

## **SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PINHÃO-MANSO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE PLANTIO E DO USO DE HIDROGEL**

### **THE EFFECT OF PLANTING SEASON AND HYDROGEL ON SURVIVAL AND INITIAL GROWTH OF PHYSIC NUT**

João Alexandre Lopes Dranski<sup>1</sup> Artur Soares Pinto Júnior<sup>2</sup> Marcelo Angelo Campagnolo<sup>3</sup>  
Ubirajara Contro Malavasi<sup>4</sup> Marlene de Matos Malavasi<sup>5</sup> Vandeir Francisco Guimarães<sup>6</sup>

#### **RESUMO**

O trabalho objetivou comparar o efeito do uso do hidrogel e da época de plantio sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. nas condições do oeste do Paraná. O experimento foi conduzido em Pato Bragado, PR, durante 2008 e 2009. Os tratamentos compreenderam o plantio de mudas de três procedências de pinhão-manso (Pedro J. Caballero, Nova Porteirinha e Janaúba) submetidas ou não à imersão do sistema radicular no ato do plantio em hidrogel previamente hidratado na concentração de 5,0 g L<sup>-1</sup> em diferentes épocas de plantio (primavera, verão, outono e inverno). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjados em esquema de parcelas subdivididas com cinco repetições para cada época de plantio. Após o período de noventa dias, quantificou-se o efeito do polímero sobre a porcentagem de sobrevivência e o crescimento inicial por meio dos incrementos em altura e diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar, área média da folha e área foliar específica, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%. Os resultados indicaram que a imersão das raízes em hidrogel aumentou a porcentagem de sobrevivência das mudas no plantio da primavera em 6,7%. O uso do hidrogel não propiciou ganhos no crescimento das mudas de pinhão-manso, prejudicando o crescimento no plantio do inverno. Contudo, maiores incrementos foram obtidos no plantio da primavera. As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha externaram maior capacidade de resposta ao desenvolvimento pós-plantio para as diferentes épocas de plantio.

**Palavras-chave:** *Jatropha curcas* L.; procedências; sazonalidade; hidrorretentor.

#### **ABSTRACT**

The experiment aimed to compare the effect of hydrogel use and seasonal planting on the survival and initial growth of *Jatropha curcas* L. seedlings in western Parana state. Treatments included planting of seedlings from three provenances of physic nut (Pedro J. Caballero, Nova Porteirinha and Janaúba) subjected or not to root immersion in hydrogel (5.0 g L<sup>-1</sup>) and four planting seasons (spring, summer, autumn and winter). The experimental used a randomized block design with five repetitions for each planting season. Ninety

1 Biólogo, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon (PR). Bolsista CAPES. joaodranski@yahoo.com.br

2 Biólogo, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon (PR). Bolsista CAPES. artur\_bio@hotmail.com

3 Biólogo, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon (PR). Bolsista CNPQ. campa\_bio@yahoo.com.br

4 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon (PR). biramalavasi@yahoo.com.br

5 Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Associada do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon (PR). marlenemalavasi@yahoo.com.br

6 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon (PR). vandeirfg@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 30/08/2010 e aceito em 17/04/2012

after planting, the effect of the polymeric hydrogel was quantified by the percentage of survival while the initial growth used morphometric variables such as the increment in seedling height, stem diameter, number of leaves, leaf area, and specific leaf area. The results indicated that root immersion in hydrogel increased percentage of seedling survival for the spring planting season in 6.7%. The use of hydrogel did not propitiate the growth increase especially for the winter planting season. However, a larger growth increase was obtained for the spring planting of Pedro J. Caballero and Nova Porteirinha provenances.

**Keywords:** *Jatropha curcas* L.; provenance; planting season; hydroretainer.

## INTRODUÇÃO

A época ideal de plantio de mudas florestais é aquela que potencializa o sucesso do estabelecimento, o crescimento inicial e minimiza os efeitos do choque do plantio. Este período é frequentemente limitado por temperaturas extremas e pela disponibilidade de água após as primeiras semanas do plantio (CALFEE, 2003; LANDIS, 2009).

A prática da rega no ato do plantio e durante as primeiras semanas corrobora com o sucesso do estabelecimento das mudas (LANDIS et al., 2010). Contudo, em áreas florestais nem sempre é uma prática viável, seja pela logística e custo financeiro ou mesmo pela disponibilidade de água. Logo, o estudo de alternativas destinadas a suprir a necessidade de água às mudas, para garantir o sucesso no estabelecimento e crescimento inicial, deve ser investigado.

