

# Miniestaquia e anatomia caulinar de pinhão-manso em quatro épocas de coleta

Alex Caetano Pimenta<sup>1\*</sup>, Mateus Cassol Tagliani<sup>2</sup>, Katia Christina Zuffellato-Ribas<sup>2</sup>,  
Bruno Galvêas Laviola<sup>3</sup>, Henrique Soares Koehler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Mato Grosso, Campus São Vicente, Santo Antônio Leverger, MT, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>3</sup>Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: propimenta@hotmail.com

## Resumo

O pinhão-manso é uma espécie com grande potencial para suprir a demanda energética do mercado dos biocombustíveis, pois o óleo extraído das suas sementes possui as características necessárias à fabricação do biodiesel. A miniestaquia é um dos métodos de propagação vegetativa que vem surgindo como alternativa na produção de mudas e as auxinas são os reguladores vegetais mais empregados nesta técnica para estimular a iniciação de raízes adventícias em miniestacas. Objetivou-se com o presente trabalho estudar o enraizamento e a anatomia de miniestacas caulinares de pinhão-manso coletadas em quatro épocas do ano, utilizando-se diferentes concentrações de ácido indol butírico. Os experimentos foram instalados no Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, em Colombo-PR, onde as miniestacas foram submetidas a tratamentos com ácido indol butírico (IBA) nas concentrações de 0, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>. Após 60 dias, foram avaliadas as porcentagens de miniestacas enraizadas, com calos, número de raízes e comprimento das três maiores raízes, em um delineamento experimental inteiramente casualizado. As maiores porcentagens de enraizamento foram obtidas no tratamento sem a aplicação de IBA, no verão (83,3%), inverno (78,1%) e no outono (85,0%), e com a aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> na primavera (86,3%). Não foram observadas estruturas anatômicas que dificultam o enraizamento. Assim, conclui-se que a aplicação de IBA é desnecessária para indução do enraizamento de miniestacas de brotações juvenis de pinhão-manso.

**Palavras-chave:** *Jatropha curcas* L., propagação vegetativa, regulador vegetal, enraizamento.

## Minicutting and caulinar anatomy of physic nut in four seasons of the year

## Abstract

Physic Nut is a species with great potential to supply the increasing demand for biofuels in the energy markets, since oil extracted from its seeds has the necessary characteristics for the production of biodiesel. Minicutting is one of the propagation methods that are gaining interest as alternatives for seedlings production and in this technique auxins are the most used plant growth regulators to induce the formation of adventitious roots in minicuttings. This work aimed to study rooting and anatomy of Physic Nut stem minicuttings collected in four seasons of the year, using different concentrations of indolebutyric acid (IBA) as treatment. Experiments were installed in the Forest Species Propagation Laboratory, of Embrapa Florestas, Colombo-PR, where minicuttings were submitted to indolebutyric acid treatment in concentrations of 0, 250, 500 and 1000 mg L<sup>-1</sup>. After 60 days were evaluated the percentages of rooted minicuttings, of minicuttings with callus, the number of roots per minicutting and the length of the three longest roots, with a completely randomized delineation of experiments. The higher rooting percentages were obtained in the treatment without IBA application, in summer (83.3%), winter (78.1%) and autumn (85.0%), and with the application of 250 mg L<sup>-1</sup> in spring (86.3%). Anatomical structures that could hinder rooting were not observed. Thus it is concluded that IBA application is useless for adventitious roots induction in Physic Nut juvenile stem minicuttings.

**Keywords:** *Jatropha curcas* L., plant growth regulators, rooting, vegetative propagation;

Recebido: 15 Abril 2013  
Aceito: 23 Abril 2014

## Introdução

A busca por tecnologias para suprir a demanda energética vem crescendo em todo o mundo, sendo a utilização de fontes renováveis uma excelente opção, como o biodiesel, que possui características ecologicamente corretas, constituindo-se em uma importante alternativa para a substituição dos derivados de petróleo. Como consequência, a produção dos biocombustíveis deve aumentar substancialmente, permitindo principalmente em países emergentes, a possibilidade da produção e comercialização de oleaginosas por pequenos produtores, com fixação do homem no campo, geração de renda e inclusão social (Gontijo et al. 2008).

