

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO**

JOÃO ALEXANDRE LOPES DRANSKI

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

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2010**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

JOÃO ALEXANDRE LOPES DRANSKI

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

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Paraná, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Ubirajara Contro Malavasi
Co-Orientador: Dr. Vandeir Francisco Guimarães

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

D764s Dranski, João Alexandre Lopes
Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-manso em
função da época de plantio e do uso de hidrogel/ João
Alexandre Lopes Dranski. – Marechal Cândido Rondon, 2010.
57p.

Orientador : Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi
Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2010.

1.Silvicultura.2.*Jatropha curcas* L.3.Hidroretentor. 4.
Sazonalidade. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
II. Título.

CDD 21.ed. 634.9
CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio CRB-9/965



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



Estado do Paraná

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Biólogo **JOÃO ALEXANDRE LOPES DRANSKI**. Aos vinte e seis dias do mês de fevereiro de 2010, às 14:00 horas, sob a presidência do Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação do Biólogo João Alexandre Lopes Dranski, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia - Nível Mestrado e Doutorado com área de concentração em **"PRODUÇÃO VEGETAL"**, visando à obtenção do título de **"MESTRE EM AGRONOMIA"**, constituída pelos membros: Prof. Dr. César José da Silva (EMBRAPA), Prof^a. Dr^a. Marlene de Matos Malavasi, Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães, Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi (Orientador).

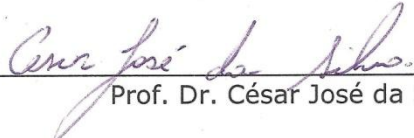
Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: **"Sobrevivência e crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em função da época de plantio e do uso de hidrogel"**.

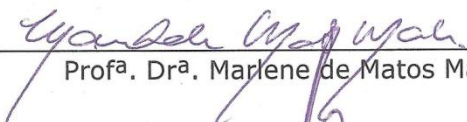
Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

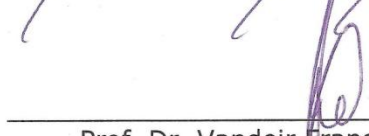
Prof. Dr. César José da Silva.....	Aprovado
Prof ^a . Dr ^a . Marlene de Matos Malavasi.....	Aprovado
Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães.....	Aprovado
Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi (Orientador).....	Aprovado

Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de **"MESTRE EM AGRONOMIA"**, área de concentração: **"PRODUÇÃO VEGETAL"**. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 26 de fevereiro de 2010.


Prof. Dr. César José da Silva


Prof^a. Dr^a. Marlene de Matos Malavasi


Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães


Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi (Orientador)

OFEREÇO

Á Deus.

Aos meus pais Ilário Dranski e a Ana Lúcia Lopes Dranski.

Ao meu amor Caroline Back.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Ilário Dranski e Ana Lúcia Lopes Dranski que sempre estiveram ao meu lado e sempre me incentivaram buscar a vitória através do conhecimento. Amo-os muito e tudo que faço é pensando na felicidade de vocês.

À Caroline Back, pelo seu amor, compreensão e companheirismo, por estar ao meu lado e me incentivar em acreditar no dia de amanhã.

Externo minha gratidão ao Professor Ubirajara Contro Malavasi. Professor, obrigado por ter aceitado ser meu orientador. Agradeço-te por tudo. Pelos seus ensinamentos, pela sua amizade e atenção que contribuíram significativamente em minha formação profissional e pessoal.

À professora Marlene de Matos Malavasi e ao Professor Vandeir Francisco Guimarães, pela amizade e pelo acompanhamento e revisão deste estudo.

Aos meus amigos (as) parceiros de Mestrado: Artur Soares Pinto Júnior, Macelo Campagnolo, Fábio Steiner, César Augusto dos Santos, Lilian Bortolucci, Michelle Ajala, Noelle Farias de Aquino, Neusa Herzog, Deisinara Schuz.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial o Centro de Ciências Agrárias e ao Núcleo de Estações Experimentais pelo apoio durante a realização dos trabalhos.

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós Graduação em Agronomia que contribuíram em minha qualificação acadêmica.

Aos membros da Banca Examinadora, pela avaliação e pelas considerações ao trabalho.

À Rural Biodiesel S/A, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG e Biojan-MG Agroindustrial, pela disponibilidade de material propagativo.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	07
LISTA DE FIGURAS.....	09
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Pinhão-mansô (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	14
2.2 Estabelecimento de Povoamentos Florestais.....	16
2.3 Sazonalidade.....	17
2.4 Polímeros Hidroretentores.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Descrição da Área Experimental.....	23
3.2 Caracterização dos Tratamentos e Delineamento Experimental.....	24
3.3 Implantação do Povoamento.....	25
3.3.1 Qualidade das sementes.....	25
3.3.2 Produção de mudas.....	26
3.3.3 Sistema de plantio.....	27
3.4 Variáveis Analisadas.....	27
3.5 Análises Estatísticas.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Porcentagem de Sobrevivência de Mudas de Pinhão-mansô.....	30
4.2 Crescimento das Mudas em Pós-plantio.....	34
4.2.1 Plantio da primavera.....	34
4.2.2 Plantio do verão.....	38
4.2.3 Plantio do outono.....	41
4.2.4 Plantio do inverno.....	43
4.3 Comparação do crescimento de mudas imersas ou não em hidrogel nas diferentes épocas de plantio.....	47
CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Atributos químicos do solo da área de implantação do experimento.	24
Tabela 2	Caracterização germinativa de sementes de diferentes procedências de pinhão-mansos.....	25
Tabela 3	Período produção de mudas e crescimento inicial para as épocas de plantio de mudas de pinhão-mansos.....	26
Tabela 4	Porcentagem de sobrevivência de mudas de pinhão-mansos com raízes imersas ou não em hidrogel 90 dias após plantio em diferentes épocas.....	30
Tabela 5	Parâmetros morfológicos da qualidade das mudas de pinhão-mansos produzidas para as diferentes épocas de plantio.....	32
Tabela 6	Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos das mudas de pinhão-mansos com a porcentagem de sobrevivência em diferentes épocas de plantio.....	34
Tabela 7	Morfometria de mudas de pinhão-mansos 90 dias após plantio da primavera, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	35
Tabela 8	Parâmetros foliares em mudas de pinhão-mansos 90 dias após plantio da primavera, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	36
Tabela 9	Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos em mudas de pinhão-mansos plantadas na primavera, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel do plantio na primavera.....	37
Tabela 10	Morfometria de mudas de pinhão-mansos 90 dias após plantio do verão, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	38
Tabela 11	Parâmetros foliares em mudas de pinhão-mansos 90 dias após plantio do verão, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	39
Tabela 12	Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos em mudas de pinhão-mansos plantadas no verão, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	40
Tabela 13	Morfometria de mudas de pinhão-mansos 90 dias após plantio no	

	outono, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	42
Tabela 14	Morfometria de mudas de pinhão-mansó 90 dias após plantio no inverno, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	43
Tabela 15	Parâmetros foliares em mudas de pinhão-mansó 90 dias após plantio no inverno, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel...	45
Tabela 16	Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos em mudas de pinhão-mansó plantadas no inverno, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) da região da Estação Experimental de Pato Bragado-PR, durante o período de agosto de 2008 a novembro de 2009.....	23
Figura 2	Comparação do crescimento de mudas com raízes imersas ou não em hidrogel, em diferentes épocas de plantio. A – incremento na altura da parte aérea; B – incremento no diâmetro do coleto; C – Relação H/D; D – número de ramificações primárias.....	47
Figura 3	Comparação do crescimento de mudas com raízes imersas ou não em hidrogel em função das épocas de plantio. A – número de folhas; B – área média da folha; C – área foliar; D – área foliar específica.....	49

RESUMO

DRANSKI, João Alexandre Lopes. **Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-mansão em função da época de plantio e do uso de hidrogel**

Professor Orientador: Dr. Ubirajara Contro Malavasi

A prática da rega em mudas florestais durante o plantio e após as primeiras semanas é de reconhecida importância em plantios comerciais, principalmente em épocas cujas condições climáticas não são favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento. Alternativamente, o emprego de polímeros hidroretentores (hidrogéis) nos tratamentos silviculturais de espécies florestais, fundamenta-se em sua capacidade de reter e disponibilizar água gradativamente às plantas durante períodos de estiagem que sucedem o plantio. O presente trabalho objetivou comparar o efeito do uso de gel higroscópico (hidrogel) e das épocas de plantio sobre o estabelecimento e o crescimento inicial de mudas *Jatropha curcas* L. nas condições do oeste do Paraná. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Pato Bragado – PR, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, durante os anos de 2008 e 2009. Os tratamentos compreenderam o plantio de mudas de três procedências de pinhão-mansão (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 5g L^{-1} . A implantação do povoamento ocorreu nas diferentes épocas (primavera, verão, outono e inverno) em delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições, para cada época de plantio. Após o período de 90 dias, quantificou-se o efeito do polímero sobre o estabelecimento das mudas através da porcentagem de sobrevivência e o crescimento inicial por meio das variáveis morfométricas do incremento na altura e no diâmetro do coleto, relação H/D, número de folhas, número de ramificações primárias, área média da folha, área foliar, área foliar específica e do índice de área foliar. Os resultados indicaram a maior sobrevivência ($p < 0,05$) com uso do polímero hidroretentor apenas no plantio da primavera. O uso do hidrogel não propiciou ganhos em crescimento das mudas, limitando o crescimento no plantio do inverno. As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram maior capacidade de resposta ao desenvolvimento para as diferentes épocas de plantio, com maiores valores de crescimento no plantio da primavera.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., procedências, hidroretentor, sazonalidade.

ABSTRACT

DRANSKI, João Alexandre Lopes. **Survival and initial growth of physic nut in function of the planting time and of the hydrogel use**

Advisor: Dr. Ubirajara Contro Malavasi

The practice of the watering in forest seedlings during the planting and after the first weeks it is of having recognized importance in commercial plantings, mainly in times whose climatic conditions are not favorable to the establishment and the development. Alternatively, the job of polymeric hydroretainer (hydrogeis) in the silvicultural treatments of forest species, it is based him capacity to keep and gradually availability water to the plants during drought periods that happen the planting. The present work aimed at to compare the effect of the use of gel hygroscopic (hydrogel) and of the planting times on the establishment and the initial growth of seedlings *Jatropha curcas* L. in the conditions of the west of Paraná. The treatments understood the planting of seedlings of three provenances of oil seed plant (Don J. Caballero, Nova Porteirinha and Janaúba) submitted or not to the immersion of the root system in the action of the planting in hydrogel moisturized previously, in the concentration of 5g L⁻¹. The implantation of the settlement happened in the different times (spring, summer, autumn and winter) in blocks randomized blocks design, arranged in outline of subdivided portions, with five repetitions, for each station-seasonal one. After the period of 90 days, the effect of the polymeric was quantified on the establishment of the seedlings through the survival percentage and the initial growth through the variables morphometrics of the increment of the height and diameter of the collar, H/D relation, number of leaves, number of primary ramifications, area of the leaf, leaf area, specific leaf area, and of the leaf area index. The results indicated the largest survival ($p < 0,05$) with use of the polymeric hidroretainer just in the planting of the spring. The provenances Pedro J. Caballero and Nova Porteirinha presented larger answer capacity to the development for the different planting times, with larger growth values in the planting of the spring.

Key-words: *Jatropha curcas* L., provenance, hydroretainer, seasonality.

1. INTRODUÇÃO

As condições naturais que compõem o meio ambiente, como os fatores climáticos, edáficos e ecofisiológicos influenciam o desenvolvimento vegetal (TAYLOR, 1969). O suprimento inadequado destes fatores pode reduzir o vigor e limitar o desenvolvimento das culturas.

A disponibilidade de água para o desenvolvimento de plantas é um fator fundamental e determinante, onde a escassez ou excesso afetam decisivamente o crescimento das plantas. Toda cultura consome um considerável volume de água para manter atividades fisiológicas e metabólicas. O reservatório de água para as plantas é o solo, que temporariamente a armazena, e a disponibiliza à medida que a transpiração e a evaporação de água do solo governam a absorção de água pelas plantas. Logo, como a recarga deste reservatório depende de volumes pluviais que não seguem distribuição uniforme, o volume disponível às plantas é variável.

A prática da rega em mudas florestais durante o plantio e após as primeiras semanas é de reconhecida importância em plantios comerciais, principalmente em épocas cujas condições climáticas não são favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento (BUZETTO et al., 2002). Contudo, tal prática em alguns casos, torna-se inviável economicamente e operacionalmente ou até mesmo impraticável, em função da disponibilidade de água.