O uso de hidrogel fundamenta-se na capacidade de absorção e adsorção da água gravitacional na rizosfera para as raízes (JHURRY, 1997; VALE et al., 2006; LECIEJEWSKI, 2009). O hidrogel pode ainda proteger o sistema radicular contra a desidratação no ato de plantio, minimizando custos com a prática de replantio, quando o ambiente e a sazonalidade impõem restrições à implantação (SARVAS, 2003). Por outro lado, os efeitos do hidrogel têm provocado resultados variados nas características de retenção e consumo de água, e nas respostas fisiológicas das plantas (GERVÁSIO e FRIZZONE, 2004; VALE et al., 2006; SARVAS et al., 2007; SAAD et al., 2009).

No Brasil, os hidrorretentores vêm sendo testados nos tratamentos culturais de diferentes áreas agrônomicas, para a produção de mudas, cultivo de espécies olerícolas, implantação de pomares de plantas fruteiras, povoamentos florestais de eucaliptos e pinus, e na cultura do café (BUZETTO, et al., 2002; DE OLIVEIRA, 2004; NISSEM e MARTÍN, 2004; ARBONA et al., 2005; VALE et al., 2006; SAAD et al., 2009).

A espécie *Jatropha curcas* L. conhecida popularmente como pinhão-mansão, pertence à fa-

mília Euphorbiaceae, originária da América Central e México (BRITTAINE e LUTALADIO, 2010), sendo considerada como promissora para produção de biocombustíveis devido à qualidade e quantidade do óleo obtido das sementes, bem como pelas propriedades medicinais e biocidas (GUBITZ et al., 1999). A exploração comercial no Brasil ainda é incipiente e não consta de estatística oficial sobre a produção e área cultivada (SATURNINO et al., 2005). Contudo, estima-se que a área de cultivo seja em torno de 16 mil hectares, destinados a produção de óleo (DUARTE, 2009).

O uso do hidrogel no cultivo do pinhão-mansão reveste-se de importância pela mortalidade observada no primeiro ano de plantio em regiões propensas à estiagem e a altos valores de evapotranspiração. Kagamèbga et al. (2011) reportaram mortalidade de 60% em plantio na região de Gampéla, Burkina Fasso. Machado (2011) obteve variação dos valores de sobrevivência (45% a 95%) em função da procedência adotada no plantio *Jatropha curcas* nas condições da província de Sancti Spiritus, Cuba.

O Estado do Paraná não apresenta uma estação seca definida e baixa probabilidade de estiagem por mais de 30 dias. O estado externa ampla variabilidade na distribuição temporal e espacial da precipitação com probabilidade de até 80% para ocorrência de períodos secos (veranicos) com 15 dias de duração (BERNARDES et al., 1988; FREITAS e GRIMM, 1998), e média anual de 3,52 mm dia<sup>-1</sup> para evapotranspiração de referência na região oeste do estado (SYPERRECK et al., 2008). Desta forma, a estiagem regional propicia entrave para o sucesso do estabelecimento do povoamento da espécie.

Embora o plantio de pinhão-mansão esteja sendo adotado por produtores como uma opção agrícola em regiões semiáridas a subtropicais, pouco se sabe sobre a silvicultura da espécie que garanta o sucesso na implantação do povoamento. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi comparar o efeito do uso do hidrogel e da época de plantio sobre a sobrevivência e crescimento inicial

de pinhão-manso nas condições do oeste do Paraná.

## MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido durante agosto de 2008 a novembro 2009 na Estação Experimental de Pato Bragado-PR, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná com coordenadas geográficas de 24°39'43"S e 54°15'53"W, e altitude de 247 metros.

O clima da região segundo classificação de Köppen é Subtropical Úmido Mesotérmico com verões quentes (temperatura média superior a 22°C) com tendência a concentração de chuvas e invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C) e precipitação média anual de 1.500 mm.

Os tratamentos compreenderam o plantio de mudas de três procedências de *Jatropha curcas*, com ou sem o uso de hidrogel no ato do plantio, transplantadas em quatro épocas (novembro/2008; fevereiro/2009; maio/2009; agosto/2009) de forma a refletir a mediana das estações climáticas (primavera, verão, outono e inverno). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco repetições compostas por seis plantas, arranjadas em esquema bifatorial (3 x 2) com parcela subdividida, e as procedências compondo a parcela e o uso do hidrogel alocado na subparcela.

O método de aplicação do hidrogel consistiu na imersão do sistema radicular das mudas no ato do plantio em hidrogel previamente hidratado (THOMAS, 2008) na concentração de 5,0 g L<sup>-1</sup> do produto comercial Hidrotterragel<sup>®</sup>.