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L. – Euphorbiaceae) é uma planta oleaginosa com enorme potencial para suprir a demanda crescente do mercado dos biocombustíveis, pois possui elevado teor de óleo em suas sementes, com todas as características necessárias para ser transformado em biodiesel (Arruda et al. 2005). É uma espécie amplamente difundida, principalmente explorada na América Central, África e Índia e facilmente adaptada às regiões quentes do Brasil (Saturnino et al. 2005). Apresenta características desejáveis como adaptabilidade a ambientes semiáridos (Paiva Neto et al. 2010), capacidade de produção de óleo em torno de 2.200 Kg ha<sup>-1</sup> ano em condições ambientais extremas e boa opção para os sistemas de pequenas propriedades com mão de obra familiar (Saturnino et al. 2005). No entanto, para implementar efetivamente essa cultura no país há necessidade de realização de pesquisas, em várias áreas do conhecimento, para o estabelecimento da cadeia produtiva da espécie, já que esta ainda apresenta-se em domesticação (Beltrão & Cartaxo 2006).

A propagação vegetativa é o método mais rápido e eficiente para a produção de mudas em diversas culturas frutíferas, ornamentais e florestais, pois permite a obtenção de indivíduos geneticamente idênticos à planta-matriz, uniformidade de populações e precocidade na produção (Hartmann et al. 2010). Contudo, o sucesso da técnica de miniestaquia está diretamente atrelado ao desenvolvimento de

raízes (Fachinello 1995), existindo espécies que naturalmente não enraízam bem e só emitem raízes quando tratadas com reguladores vegetais (Hartmann et al. 2010).

Diversos fatores podem afetar a capacidade de enraizamento de uma espécie, dentre os quais se destaca a época do ano em que são coletadas as estacas, a variação da intensidade luminosa e sua relação com os fotoassimilados (Zuffellato-Ribas & Rodrigues 2001). Outro importante fator que pode influenciar no sucesso do enraizamento se relaciona às características anatômicas do material vegetal (Zuffellato-Ribas et al. 2005), pois alguns tecidos, dependendo de seu crescimento, podem atuar como barreira mecânica impedindo a emissão de primórdios radiciais (White & Lovell 1984). Logo, a consistência do material utilizado para fins de propagação vegetativa pode influenciar na qualidade do sistema radicial, como verificado em pesquisas com pinhão-manso, onde estacas lenhosas desenvolveram melhor sistema radicial em comparação às estacas semilenhosas e herbáceas (Kockhar et al. 2008, Noor Camellia et al. 2009).

Diante do exposto, e pela carência de informações técnicas que viabilizem a propagação da espécie, este trabalho teve como objetivos estudar o enraizamento e a anatomia de miniestacas caulinares de pinhão-manso coletadas em quatro épocas do ano, utilizando-se diferentes concentrações de ácido indol butírico (IBA).

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, em Colombo – PR, utilizando-se mudas obtidas por sementes de uma população homogênea de pinhão-manso oriunda do Banco de Germoplasma da Embrapa Agroenergia em Brasília-DF (Laviola et al. 2010). As mudas foram desenvolvidas em recipientes plásticos com volume de 1.800 cm<sup>3</sup>, preenchidos com terra como substrato e acondicionados em estufa sem controle de temperatura. As irrigações foram realizadas sempre que necessário, a fim de manter a capacidade de campo do substrato e para a