Na silvicultura, o manejo das florestas requer constantemente novas soluções que diminuam custos de produção, elevem a produtividade e, promovam o equilíbrio biológico nos ecossistemas. Neste contexto, o emprego de polímeros hidroretentores (hidrogel) no plantio fundamenta-se em sua capacidade de potencializar o estabelecimento e desenvolvimento de mudas, por reter e disponibilizar água gradativamente, minimizando custos com a redução do turno de regas e com a prática do replantio, quando o ambiente e a sazonalidade impõem restrições à implantação.

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).

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) é internacionalmente reconhecido por ser uma espécie promissora para fins energéticos, devido à qualidade e quantidade

do óleo obtido das sementes, bem como pelas propriedades medicinais e biocidas que despertam interesse das indústrias farmacêuticas e cosméticas (GUBITZ et al., 1999). A exploração comercial da cultura 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 gire em torno de 16 mil hectares destinados a fins energéticos (DUARTE, 2009).

Embora o plantio de pinhão-mansinho esteja sendo adotado por produtores como uma opção agrícola em regiões semi-áridas, tropicais e subtropicais, ressalta-se que não há domínio tecnológico estabelecido sobre a espécie que garanta o sucesso na implantação do povoamento, bem como a rentabilidade do seu cultivo. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi comparar o efeito do uso de gel higroscópico (hidrogel) e das épocas de plantio sobre o estabelecimento e o crescimento inicial de mudas *J. curcas* nas condições do oeste do Paraná.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.)

A espécie *Jatropha curcas* L., conhecida popularmente como pinhão-mansô, pertence à família Euphorbiaceae, originária da América Central e México (BRITTAINE e LUTALADIO, 2010). Caracteriza-se por ser um arbusto oleaginoso decíduo, com idade estimada em até 50 anos, resistente ao déficit hídrico, promissora para a produção de biodiesel, devido qualidade do óleo obtido das sementes e por ser capaz de produzir frutos em diferentes condições edafoclimáticas (SATURNINO et al., 2005).

Seu cultivo é recomendado para regiões áridas, semi-áridas, tropicais e subtropicais do globo, abaixo de 1400 metros de altitude que apresentem precipitação mínima de 250 mm anual, com precipitação ótima entre 900 a 1200 mm, tolerante a geadas de baixa intensidade (ANDRADE, 2007; CHHETRI et al., 2008).

Em relação à produtividade de sementes, Saturnino et al. (2005), relataram que a produtividade da espécie é variável em relação aos tratos silviculturais, com drástica redução da produtividade em condições de sequeiro. Segundo Santos (2008), é possível obter duas toneladas de óleo, com rendimento de frutos por planta variando de 4 a 5 quilos, bem como teor de óleo da semente entre 30% a 40%.

Segundo Gubitz et al. (1999), os produtos e subprodutos obtidos comercialmente do pinhão-mansô vão desde a extração do óleo das sementes para fins energéticos, por possuir características similares ao óleo diesel, até a incorporação do subproduto resultante da extração do óleo das sementes para adubação. O óleo destina-se ainda para fabricação de sabão, quando associado ao óxido de ferro para fabricação de vernizes aplicados a porcelanas e óleo hidráulico. Para uso medicinal, é extraído de órgãos da planta o alcalóide jatrofina que possui propriedades anti-carcinogênicas. Extratos foliares são utilizados pelas indústrias odontológicas para fabricação de produtos para limpeza e clareamento dental. Ressalta-se ainda que a decocção de raízes apresenta capacidade cicatrizante quando aplicado sobre ferimentos, bem como as sementes e folhas quando moídas apresentam propriedades inseticidas e antibióticas para *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Saturnino et al. (2005), relataram que a espécie apresenta crescimento simpodial através de sucessivas ramificações denominadas módulos de crescimento da estação, os quais são ortotrópicos e determinados, ou seja, para cada módulo de crescimento após a emissão da inflorescência terminal ou axilar, surgem dois novos módulos de crescimento. Desta forma, obtidos os frutos de um módulo, não ocorre a frutificação novamente, caracterizando um modelo de progressão geométrica cujo quociente é dois ou três para o número de módulos de crescimento. O sistema radicular é do tipo pivotante, com raiz principal que atinge grandes profundidades. Apresenta grande quantidade de raízes laterais, responsáveis pela nutrição e sustentação da planta (CARVALHO et al., 2006).

As folhas são decíduas, alternas à sub-opostas, de filotaxia em aspiral, dispostas umas das outras de aproximadamente 105°, cordadas na base, com 3 a 5 lóbulos. O abortamento das folhas ocorre em resposta à deficiência hídrica bem como toda ou parte da folhagem perde-se na estação fria. Quando a planta retoma o crescimento após o período hibernar, surgem novas folhas no módulo de crescimento da estação, juntamente com a emissão da inflorescência (SATURNINO et al., 2005).

O pinhão-mansinho apresenta inflorescência racemosa terminal ou axilar, com flores unissexuais, na razão de 29/1 flores masculinas que circundam uma flor feminina, tendo em média de 1 a 5 flores femininas que abrem em dias alternos, bem como de 25 a 93 flores masculinas produzidas por inflorescência, podendo gerar frutos xenogâmicos e geitonogâmicos em menor proporção. A polinização é entomófila, sendo abelhas, tripes, formigas e moscas, os principais agentes polinizadores (RAJU e EZRADANAM, 2002).

Segundo Nunes (2007), o fruto de *J. curcas* é seco, com três cocas globosas, liso, coriáceo, capsular, ligeiramente roliço, com ápice e base agudos e, entre os carpídeos, observa-se a presença de suaves sulcos. No interior do fruto encontram-se geralmente três sementes. A coloração do fruto varia de acordo com o grau de maturação, de verde a amarelo e, finalmente, marrom-escuro quando maduro. A semente é endospermica e apresenta forma ovalada, dorso convexo, envoltório liso, coloração preta, marcada por suaves estrias. Apresenta rafe pouco evidente e presença de carúncula, situada próxima à micrópila, presa na parte ventral. Quando a semente está seca, a carúncula tem a extremidade cônica, com dois lóculos pouco

visíveis. Dentro da semente encontra-se o albúmem ou endosperma, de coloração branca, tenro e rico em óleo (KOCHHAR et al., 2005; NUNES, 2007).

A implantação do povoamento ocorre através do plantio de mudas produzidas principalmente por sementes, mas o uso da propagação vegetativa (estaquia e enxertia) aliado ao uso de reguladores vegetais pode-se obter bons resultados para superar os problemas com a variabilidade genética proporcionado pelas sementes (PEIXOTO, 1973; KOCHHAR et al., 2005). Segundo Nunes (2007), a utilização de técnicas de cultivo de embriões tem adquirido importância significativa em virtude da necessidade de material genético para propagação clonal *in vitro* da espécie.

De acordo com Peixoto (1973) e Nunes (2007), são poucos os insetos que causam danos acima do nível econômico, pois mediante ao ataque, planta exsuda látex cáustico que repele os insetos mediante a uma injúria provocada pela praga. No entanto, insetos como *corynorhynchus radula*, *Stiphra robusta* Leitão, *Retithrips syriacus* Mayet, *Pachycoris Torridus* Scopoll, *Sternocolapsis quatuordecimcostata* Lefevre e *Coelos ternus notariaceps* Marshall podem ser considerados pragas no cultivo da espécie. Para Saturnino et al. (2005), a cultura é resistente a doenças, sendo susceptível ao Oídio (*Oidium hevea* S.), promovendo a desfolha e o abortamento dos frutos.

2.2 Estabelecimento de Povoamentos Florestais

Corriqueiramente, avaliações do potencial de estabelecimento, expresso por meio da porcentagem de sobrevivência das espécies florestais no campo e o monitoramento da dinâmica de crescimento fornecem subsídios para a análise do potencial de adaptação de espécies florestais frente às reais condições ecológicas e edafoclimáticas observadas no campo em uma determinada região (MACEDO et al., 2005; MALAVASI et al., 2005).

O aumento da porcentagem de sobrevivência, não somente é dependente da condição sazonal e da condição do sítio no ato do plantio, mas também está estritamente relacionada com a qualidade das mudas e do material propagativo (CARNEIRO, 1995). O crescimento inicial aliado a qualidade são fatores decisivos em programas de reflorestamento para fins comerciais, tornando importante o conhecimento dos fatores que influenciam positivamente e negativamente a sobrevivência e o desenvolvimento inicial em condições de campo (SCALON et al.,

2008). O acompanhamento do desenvolvimento através de medições periódicas é, portanto, importante no sentido de elencar genótipos mais promissores para características agrônomicas de interesse, bem como para determinação dos tratos culturais do povoamento (CARNEIRO, 1995; FARIA et al., 1997).

Schneider (1993) ressaltou que o método e a intensidade de preparo do solo, o clima no momento do plantio e dos meses posteriores, os aspectos físico-químicos e biológicos do solo, o grau de exposição do solo, a idade das mudas, bem como os procedimentos de manejo das mudas no viveiro e no campo são os principais fatores que influenciam no estabelecimento e desenvolvimento inicial de plantas de um povoamento.

A prática da rega no ato do plantio e durante as primeiras semanas corrobora com o sucesso do estabelecimento das mudas (TAYLOR, 1969). Contudo, a irrigação no estágio inicial de crescimento em áreas florestais nem sempre é uma prática viável, seja pelo custo financeiro ou mesmo pela disponibilidade de água. Neste sentido, o estudo de alternativas destinadas a suprir a necessidade de água das plantas, para garantir o sucesso no estabelecimento e crescimento inicial, bem como a redução dos custos operacionais deve ser investigado.

2.3 Sazonalidade

A sazonalidade pode ser definida como alterações fisiológicas decorrentes de mudanças climáticas e respostas biológicas em função do tempo em um determinado espaço (BATTEY, 2000). O desenvolvimento de um organismo vegetal está estritamente ligado às respostas ambientais promotoras ou inibidoras do crescimento, através de mecanismos fisiológicos que regulam os processos de dormência, crescimento vegetativo, florescimento e frutificação (CALFEE, 2003).

Temperaturas em elevação, a concentração de oxigênio e o comprimento do dia correlacionam positivamente com o aumento da atividade das brotações, florescimento e maiores taxas de crescimento (KIBBLER et al., 2004), em virtude da regulação da atividade de carboxilação da enzima ribulose bifosfato carboxilase / oxigenase (rubisco), que conseqüentemente, potencializa a taxa de fotossíntese líquida (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A resistência de uma planta sobreviver sob baixas temperaturas está associada a adaptações genéticas e ecofisiológicas. Plantas adaptadas a baixas

temperaturas necessitam de redução gradual da temperatura para que ocorra aclimação à condição, visando minimizar os danos por resfriamento, ou seja, redução gradual do crescimento, resultando em repouso vegetativo ou ecodormência (CHAO et al., 2007).

O processo de aclimação em espécies lenhosas ao frio desenvolve-se através de dois estádios: a resistência ao frio inicia-se durante o outono, por meio do fotoperíodo reduzido e temperaturas não congelantes, fazendo cessar o crescimento, em virtude da síntese e circulação floemática de ABA, partindo das folhas, prosseguindo para os caules que entrarão em repouso vegetativo. Neste momento, ocorre a perda de água dos vasos xilemáticos e floemáticos dos caules, em resposta à expansão da água durante o congelamento, segundo estádio. Com a elevação da temperatura, do comprimento do dia e alterações da concentração ABA e elevação do estresse oxidativo promovido pelos superóxidos, seriam eventos que indicam a saída da ecodormência e endodormência, re-estabelecendo o ciclo de crescimento vegetativo (SALISBURY e ROSS, 1991).

A deficiência hídrica em função de um evento climático pode estar atrelada a entrada do repouso fisiológico. O déficit hídrico nas plantas é causado pela transpiração, pela absorção insuficiente de água ou pela combinação de ambos os processos. Em geral, a água no solo está disponível para as plantas entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP). Entretanto, o crescimento das plantas é controlado diretamente pelo nível do déficit hídrico da planta e indiretamente pelo nível do déficit hídrico do solo (KRAMER, 1969).

Com a redução do conteúdo de água, as células contraem-se e as paredes celulares afrouxam, resultando em pressão de turgor menor e aumento da concentração de solutos nas células. Por ser a pressão de turgor o primeiro evento característico da deficiência hídrica em plantas, atividades dependentes desta resposta fisiológica são sentidas no movimento estomático, na expansão foliar e no alongamento de raízes. Contudo, como a expansão foliar é dependente a expansão celular, logo a expansão celular provoca lentidão da expansão foliar, desta maneira a planta transpira menos, mantendo suas atividades em função de um volume reduzido de água, sendo então considerado o primeiro mecanismo de defesa ao déficit hídrico (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Como a expansão foliar é reduzida em resposta ao déficit hídrico, a atividade fotossintética é menos susceptível a esta característica. A planta consegue manter

níveis de atividade fotossintética e os fotossimilados são então direcionados ao sistema radicular que dão sustentação ao alongamento e expansão, vistas que quando os ápices radiculares sofrem perda de turgor, em contato com solos demasiadamente secos. Então, o alongamento segue direcionado a regiões de maior umidade no solo (SALISBURY e ROSS, 1991).