Mudas das procedências de Pedro Juan Caballero (Paraguai), Nova Porteirinha (MG) e Janaúba (MG) foram produzidas 60 dias, antevendo o plantio em cada época. Para a produção, foi utilizada a semeadura direta em tubetes de 120 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato comercial Plantmax HA<sup>®</sup>. A fertilização constou de 4 kg m<sup>-3</sup> da formulação N-P-K (10-10-10), sendo todo o conteúdo de fósforo incorporado ao substrato e 50% do nitrogênio e potássio disponibilizados via irrigação em duas aplicações quinzenais após a emergência das plantas. O tempo de formação das mudas foi de 60 dias após a emergência, em ambiente de casa de sombra com 50% de sombreamento. As mudas foram irrigadas diariamente próximas à capacidade de saturação do substrato durante 45 dias. Os últimos 15 dias de formação foram destinados à rustificação, através da redução gradativa do regime de regas, bem como,

com a redução da densidade de mudas na bandeja.

O sistema de plantio adotado foi em quadras, com espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre plantas (SATURNINO et al., 2005), com bordadura perimetral entre tratamentos. A dimensão da cova foi em média de 0,10 m de raio, por 0,40 m de profundidade sem fertilização de base. Os tratos culturais envolveram a roçada de plantas daninhas, a catação manual de cipós herbáceos, bem como o coroamento das mudas num raio de 0,60 m da cova.

Após o período de noventa dias do plantio, foi quantificada a porcentagem de sobrevivência e o crescimento inicial dos sobreviventes, pelos incrementos na altura (cm) e no diâmetro do coleto (mm). Complementarmente, contabilizou-se o número de folhas, assim como se determinou a área foliar média de uma folha (cm<sup>2</sup> folha<sup>-1</sup>), a área foliar total (dm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) e a área foliar específica (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>).

A área foliar média de uma folha foi determinada pelo método de imagens digitalizadas, que foram processadas no *software* Quantificação de Doenças em Plantas – QUANT ver. 1.0 (DO VALE et al., 2002). Posteriormente, obteve-se a massa seca das folhas pelo método de secagem em estufa a 65 ± 3°C durante 72 horas, para a quantificação da área foliar específica.

O número de folhas representativas para obtenção da área foliar média e respectiva biomassa foi determinado pelo método de amostragem aleatória simples, com base na variância da média de 20 folhas de diferentes idades por tratamento e repetição, admitindo o limite de erro de 15% a 95% de probabilidade pelo teste t de Student, para uma população que tende ao infinito, como sugerido por Pellico Netto e Brena (1997).

Os dados obtidos foram averiguados quanto à normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Lilliefors, da homogeneidade da variância pelo teste de Cochran & Bartlet. Posteriormente, submetidos à análise de variância, com o auxílio do *software* estatístico Sistema para Análises Estatísticas - SAEG ver. 9.1. Quando da existência de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos durante o período de execução do experimento foram disponibilizados pelo SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) e estão plotados na Figura 1. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho dis-

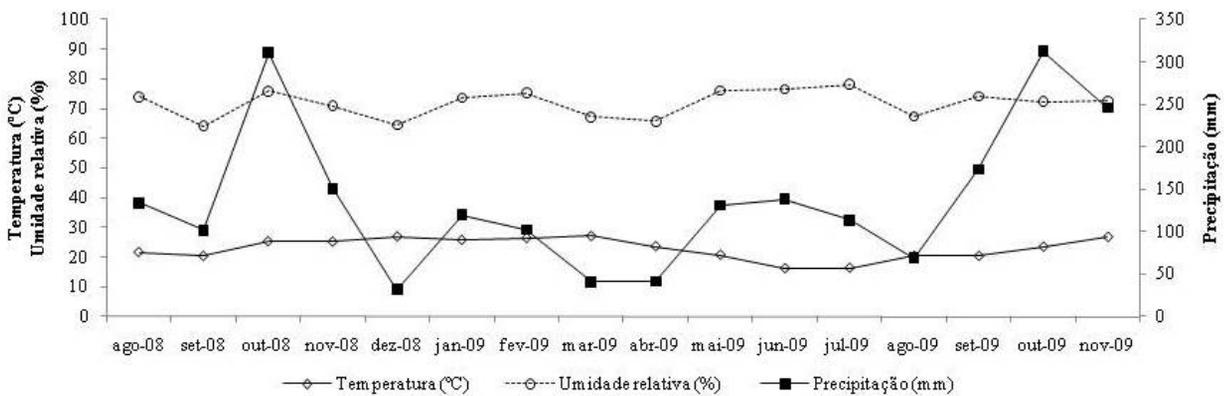


FIGURA 1: Temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) da Estação Experimental de Pato Bragado, PR de agosto de 2008 a novembro de 2009.  
 FIGURE 1: Temperature (°C), relative humidity (%) and precipitation (mm) of Pato Bragado, Paraná state, experimental area from August 2008 to November 2009.

trófico (LVd), de textura argilosa (EMBRAPA, 2006) com os atributos químicos elencados na Tabela 1.