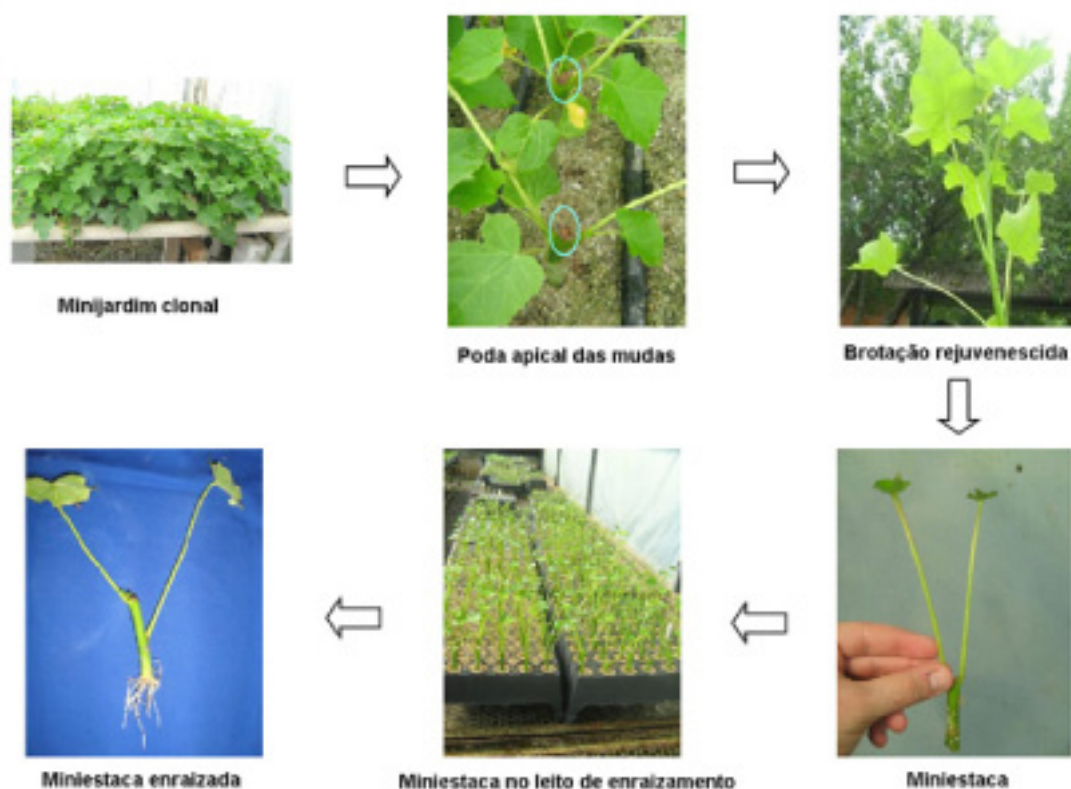
adubação aplicou-se uma solução nutricional básica que continha sulfato de amônio ( $4 \text{ g L}^{-1}$ ), superfosfato triplo ( $4 \text{ g L}^{-1}$ ), FTE BR-12 ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) e cloreto de potássio ( $4 \text{ g L}^{-1}$ ).

Essas mudas constituíram um minijardim clonal com 163 minicepas, que foram podadas para a obtenção de brotações juvenis (miniestacas) utilizadas no estudo de enraizamento (Figura 1). Foram confeccionadas miniestacas com 4 a 6 cm de comprimento, diâmetro aproximado de 0,8 cm, corte em bisel na base e corte reto na extremidade superior, onde foi mantido um par de folhas com sua área reduzida à metade. Durante o processo de confecção, as miniestacas foram mantidas em baldes com água para evitar desidratação do material.

Em seguida, as bases das miniestacas foram imersas durante 10 segundos em soluções

hidroalcoólicas (50% v/v) de ácido indol butírico (IBA), nas concentrações 0, 250, 500 e  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ . Após aplicação de IBA, realizou-se o plantio em tubetes de polipropileno com capacidade de  $53 \text{ cm}^3$ , contendo vermiculita de granulometria média como substrato, e estes foram mantidos em casa de vegetação climatizada com nebulização intermitente (aproximadamente 90% UR – umidade relativa e temperatura de  $25^\circ\text{C}$ ).

Transcorridos 60 dias após a instalação dos experimentos foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentavam raiz igual ou maior de 1mm de comprimento); porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes e com formação de massa celular indiferenciada), número de raízes por estacas e comprimento das três maiores raízes por estaca.



**Figura 1.** Metodologia utilizada para a propagação vegetativa de *Jatropha curcas* L.

Os experimentos foram realizados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial de  $4 \times 4$  (concentrações de IBA x épocas de coleta) com 4 repetições de 18 estacas por unidade experimental na primeira coleta (março/2009),

12 estacas na segunda (setembro/2009), 22 estacas na terceira (novembro/2009) e 15 na quarta (abril/2010). As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F tiveram suas

médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para realização de análises anatômicas, em junho de 2010 foram coletadas amostras de bases de miniestacas com cerca de 3 cm de comprimento, as quais foram fixadas em FAA a 70%, durante 24h e conservadas em álcool 70% até o início das atividades no Laboratório de Anatomia Vegetal, no Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba - PR. As lâminas foram montadas, em

gelatina glicerizada e posteriormente vedadas com esmalte incolor. As fotomicrografias foram realizadas em microscópio Zeiss com câmera digital Sony Cyber-shot P72 acoplada.