O estudo das alterações sazonais sobre o sucesso no estabelecimento e desenvolvimento de povoamentos florestais diz respeito à determinação das condições ambientais que melhor potencializa o crescimento, e minimizam os efeitos do choque do plantio, como a dessecação do sistema radicular e as condições para a elongação e regeneração das raízes. Plantios executados no verão quando a temperatura é elevada, associada ao aumento da atividade transpiratória, muitas vezes limita o estabelecimento do povoamento, ao contrário dos no outono, que propicia a lignificação dos tecidos e decréscimos da taxa transpiratória favorecendo o estabelecimento (CALFEE, 2003).

Haja vista que maiores taxas transpiratórias são observadas nas estações mais quentes do ano, a resistência a alguns fatores abióticos podem ser minimizados por meio da adoção de técnicas silviculturais, como a escolha da época de plantio, material genético promissor e o uso da irrigação (TAYLOR, 1969; SCHNEIDER, 1993).

2.4 Polímeros Hidroretentores

O uso de polímeros hidroretentores e condicionantes de solo pode ser uma alternativa para minimizar os problemas vinculados a deficiência hídrica. Estes polímeros são produtos naturais (derivados do amido) ou sintéticos que são reconhecidos pela capacidade de absorção e retenção da água gravitacional na rizosfera (LECIEJEWSKI, 2009), assim como suas propriedades de melhoria nas características físicas dos solos (VALE et al., 2006).

Os hidrogéis são obtidos pela modificação de uma macromolécula (polissacarídeo) pré-existente por meio dos processos de polimerização. A polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas pequenas ligam-se entre si por pontes de hidrogênio, que posteriormente unem-se por ligações covalentes formando moléculas maiores gerando grandes cadeias. Este arranjo de moléculas orgânicas, quando seco, possui forma granular e quebradiça. Quando em contato

com a água, aquelas moléculas sofrem enfraquecimento das ligações químicas culminando na expansão do polímero (GERVÁSIO, 2003).

De acordo com Jhurry (1997), existem dois tipos principais de polímeros hidroretentores os quais são aplicados na agricultura: polímeros solúveis ou não em água. Os polímeros solúveis podem ser constituídos de polietileno glicol, poli-vinil-alcool, poliacrilatos, poliacrilamidas (com exceção do polietileno glicol, todos são obtidos a partir do petróleo). Contudo, a poliacrilamida (PAM) é amplamente empregada na agricultura por ser não iônica, no entanto, co-polímeros, acrilatos e acrilamidas vêm ganhando atenção por suas propriedades.

Com relação à capacidade de retenção de água é possível destacar três grupos de polímeros hidroretentores. No primeiro grupo, a água fica irreversivelmente ligada ao polímero por fortes ligações de hidrogênio, permanecendo em sua totalidade no interior do polímero. No segundo grupo, os polímeros têm capacidade de absorver enorme quantidade de água, mas com fraca ligação física, o que evita a adsorção de água por prolongados períodos, tornando-se disponível em poucos dias. No terceiro grupo, a água é retida por fracas ligações com hidrogênio, de modo que o polímero absorva e libere água por maiores períodos (GERVÁSIO, 2003).

Segundo Azevedo et al. (2002), os polímeros sofrem degradação em função da concentração de sais contido nos solos, pela prática da adubação bem como por radiação ultravioleta, culminando na liberação de dióxido de carbono, água e amoníaco e, segundo os autores, não existe nenhum problema relacionado à toxicidade residual.

No Brasil, os hidroretentores vêm sendo adotados nas diferentes áreas agrônomicas, para 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).

2.4.1 Aspectos positivos e negativos do uso de hidrogel

Segundo Jhurry (1997), as principais vantagens dos hidroretentores nas propriedades dos solos são: aumento da capacidade de retenção de água no solo; aumento na eficiência de uso de água, melhorando as razões de infiltração e

permeabilidade dos solos; redução na frequência de períodos de regas; redução da tendência de compactação do solo em virtude do aumento da porosidade; incremento do desenvolvimento de plantas em regiões submetidas ao estresse hídrico. Estes polímeros podem ainda proteger o sistema radicular contra a desidratação no ato de plantio, desta forma, favorecendo o estabelecimento das mudas (SARVAS, 2003).

A eficiência no desempenho e sobrevivência de mudas com a aplicação de hidrogel depende do método e da concentração em que o polímero é aplicado (JHURRY, 1997). Alguns métodos são conhecidos para o plantio de mudas, como a imersão em solução saturada de hidrogel do sistema radicular antevendo o plantio (THOMAS, 2008), a incorporação do gel não hidratado ao substrato de formação das mudas ou incorporado ao solo em áreas destinadas ao plantio. Pode ainda ser aplicado em solução com diferentes volumes, diretamente à cova, ou com o auxílio de plantadeiras manuais (BUZETTO et al., 2002; VALLONE et al., 2004; ARBONA et al., 2005; SARVAS et al., 2007).

Buzetto et al. (2002), estudaram concentrações de um polímero hidratado e não hidratado composto por acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Os tratamentos compostos de 0,4 e 0,8 litros de polímero pré-hidratado elevaram a sobrevivência das mudas, porém, não influenciaram no crescimento durante nove meses após plantio.

Para Vale et al. (2006), o emprego de hidrogel não hidratado em diferentes doses aplicados na cova, antecedendo o plantio, não influenciou no crescimento inicial de mudas de café, em virtude do substrato ter limitado a absorção e a expansão do polímero. Vallone et al. (2004), observaram que a incorporação de hidrogel ao substrato para formação de mudas de café, reduziu a altura, o diâmetro do coleto e a área foliar quando comparado com mudas cujo substrato não recebeu os polímeros.

Thomas (2008) relatou que a imersão do sistema radicular de mudas de *E. pilularis* e *C. citriodora* subsp. *Variegata* reduziu de 12% para 5%, e, de 26% para 14% a taxa de mortalidade de mudas, respectivamente, na concentração de 2,5g L⁻¹. Arbona et al. (2005), observaram que a incorporação de 0,4 dag Kg⁻¹ de hidrogel ao substrato para formação de mudas de porta-enxerto de citros em casa de vegetação (*Poncirus trifoliata* [L.] Raf. × *Citrus sinensis* [L.] Osb) submetidas a repetidos ciclos de estresse hídrico e reidratação, elevou a sobrevivência e favoreceu o vigor das

mudas de citrange em função da redução da abscisão foliar, melhorias das taxas fotossintéticas e da condutância estomática.

Huttermann et al. (1999), estudando os efeitos do uso do hidrogel incorporado ao solo sobre mudas de *Pinus halepensis* submetidas ao estresse hídrico, observaram que os efeitos benéficos do hidrogel sobre o estabelecimento das mudas são obtidos em função do polímero prolongar por um maior período, o potencial hídrico entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente das mudas por um maior período, quando comparado a mudas não expostas ao tratamento.

A capacidade de retenção de água pode estar atrelada aos parâmetros morfológicos e químicos dos solos. De acordo com Oliveira et al. (2004), os efeitos da incorporação de 0,2 dag kg⁻¹ foram mais pronunciados em um argissolo quando comparado a um solo franco-argilo-arenoso, elevando em até 137% a disponibilidade de água. Contudo, a elevação na disponibilidade de água promovida pelo hidrogel não resultou no aumento da sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* para solos de textura arenosa ou argilosa. Contudo, sob diferentes níveis de potencial hídrico, a mortalidade foi mais pronunciada em solos de textura arenosa, como relatado por Saad et al. (2009).

Azevedo et al. (2006), estudando a capacidade de retenção de solução nutritiva pelo hidrogel, quando submetido em diferentes soluções nutritivas de diferentes fertilizantes, observaram que tanto a condutividade elétrica da solução nutritiva quanto o fertilizante interferiram na capacidade de retenção do hidrogel, bem como, proporcionou a degradação do hidrogel em 24 horas na presença de sulfato ferroso.

Zwieniecki et al. (2001), demonstraram que o processo de absorção e dessorção dos hidrogéis promovem alterações na concentração iônica, resultando na elevação da taxa do fluxo de água nos vasos xilemáticos de angiospermas em função da redução do pH alterar a polaridade e a ionização efetiva do polímero.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área Experimental

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Pato Bragado-PR, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon – PR, 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 denomina-se de 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 dados climáticos durante o período de execução do experimento foram disponibilizados pelo SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) e estão plotados na Figura 1.

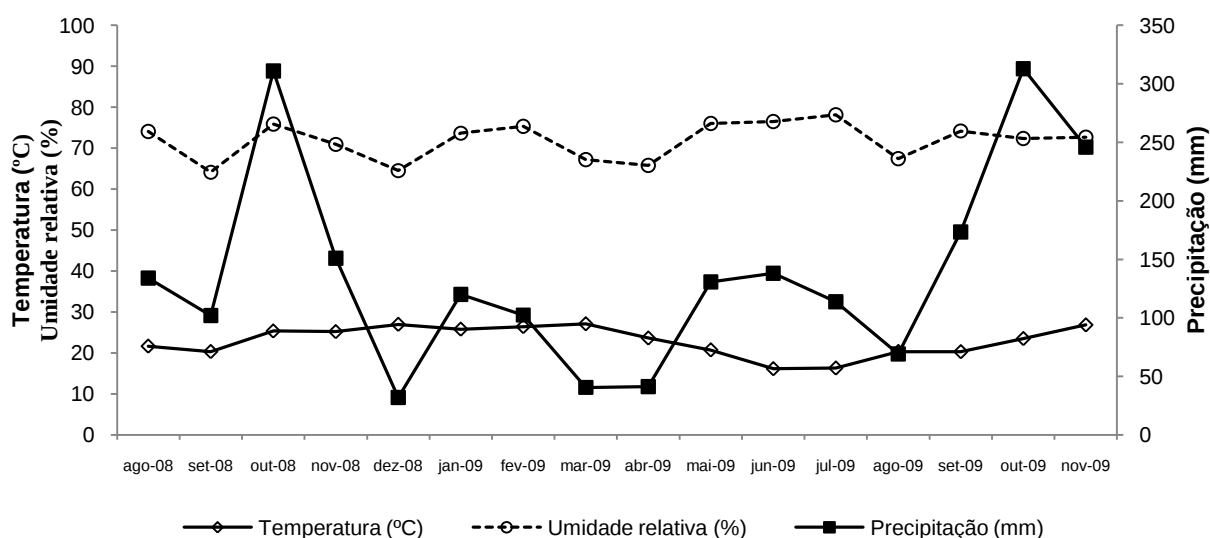


Figura 1: Temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) da região da Estação Experimental de Pato Bragado-PR, durante o período de agosto de 2008 a novembro de 2009.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico (Pvd), de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Para a determinação dos atributos físicos e químicos do solo da área experimental, foram realizadas três amostras simples nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, que apresentou em média: 70%,

20% e 10% para argila, silte e areia, respectivamente. Os resultados da análise química estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos químicos do solo da área de implantação do experimento.

Profundidade (cm)	MO (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	Cátions trocáveis (cmol _c dm ⁻³)							SB (%)	m (%)	pH (CaCl ₂)
			K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²	Al ³⁺	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	

MO (g dm⁻³) – Matéria orgânica; P (mg dm⁻³) – Fósforo disponível; SB (%) - Saturação de Bases; m (%) – Saturação por alumínio.

A área de implantação do experimento foi anteriormente utilizada para a formação de pomar de plantas frutíferas e cultivo de grãos. Antecedendo o plantio foram registrados o cultivo de milho (*Zea mays* L.) durante a safra de 2007-2008 e trigo (*Triticum aestivum* L.) na safra de inverno de 2008, em sistema de plantio direto.

3.2 Caracterização dos Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos compreenderam o plantio de mudas de três procedências de *J. curcas*, com ou sem o uso de hidrogel no ato do plantio, implantados em quatro épocas de plantio (novembro/2008; fevereiro/2009; maio/2009; agosto/2009), de forma a refletir a mediana das estações-sazonais (primavera, verão, outono e inverno, respectivamente).