No cultivo do pinhão-mansão, são incipientes ainda, as informações sobre correção de acidez e fertilidade dos solos, e escassas para Argissolo Vermelho distrófico (Pvd), característico da região oeste do Paraná, levando à adoção de recomendações de outras espécies de diferentes gêneros. Contudo, os valores obtidos para P e K<sup>+</sup> estão abaixo do nível crítico sugerido por Souza et al. (2011) para Neossolo Quartzarênico órtico típico, bem como as unidades de pH e saturação por bases estão dentro do nível adequado, indicado por Brittain e Litaladio (2010).

**Porcentagem de sobrevivência**

Os resultados da sobrevivência de mudas após o período de 90 dias revelaram a inexistência de interação significativa (p>0,05) entre procedências e o uso de hidrogel para todas as épocas de plantio (Tabela 2). A sobrevivência foi em média de 92,2% (± 2,0) para o plantio na primavera, 88,3% (± 4,0) para o plantio no verão, 100,0% (± 0,0) e 97,2% (± 3,4) para os plantios no outono e inver-

no. Para as procedências, a sobrevivência foi de 96,0% (± 4,0), 95,0% (± 6,0) e 92,0% (± 6,0) para Pedro J. Caballero, Nova Porteirinha e Janaúba, respectivamente.

A prática da imersão das raízes em hidrogel em pré-transplante elevou a porcentagem de sobrevivência das mudas em 6,7% para o plantio na primavera. No plantio do outono, a sobrevivência foi de 100% para mudas com ou sem a imersão no hidrogel.

Thomas (2008) relatou a elevação da sobrevivência de mudas de *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus citriodora* subsp. variegata em 14% e 6%, para mudas imersas em hidrogel na concentração de 2,5 g L<sup>-1</sup> em plantio na primavera, nas condições de New South Wales, Austrália. Para Huttermann et al. (1999), a elevação na sobrevivência de 49% (controle) para 82%, quando da adição de 0,4% de hidrogel incorporado ao solo, em mudas de *Pinus halepensis*, deu-se pelo fato do hidrogel reter maior quantidade de água e elevar de 16 para 75 dias a redução de perdas do conteúdo de água no solo nas condições de casa de vegetação, ajustada a 30-40% de umidade relativa do ar e temperatura média a 30-28 °C para dia e noite.

TABELA 1: Atributos químicos do solo da área de implantação do experimento.  
 TABLE 1: Soil chemical attributes at the experiment area.

Profundidade (cm)	MO (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	Cátions trocáveis (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )							SB (%)	m (%)	pH (CaCl <sub>2</sub> )
			K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	CTC				
0-20	21,2	6,6	0,5	1,3	2,7	0,4	6,1	10,6	42,7	8,4	4,6	
20-40	15,9	2,9	0,3	1,1	2,3	0,4	5,5	9,3	40,3	10,9	4,5	

Em que: MO = Matéria orgânica; P = Fósforo disponível; V = Saturação de bases; m = Saturação por alumínio.

TABELA 2: Porcentagem de sobrevivência de mudas de pinhão-mansão após 90 dias do plantio em diferentes épocas, com raízes imersas ou não em hidrogel.

TABLE 2: Percentage of seedling survival 90 days after planting in response to the planting season, provenance, and root immersion with hydrogel.

Procedências	<i>n</i>	Primavera	Verão	Outono	Inverno
----- % -----					
P. J. Caballero	60	91,7 <sup>ns</sup>	93,3 <sup>ns</sup>	100,0 <sup>ns</sup>	98,3 <sup>ns</sup>
Nova Porteirinha	60	93,3	86,7	100,0	100,0
Janaúba	60	91,7	85,0	100,0	93,3
C.V. (%)		2,8	1,7	0,0	3,2
-----					
DMS					
Com hidrogel	90	95,6a	93,3 <sup>ns</sup>	100,0 <sup>ns</sup>	98,9 <sup>ns</sup>
Sem hidrogel	90	88,9b	83,3	100,0	95,6
C.V. (%)		1,7	3,4	0,0	1,9
-----					
DMS					
		5,0			

Em que: <sup>ns</sup> = não significativo; *n* = número de mudas para cada época de plantio. Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Buzetto et al. (2002) observaram que o uso de hidrogel foi responsável por reduzir de 24,3% para 2,7% a porcentagem de falhas no plantio de *Eucalyptus urophylla* com a adição de 0,8 L de hidrogel na cova, na estação do inverno, em Piracicaba, SP. Os autores ressaltaram que a ocorrência de 86 mm de precipitação, durante a condução do ensaio, favoreceu o estabelecimento do povoamento e minimizou os efeitos proporcionados pelo polímero hidrorretentor.