### Resultados e Discussão

Na análise de variância (Tabela 1) é possível observar efeito significativo dos fatores e da interação entre eles (época de coleta e concentração de IBA), para as variáveis enraizamento e formação de calos.

**Tabela 1.** Análise de variância (teste f) para porcentagens de enraizamento e de calos em miniestacas de pinhão-manso, dos experimentos instalados em quatro épocas de coleta (março, setembro e novembro de 2009, e abril de 2010). UFPR, Curitiba, PR, 2010

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		Enraizamento	Calos
Época de coleta (A)	3	1625,685**	3841,090**
Concentrações (B)	3	3796,049**	594,361*
Interação A x B	9	1008,203**	895,435**
Erro	48	158,610	198,342
Total	63		
Coeficiente de variação (%)		22,10	66,37
Teste de Bartlett ( $X^2$ )		8,495 <sup>ns</sup>	

\*\* significativo a 1%; \* significativo a 5%; <sup>ns</sup> não significativo

As maiores porcentagens de enraizamento observadas no experimento instalado em março de 2009 foram obtidas com a testemunha (83,3%) e com a aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> IBA (61,1%). Entretanto, não houve diferenças estatísticas significativas entre a concentração de 250 mg L<sup>-1</sup> IBA com as demais concentrações. No experimento de setembro de 2009 se observou 78,1% de enraizamento com a testemunha, que não diferiu estatisticamente do resultado obtido com a aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> IBA (65,6%). Nos resultados observado em novembro de 2009 se constatou 86,3% de enraizamento com a aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> IBA, estatisticamente superior ao valor obtido com a testemunha (56,3%), porém, sem apresentar diferenças significativas com os resultados das demais concentrações. No experimento de abril de 2010 se obteve 85,0% de enraizamento com a testemunha, estatisticamente superior às demais concentrações, que não diferiram entre si (Tabela 2).

As altas porcentagens de enraizamento obtidas nas coletas de março e setembro de 2009 e de abril de 2010, sem a aplicação de IBA, possivelmente estão relacionadas à condição

fisiológica das minicepas. Provavelmente havia balanço hormonal favorável ao efeito fisiológico da auxina, ausência de inibidores e presença de cofatores, conforme proposto por Hartmann et al. (2010). A queda das porcentagens de enraizamento com aplicação de IBA para essas coletas indicam que as miniestacas já possuíam auxina endógena em quantidades suficientes para a indução radicial, e que a aplicação de IBA resultou em efeito fitotóxico.

Em condição antagonista, nas miniestacas coletadas em novembro de 2009 foi preciso à aplicação de IBA para a complementação da auxina endógena e estabelecimento das correlações hormonais desejáveis ao enraizamento. Isso se deve ao fato de que a concentração de auxina encontra-se intimamente relacionada à formação de raízes adventícias, onde concentrações abaixo do nível crítico não são eficazes para o enraizamento e aquelas acima desse nível são prejudiciais ao processo à formação de raízes (Janick 1966). A demanda exógena de auxina para o enraizamento da miniestacas nessa época pode estar associada às condições fisiológicas das minicepas, tendo em vista que

se trata de uma espécie com significativas variações fenológicas anuais (Santos et al. 2010).

Em termos práticos, apesar da análise estatística não evidenciar diferença significativa entre a testemunha e a aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> IBA, em março e setembro de 2009 constatou-se que, em valores absolutos, as maiores taxas

de miniestacas de pinhão-manso enraizadas ocorreram sem a necessidade da aplicação do regulador vegetal. Considerando a produção de mudas em larga escala, essa diferença numérica pode tornar-se economicamente importante para o produtor.

**Tabela 2.** Comparação de médias para porcentagem de miniestacas de pinhão-manso enraizadas, nos experimentos instalados em quatro épocas de coleta (março, setembro e novembro de 2009, e abril de 2010). UFPR, Curitiba, PR, 2010