A temperatura média para o plantio na primavera foi de 26,0 °C, apresentando 69,7% de umidade relativa do ar. O acumulado em precipitação foi de 303 mm. O plantio no verão, a temperatura média foi de 26,9 °C, apresentando 69,4% de umidade relativa do ar. O acumulado em precipitação foi de 184,4 mm. Para o plantio no outono, a temperatura média foi de 17,7 °C, apresentando 76,7% de umidade relativa do ar. O acumulado em precipitação foi de 382,8 mm. O plantio no inverno, a temperatura média foi de 21,4 °C, apresentando 71,3% de umidade relativa do ar. O acumulado em precipitação foi de 555,4 mm.

Sementes de três procedências de pinhão-mansão, obtidas no ano de 2008, foram destinadas a propagação e denominadas quando ao local de origem. As procedências utilizadas foram: Pedro Juan Caballero – PY (fornecido pela empresa

Rural Biodiesel S/A); Nova Porteirinha - MG (fornecido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG) e Janaúba – MG (fornecido pela empresa Biojan-MG Agroindustrial).

O método de aplicação do hidrogel foi o indicado por Thomas (2008) que consiste na imersão do sistema radicular das mudas em hidrogel previamente hidratado no ato do plantio. A concentração utilizada foi de 5 g L⁻¹ do produto comercial Hidroterragel®. Segundo informações do fabricante, o produto é constituído por monômeros de carbono ligados por pontes de hidrogênio (cross linked).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com cinco repetições, compreendendo as procedências na parcela e o uso do hidrogel na subparcela. Cada repetição foi composta por 36 plantas, sendo a parcela útil composta por 12 plantas, destas, 6 plantas úteis para cada subparcela.

3.3 Implantação do Povoamento

3.3.1 Qualidade das sementes

Para quantificar o potencial fisiológico das sementes, realizou-se o teste de germinação baseado em Martins et al. (2008), sendo a porcentagem de germinação expressa em porcentagem de plântulas normais obtidas após 10 dias da semeadura (Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização germinativa de sementes de diferentes procedências de pinhão-mansão.

Caracterização das sementes	Pedro Juan Caballero	Nova Porteirinha	Janaúba
PG (%)	74±5*	78±3	90±4
PC (%)	70±3	76±4	88±4
IVE	3,8±0,2	4,4±0,2	5,4±0,2
Teor de água (%)	6,8±0,2	5,0±0,2	7,6±1,3

*Desvio padrão da média. PG – Porcentagem de germinação. PC – Primeira contagem de germinação. IVE – Índice de velocidade de emergência. Teor de água expresso na base úmida.

Considerou-se como plântula normal, plântulas com o sistema radicular desenvolvido e folhas cotiledonares expandidas (NUNES et al., 2009). O teste foi

conduzido pelo método de rolo de papel previamente esterilizado em autoclave a 120°C por 15 minutos e umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, sob temperatura constante de 25°C, sem fotoperíodo, em germinador tipo BOD (247 G Fanen®) com 25 sementes por repetição.

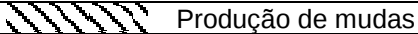
Aplicaram-se ainda os testes de vigor da primeira contagem de germinação (porcentagem de plântulas normais obtidas após 5 dias da semeadura) e o índice de velocidade de emergência (IVE) segundo Maguire (1962). Determinou-se o teor de água pelo método de estufa a 105°C, com 50 gramas de sementes por repetição. As sementes foram moídas mecanicamente, em seguida postas à secagem em estufa por 24h a 105±3°C, sendo os valores expressos em porcentagem na base úmida (BRASIL, 1992).

Posteriormente, as sementes das diferentes procedências permaneceram armazenadas em sacos plásticos, no ambiente de câmara fria ajustada a 15 ± 2°C com 75 ± 3% de umidade relativa, durante o decorrer do ensaio.

3.3.2 Produção de mudas

Mudas das três procedências de pinhão-mansó foram produzidas para cada época, 60 dias antevendo ao plantio, como pode ser observado na Tabela 3. A temperatura média e umidade relativa para cada período foi de 22,9 °C e 70% para primavera; 26,4 °C e 69,1% para verão; 25,4 °C e 66,5% para o outono; 16,2 °C e 77,3% para o inverno.

Tabela 3: Período produção de mudas e crescimento inicial para as épocas de plantio de mudas de pinhão-mansó.

Épocas de plantio	Set 08	Out 08	Nov 08	Dez 08	Jan 09	Fev 09	Mar 09	Abr 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Primavera															
Verão															
Outono															
Inverno															
	 Produção de mudas						 Período de crescimento								

Para a produção, foi utilizada semeadura direta em tubetes de 120 cm³ preenchidos com substrato comercial Plantmax HA®. Foi empregada fertilização de base, adicionando-se 4 kg m⁻³ da formulação N-P-K (10-10-10) e adubação de

cobertura, composta por 200g de N e 150g K_2O $0,1m^{-3}$, parcelada quinzenalmente após a emergência das plantas (GONÇALVES et al., 2005).

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 a 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.

Antevendo ao plantio, foram realizadas mensurações da qualidade das mudas, utilizando parâmetros morfológicos sugeridos por Carneiro (1995), compreendidos pela altura da parte aérea (cm), diâmetro do coleto (mm) e a relação altura da parte aérea com o diâmetro do coleto ($cm\ mm^{-1}$).

3.3.3 Sistema de plantio

O sistema de plantio adotado foi em quadras, com espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas. A dimensão da cova foi em média de 0,10m de raio, por 0,40m de profundidade sem, contudo, fertilização de base. Os tratos culturais envolveram a roçada de plantas oportunistas, a catação manual de lianas, bem como o coroamento das mudas num raio de 0,60m.

3.4 Variáveis Analisadas

O potencial de estabelecimento das mudas de pinhão-mansão foi determinado pela porcentagem de sobrevivência de mudas. Para a avaliação do crescimento, foram utilizadas variáveis não destrutivas das mudas de *J. curcas*. Ambas as avaliações foram realizadas 90 dias após a data de plantio.

As variáveis morfométricas analisadas foram: incremento na altura da parte aérea (IH); incremento no diâmetro do coleto (ID), relação H/D dada pela razão entre a altura total da parte aérea (cm) com seu respectivo diâmetro de coleto (mm). Foram contabilizados o número de folhas (NF) e o número de ramificações primárias (RP), bem como, determinados a área foliar média de uma folha (AFo), a área foliar (AF), a área foliar específica (AFE) e o índice de área foliar (IAF).

A área média de uma folha (AFo) foi obtida por meio do método de imagem digital. O método de consistiu da captura de imagens das folhas por meio de uma câmera fotográfica digital de 3,2 mega pixels e seu processamento pelo software de Quantificação de Doenças em Plantas – Quant ver. 1.0 (DO VALE et al., 2002). Com a obtenção da área foliar média de uma folha, determinou-se a área foliar (AF), através da multiplicação entre o número de folhas com a área média de uma folha, sendo os resultados foram expressos em dm².

Para a determinação do número de unidades amostrais representativas, para obtenção da área média da folha (AFo), foi utilizada a técnica de amostragem aleatória simples, com base na variância da média da área foliar obtida de 20 folhas de diferentes idades por tratamento e repetição, admitindo o limite de erro de 15% a 95% de probabilidade pelo teste t – Student, para uma população que tende ao infinito, conforme a expressão abaixo.

$$NA = \frac{n t^2 S^2 X}{n e^2 + t^2 S^2 X}$$

Onde: número de amostras corresponde: n = número de unidades amostrais; t² = valor tabelado para n⁻¹ graus de liberdade da amostra; S²X = estimativa da variância da amostra; e² = (LE * X)² Onde: LE = limite de erro admitido; X = valor médio da amostra.

Adicionalmente, foram obtidos os valores da área foliar específica (AFE) e o índice de área foliar (IAF). A AFE é a razão entre a área foliar (cm²) pela sua massa seca (g⁻¹), sendo o resultado expresso em cm² g⁻¹ de folhas. O índice de área foliar (IAF) é a razão entre a área foliar total (m²) com a projeção da copa (m²) (MAJEROWICZ 2004). Entende-se como projeção da copa a área de solo recoberto pela folhagem. Os resultados foram expressos em m² m⁻².

Para a determinação do número de folhas a serem obtidos os valores de biomassa destinados a AFE, adotou-se o método de amostragem descrito acima para a obtenção da área média da folha. A biomassa das folhas foi obtida pelo método de secagem em estufa a 65 ± 3°C durante 72 horas, quando da massa constante.

3.5 Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram averiguados quanto à normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Lilliefors, da homogeneidade da variância pelo teste de

Cochran & Bartlett. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste Fisher, 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.

Os valores da porcentagem de sobrevivência foram transformados em $\arcsin \sqrt{X/100}$ e os valores obtidos de contagem foram transformados em $\sqrt{X} + 1$. Adicionalmente, determinou-se o coeficiente de correlação linear simples de Pearson entre as variáveis morfométricas com a porcentagem de sobrevivência das mudas e entre mudas que sofreram ou não a imersão do sistema radicular em hidrogel com as variáveis morfométricas analisadas.

Com relação às épocas de plantio, não foi possível realizar a comparação entre épocas de plantio pela análise conjunta de experimentos, devido os quadrados médios dos resíduos serem superiores a 7, como foi recomendado por Pimentel-Gomes (1987).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Porcentagem de Sobrevivência de Mudanças de Pinhão-mansão

Os resultados de sobrevivência das mudas após o período de 90 dias revelaram a inexistência de diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre procedências para as quatro épocas de plantio (Tabela 4). A sobrevivência das mudas foi de $92,2 \pm 2\%$ para o plantio na primavera, $88,3 \pm 4\%$ para o plantio no verão, $100 \pm 0\%$ e $97,2 \pm 3,4\%$ para os plantios no outono e inverno. A sobrevivência média das mudas foi de $96 \pm 4\%$, $95 \pm 6\%$ e $92 \pm 6\%$ para as procedências de Pedro J. Caballero, Nova Porteirinha e Janaúba, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4: Porcentagem de sobrevivência de mudas de pinhão-mansão com raízes imersas ou não em hidrogel 90 dias após plantio em diferentes épocas.

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

*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n* = número de mudas para cada época de plantio.

A adição do hidrogel na implantação do povoamento de *J. curcas* elevou a porcentagem de sobrevivência das mudas em 6,7% para o plantio na primavera, em 10% para o plantio no verão, e 3,3% para o plantio realizado no inverno. O plantio no outono, a sobrevivência foi de 100% para mudas com ou sem a imersão no hidrogel. Contudo, diferenças estatísticas apenas foram detectadas no plantio na primavera ($p < 0,05$), sendo 95,6% e 88,9% para mudas que sofreram ou não a imersão em hidrogel, respectivamente.

O pinhão-mansão por ser uma espécie xerófita, aliado à qualidade do sítio, foi determinante para a obtenção de elevada porcentagem de sobrevivência das mudas em campo, nas condições do oeste do Paraná (SATURNINO et al., 2005; CHHETRI et al., 2008; SANTOS, 2008).

Thomas (2008) observou a elevação da sobrevivência de mudas de *E. pilularis* e *C. citriodora* subsp. *variegata* em 14% e 6%, para mudas imersas em hidrogel na concentração de 2,5 g L⁻¹ em plantio primaveril, 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 hidroretentor 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.

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 hidroretentor.

Com relação ao plantio no outono, foi averiguado durante o período de 90 dias, não haver mortalidade das mudas. Resultado semelhante foi observado por Andrade (2007), que obteve 100% de sobrevivência de mudas de pinhão-manso após 30 dias do plantio. Mudas que anteriormente foram submetidas à temperatura média de 1°C até -3°C durante 30 dias em câmara de crescimento, antevendo ao plantio, nas condições de Londrina - PR.

Kobe (1997) afirmou que em resposta ao ambiente desfavorável, possivelmente pela redução da temperatura do ar e do solo, bem como baixa precipitação, mudas translocam carboidratos não estruturais da parte aérea, com o avanço da senescência foliar e acumulam-se no sistema radicular e na base das mudas, resultando em repouso vegetativo ou ecodormência (CHAO et al., 2007). Com a elevação da temperatura, os compostos então armazenados serão destinados a regeneração do sistema radicular, elevando a capacidade de estabelecimento de mudas plantadas na estação fria (CALFEE, 2003).

Segundo Carneiro (1995) a qualidade das mudas influencia diretamente o estabelecimento e desenvolvimento inicial das mudas. Neste contexto a Tabela 5 apresenta os resultados dos parâmetros morfológicos da qualidade entre procedências e épocas de plantio.

