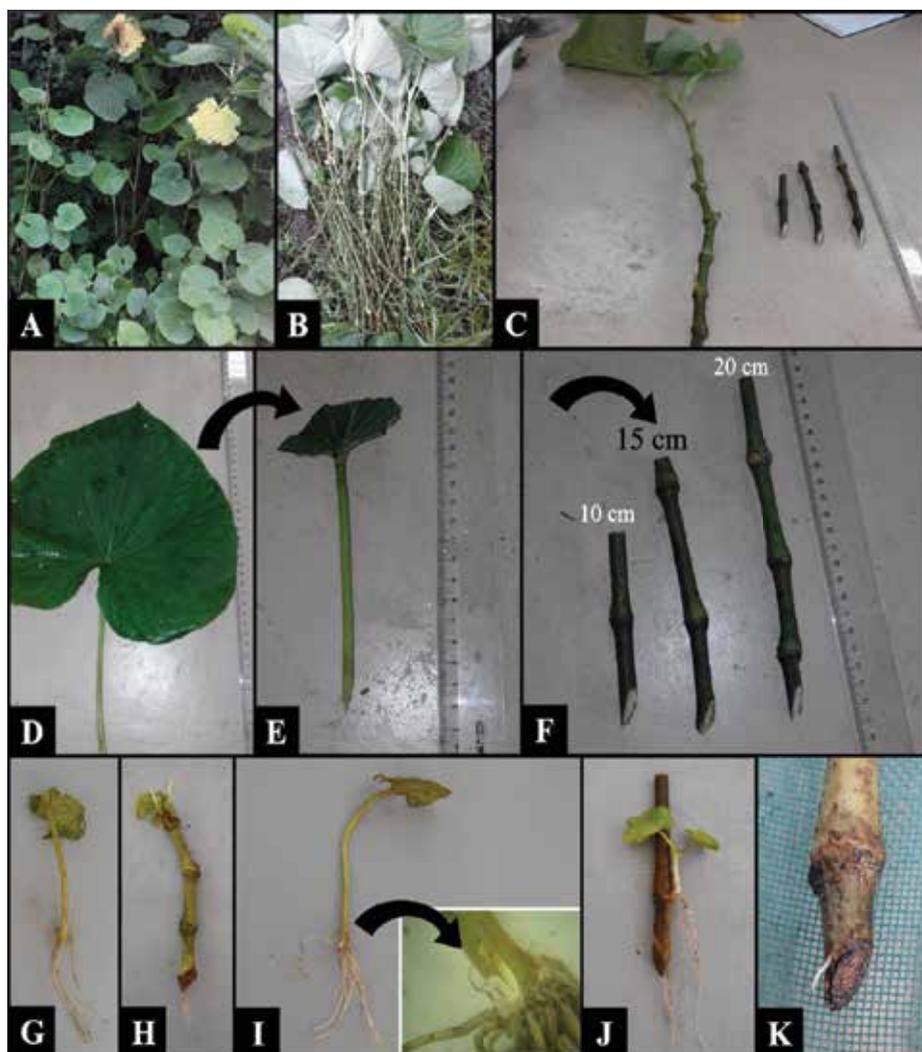


Figura 1. População natural e estacas foliares e caulinares de *Piper umbellatum* L. A) População natural de *P. umbellatum* no município de Apiaí (SP). B) Material vegetal coletado para o preparo das estacas. C) Ramo com folhas e estacas caulinares. D) Folha de *P. umbellatum* com limbo foliar intacto. E) Estaca foliar com corte em bisel na base do pecíolo e redução da área do limbo foliar. F) Estaca caulinar de 15 cm utilizada no experimento (estacas de 10 e 20 cm utilizadas como referência). G) Estaca foliar enraizada. H) Estaca caulinar enraizada e com emissão de brotações e estruturas reprodutivas. I) Estaca foliar enraizada com detalhe para a emissão de brotações na base do pecíolo. J) Estaca caulinar com enraizamento a partir da brotação. K) Detalhe para o local de emissão de raízes em estacas caulinares.

Os tratamentos referentes à aplicação de AIB foram realizados por meio da imersão da base das estacas foliares e caulinares, durante 15 segundos, em soluções hidroalcoólicas (50% v/v) com duas concentrações (2000 e 4000 mg.L⁻¹) e tratamento controle, sem adição do produto. Utilizou-se o regulador vegetal da marca comercial Vetec[®], com 98% de pureza.