Época de coleta	Concentrações de IBA mg L <sup>-1</sup>			
	0	250	500	1000
Março/2009	83,3 a A	61,1 bc AB	45,4 ab B	57,0 a B
Setembro/2009	78,1 ab A	65,6 ab AB	25,0 b C	43,8 ab BC
Novembro/2009	56,3 b B	86,3 a A	63,8 a AB	66,3 a AB
Abril/2010	85,0 a A	38,3 c B	30,0 b B	26,7 b B
Coeficiente de Variação (%)		22,1		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A interação positiva entre os fatores estudados nesse trabalho indicam que as variações na porcentagem de enraizamento são devidas às condições fisiológicas das minicepas e/ou das miniestacas durante a condução dos testes e não da natureza anatômica do material estudado. Isso foi comprovado com os resultados das análises anatômicas realizadas nas miniestacas utilizadas nesse estudo, uma vez que não se observou presença de amido e de lipídios, nem a presença de fibras esclerenquimáticas. Tal condição se deve à origem das miniestacas, que são retiradas de minicepas seminais após intensas podas, sendo, portanto, material juvenil e rejuvenescido que apresenta parede celular primária e pouco lignificada conforme proposto por Hartmann et al. (2010). Isso pode explicar elevada indução radicial das miniestacas de pinhão-manso, uma vez que as raízes adventícias não encontram barreiras estruturais para o seu desenvolvimento.

Em relação à porcentagem de estacas com calos, houve interação significativa entre a aplicação de IBA e a época em que as miniestacas foram coletadas. Na Tabela 3 são apresentados os resultados onde se verifica a formação de calos em três épocas estudadas (março e novembro de 2009 e abril de 2010), destacando-se na testemunha, novembro/2009 e abril/2010 como as épocas mais propícias à formação de calos. Na coleta

realizada em março/2009 verificaram-se diferenças significativas entre a testemunha e as concentrações de IBA utilizadas; em abril/2010, a testemunha diferiu somente da concentração de 250 mg L<sup>-1</sup> IBA. Apenas na coleta realizada em setembro/2009 não foi evidenciada a presença de massa celular indiferenciada na base das miniestacas em todas as concentrações testada.

Durante o início do processo de enraizamento adventício é necessário o acúmulo de auxina para a indução da divisão celular, que é potencializada por concentrações mais elevadas de ácido abscísico. Após a indução, os níveis de auxinas das miniestacas devem diminuir, para que aconteça a organização do primórdio radicial, seguido do crescimento e diferenciação celular (Hartmann et al. 2010). Nesse sentido, estabelecido um coeficiente de correlação de Pearson entre a produção de calos e a porcentagem de enraizamento, percebe-se que para a testemunha (-80%) e para o tratamento com 250 mg L<sup>-1</sup> IBA (-85%) esses processos são inversamente dependentes, em todas as épocas estudadas, embora não existem correlações entre essas variáveis para os tratamentos com 500 mg L<sup>-1</sup> IBA e 1000 mg L<sup>-1</sup> IBA. Uma possível explicação se baseia na ação eficiente do sistema IAA-Oxidase após a indução radicial, acarretando na diminuição da concentração de auxina nas miniestacas da testemunha e do tratamento com 250 mg L<sup>-1</sup> IBA, resultando



na diferenciação celular para a formação de raízes. Todavia, o sistema IAA-Oxidase não foi suficientemente capaz de exercer tal controle nas miniestacas com maiores concentrações de auxina, uma vez que seu modo de ação baseia-se em ácido indol acético (IAA) e não em IBA. Além disso, nas fases finais do enraizamento, existem inúmeras interações entre os compostos metabólicos do material em propagação, cuja síntese e produção iniciam-se na planta-matriz e continuam durante o enraizamento, com

dependência direta dos fatores ambientais. Portanto, o desenvolvimento das minicepas em diferentes épocas do ano pode ter interferido no estado nutricional e metabólico destas plantas (Hartmann et al. 2010; Zuffellato-Ribas & Rodrigues 2001) ocasionando variações no conteúdo dos cofatores do enraizamento e gerando as diferenças estatísticas encontradas entre as épocas de coleta, em relação à formação de calos.

**Tabela 3.** Comparação de médias do percentual de miniestacas de pinhão-mansô com calos nos experimentos instalados em quatro épocas de coleta (março, setembro e novembro de 2009, e abril de 2010). UFPR, Curitiba, PR, 2010