A altura da mudas da procedência P. J. Caballero, em média, foram estatisticamente maiores em relação às demais procedências ($p < 0,05$), porém, quando produzidas para o plantio no outono e inverno, não houve efeito significativo. Para as épocas de produção, mudas produzidas para o plantio no verão e outono (15,8 e 15,7 cm, respectivamente) foram estatisticamente maiores em comparação com a produção para o plantio na primavera (10,1 cm) e inverno (6,4 cm), que apresentou menores médias para a variável.

Não houve efeito significativo no diâmetro do coleto para as procedências em cada época de produção (Tabela 5) apresentando em média 8,2 mm. Na comparação entre épocas, mudas produzidas para o plantio no verão e inverno apresentaram maiores médias, contudo, mudas produzidas para o plantio no verão não diferiu estatisticamente das demais épocas.

Tabela 5: Parâmetros morfológicos da qualidade das mudas de pinhão-mansão produzidas para as diferentes épocas de plantio.

Procedências	Altura da parte aérea (cm)			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Pedro J. Caballero	11,7a*	17,1a	16,5a	6,3a
Nova Porteirinha	9,7b	15,2b	15,1a	6,3a
Janaúba	8,9b	15,2b	15,6a	6,5a
Média	10,1B	15,8A	15,7A	6,4C
CV(%)	9,0			
Procedências	Diâmetro do coleto (mm)			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Pedro J. Caballero	8,1a	8,0a	7,8a	8,4a
Nova Porteirinha	7,9a	8,6a	7,9a	8,9a
Janaúba	7,8a	8,3a	7,9a	8,6a
Média	7,9B	8,3AB	7,8B	8,7A
CV(%)	5,8			
Procedências	Relação H/D (cm mm^{-1})			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Pedro J. Caballero	1,48b	2,16a	2,13a	0,75a
Nova Porteirinha	1,73a	1,77b	1,95a	0,72a
Janaúba	1,36b	1,86b	2,00a	0,76a
Média	1,52B	1,92A	2,02A	0,74C
CV(%)	8,9			

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). $n = 60$ mudas.

Para Carneiro (1995) e Sturion e Antunes (2000) o diâmetro do coleto é um dos parâmetros mais expressivos para determinar a qualidade de mudas com o sucesso no estabelecimento em virtude desta variável estar associada ao

desenvolvimento do sistema radicular. Isto promove o maior desenvolvimento da parte aérea, permitindo obter correlação positiva com a porcentagem de sobrevivência das mudas em campo.

Mudas da procedência Pedro J. Caballero, por apresentar maiores médias em altura da parte aérea, sem diferir estatisticamente das demais procedências para o diâmetro do coleto, apresentou maiores médias para a Relação H/D ($1,63 \text{ cm mm}^{-1}$) em comparação as demais procedências ($1,54$ e $1,49 \text{ cm mm}^{-1}$ para Nova Porteirinha e Janaúba, respectivamente). Mudas produzidas para as épocas de plantio no verão e outono apresentaram médias estatisticamente maiores ($1,92$ e $2,02 \text{ cm mm}^{-1}$) em relação às mudas produzidas para primavera e inverno ($1,52$ e $0,74$). Contudo, é possível inferir com base nos resultados, que mudas produzidas durante setembro a fevereiro apresentam maiores médias em crescimento em altura. Já mudas produzidas durante o inverno, há maior desenvolvimento no diâmetro do coleto, elevando ou reduzindo os valores desta variável.

Carneiro (1995) afirmou que há limites em altura da parte aérea de mudas para determinadas espécies em viveiro que irão garantir sucesso no estabelecimento e desenvolvimento inicial. Contudo, não existe padrão de qualidade de mudas de *J. curcas* que assegure efetivamente o sucesso no estabelecimento e desenvolvimento inicial para espécie

Os coeficientes de correlação de Pearson entre parâmetros morfológicos que caracterizam a qualidade das mudas com a porcentagem de sobrevivência a campo estão apresentados na Tabela 6.

Mudas com maior diâmetro do coleto correlacionaram-se positivamente ($p < 0,05$) com a porcentagem de sobrevivência para a procedência Nova Porteirinha nos plantios na primavera e verão, bem como para Janaúba no plantio efetuado no verão. Desta forma, o diâmetro do coleto foi um bom parâmetro de qualidade atrelado a sobrevivência das mudas daquelas procedências.

Houve correlação negativa ($p < 0,05$) entre sobrevivência com a altura da parte aérea das mudas da procedência Pedro J. Caballero produzidas para o plantio no verão, indicando que a mortalidade daquela procedência eleva-se a medida em que mudas tornam-se mais altas. Para os demais parâmetros morfológicos (diâmetro do coleto e relação H/D), não houve relação com a sobrevivência a campo.

Tabela 6: Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos das mudas de pinhão-mansó com a porcentagem de sobrevivência em diferentes épocas de plantio.

Parâmetros morfométricos	P. J. Caballero	Nova Porteirinha	Janaúba
----- Primavera -----			
Altura (cm)	-0,37	0,43	0,06
Diâmetro do coleto (mm)	0,21	0,58*	0,71*
Relação H/D (cm mm ⁻¹)	-0,34	0,04	-0,31
----- Verão -----			
Altura (cm)	-0,68*	-0,33	0,07
Diâmetro do coleto (mm)	0,17	0,69*	-0,09
Relação H/D (cm mm ⁻¹)	-0,55	0,24	0,08
----- Outono -----			
Altura (cm)	0,00	0,00	0,00
Diâmetro do coleto (mm)	0,00	0,00	0,00
Relação H/D (cm mm ⁻¹)	0,00	0,00	0,00
----- Inverno -----			
Altura (cm)	-0,30	0,00	-0,05
Diâmetro do coleto (mm)	-0,28	0,00	-0,17
Relação H/D (cm mm ⁻¹)	-0,09	0,00	0,02

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. $n = 60$ mudas.

Não houve correlação significativa ao nível de 95% de significância entre os parâmetros de qualidade das mudas produzidas para o plantio no outono e inverno com a sobrevivência das procedências analisadas, haja vista que no plantio no outono não houve mortalidade, e a baixa mortalidade observada no plantio no inverno, possivelmente pode ser decorrente do manuseio, do transporte e danos provocados no ato do plantio.

4.2 Crescimento das Mudas em Pós-plantio

4.2.1 Plantio da primavera

Não houve diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre procedências de *J. curcas* e o emprego de hidrogel para as variáveis morfométricas analisadas (Tabela 7). O incremento médio na altura da parte aérea foi de $23,6 \pm 1,6$ cm e $25,4 \pm 1,7$ mm para o

incremento no diâmetro do coleto. Em média, mudas plantadas na primavera apresentaram relação H/D de $1,90 \pm 0,07 \text{ cm mm}^{-1}$ e $0,6 \pm 0,1$ ramificações primárias.

Tabela 7: Morfometria de mudas de pinhão-manso 90 dias após plantio da primavera, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	IH -- cm --	ID --- mm ---	H/D - cm mm ⁻¹ -	RP
P. J. Caballero	56	24,2 ^{ns}	26,2 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,6 ^{ns}
Nova Porteirinha	56	24,7	26,6	1,92	0,5
Janaúba	55	21,8	23,4	1,82	0,7
CV(%)		11,4	11,8	8,7	10,1
DMS					
Com Hidrogel	84	22,8 ^{ns}	24,4 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,5 ^{ns}
Sem Hidrogel	81	24,4	26,4	1,95	0,6
CV(%)		18,4	18,8	9,2	22,9
DMS					

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de mudas; IH: incremento na altura da parte aérea; ID: incremento no diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias.

A comparação do crescimento de diferentes procedências reveste-se na importância da capacidade de resposta ao estabelecimento e desenvolvimento aos fatores ecofisiológicos, servindo como base para seleção de genótipos mais promissores de uma espécie (RESENDE, 2005).

Saikia et al. (2009) estudando o crescimento de 35 acessos de *J. curcas* de distintas regiões sobre o estabelecimento e crescimento durante dois anos, observaram que plantas mais altas e com maior número de ramificações apresentaram maior sobrevivência e produção. Contudo, alguns acessos com menor altura foram produtivos tanto quanto aos demais. Os autores concluíram que a elevada variabilidade genética favorece a escolha de genótipos com diversos fins agrônômicos para o melhoramento da espécie.

A imersão do sistema radicular de mudas de *J. curcas* em hidrogel não influenciou o crescimento das mudas na primavera (Tabela 7). 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* L.

Mudas da procedência Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram maior área foliar (40,8 e 39,9 dm², respectivamente) em comparação à procedência Janaúba (31,5 dm²) em função do número de folhas e a área média da folha de ambas serem superiores a procedência de Janaúba (Tabela 8).

Tabela 8: Parâmetros foliares em mudas de pinhão-manso 90 dias após plantio da primavera, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	AF dm ²	AFo cm ²	IAF m ² m ²	AFE cm ² g ⁻¹	NF
P. J. Caballero	56	40,8a*	106,6a	1,49 ^{ns}	139,9 ^{ns}	38a
Nova Porteirinha	56	39,9a	100,4b	1,54	158,1	40a
Janaúba	55	31,5b	96,2c	1,24	148,2	33b
CV(%)		16,2	2,9	18,9	10,2	14,2
DMS		7,8	3,8			6
Com Hidrogel	84	37,0 ^{ns}	100,1 ^{ns}	1,42 ^{ns}	148,8 ^{ns}	37 ^{ns}
Sem Hidrogel	81	37,8	102,1	1,43	148,7	37
CV(%)		23,1	4,2	10,1	8,2	23,1
DMS						

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de mudas; AF: área foliar; AFo: área média da folha; IAF: índice de área foliar; AFE: área foliar específica; NF: número de folhas.

De acordo com Majerowicz (2005) a determinação da área foliar objetiva identificar materiais mais produtivos, por possuírem uma maior facilidade em manter uma área foliar elevada por um maior período, possibilitando melhor desempenho do aparato fotossintético, culminando na elevação da produtividade até o ponto em que o sombreamento mútuo passa a ser limitante. Fato este observado para as procedências de Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha, que apresentaram maiores dimensões biométricas.

Não foram observadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$) para o índice de área foliar e área foliar específica das diferentes procedências. O IAF médio foi de $1,42 \pm 0,16$ e $148,2 \pm 9,1$ cm² g⁻¹ para área foliar específica, semelhante ao resultado obtido por Oliveira (2009) que obteve valores entre 124 a 160 cm² g⁻¹ para a cultura. O elevado valor em área foliar específica era esperado. Por espécie ser uma espécie heliófila, o pinhão manso apresenta folhas com grandes dimensões, porém, menos espessas. Evento característico de plantas pioneiras (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Na Tabela 9 são apresentadas as correlações entre as variáveis morfométricas das procedências de *J. curcas*.

Tabela 9: Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos em mudas de pinhão-mansó plantadas na primavera, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel do plantio na primavera.

	ID	H/D	RP	NF	AF	AFo	AFE	IAF
Com imersão em hidrogel								
IH	0,96**	0,68*	0,21	0,29	0,34	0,35	0,29	0,04
ID		0,57*	0,34	0,43*	0,48*	0,37	0,14	0,01
H/D			-0,15	-0,19	-0,14	0,26	0,21	0,34
RP				0,62**	0,55**	-0,14	-0,22	-0,11
NF					0,98**	0,21	-0,19	-0,06
AF						0,37	-0,13	0,01
AFo							0,31	0,44*
AFE								-0,09
Sem imersão em hidrogel								
IH	0,93**	0,94**	0,10	0,01	0,02	0,01	0,01	0,48*
ID		0,74**	-0,05	0,13	0,12	-0,03	-0,01	0,46*
H/D			0,06	-0,05	-0,01	0,16	-0,03	0,50*
RP				0,10	0,01	-0,41	-0,26	-0,03
NF					0,97**	-0,28	-0,58*	0,29
AF						-0,02	-0,53*	0,30
AFo							0,29	0,08
AFE								-0,22

*; **; Significativo a 5%, e 1% de probabilidade pelo teste t. IH: incremento na altura da parte aérea; ID: incremento no diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias; NF: número de folhas; AF: área foliar; AFo: área média da folha; AFE: área foliar específica; IAF: índice de área foliar.

O incremento em altura da parte aérea das mudas imersas em hidrogel correlacionou-se positivamente com o incremento no diâmetro do coleto bem como para relação H/D (Tabela 9). O incremento no diâmetro do coleto correlacionou-se positivamente com o número de folhas e com a área foliar. O maior número de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar em mudas que tiveram suas raízes imersas em hidrogel antes do plantio, proporcionou maior número de ramificações primárias aos 90 DAP. Contudo, a elevação do índice de área foliar deu-se em função da expansão foliar não limitada pela sua massa.