Com relação ao plantio no outono, não houve mortalidade das mudas. Resultado semelhante foi observado por Andrade (2007), que obteve 100% de sobrevivência após 30 dias do plantio de mudas de pinhão-mansão submetidas a baixas temperaturas (de 1°C até -3°C) durante 30 dias, plantadas no mês de junho, nas condições de Londrina, PR.

Respostas fisiológicas no crescimento, dadas às condições climáticas observadas na estação do outono, induziram mudas de pinhão-mansão ao repouso fisiológico. Kobe (1997) afirmou que em resposta ao ambiente desfavorável, possivelmente pela redução da temperatura do ar e do solo, comprimento do dia, baixa precipitação e com o avanço da senescência foliar, mudas translocam carboidratos da parte aérea, acumulando-os no sistema radicular e na base das mudas, com vistas à adaptação à condição, resultando em repouso vegetativo (CHAO et al., 2007). Com estímulo ambiental favorável e maior relação entre hormônios promotores e inibidores de crescimento, os compostos armazenados serão destinados à regeneração do sistema radicular,

elevando a capacidade de estabelecimento de mudas plantadas na estação fria (CALFEE, 2003; TAIZ e ZEIGER, 2004).

### Crescimento inicial

Os resultados obtidos para as variáveis analisadas em todas as épocas de plantio demonstraram não haver interação entre procedências e uso de hidrogel. Desta forma, os efeitos dos tratamentos ocorreram isoladamente ( $p > 0,05$ ). Com exceção do plantio no inverno, não houve diferenças estatísticas entre procedências para o incremento na altura e no diâmetro do coleto (Tabela 3). A tendência dos incrementos médios para altura e diâmetro do coleto foi, respectivamente: 23,6 cm ( $\pm 1,6$ ) e 25,4 mm ( $\pm 1,7$ ) no plantio da primavera; 21,6 cm ( $\pm 2,1$ ) e 16,8 mm ( $\pm 1,2$ ) no plantio do verão; 8,9 mm ( $\pm 0,4$ ) para o no plantio do outono; 34,2 cm ( $\pm 3,7$ ) e incremento significativo de 11,3 mm ( $\pm 1,6$ ) no plantio do inverno.

As mudas do plantio no outono não apresentaram valores positivos no incremento da altura, que mediram 14,5 cm ( $\pm 0,6$ ) após 90 dias do plantio e quando expedidas ao campo, mediram 15,8 cm ( $\pm 0,7$ ). A ausência de crescimento em altura, dado à condição sazonal do plantio no outono, induziu as mudas de *Jatropha curcas* ao repouso fisiológico. Segundo Taiz e Zeiger (2004), plantas lenhosas cessam o crescimento em virtude dos estímulos ambientais como a redução gradual da temperatura e do fotoperíodo, posteriormente, sofrem desidra-

TABELA 3: Incremento na altura da parte aérea e no diâmetro do coleto de mudas de pinhão-mansó após 90 dias do plantio em diferentes épocas, com raízes imersas ou não em hidrogel.

TABLE 3: Increments of height and stem diameter in physic nut seedlings 90 days after planting in response to planting season, provenance and root immersion with hydrogel.

Procedências	Altura (cm)				Coleto (mm)			
	P	V	O	I	P	V	O	I
P. J. Caballero	24,2 <sup>ns</sup>	21,4 <sup>ns</sup>	0,0	35,6 <sup>ns</sup>	26,2 <sup>ns</sup>	17,3 <sup>ns</sup>	8,9 <sup>ns</sup>	12,3a
Nova Porteirinha	24,7	24,2	0,0	37,1	26,6	17,6	8,4	12,2a
Janaúba	21,8	19,1	0,0	30,0	23,4	15,4	9,3	9,5b
C.V. (%)	11,4	20,9		19,4	11,8	12,1	8,6	19,4
DMS								2,7
Com Hidrogel	22,8 <sup>ns</sup>	22,6 <sup>ns</sup>	0,0	32,8b	24,4 <sup>ns</sup>	17,4 <sup>ns</sup>	8,4b	10,5b
Sem Hidrogel	24,4	20,6	0,0	35,6a	26,4	16,1	9,4a	12,0a
C.V. (%)	18,4	15,1		9,5	18,8	15,7	9,4	11,6
DMS				2,6			0,6	1,0

Em que: P = primavera; V = verão; O = outono; I = inverno; <sup>ns</sup> = não significativo. Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

tação lenta dos tecidos, com vistas a minimizar os danos causados pelo resfriamento. A menor média observada para o incremento no diâmetro do coleto no plantio do outono pode estar associado à temperatura da rizosfera, haja vista que o polímero absorve e retém certa quantidade de água na região das raízes, necessitando de maior energia para elevar a temperatura.