Época de coleta	Concentrações de IBA mg L <sup>-1</sup>			
	0	250	500	1000
Março/2009	2,8 b B	30,5 ab A	52,3 a A	43,1 a A
Setembro/2009	0,0 b A	0,0 c A	0,0 c A	0,0 b A
Novembro/2009	32,5 a A	5,0 bc A	22,5 bc A	17,5 ab A
Abril/2010	15,0 ab B	51,7 a A	31,7 ab AB	35,0 a AB
Coeficiente de variação (%)	66,8			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao número médio de raízes por miniestaca, também se verificaram interações entre os fatores estudados, sendo que o efeito da aplicação de IBA foi constatado somente nas coletas de setembro/2009 e abril/2010, com diminuição do número de raízes/miniestaca com concentrações de 500 mg L<sup>-1</sup> IBA e 1000 mg L<sup>-1</sup> IBA. A coleta realizada em abril de 2010, sem a aplicação do regulador vegetal, foi a que propiciou maior número de raízes formadas (9,7) diferindo estatisticamente das

demais épocas (Tabela 4). Possivelmente esse resultado foi devido à alta concentração de reservas acumuladas nas miniestacas durante as estações de crescimento vegetativo, como consequência das altas taxas fotossintéticas ocorridas no verão e, por se tratar de uma espécie de fácil enraizamento as quais, segundo Nachtigal (1999), emitem um grande número de raízes sem a necessidade de aplicação do regulador vegetal.

**Tabela 4.** Média do número de raízes por miniestaca de pinhão-mansô obtidos nos experimentos instalados em quatro épocas de coleta (março, setembro e novembro de 2009, e abril de 2010). UFPR, Curitiba, PR, 2010

Época de coleta	Concentrações de IBA mg L <sup>-1</sup>			
	0	250	500	1000
Março/2009	4,5 b A	4,2 b A	5,5 ab A	5,5 a A
Setembro/2009	6,5 b A	6,0 ab A	2,9 b B	4,5 a AB
Novembro/2009	5,8 b A	6,1 ab A	4,7 ab A	5,0 a A
Abril/2010	9,7 a A	7,3 a AB	6,7 a B	6,1 a B
Coeficiente de variação (%)	25,7			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 5, independentemente da concentração do regulador vegetal utilizada, a coleta realizada em novembro/2009 promoveu o maior incremento no comprimento médio das três maiores

raízes/miniestacas, no entanto não diferiu estatisticamente dos resultados obtidos com a coleta realizada em abril/2010, na testemunha. Os bons resultados para comprimento de raízes obtidos com a testemunha podem se

relacionar a origem do material em estudo, haja vista que a aplicação de qualquer regulador vegetal torna-se desnecessária em miniestacas oriundas de brotações juvenis (Wendling et al. 2005). O pinhão-mansão pode ser considerado como de planta de fácil enraizamento, sendo a concentração endógena de auxinas suficiente para a indução radicial e para o alongamento e divisão celular, que resultaram nos dados obtidos no presente estudo. É importante salientar que a primavera é considerada uma época propícia a propagação vegetativa por estacas ou miniestacas, sendo o aumento do comprimento

de raízes verificado também em experimentos com oliveira (Oliveira et al. 2003) e lichieira (Carvalho et al. 2005) durante a primavera, em comparação às outras épocas.

Em se tratando de produção de mudas, as variáveis número médio de raízes e comprimento médio de raízes são de extrema importância, pois à medida que há uma melhor resposta destas variáveis, haverá posteriormente mudas com melhor desenvolvimento radicial e maiores índices de sobrevivência quando transplantadas para o campo (Antunes et al. 1996).

**Tabela 5.** Médias do comprimento (cm) de raízes por miniestaca de pinhão-mansão obtidas nos experimentos instalados em quatro épocas de coleta (março, setembro e novembro de 2009, e abril de 2010). UFPR, Curitiba, PR, 010

Época de coleta	Concentrações de IBA mg L <sup>-1</sup>			
	0	250	500	1000
Março/2009	6,1 c A	3,9 b B	5,0 bc AB	4,9 b AB
Setembro/2009	7,2 bc A	4,6 b B	3,6 c BC	2,3 c C
Novembro/2009	9,8 a A	8,4 a A	9,0 a A	8,0 a A
Abril/2010	9,1 ab A	6,9 a B	6,3 b BC	4,9 b C
Coefficiente de variação (%)	16,70			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

## Conclusões

Nas condições em que foram realizados os experimentos e fundamentando-se nos resultados obtidos nas quatro épocas de coleta das miniestacas de pinhão-mansão, pode-se concluir que:

A aplicação de ácido indol butírico (IBA) é desnecessária;

A miniestaquia é uma técnica viável para a produção de mudas de pinhão-mansão;

A miniestaquia pode ser realizada em qualquer época do ano;

Em relação à técnica de miniestaquia, o pinhão-mansão pode ser considerado uma espécie de fácil enraizamento e;

Nas miniestacas de pinhão-mansão não existem barreiras anatômicas que possam dificultar a indução radicial.