Em mudas plantadas sem a imersão do sistema radicular em hidrogel mostraram correlação positiva entre índice de área foliar com o incremento na altura da parte aérea e com a relação H/D. O incremento no diâmetro do coleto indicou correlação positiva com o número de folhas e conseqüentemente, a área foliar, atrelado à redução da área foliar específica. Desta forma, as plantas investem menos energia na expansão foliar, vistas a minimizar perdas de água como

estratégia a manter o crescimento em condições de temperaturas elevadas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

4.2.2 Plantio do verão

Os resultados obtidos para as variáveis analisadas no do plantio no verão demonstraram não haver interação entre procedências e uso de hidrogel, desta forma, os efeitos dos tratamentos ocorreram isoladamente ($p>0,05$). Diferenças estatísticas foram observadas apenas para o número de ramificações primárias entre os acessos em relação às variáveis morfométricas (Tabela 10). As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram em média 2,1 e 1,8 ramificações primárias, respectivamente.

Mudas do plantio no verão apresentaram em média $21,6 \pm 2,1$ cm em incremento na altura da parte aérea, $16,8 \pm 1,2$ mm do incremento no diâmetro do coleto, assim como $1,50 \pm 0,03$ cm mm⁻¹ para a relação H/D.

Tabela 10: Morfometria de mudas de pinhão-manso 90 dias após plantio do verão, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	IH cm	ID mm	H/D cm mm ⁻¹	RP
P. J. Caballero	55	21,4 ^{ns}	17,3 ^{ns}	1,52 ^{ns}	2,1a
Nova Porteirinha	51	24,2	17,6	1,52	1,8a
Janaúba	51	19,2	15,4	1,47	1,1b
CV(%)		20,9	12,1	6,7	9,3
DMS					0,2
Com Hidrogel	82	22,6 ^{ns}	17,4 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,7 ^{ns}
Sem Hidrogel	76	20,6	16,1	1,49	1,7
CV(%)		15,1	15,7	7,3	11
DMS					

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de mudas; IH: incremento na altura da parte aérea; ID: incremento no diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias.

Saturnino et al. (2005), e Saikia et al. (2009) afirmaram que a elevação do número de ramificações primárias inseridas na base da planta, serve como parâmetro morfológico para escolha de acessos mais promissores de *J. curcas* em programas de melhoramento, por dar estrutura ao dossel da planta.

Não houve efeito significativo do hidrogel sobre as variáveis morfométricas ($p>0,05$). Maiores valores incremento na altura e relação H/D foram obtidos para

mudas imersas em hidrogel. Segundo Thomas (2009) o método de imersão do sistema radicular em hidrogel pode influenciar o crescimento das plantas devido ao volume reduzido. Nissen e Martín (2004) observaram menor crescimento em mudas de *Lactuca sativa* L. imersas em hidrogel, quando comparadas a aplicação de gel na cova.

Boczoń et al. (2009) estudando os efeitos de diferentes métodos de aplicação de hidrogel em *Pinus sylvestris*, relataram que o método não influenciou significativamente o crescimento das mudas. O hidrogel quando incorporado ao substrato de pós-plantio favoreceu o crescimento de mudas de *Pinus halepensis* (Huttermann et al., 1999), e de *Coffea canephora* (AZEVEDO et al., 2002b; ZONTA et al., 2009).

Para as variáveis foliares analisadas, a procedência Nova Porteirinha apresentou maior área foliar ($29,1 \text{ dm}^2$) em virtude do maior número de folhas (36), porém, com menor área média da folha ($81,7 \text{ cm}^2$), desta forma, obteve os maiores valores foliares (Tabela 11).

Tabela 11: Parâmetros foliares em mudas de pinhão-mansão 90 dias após plantio do verão, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	AF dm^2	AFo cm^2	IAF $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$	AFE $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$	NF
P. J. Caballero	55	26,5ab	89,3a	1,19 ^{ns}	159,9 ^{ns}	30ab
Nova Porteirinha	51	29,1a	81,7b	1,26	156,9	36a
Janaúba	51	18,6b	87,2ab	1,13	169,5	21b
CV(%)	-	25,5	2,0	10,3	11,1	12,2
DMS	-	8,1	2,2			10,6
Com Hidrogel	82	26,1 ^{ns}	87,3a	1,24 ^{ns}	160,1 ^{ns}	30 ^{ns}
Sem Hidrogel	76	23,4	84,8b	1,15	164,1	28
CV(%)	-	24,5	2,7	19,2	14,8	12,7
DMS	-		1,88			

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de mudas; AF: área foliar; AFo: área média da folha; IAF: índice de área foliar; AFE: área foliar específica; NF: número de folhas.

Contudo, os resultados da procedência Nova Porteirinha assemelham-se aos obtidos para a procedência Pedro J. Caballero, exceto para área média da folha, que obteve maior área ($89,3 \text{ cm}^2$). A procedência Janaúba por possuir menor número de folhas, em virtude da altura inferior as demais procedências, apresentou menor área foliar ($18,6 \text{ dm}^2$) resultando em crescimento reduzido, quando comparado as demais procedências.

Mudas imersas em hidrogel apresentaram maior área média da folha ($p < 0,05$), porém, não houve efeito do polímero para as demais variáveis foliares. Folhas das mudas imersas em hidrogel apresentaram em média $87,3 \text{ cm}^2$ quando comparadas com mudas sem a imersão em gel ($84,8 \text{ cm}^2$). Resultado semelhante foi relatado por Zonta et al. (2009) e por Arbona et al. (2005) que observaram a elevação da área foliar em *Coffea canephora* e *Poncirus trifoliata* × *Citrus sinensis*, com o emprego do polímero em pós-plantio.

O estudo da correlação entre as variáveis morfométricas (Tabela 12) foi realizado para avaliar as inter-relações em resposta ao uso do hidrogel. Com exceção da área média da folha, o incremento na altura de mudas com as raízes imersas em hidrogel, mostrou correlação positiva com o incremento no diâmetro do coleto, com a relação H/D, com o número de ramificações primárias, com o número de folhas, área foliar, e com o índice de área foliar. Para a área foliar específica foi averiguado correlação negativa ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12: Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos em mudas de pinhão-mansão plantadas no verão, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	ID	H/D	RP	NF	AF	AFo	AFE	IAF
Com imersão em hidrogel								
IH	0,83**	0,53*	0,75**	0,86**	0,87**	-0,29	-0,53*	0,55*
ID		0,06	0,85**	0,85**	0,82**	-0,42	-0,40	0,24
H/D			0,16	0,23	0,30	0,09	-0,32	0,70**
RP				0,88**	0,90**	-0,24	-0,34	0,27
NF					0,98**	-0,45*	-0,59**	0,39
AF						-0,29	-0,53*	0,47*
AFo							0,59**	0,14
AFE								-0,24
Sem imersão em hidrogel								
IH	0,86**	0,21	0,77**	0,89**	0,89**	-0,19	-0,24	0,53*
ID		-0,14	0,87**	0,91**	0,93**	-0,01	-0,53*	0,56*
H/D			0,08	0,04	0,03	0,08	0,36	-0,17
RP				0,90**	0,91**	0,03	-0,47*	0,49*
NF					0,99**	-0,18	-0,57*	0,56*
AF						-0,12	-0,58*	0,56*
AFo							0,09	-0,10
AFE								-0,05

*: **, Significativo a 5%, e 1% de probabilidade pelo teste t. H: altura da parte aérea; D: diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias; NF: número de folhas; AF: área foliar; AFo: área média da folha; AFE: área foliar específica; IAF: índice de área foliar.

Em síntese, para mudas imersas em hidrogel infere-se que o número de folhas aumenta à medida que as mudas tornam-se mais altas e espessas, proporcionando aumento do número de ramificações, em função da elevação da área da folhagem acompanhada de redução em expansão foliar, culminando em maior índice de área foliar e relação H/D. Comportamento semelhante foi observado para mudas sem a imersão em hidrogel, com exceção de não haver correlação entre os parâmetros morfométricos com a relação H/D.

Com exceção da área foliar, mudas com raízes imersas em hidrogel, a área da folha não correlacionou com nenhum parâmetro morfométrico, sugerindo que a condição ambiental e a qualidade do sítio influenciam na expansão da folha. Contudo, folhas menores e mais espessas indicam maior relação com o crescimento das mudas, como foi observado para área foliar específica em ambos tratamentos.

O número de folhas é uma excelente medida de desenvolvimento vegetal e está associada à evolução da área da folhagem da planta, a qual determina a interceptação da luz sobre o dossel das plantas usada na fotossíntese (HODGES, 1991; MAJEROWICZ, 2004).

4.2.3 Plantio do outono

Os resultados morfométricos obtidos após 90 dias do plantio estão expressos na Tabela 13. Não houve interação entre os fatores analisados ($p > 0,05$), bem como diferenças estatísticas entre procedências. Mudas do plantio no outono reduziram em altura quando comparadas com a altura das mudas expedidas a campo. Após 90 dias, a altura média da parte aérea era de $14,5 \pm 0,6$ cm e quando expedidas ao campo mediram $15,8 \pm 0,7$ cm. Desta forma, não foi observado incremento na altura da parte aérea para a época de plantio. O incremento médio no diâmetro do coleto das mudas correspondeu a $8,9 \pm 0,4$ mm e $0,86 \pm 0,06$ cm mm⁻¹ para relação H/D do plantio no outono. Durante o período avaliativo, não houve a emissão de ramificações.

Com relação aos efeitos do hidrogel, foi observado que mudas sem a imersão em hidrogel apresentaram maiores médias para o incremento no diâmetro do coleto ($p < 0,05$). Mudas com as raízes imersas em hidrogel apresentaram menores médias para o incremento no diâmetro do coleto (8,4 mm) quando comparadas com mudas que não foram expostas a aplicação do polímero hidrorretentor (9,4 mm). Para a

relação H/D não houve diferenças estatísticas entre mudas com raízes imersas ou não em hidrogel.

Tabela 13: Morfometria de mudas de pinhão-manso 90 dias após plantio no outono, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	IH cm	ID mm	H/D cm mm ⁻¹	RP
P. J. Caballero	60	-	8,9 ^{ns}	0,90 ^{ns}	-
Nova Porteirinha	60	-	8,4	0,83	-
Janaúba	60	-	9,3	0,86	-
CV(%)			8,6	12,7	
DMS					
Com Hidrogel	90	-	8,4b	0,84 ^{ns}	-
Sem Hidrogel	90	-	9,4a	0,87	-
CV(%)			9,4	9,7	
DMS			0,66		

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de mudas; IH: incremento na altura da parte aérea; ID: incremento no diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias.

A ausência de crescimento dado à condição ambiental induziu as mudas de *J. 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 desidratação lenta dos tecidos, vistas a minimizar os danos causados pela expansão d'água próximo ao ponto de congelamento.

Mudas de *J. curcas* apresentaram apenas incremento no diâmetro do coleto, fazendo com que a relação H/D torna-se inferior a 1. A relação H/D exprime o equilíbrio do desenvolvimento das mudas, cujos valores aceitáveis compreendem 5,4 até 8,1cm mm⁻¹. Desta forma, a altura pode ser considerada como elemento para expressar a capacidade fotossintética, em função do aumento da superfície foliar dada pela altura das mudas (CARNEIRO, 1995).

Segundo Andrade (2007) o pinhão-manso por ser uma planta adaptada a ambientes de baixa umidade pode conferir maior tolerância ao frio. Embora possam ocorrer danos foliares sob baixas temperaturas, a presença de gemas dormentes proporciona tolerância a temperaturas mais baixas. Em adição, mudas de pinhão-manso sofreram queda total das folhas em resposta a baixas temperaturas, durante

a estação-sazonal do outono, culminando no repouso fisiológico, impossibilitando inferir resultados sobre características foliares.

Mediante a ausência de crescimento para a época de plantio, obteve-se os coeficientes de correlação entre o incremento no diâmetro do coleto com a relação H/D para mudas com raízes imersas ou não em hidrogel, cujos coeficientes não foram estatisticamente significativos a 5% de probabilidade.

O incremento no diâmetro do coleto observado na época de plantio corrobora ao afirmado por Calfee (2003), em função das condições sazonais propiciarem a lignificação dos tecidos e o acúmulo de compostos orgânicos como proteínas e açúcares solúveis translocados da parte aérea, para minimizar os danos ao aparato celular provocados pela desidratação sob baixa temperatura.

4.2.4 Plantio do inverno

Assim como as demais épocas de plantio, não houve interação entre procedências e o uso de hidrogel ($p > 0,05$). O incremento médio na altura das mudas foi de $34,2 \pm 3,7$ cm, $11,3 \pm 1,6$ mm para o diâmetro do coleto, $2,05 \pm 0,04$ para relação H/D, e $0,37 \pm 0,06$ para as ramificações por planta. Diferença estatística entre procedências foi obtida apenas para o incremento no diâmetro do coleto ($p < 0,05$). Médias das procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha foram estatisticamente maiores que a procedência Janaúba (Tabela 14).