Após o tratamento com AIB, as estacas foram imediatamente plantadas em tubetes plásticos com volume de 120 cm³. Utilizou-se como leito de enraizamento o substrato para produção de mudas de hortaliças Tropstato HT[®], a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida e enriquecido com macro e micronutrientes (informações do fabricante).

As avaliações foram realizadas 50 dias após o plantio das estacas. Avaliaram-se a porcentagem de mortalidade, enraizamento, porcentagem de estacas que emitiram novas brotações, número médio de brotações e de raízes por estaca, e comprimento médio de raízes por estaca. Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variâncias pelo Teste de Bartlett e à análise de variância (ANOVA). Quando constatada significância, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do programa *Assistat* (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificada a emissão de raízes adventícias tanto em estacas foliares (Figura 1G), quanto em estacas caulinares (Figura 1H). Houve efeito de interação entre tipos de estaca e concentrações de AIB para as variáveis de porcentagem de enraizamento, mortalidade, brotações, e comprimento médio de raízes. Avaliando os fatores isoladamente, as concentrações de AIB afetaram o enraizamento, mortalidade, número e comprimento médio de raízes enquanto que o tipo de estaca foi significativo para enraizamento, número de brotações por estaca, número e comprimento médio de raízes (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis percentagem de enraizamento (ENR), mortalidade (MRT), percentagem de estacas com emissão de novas brotações (BRT), número médio de brotações (NMB) e raízes (NMR) por estaca e comprimento médio de raízes (CMR) em estacas foliares e caulinares de *Piper umbellatum* em função da aplicação de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Curitiba, 2016

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios					
		ENR	MRT	NMR	CMR	BRT	NMB
AIB	2	787,5**	754,2 *	47,4**	58,9*	200,0 ns	0,3 ns
Tipo de estaca	1	337,5*	104,2 ns	623,7**	694,2**	104,1 ns	6,5**
Interação	2	475,0*	1129,2*	1,2 ns	52,0*	466,7*	1,5 ns
Erro	18	54,2	195,8	2,8	11,5	79,2	0,5
C.V. (%)		28,04	21,39	18,36	46,50	41,87	48,02

G.L.: Graus de liberdade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo; C.V.: Coeficiente de variação.

No tratamento sem a aplicação de AIB, estacas foliares apresentaram maior percentagem de enraizamento em comparação com estacas caulinares (Tabela 2). A consistência mais herbácea, bem como a translocação de auxinas e cofatores de enraizamento, disponíveis em maior quantidade nas folhas do que nos caules, podem explicar este fenômeno. Estacas herbáceas de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) (Winteraceae) apresentaram maior percentagem de enraizamento do que estacas semilenhosas, fato atribuído à maior disponibilidade de auxinas e menor grau de lignificação dos tecidos (ZEM *et al.*, 2015). De modo semelhante, na propagação de jaborandi ou falso-jaborandi, *Piper hispidum* Sw. (Piperaceae) por estaquia caulinar, a proximidade dos locais produtores de auxinas (regiões apicais do ramo), a presença de folhas e menor lignificação dos tecidos em estacas apicais facilitou o enraizamento adventício (CUNHA *et al.*, 2015).

Na concentração de 2000 mg.L⁻¹ do regulador verificou-se incremento nos percentuais de enraizamento para ambos os tipos de estacas, com valores mais elevados em estacas foliares. Na maior concentração avaliada (4000 mg.L⁻¹), estacas caulinares obtiveram a melhor resposta, enquanto estacas foliares apresentaram decréscimo. Apenas na maior concentração as estacas foliares não foram superiores às caulinares na percentagem de enraizamento (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagens médias de enraizamento, mortalidade e de estacas com emissão de novas brotações, número médio de raízes e brotações por estaca e comprimento médio de raízes em estacas foliares e caulinares de *Piper umbellatum* L. submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Curitiba, 2016