## Referências

Antunes, J.A.S., Hoffmann, A., Ramos, J.D., Chalfun, N.N.J., Oliveira Júnior, A.F. 1996. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indol butírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. *Revista Brasileira de Fruticultura* v.18, n.3, p.371-376

Arruda, F.P., Beltrão, N.E.M., Andrade, A.P., Pereira, W.E., Severino, L.S. 2005. Cultivo de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semi-Árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras* v.8, n.1, p.789-799,

Beltrão, N.E.M., Cartaxo, W.V. Considerações gerais sobre o pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. *Embrapa Algodão*, n. 98, 2006..

Carvalho, C.M., Cunha, R.J.P., Rodrigues, J.D. 2005. Enraizamento de estacas semilenhosas de lichieira utilizando ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura* v. 27, n. 1, p. 95-97

Fachinello, J.C., Hoffmann, A., Nachtigal, J.C., Kersten, E., Fortes, G.R.L. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2ed. Pelotas,RS: UFPel, 1995. 178p.

Gontijo, T.S., Perez, R., Saraiva, M.B., Júnior, G.S., Fernandes, E.A. 2008 A volatilidade nos preços do girassol (1980:2008). In: Congresso da rede brasileira de tecnologia de biodiesel, 3. Anais... Brasília,DF.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davis Júnior, F.T., Geneve, R.L. *Plant Propagation: principles and practices*. 8ed. New York: Englewood Clippis,

2010. 928p.

Janick, J. A *ciência da horticultura*. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1966, 485p.

Kochhar, S., Singh, S.P., Kochhar, V.K. 2008. Effect of auxins and associated biochemical changes during clonal propagation of the biofuel plant: *Jatropha curcas* L. *Biomass and bioenergyn*. 32, p. 1136-1143

Laviola, B.G., Rosado, T.B., Bhering, L.L., Kobayashi A.K., Resende, M.D.V. 2010. Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* v.45, n.10, p.1117-1123,

Nachtigal, J.C. *Obtenção de porta-enxertos 'Okinawa' e de mudas de pessegueiro (Prunus persica (L.) Batsch) utilizando métodos de propagação vegetativa*. 165p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 1999.

Noor Camellia, N.A., Thohirah, L.A., Abdullah, N.A.P; Mohd Khidir, O. 2009. Improvement on Rooting Quality of *Jatropha curcas* Using Indole Butyric Acid (IBA). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, v.5, n.4, p.338-343.

Oliveira, A.F., Pasqual, M., Chalfun, N.N.J., Regina, M.A., Rincón, C.D.R. 2003. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.1, p.117-125.

Paiva Neto, V.B., Brenha, J.A.M., Freitas, F.B., Zuffo, M.C.R., Alvarez, R.C.F. 2010. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L.. *Ciência e Agrotecnologia* v.34, n.3, p.558-563.

Santos, C.M., Wanderley Filho, H.C.L., Rolin, E.V., Ferreira, V.M. 2010. Fenologia e crescimento de pinhão-manso cultivado na Zona da Mata do Estado de Alagoas, Brasil. *Scientia Agraria* v.11, n.3, p.201-209.

Saturnino, H.M., Pacheco, D.D., Kakida, J., Tominaga, N., Gonçalves, N.P. 2005. Cultura do Pinhão-manso ( *Jatropha curcas* L.). Produção de oleaginosas para biodiesel. *Informe Agropecuário* v.26, n.229, p.44-74.

Wendling I., Ferrari, M.P., Dutra, L.F. 2005. Produção de mudas de corticeira-do-banhado por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. *Comunicado técnico*, Colombo n.130, p. 1-5.

White, J., Lovell, P.H. 1984. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. *Annals of Botany* v.54, p.7-20.

Zuffellato-Ribas, K.C., Boeger, M.R.T., Bona, C.,

Paes, E.G.B., Pimenta, A.C., Masuda, E.T. 2005. Enraizamento e morfo-anatomia de estacas caulinares de *Odontonema strictum* Kuntze (Acanthaceae). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* v.11, n.1, p.57-61.

Zuffellato-Ribas, K.C., Rodrigues, J.D. *Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos*. Curitiba: [K. C. Zuffellato-Ribas], 2001.