As procedências de Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha resultaram em maiores médias para o incremento no diâmetro do coleto no plantio do inverno ( $p < 0,05$ ), o que indica baixa resistência da procedência Janaúba aos efeitos sazonais ocorridos durante a estação climática do inverno.

A imersão do sistema radicular de mudas de *Jatropha curcas* em hidrogel não influenciou o crescimento no plantio da primavera e do verão. Efeito semelhante foi relatado por Buzetto et al. (2002) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, por Vallone et al. (2004) e Vale et al. (2006) na formação e crescimento de mudas de café, e Sarvas et al. (2007) em *Pinus sylvestris*.

Mudas com raízes não imersas em hidrogel foram estatisticamente maiores para o incremento na altura e no diâmetro do coleto no plantio no inverno. Sugere-se que a redução do crescimento em mudas com raízes imersas em hidrogel esteja relacionado ao efeito do polímero nas propriedades físicas e hidráulicas do solo, tendo em vista que a expansão do hidrogel altera o espaço poroso do solo, diminuindo o movimento da solução, ao elevar a capilaridade e minimizar a relação água/ar, conforme constatação de Balena (1998), Martyn e Szot (2001), Vichiato et

al. (2004), Melo et al. (2008) e Albuquerque-Filho et al. (2009). Em adição, ressalta-se que a precipitação para o período foi superior a 550 mm, estando além da distribuição normal.

Os incrementos na altura e no diâmetro do coleto do plantio no inverno quando comparados àqueles das demais épocas, mostraram que as mudas daquela época cresceram em média 30% a mais em altura; porém, não acompanhadas do crescimento no diâmetro do coleto, equivalendo em média a 46% da época de plantio da primavera. Este comportamento pode estar associado à condição sazonal na época do plantio no inverno, dado pela redução na duração e na intensidade luminosa. Os resultados corroboram aos obtidos por Malavasi e Malavasi (2001), que observaram redução da área foliar e aumento da altura da parte aérea em mudas de *Schizolobium parahyba* expostas à baixa luminosidade.

As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram maior área foliar nos plantios da primavera e verão (Tabela 4), em virtude do maior número de folhas ( $p < 0,05$ ). Adicionalmente, mudas de pinhão-mansó sofreram queda total das folhas em resposta às baixas temperaturas durante o plantio no outono, culminando no repouso fisiológico.

Segundo Andrade (2007), o pinhão-mansó, por ser uma planta adaptada a ambientes de baixa umidade, é mais tolerante ao frio. Embora possam ocorrer danos foliares sob baixas temperaturas, a presença de gemas dormentes proporciona tolerância àquelas temperaturas.

Diferenças para o uso de hidrogel ( $p < 0,05$ )

TABELA 4: Área foliar e número de folhas de mudas de pinhão-mansão após noventa dias do plantio em diferentes épocas, com raízes imersas ou não em hidrogel.

TABLE 4: Leaf area and leaf number of physic nut seedlings 90 days after planting in response to planting season, provenance and root immersion with hydrogel.

Procedências	Área foliar (dm <sup>2</sup> )				Número de folhas			
	P	V	O	I	P	V	O	I
P. J. Caballero	40,8a	26,5ab	0,0	18,7 <sup>ns</sup>	38a	30ab	0,0	18 <sup>ns</sup>
Nova Porteirinha	39,9a	29,1a	0,0	20,6	40a	36a	0,0	19
Janaúba	31,5b	18,6b	0,0	18,2	33b	21b	0,0	20
C.V. (%)	16,2	25,5		25,1	14,2	12,2		14,6
DMS	7,8	8,1			6,0	10,6		
Com Hidrogel	37,0 <sup>ns</sup>	26,1 <sup>ns</sup>	0,0	17,4b	37 <sup>ns</sup>	30 <sup>ns</sup>	0,0	18 <sup>ns</sup>
Sem Hidrogel	37,8	23,4	0,0	20,9a	37	28	0,0	20
C.V. (%)	23,1	24,5		22,6	23,1	12,7		10,5
DMS				3,4				

Em que: P = primavera; V = verão; O = outono; I = inverno; <sup>ns</sup> = não significativo. Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

foram observadas no plantio do inverno. Nas demais épocas, o polímero não influenciou no crescimento em área foliar e no número de folhas. Haja vista não haver diferenças estatísticas entre o número de folhas, a menor área foliar para mudas com raízes imersas em hidrogel resulta da menor área média da folha (Tabela 5). O oposto ao observado no inverno para a área média da folha foi constatado para a época do plantio no verão. Folhas das mudas com raízes imersas em hidrogel mediram 87,3 cm<sup>2</sup> quando comparadas com mudas sem a imersão em gel (84,8 cm<sup>2</sup>). Resultado semelhante foi relatado

por Zonta et al. (2009) e por Arbona et al. (2005), com o aumento da área da folha e área foliar em *Coffea canephora* e *Poncirus trifoliata* × *Citrus sinensis*, respectivamente, utilizando o polímero em pós-plantio.