Concentração AIB (mg.L ⁻¹)	Enraizamento (%)			Mortalidade (%)			
	Tipo de estaca						
	Caulinar	Foliar	Média		Caulinar	Foliar	Média
0	7,5 bB	22,5 bA	15,0		90,0 aA	62,5 aB	75,3
2000	27,5 aB	40,0 aA	33,8		60,0 bA	55,0 aA	57,5
4000	32,5 aA	27,5 bA	30,0		52,5 bA	72,5 aA	62,5
Média	22,5	30,0			67,5	63,3	
	Número de raízes (n)			Comprimento de raízes (cm)			
	Caulinar	Foliar	Média		Caulinar	Foliar	Média
0	3,3	12,9	8,1 b		1,0 aB	9,7 bA	5,3
2000	2,3	12,2	7,3 b		2,1 aB	18,7 aA	10,4
4000	6,3	17,4	11,8 a		2,6 aB	9,7 bA	6,1
Média	3,9 B	14,1 A			1,9	12,7	
	Brotações (%)			Número de Brotações (n)			
	Caulinar	Foliar	Média		Caulinar	Foliar	Média
0	10,0 bA	22,5 aA	16,3		0,8	2,8	1,8 ^{ns}
2000	30,0 aA	22,5 aA	26,3		1,2	1,5	1,4
4000	30,0 aA	12,5 aB	21,3		1,1	1,9	1,5
Média	23,3	19,2			1,0 B	2,1 A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo.

O ácido indolbutírico é o regulador vegetal mais utilizado na indução do enraizamento adventício e, em diversas espécies, promove maior porcentagem de formação de raízes, melhor qualidade das mesmas e uniformidade no enraizamento (RAMOS; LEONEL; DAMATTO JÚNIOR, 2008). A aplicação exógena de auxinas atua na ativação de células do câmbio vascular, promovendo a formação de raízes adventícias em estacas (HARTMANN *et al.*, 2011), o que explica o aumento nas porcentagens de enraizamento, número e comprimento médio de raízes em relação ao tratamento controle no presente estudo.

Quando aplicada em órgãos isolados, a auxina, dependendo de sua concentração, pode aumentar a resposta rizogênica até certo ponto, após o qual ocorre efeito inibitório (MENDES *et al.*, 2014). A determinação da melhor concentração varia, entre outros aspectos, conforme o genótipo e grau de maturidade dos propágulos (PESCADOR *et al.*, 2007). O efeito inibitório causado pela concentração de 4000 mg.L⁻¹ de AIB em estacas foliares pode ter sido ocasionado em função do alto teor endógeno de auxina, sintetizada pelas folhas, que, aliado à aplicação exógena levou a um excesso de ácido indolacético (AIA) na base da estaca, prejudicando a emissão de raízes, fato também observado em estacas herbáceas de figueira (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

O enraizamento de estacas foliares, em função de sua natureza herbácea, ocorreu a partir de toda a região basal do pecíolo (Figura 1I). Em estacas caulinares, observou-se a emissão das raízes apenas na região do corte, entre a epiderme e o parênquima medular (Figura 1K). Este fato ilustra a dificuldade de emissão radicular em função da maior lignificação das estacas caulinares em comparação com estacas foliares. A emissão de raízes adventícias apenas no local do corte evidencia que, possivelmente, a realização de lesões na base de estacas caulinares de *Piper umbellatum* pode auxiliar na promoção do enraizamento. A realização de lesões na base de estacas, além de permitir maior absorção de água, faz com que haja o rompimento da barreira física exercida pelos anéis de esclerênquima, resultando no aumento da taxa respiratória e nos teores de auxina, carboidratos e etileno na área lesionada, o que favorece a emissão de raízes (SANTORO *et al.*, 2010). Uma sugestão para estudos futuros seria a avaliação desta prática para a propagação vegetativa da espécie.

Estacas caulinares tratadas com AIB apresentaram menor taxa de mortalidade em relação ao tratamento controle, diferença não observada em estacas foliares. Este comportamento está relacionado ao fato de o regulador promover maiores percentagens de enraizamento em estacas caulinares, o que permitiu a sobrevivência das estacas após o esgotamento das reservas. De modo semelhante, estacas caulinares de pariparoba, *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel (Piperaceae) não tratadas com AIB apresentaram maior índice de mortalidade (73,33%) quando

comparados aos tratamentos com aplicação do regulador em concentrações de 500, 1000 e 1500 mg.L⁻¹ (PESCADOR *et al.*, 2007).