Tabela 14: Morfometria de mudas de pinhão-manso 90 dias após plantio no inverno, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	IH cm	ID mm	H/D cm mm ⁻¹	RP
P. J. Caballero	59	35,6 ^{ns}	12,3a	2,05 ^{ns}	0,4 ^{ns}
Nova Porteirinha	60	37,1	12,2a	2,09	0,3
Janaúba	56	30,0	9,5b	2,01	0,4
CV(%)		19,4	19,4	11,2	15,2
DMS			2,7		
Com Hidrogel	89	32,8b	10,5b	2,05 ^{ns}	0,2 ^{ns}
Sem Hidrogel	86	35,6a	12,0a	2,04	0,6
CV(%)		9,5	11,6	6,8	22,9
DMS		2,6	1,0		

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de mudas; IH: incremento na altura da parte aérea; ID: incremento no diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias.

Mudas com o sistema radicular não imerso em hidrogel foram estatisticamente maiores do que as mudas imersas em hidrogel para o incremento na altura e no diâmetro do coleto. Desta forma, é provável que a redução do crescimento das mudas imersas em hidrogel esteja relacionada com o efeito do polímero hidroabsorvente nas propriedades físicas e hidráulicas do solo, tendo em vista que a expansão do polímero altera o espaço poroso do solo, diminuindo o movimento da solução, ao elevar a capilaridade e minimizar a relação água/ar, conforme constatação de Martyn e Szot (2001) 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 para o período, podendo minimizar a relação água/ar.

Adicionalmente, A menor média observada pode estar associada 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.

O desenvolvimento e a eficiência do sistema radicular são fortemente influenciados pela aeração do solo, haja vista a necessidade de oxigênio para o processo de respiração na geração de energia para o crescimento. Contudo, o oxigênio é obtido da fração gasosa do solo, e se o suprimento for limitado pelo excesso de água, o desenvolvimento da muda será prejudicado (STURION e ANTUNES, 2000).

Balena (1998) constatou que a permeabilidade dos solos diminuiu progressivamente com o aumento na concentração de polímeros, tanto em solos argilosos quanto arenosos, sugerindo uma limitação no uso desses polímeros quanto ao aspecto da infiltração da água no solo.

Vichiato et al. (2003), avaliaram o crescimento e a composição mineral de porta-enxerto de citros (*Citrus reshni*) com a incorporação de polímero hidroabsorvente ao substrato de plantio, observaram que o crescimento das mudas foi limitado pelo polímero, devido à diminuição da fração gasosa no substrato. Melo et al. (2005) trabalhando com níveis de irrigação e doses de polímero hidroabsorvente, relataram que a agregação do substrato ao polímero reduziu linearmente a altura das mudas, haja vista a necessidade de ciclos retração e expansão dos polímeros.

Os resultados dos parâmetros foliares estão expressos na Tabela 15. Entre procedências, foi observado diferenças significativas para área média da folha (AFo) ao nível de 5% de significância. As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram maior área média da folha em comparação ao acesso de Janaúba. A estratégia de crescimento do Janaúba foi não investir em expansão foliar, mas elevar o número de folhas e obter as mesmas dimensões em área foliar das demais procedências.

Tabela 15: Parâmetros foliares em mudas de pinhão-manso 90 dias após plantio no inverno, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	<i>n</i>	AF dm ²	AFo cm ²	IAF m ² m ²	AFE cm ² g ⁻¹	NF
P. J. Caballero	59	18,7 ^{ns}	102,8a	0,74 ^{ns}	170,1 ^{ns}	18 ^{ns}
Nova Porteirinha	60	20,6	107,1a	0,79	174,9	19
Janaúba	56	18,2	93,1b	0,77	174,2	20
CV(%)		25,1	6,5	16,8	26,4	14,6
DMS			8,4			
Com Hidrogel	89	17,4b	96,1b	0,75 ^{ns}	162,7 ^{ns}	18 ^{ns}
Sem Hidrogel	86	20,9a	105,8a	0,78	183,6	20
CV(%)		22,6	4,8	16,2	15,9	10,5
DMS		3,4	3,9			

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *n*: número de observações; AF: área foliar; AFo: área média da folha; IAF: índice de área foliar; AFE: área foliar específica; NF: número de folhas.

Mudas com raízes imersas no hidrogel apresentaram menor área média da folha, aliado ao menor número de folhas, resultou em menor área foliar. Logo, o crescimento morfométrico discutido acima, foi diretamente relacionado à limitação do aparato foliar.

O estudo da correlação entre as variáveis morfométricas está apresentado na Tabela 16. Em mudas imersas em hidrogel houve correlação positiva significativa ($p < 0,05$) entre o incremento na altura da parte aérea com o incremento no diâmetro do coleto e com a relação H/D bem como com a área média da folha, indicando que o crescimento foi limitado pela expansão foliar.

A área foliar correlaciona-se positivamente ($p < 0,05$) com o número de folhas, bem como, para o índice de área foliar que eleva-se à medida que ocorre a expansão da folha, correlacionando significativamente com valores para área foliar específica.

Em mudas sem a imersão em hidrogel observou-se correlação positiva significativa ($p < 0,05$) entre incremento na altura com o incremento no diâmetro do coleto e com a relação H/D. Assim, a expansão foliar não está limitada pela altura da planta, mas, atrelada ao crescimento radial. A área foliar diminui com o aumento das ramificações, haja vista, as plantas direcionem o crescimento em ramificações a custas da não emissão de novas folhas.

Tabela 16: Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre parâmetros morfométricos em mudas de pinhão-manso plantadas no inverno, com ou sem a imersão das raízes em hidrogel.

	ID	H/D	RP	NF	AF	AFo	AFE	IAF
Com imersão em hidrogel								
IH	0,83**	0,84**	-0,19	-0,15	0,28	0,80**	0,04	0,35
ID		0,42	-0,14	-0,14	0,24	0,69**	0,03	0,32
H/D			-0,12	-0,22	0,09	0,59**	-0,02	0,24
RP				-0,15	-0,18	-0,09	-0,08	-0,22
NF					0,84**	-0,16	-0,20	-0,04
AF						-0,40	-0,14	0,21
AFo							0,07	0,47*
AFE								0,48*
Sem imersão em hidrogel								
IH	0,76**	0,57*	-0,07	-0,29	0,33	0,30	-0,39	-0,52*
ID		-0,07	0,11	0,15	0,22	0,44*	-0,21	-0,38
H/D			-0,27	0,19	0,16	-0,14	-0,28	-0,30
RP				-0,45*	-0,48**	-0,16	-0,08	0,73**
NF					0,98**	-0,04	-0,14	-0,51*
AF						0,12	-0,03	-0,58*
AFo							-0,56*	-0,45*
AFE								0,02

*: **; Significativo a 5%, e 1% de probabilidade pelo teste t. H: altura da parte aérea; D: diâmetro do coleto; H/D: relação entre altura da parte aérea com o diâmetro do coleto; RP: número médio de ramificações primárias; NF: número de folhas; AF: área foliar; AFo: área média da folha; AFE: área foliar específica; IAF: índice de área foliar.

O índice de área foliar correlacionou-se negativamente ($p < 0,05$) com a elevação da altura, possivelmente por limitar a expansão em área da projeção da copa, comportamento este que pode ser observado pela correlação positiva com o aumento de ramificações e negativamente com a elevação da área da folhagem, dada em função do aumento em número e área das folhas.

4.3 Comparação do crescimento de mudas imersas ou não em hidrogel nas diferentes épocas de plantio

O incremento na altura da parte aérea das procedências de *J. curcas* em diferentes épocas foram de $23,6 \pm 1,6$ cm, $21,6 \pm 2,1$ cm e $34,2 \pm 3,7$ cm para os plantios na primavera, verão, e inverno, respectivamente. Mudas plantadas no inverno apresentaram maiores ganhos em altura quando comparado com as das demais épocas (Figura 2A).

Mudas com a imersão das raízes em hidrogel mediram em média 22,8 cm de altura para o plantio da primavera e 22,6 cm para o plantio do verão após 90 dias do plantio. Observou-se não haver incremento na altura por haver repouso vegetativo na estação do outono. Em consequência dos estímulos ambientais, as mudas sofreram acentuado incremento na altura no plantio do inverno (32,8 cm) indicando a saída do repouso fisiológico e o início do desenvolvimento vegetativo.

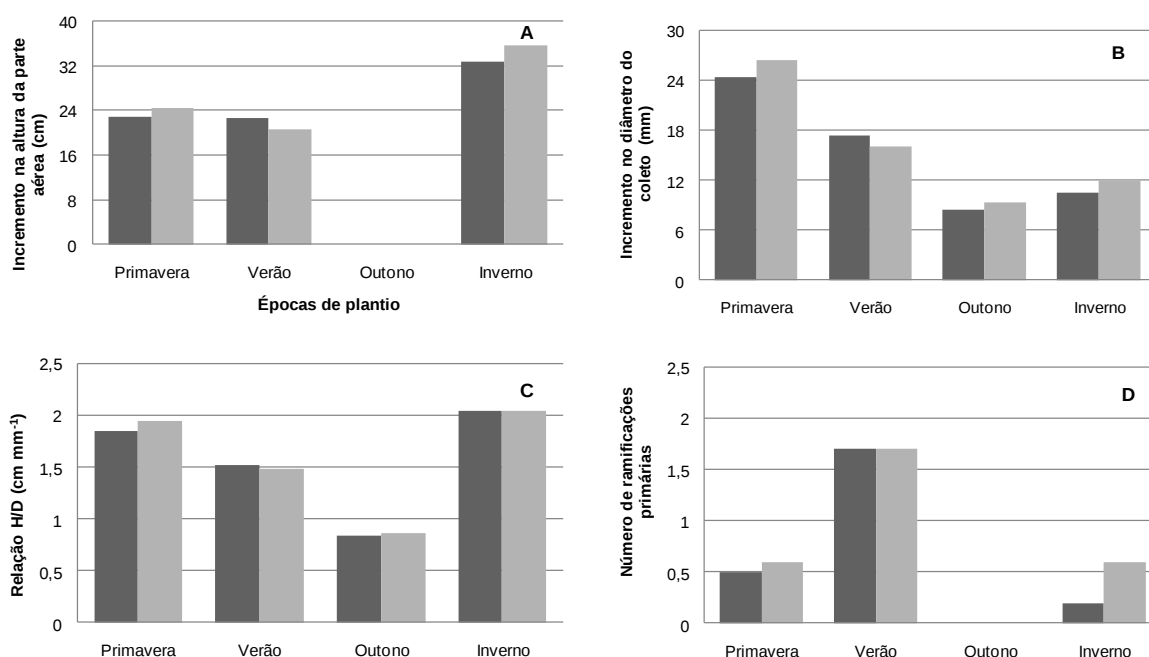


Figura 2: Comparação do crescimento de mudas com raízes imersas ou não em hidrogel, em diferentes épocas de plantio. A – incremento na altura da parte aérea; B – incremento no diâmetro do coleto; C – Relação H/D; D – número de ramificações primárias.

Mudas sem a imersão em hidrogel plantadas na primavera apresentaram pequena variação em relação ao incremento na altura, quando comparadas às

mudas plantadas no verão. Os valores médios foram de 24,4 cm para primavera e 20,6 cm para o verão. Este fato pode estar associado à menor precipitação, bem como à baixa umidade relativa do ar observada no plantio do verão, não limitada pela temperatura (por possuírem médias semelhantes). Em virtude desta condição sazonal, as médias de todas variáveis morfométricas foram maiores em mudas imersas em hidrogel no plantio do verão com o uso do polímero.

O menor crescimento para mudas com raízes imersas em hidrogel no plantio do inverno está possivelmente associado à elevada precipitação observada para o período (559 mm), fazendo com que ocorram repetitivos ciclos de absorção e dessorção de água pelos polímeros, limitando temporariamente a disponibilidade de oxigênio na região de crescimento radicular, vistas a imersão em gel recobrir todo volume radicular. Desta forma, reduzindo a respiração daquele órgão, e consequentemente, minimizou o crescimento das plantas naquela estação.

Maiores médias para o incremento no diâmetro do coleto foi obtido no plantio da primavera, quando comparado com as demais épocas de plantio (Figura 2B). O incremento médio do coleto foi de $25,4 \pm 1,7$ mm, para o plantio da primavera, $16,8 \pm 1,2$ mm para o plantio no verão, $8,9 \pm 0,7$ mm e $11,3 \pm 1,6$ mm para os plantios do outono e do inverno, respectivamente.