Mudas da procedência de Pedro J. Caballero apresentaram maiores valores para a área média da folha em todas as épocas de plantio em comparação às demais procedências (p < 0,05). Contudo, a procedência Nova Porteirinha, com menores dimensões da folha, apresentou maior número de folhas, igualando-se àquela procedência em área foliar.

TABELA 5: Área média da folha e área foliar específica de mudas de pinhão-mansão após noventa dias do plantio em diferentes épocas, com raízes imersas ou não em hidrogel.

TABLE 5: Mean leaf area and specific leaf area of physic nut seedlings 90 days after planting in response to planting season, provenance and root immersion with hydrogel.

Procedências	Área média da folha (cm <sup>2</sup> )				Área foliar específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )			
	P	V	O	I	P	V	O	I
P. J. Caballero	106,6a	89,3a	0,0	102,8a	139,9b	159,9 <sup>ns</sup>	0,0	170,1 <sup>ns</sup>
Nova Porteirinha	100,4b	81,7b	0,0	107,1a	158,1a	156,9	0,0	174,9
Janaúba	96,2c	87,2ab	0,0	93,1b	148,2ab	169,5	0,0	174,2
C.V. (%)	2,9	2,0		6,5	10,2	11,1		26,4
DMS	3,8	2,2		7,0	16,2			
Com Hidrogel	100,1 <sup>ns</sup>	87,3a	0,0	96,1b	148,8 <sup>ns</sup>	160,1 <sup>ns</sup>	0,0	162,7 <sup>ns</sup>
Sem Hidrogel	102,1	84,8b	0,0	105,8a	148,7	164,1	0,0	183,6
C.V. (%)	4,2	2,7		4,8	8,2	14,8		15,9
DMS		1,5		3,9				

Em que: P = primavera; V = verão; O = outono; I = inverno; <sup>ns</sup> = não significativo. Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Não houve efeito do polímero sobre a área foliar específica ( $p > 0,05$ ). Os valores deste ensaio assemelham-se aos resultados descritos por Oliveira (2009), que obteve valores entre 124 a 160  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  para a cultura. O aumento na área foliar específica observada no plantio do inverno pode ser uma estratégia ecológica da espécie para potencializar o crescimento no estágio vegetativo, e minimizar a mato-competição em virtude das mudas levadas a campo apresentaram em média 6,5 cm de altura da parte aérea. Por apresentar menos folhas, a expansão foliar associada à alongação da parte aérea seria uma medida compensatória para manter o ciclo de crescimento vegetativo.

## CONCLUSÕES

A imersão das raízes de mudas de pinhão-mansinho em hidrogel aumentou significativamente a porcentagem de sobrevivência apenas no plantio da primavera. As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram maior capacidade de resposta ao desenvolvimento pós-plantio para as diferentes épocas, com os maiores valores de crescimento obtidos no plantio da primavera.

## AGRADECIMENTOS

Externamos nossos agradecimentos à Rural Biodiesel S/A, à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, à Biojan-MG Agroindustrial pela disponibilidade de material vegetal, e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C. et al. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 671-679, 2009.
- ANDRADE, G. A. **Temperatura mínima letal e delimitação das áreas de baixo risco para o cultivo do pinhão-mansinho (*Jatropha curcas* L.) no estado do Paraná**. 2007. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.
- ARBONA, V. et al. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. **Plant and Soil**, v. 270, n. 1-2, p. 73-82, 2005.
- BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998, 57 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BERNARDES, L. R. M. et al. Frequência de ocorrência de veranicos no Estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.6, n.1, p.83-108, 1988.
- BRITTAINE, R.; LUTALADIO, N. *Jatropha*: A Smallholder Bioenergy Crop The Potential for Pro-Poor Development. **Integrated Crop Management**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, v. 8, 2010. 96 p.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de um polímero adsorvente a base de acrilamida no fornecimento de água no fornecimento de água em mudas de *Eucalyptus Urophylla* em pós-plantio**. IPEF, Piracicaba, 2002. 8 p. (Circular técnica n. 195).
- CALFEE, L. E. R. **Post-transplant, root production, mortality, and periodicity of landscape-sized shade trees**. 2003. 206 f. Dissertation (Doctor of Philosophy in Horticulture) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 2003.
- CHAO, W. S. et al. Signals regulating dormancy in vegetative buds. **International Journal of Plant Developmental Biology**, v. 1, n. 1, p. 49-56, 2007.
- DE OLIVEIRA R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.
- DO VALE, F. X. R. et al. Quant - A software to quantify plant disease severity. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PLANT DISEASE EPIDEMIOLOGY, 1., 2001, Ouro Preto. **Proceedings...**, Ouro Preto, 2001. p. 161.
- DUARTE, A. O peso da matéria-prima. **Biodieselbr**, Curitiba, n. 9, p. 19, 2009.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 2006. 306 p.
- FREITAS, E. D.; GRIMM, A. M. Determinação de probabilidade de ocorrências de veranicos no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: SBMET, 1998. 1 CD-ROM. p.1-5.
- GERVÁSIO, E. S.; FRIZZONE, J. A. Caracterização físico-hídrica de um condicionador de solo e seus efeitos quando misturado a um substrato orgânico. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 94-105, 2004.