A menor mortalidade de estacas foliares no tratamento controle e a manutenção de médias similares nos demais tratamentos foi possível em função da condução do experimento em nebulização intermitente, uma vez que estacas herbáceas são notoriamente mais sensíveis à desidratação e morte do que estacas de consistência semi-lenhosa ou lenhosa e sem folhas (HARTMANN *et al.*, 2011). O uso de nebulização intermitente reduz a temperatura do ar e a taxa de transpiração, uma vez que permite a manutenção de uma película de água sobre as estacas (SOUSA *et al.*, 2013).

O comprimento médio das raízes não foi afetado pelas concentrações do regulador vegetal em estacas caulinares. Para estacas foliares, a concentração de 2000 mg.L⁻¹ promoveu os maiores valores. A concentração de 4000 mg.L⁻¹ gerou maior número de raízes em estacas foliares e caulinares (Tabela 2). Em estacas foliares de rosa-de-pedra, *Echeveria elegans* Rose (Crassulaceae), a aplicação de AIB também promoveu maior número e comprimento de raízes em comparação ao controle (CARRASCOSA; GIANINI; PEDROSO DE MORAES, 2016).

Na média, estacas foliares apresentaram maior comprimento de raízes do que estacas de caule. Comportamento semelhante se observa para o número de raízes, superior em estacas de folha. Em estacas de *Piper hispidum*, a presença de folhas nas estacas, de modo semelhante ao presente estudo, possibilitou a realização de fotossíntese e produção de auxina, promovendo um melhor desempenho quanto ao crescimento radicular em comparação a estacas caulinares mais lignificadas e sem folhas (CUNHA *et al.*, 2015).

A emissão de brotações é uma característica importante para a formação de mudas de qualidade, uma vez que, após o esgotamento das reservas da estaca, a presença de novas folhas é fundamental para a nutrição da planta (NUNES GOMES; KRINSKI, 2016a). Ambos os tipos de estaca avaliados no presente estudo emitiram novas brotações. Na concentração de 4000 mg.L⁻¹, estacas caulinares apresentaram maior porcentagem de brotação em comparação às foliares. A aplicação do regulador, em estacas caulinares, estimulou a emissão de brotações (Tabela 2). Estes resultados diferem do reportado para duas espécies do gênero *Piper*, *Piper amplum*

Kunth (caabepa, jaborandi, murta ou pariparoba) e *Piper arboreum* Aubl. (fruto-de-morcego, pimenta-do-mato, pimenta-dos-índios), nas quais a aplicação de AIB diminuiu o número de folhas em estacas caulinares (MAGEVSKI *et al.*, 2011).

Apesar de estacas foliares, em média, apresentarem maior número de brotações em comparação com estacas caulinares (Tabela 2), o vigor destas brotações foi substancialmente maior nestas últimas. Em estacas caulinares as brotações originaram-se das gemas vegetativas, estruturas especializadas e com regiões meristemáticas pré-formadas, o que permitiu inclusive a formação de estruturas reprodutivas na estaca (Figura 1H). Em estacas foliares a emissão das brotações ocorreu a partir da mesma região da emissão das raízes, a base do pecíolo, o que resultou na formação de estruturas pouco desenvolvidas e de tamanho reduzido (Figura 1I).

A propagação por estaquia caulinar, geralmente, requer apenas que um novo sistema radicular adventício seja formado, dado ao potencial da regeneração de gemas pré-formadas. Em estacas foliares, no entanto, há a necessidade de formação adventícia tanto do sistema radicular como da parte aérea. A maioria das estacas de folhas enraíza facilmente, porém com limitações para a regeneração e desenvolvimento de novas folhas e brotações (XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003), o que dificulta sua utilização em diversas espécies, dentre elas, conforme observado no presente trabalho, *Piper umbellatum*.

Na espécie arbórea *Erythrina falcata* Benth. (corticeira, bico-de-papagaio, suinã-da-mata, sapatinho-de-judeu) (Fabaceae), verificou-se a impossibilidade de estacas foliares formarem gemas vegetativas, capazes de regenerar uma planta (BENTANIN; NIENOW, 2010). De mesma maneira, Xavier, Santos e Oliveira (2003) reportam 100% de mortalidade em estacas foliares de cedro-rosa, *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) após 90 dias no ambiente de enraizamento. Em ambos os casos, apesar do enraizamento, não foi viável a propagação vegetativa via estacas foliares. Para as estacas de *Piper umbellatum* avaliadas no presente experimento observa-se que não é totalmente inviável a utilização deste tipo de propágulo para a produção de mudas. A formação da parte aérea, todavia, demandará maior tempo e, possivelmente, o desenvolvimento das plantas em condições de cultivo será prejudicado em função do menor desenvolvimento do aparato fotossintético. Recomenda-se, nesse sentido,

que a utilização deste tipo de estaca seja restrito a condições onde haja limitação na disponibilidade de estacas caulinares.

As baixas porcentagens de enraizamento observadas em estacas caulinares no presente experimento (máximo de 32,5%), bem como nos trabalhos de Nunes Gomes e Krinski (2016b) (máximo de 53,8%) e Mattana *et al.* (2009) (máximo de 37,5%), destacam a necessidade de estudos complementares envolvendo outros métodos de propagação sexuada e assexuada, visando o desenvolvimento de protocolos de propagação mais eficientes.

Neste sentido, é conveniente ressaltar um fato comumente observado nas estacas caulinares avaliadas no presente estudo: a emissão de raízes diretamente a partir das brotações (Figura 1J). A aptidão para o enraizamento de estacas está fortemente associada ao seu grau de maturidade. De modo geral, na fase juvenil as plantas apresentam maior potencial de enraizamento que na fase adulta (HARTMANN *et al.*, 2011). Esta observação denota a possibilidade da instalação de minijardins clonais para obtenção de propágulos oriundos de brotações com alto grau de juvenilidade como alternativa para obtenção de mudas de *Piper umbellatum* em maior número e com qualidade superior através da técnica de miniestaquia.

4 CONCLUSÕES

Estacas foliares e caulinares de *Piper umbellatum* apresentam respostas distintas à aplicação de AIB. Recomenda-se a aplicação de 2000 mg.L⁻¹ do regulador vegetal para estacas foliares e 4000 mg.L⁻¹ para estacas caulinares.

Estacas foliares, apesar de, em média, obterem maiores porcentagens de enraizamento, número e comprimento de raízes em comparação com estacas caulinares, demonstram limitações para a regeneração e desenvolvimento de novas folhas e brotações. O uso deste tipo de propágulo deve ser restrito a condições onde haja limitação na disponibilidade de estacas caulinares.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsas aos autores e à Universidade Federal do Paraná pela disponibilização da estrutura, substrato e regulador vegetal utilizados na condução do experimento. Agradecemos também ao Biólogo Bruno Felipe Camera pelo auxílio na coleta do material vegetal.

REFERÊNCIAS

- BARDELLI, K. C.; KIRIZAWA, M.; SOUSA, A. V. G. O gênero *Piper* L. (Piperaceae) da Mata Atlântica da Microbacia do Sítio Cabuçu-Proguaru, Guarulhos, SP, Brasil. **Hoehe**, v. 35, n. 4, p. 553-561, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062008000400007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.
- BENTANIN, L.; NIENOW, A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caular e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 871-880, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2513/6682>. Acesso em: 03 abr. 2019.
- CARDOSO, C.; YUKARI, Y. L.; PRETI, E. A.; MARINHO DE ASSIS, A.; VIEIRA JANEIRO NEVES, C. S.; RUFFO ROBERTO, S. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1307-1314, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4964/8895>. Acesso em: 03 abr. 2019.
- CARRASCOSA, J. S.; GIANINI, P. F.; PEDROSO DE MORAES, C. Utilização de Ácido 3-Indolil-Butírico no enraizamento de estacas foliares de rosa-de-pedra (*Echeveria elegans* Rose). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 135-145, 2016. Disponível em: <http://177.129.73.3/index.php/rama/article/view/3441>. Acesso em: 03 abr. 2019.
- CUNHA, A. L. B.; CHAVES, F. C. M.; BATISTA, A. C.; HIDALGO, A. F. Propagação vegetativa de estacas de *Piper hispidum* Sw. em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. 1, p. 685-692, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000500685&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

GILBERT, B.; FAVORETO, R. *Piper umbellatum* L. = *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 5, n. 2, p. 35-44, 2010. Disponível em: <http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/129/127>. Acesso em: 03 abr. 2019.