- GUBITZ, G. M.; MITTELBAACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L., **Bioresource Technology**, v. 67, p. 73-82, 1999.
- HUTTERMANN, A.; ZOMMORODI, M.; REISE, K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus Helepeensis* seedlings subjected to drought. **Soil & Tillage Research**, v. 50, p. 295-304, 1999.
- JHURRY, D. **Agricultural polymers**. Mauritius: Food and Agricultural Research Council, Réduit, AMAS, p. 109-113, 1997.
- KAGAMÈBGA, W. F. et al. Survival and growth responses of *Jatropha curcas* L. to three restoration techniques on degraded soils in Burkina Faso. **Annals of Forest Research**, v. 54, n. 2, p. 171-184, 2011.
- KOBE, R. K. Carbohydrate allocation to storage as a basis of interspecific variation in sampling survivorship and growth. **Journal of Ecology**, v. 80, p. 226-237, 1997.
- LANDIS, T. D. et al. **The container tree nursery manual: seedling processing, storage, and outplanting**. v. 7. Washington: United States Department of Agriculture Forest Service, 2010. 200 p.
- LANDIS, T. D. The target plant concept. In: DUMROESE, R. et al. (Eds). **Nursery manual for native plants. A guide for tribal nurseries**. 1 ed. Washington: United States Department of Agriculture, 2009. p. 15-31.
- LECIEJEWSKI, P. The effect of hydrogel additives on the water retention curve of sandy soil from forest nursery in Julinek. **Journal of Water and Land Development**, v. 13, p. 239-247, 2009.
- MACHADO, R. Colecta de *Jatropha curcas* y su comportamiento en fase de vivero y de establecimiento. **Pastos y Forrajes**, v. 34, n. 2, p. 145-154, 2011.
- MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Leaf characteristics and chlorophyll concentration of *Schyzolobium parahybum* and seedlings grown in different light regimes. **Tree Physiology**, v. 21, n. 10, p. 701-703, 2001.
- MARTYN, W.; SZOT, P. Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates. **International Agrophysics**, v. 15, p. 87-94, 2001.
- MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2008.
- NISSSEN, J. M.; MARTÍN, K. S. R. Uso de poliácridamidas y el riego en el manejo hídrico de lechugas (*lactuca sativa* L.). **Agro Sur**, v. 32, n. 2, p. 01-12, 2004.
- OLIVEIRA, S. J. C. **Componentes de crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e adubação química**. 2009. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.
- PELLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- SAAD, J. C. C. et al. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.
- SARVAS, M.; PAVLENDÁ, P.; TAKÁCOV, E. Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. **Journal of Forest Science**, Bethesda, v. 5, n. 53, p. 204-209, 2007.
- SARVAS, M. Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings and a possibility of using hydrogel STOCKOSORB® for its protection. **Journal of Forest Science**, Bethesda, v. 11, n. 49, p. 531-536, 2003.
- SATURNINO, H. M. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 26, p. 44-78, 2005.
- SOUZA, P. T. et al. NPK fertilization on initial growth of physic nut seedlings in Quartzarenic Neossol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 559-566, 2011.
- SYPERRECK, V. L. G. et al. Avaliação de desempenho de métodos para estimativas de evapotranspiração de referência para a região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 603-609, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 3-4, p. 1305-1314, 2008.
- VALE, G. R. F.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.
- VALLONE, H. S. et al. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro

em tubetes na presença de hidrorretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 593-599, 2004.

VICHIATO, M.; VICHIATO, M. R. M.; SILVA, C. R. R.; Crescimento e composição mineral do porta-enxerto de tangerina Cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor.

**Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 748-756, 2004.

ZONTA, J. H. et al. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia**, v. 27, n. 3, p. 29-34, 2009.