GUIMARAES, E. F.; MONTEIRO, D. Piperaceae na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 569-589, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602006000300569&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

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

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo, biodiversidade e biopirataria: como produzir benefícios para a Amazônia**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 97p.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia?. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 167-186, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100012&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

MAGEVSKI, G. C.; CZEPAK, M. P.; SCHMILDT, E. R.; ALEXANDRE, R. S.; FERNANDES, A. A. Propagação vegetativa de espécies silvestres do gênero *Piper*, com potencial para uso como porta enxertos em pimenta-do-reino (*Piper nigrum*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. spe, p. 559-563, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

MARTINS, W. A.; MANTELLI, M.; SANTOS, S. C.; NETTO, A. P.; PINTO, F. Estaqueia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 58-64, 2015. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000100009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

MATTANA, R. S.; FRANCO, V. F.; YAMAKI, H. O.; ALMEIDA, M. E.; MING, L. C. Propagação vegetativa de plantas de pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq.] em diferentes substratos e número de nós das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 325-329, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scie>

lo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722009000300015&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

MENDES, A. D. R.; LACERDA, T. H. S.; ROCHA, S. M. G.; MARTINS, E. R. Regula- dores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 262- 270, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722014000200015&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

NOGUEIRA, Â. M.; CHALFUN, N. N. J.; DUTRA, L. F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*Ficus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o pe- ríodo vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 914-920, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000300045&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

NUNES GOMES, E.; KRINSKI, D. Propagação vegetativa de *Piper amalago* (Pipera- ceae) em função de tipos de estaca e substratos. **Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 2, p. 199-210, 2016a. Disponível em: <http://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomi- ca/article/view/2335/1768>. Acesso em: 03 abr. 2019.

NUNES GOMES, E.; KRINSKI, D. Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Pi- peraceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 3, p. 31-37, 2016b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v17i3.49695>. Disponí- vel em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/49695>. Acesso em: 03 abr. 2019.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A. C.; GIRARDI, C. G.; ROSA, F. A. F. Estaquia de paripa- roba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p. 391-398, 2007. Disponível em: <https://dialnet.unirio- ja.es/servlet/articulo?codigo=2908609>. Acesso em: 03 abr. 2019.

PIZZATTO, M.; JÚNIOR, A. W.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MA- ZARO, S. M. 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: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2011000400013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação da época de estaquia e uso de bioregulador no enraizamento de estacas de figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 748-753, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/>

scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000300031-&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

REZENDE, F. P. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperu rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, supl. 1, p. 639-645, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000500003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

ROERSCH, C. M. F. B. *Piper umbellatum* L.: A comparative cross-cultural analysis of its medicinal uses and an ethnopharmacological evaluation. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 131, n. 3, p. 522-537, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874110005386?via%3Dihub>. Acesso em: 03 abr. 2019.

SANTORO, P. H.; YATIE, M. A.; HÜLSE DE SOUZA, S. G.; RUFFO ROBERTO, S. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 289-294, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/5291>. Acesso em: 03 abr. 2019.

SILVA JUNIOR, I. F.; BALOGUN, S. O.; OLIVEIRA, R. G.; DAMAZO, A. S.; OLIVEIRA MARTINS, D. T. *Piper umbellatum* L.: A medicinal plant with gastric-ulcer protective and ulcer healing effects in experimental rodent models. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 192, n. 1, p. 123-131, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874116304354?via%3Dihub>. Acesso em: 03 abr. 2019.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Comparison of means of agricultural experimentation data through different tests using the software Assistat. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 37, p. 3527-3531, 2016. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/091D87F60502>. Acesso em: 03 abr. 2019.

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

2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902013000200016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

TABOPDA, T. K.; NGROUPAYO, J.; LIU, J.; MITAINE-OFFER, A. C.; TANOLI, S. A. K.; KHAN, S. N.; LUU, B. Bioactive aristolactams from *Piper umbellatum*. **Phytochemistry**, v. 69, n. 8, p. 1726-1731, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942208001118?via%3Dihub>. Acesso em: 03 abr. 2019.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000300011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

ZEM, L. M.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RADOMSKI, M. I. Estaquia caulinar herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. **Revista Ciência Agromônica**, v. 46, n. 2, p. 396-403, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902015000200396&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr. 2019.

Recebido em: 22/09/2017

Aceito em: 23/04/2019