Observou-se que o incremento do diâmetro do coleto nas estações da primavera e verão culminou com a redução da relação H/D (Figura 2C). Valores inferiores a 1 foram obtidos para o plantio do outono, haja vista não haver crescimento em altura, porém, crescimento radial. No plantio do inverno, o crescimento em altura não acompanhado da expansão radial, elevou a relação H/D. Os respectivos valores médios da relação H/D foram: $1,90 \pm 0,07$ cm mm, $1,50 \pm 0,03$ cm mm, $0,86 \pm 0,06$ cm mm e $2,05 \pm 0,04$ cm mm, para os plantios da primavera, verão, outono e inverno, respectivamente.

Com relação ao número de ramificações primárias (Figura 2D), observou-se que plantas de *J. curcas* ramificaram-se em maior quantidade no plantio do verão, em comparação com as demais épocas. O número médio de ramificações primárias foi: $0,6 \pm 0,1$ para o plantio na primavera, $1,6 \pm 0,4$ para o plantio no verão, $0,37 \pm 0,06$ para o plantio de inverno.

A Figura 3 grafa os resultados obtidos com as variáveis foliares nas diferentes épocas de plantio. Efeitos do uso do polímero hidretentor para as variáveis foliares assemelham-se aos obtidos para as variáveis morfométricas descritas acima, ou

seja, maiores resultados para o plantio da primavera e menores para as demais épocas de plantio.

O número médio de folhas (Figura 3A) foi de 37 ± 3 folhas, 27 ± 6 folhas, e 19 ± 2 folhas para os plantios da primavera, verão e inverno, respectivamente. Os maiores valores foram obtidos na primavera, ocorrendo redução em número até a senescência das folhas, observada no plantio do outono. Com a saída do repouso fisiológico, ocorreu o crescimento daquele órgão.

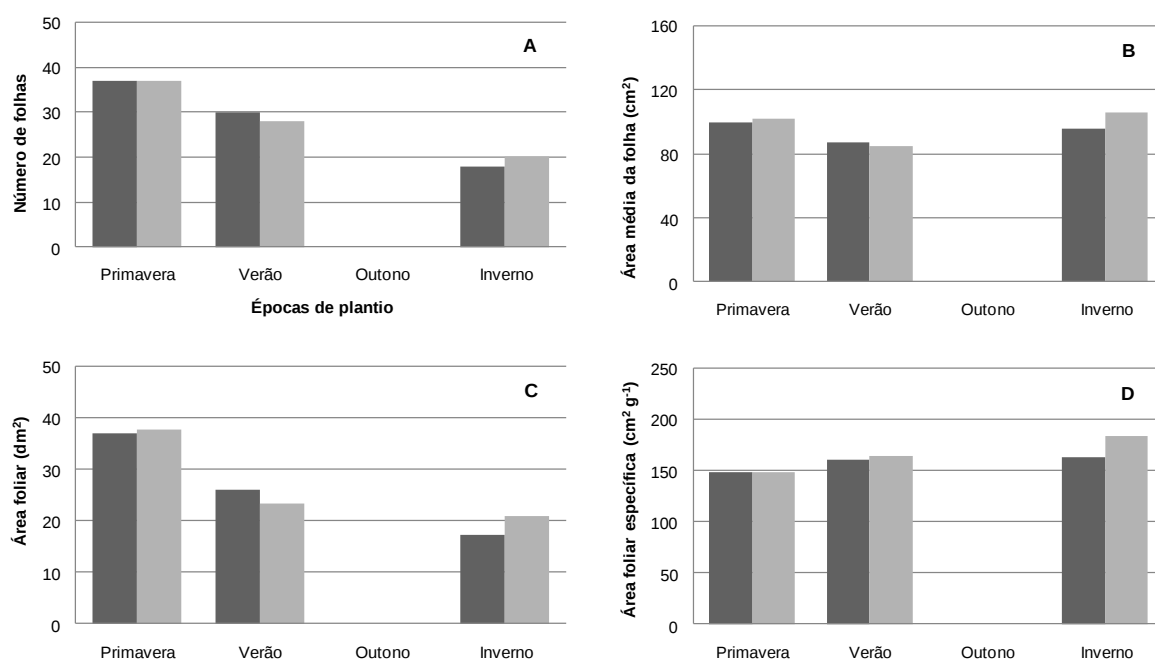


Figura 3: Comparação do crescimento de mudas com raízes imersas ou não em hidrogel em função das épocas de plantio. A – número de folhas; B – área média da folha; C – área foliar; D – área foliar específica.

Os resultados obtidos para área média da folha estão plotados na Figura 3B. A área média obtida para o plantio da primavera foi $101,1 \pm 4,3 \text{ cm}^2$, $86,1 \pm 3,2 \text{ cm}^2$ para o plantio do verão, e $100,9 \pm 5,9 \text{ cm}^2$ para o plantio efetuado no inverno. A redução na área da folha resultante do plantio no verão quando comparado as demais épocas pode ser resultado da baixa precipitação e umidade do ar quando as plantas limitam o desenvolvimento para minimizar as perdas d'água (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O aumento em área da folha independente do número de folhas observado no plantio do inverno pode ser uma estratégia ecológica da espécie para potencializar o crescimento no estágio vegetativo e minimizar o mato-competição, em virtude das

mudas levadas a campo apresentaram em média 6,5cm de altura da parte aérea. Segundo Moraes Neto et al. (2000), a capacidade de uma planta crescer rapidamente em resposta ao sombreamento é um importante mecanismo de adaptação a condições de baixa intensidade luminosa. Por apresentar menor número de folhas, a expansão foliar seria uma medida compensatória a manter o ciclo de crescimento vegetativo das plantas, em virtude da redução do número de horas de luminosidade.

Os resultados obtidos assemelham-se ao trabalho realizado por Sesma et al. (2009) que observaram em mudas de *J. curcas* submetidas a diferentes condições de sombreamento, um aumento da área da folha assim como da parte aérea e redução do diâmetro do coleto em função da redução da luminosidade. Malavasi e Malavasi (2001) relataram que mudas de *Schizolobium parahyba* diminuíram em área foliar e aumentaram em altura, quando expostas a baixa luminosidade, ou seja, mudas expostas a 100% de luminosidade exibiram maior área foliar.

Melo e Cunha (2008) estudando os efeitos do sombreamento sobre o crescimento de mudas de fedegoso (*Erythrina velutina* Wild.) espécie nativa do semi-árido, observaram o aumento crescente do comprimento da haste principal com a elevação do sombreamento. Contudo, as diferentes intensidades luminosas elevaram o sucesso do estabelecimento sem diferir quanto ao índice de qualidade de Dickson nas condições de Patos – Paraíba.

A área foliar (Figura 3C) foi altamente correlacionada com o número de folhas, desta forma, seu comportamento foi similar ao número de folhas. Os valores obtidos foram de $37,4 \pm 4,2 \text{ dm}^2$, $23,4 \pm 3,6 \text{ dm}^2$, $20,9 \pm 1,1 \text{ dm}^2$ para os plantios da primavera, verão e inverno, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado para o índice de área foliar cujos valores obtidos foram de $1,42 \pm 0,13 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, $1,19 \pm 0,05 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, e $0,77 \pm 0,02 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ para os plantios da primavera, verão e inverno, respectivamente.

A área foliar específica (Figura 3D) obtida para a estação da primavera foi de $148,7 \pm 7,3 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $162,2 \pm 5,3 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ para o plantio do verão, e $173,1 \pm 2,1 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ para o plantio efetuado no inverno.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados, foi possível concluir que:

- Mudas de pinhão-manso apresentaram elevada porcentagem de sobrevivência, acima de 90% nas condições do Oeste do Paraná.
- A maior sobrevivência com uso do polímero hidrorretentor, apenas foi observado no plantio da primavera.
- As procedências Pedro J. Caballero e Nova Porteirinha apresentaram maior capacidade de resposta ao desenvolvimento nas condições ambientais do oeste do Paraná.
- Não houve efeito sobre o crescimento de mudas de pinhão-manso quando da prática da imersão do sistema radicular em hidrogel nas diferentes épocas de plantio.
- O uso do polímero no ato do plantio, seguido de elevada precipitação, reduziu o crescimento, como foi observado no plantio do inverno.
- Em resposta as condições ambientais da primavera, mudas de *J. curcas* apresentaram maiores valores para o crescimento inicial em comparação às demais épocas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE FILHO, J.A.C.; LIMA, V.L.A.; MENEZES, D.; AZEVEDO, C.A.V.; NETO, J.D.; SILVA JÚNIOR, J.C. 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-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Paraná**. 2007. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

ARBONA, V., IGLESIAS, D.J.; JACAS, J.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M.; CADENAS, A.G. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. **Plant and Soil**, n.270, p.73–82, 2005.

AZEVEDO, T.L.F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P.S.L.; GONÇALVES, A.C.A.; REZENDE, R.; DALLACORT, R.; BERTONHA, L.C. Retenção de soluções de sulfatos por hidrogel de poliacrilamida. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.28, n.2, p.287-290, 2006a.

AZEVEDO, T.L.F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A.C.A.; FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R. FRIZZONE, J.A. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p. 1239-1243, 2002b.

BALENA, S.P. **Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998. 57f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BATTEY, N.H. Aspects of seasonality. **Journal of experimental Botany**, v.51, n.352, p.1769-1780, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

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.

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**. Piracicaba: IPEF, 2002. 8 p. (Circular técnica n. 195).

CALFEE, L.E.R. **Post-transplant, root production, mortality, and periodicity of landscape-sized shade trees**. 2003. 206f. Dissertation (Doctor of Philosophy in Horticulture) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.

CARNEIRO, J.G de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/UENF/FUPEF, 1995. 451p.

CARVALHO, C.J.R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* (*S. parahyba* var. *amazonicum*) e *Schizolobium parahyba* (*Schizolobium parahybu*) à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p. 907-914, 2005.

CARVALHO, P.E.R. Produção de mudas de espécies nativas e a implantação de povoamentos. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo, Embrapa Florestas, 2000.

CARVALHO, R.A.; DEPERON, J., M.A.; CARVALHO, J.P.F.; FRAGA, A.C.; CASTRO NETO, P. Produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL 1., 2006. Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ ABIPTI, 2006. p 137-139.

CHAO, W.S.; FOLEY, M.E.; HORVATH, D.P.; ANDERSON, J.V. Signals regulating dormancy in vegetative buds. **International Journal of Plant Developmental Biology**, Isleworth, v.1, n.1, p. 49-56, 2007.

CHHETRI, A.B.; TANGO, M.S.; BUDGE, S.M.; WATTS, W.C.; ISLAM, M.R. Non-edible plant oils as new sources for biodiesel production. **International Journal of Molecular Sciences**, n.9, p.169-180, 2008.

DE OLIVEIRA R. A.; REZENDE, L.S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. 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.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L. Quant - A software to quantify plant disease severity. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PLANT DISEASE EPIDEMIOLOGY, 1., 2001, Ouro Preto. **Proceedings...**, Ouro Preto, v.8, 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**. 2º ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 2006. 306p.

FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada com duas adubações de plantio. **Cerne**, Lavras, v.3, n.1, p.25-44, 1997.

GERVÁSIO, E.S. **Efeito da lâmina de irrigação e doses de condicionadores, associados a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro**. 2003. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; NETO, S.P.M.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p.309-350.

HODGES, T.F. **Predicting crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991, 233p.

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 hidrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus Helepeensis* seedlings subjected to drought. **Soil & Tillage Research**, Cornelius, v.50, p.295-304, 1999.

JHURRY, D. **Agricultural polymers**. Mauritius: Food and Agricultural Research Council, Réduit, AMAS, 1997.

KOBE, R.K. Carbohydrate allocation to storage as a basis of interespecific variation in sampling survivorship and growth. **Journal of ecology**, v.80, p.226-237, 1997.

KOCHHAR, S.; KOCHHAR, V.K.; SINGH, S.P.; KATIYAR, R.S.; PUSHANGADAN, P. Differential rooting and sprouting behaviour of two *Jatropha* species and associated physiological and biochemical changes. **Current Science**, v.89, n.6, p.936-939, 2005.

KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York: McGraw-Hill, 1969.

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. 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 Water Land Development**, n.13, p.239-247, 2009.

MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v.11, n.1, p.61-69, 2005.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection emergence and vigor. **Crop Science**. v.2, p.176-177, 1962.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.114-178.

MALAVASI, U.C.; GASPARINO, D.; MALAVASI, M.M. Semeadura direta na recomposição vegetal de áreas ciliares: efeitos da sazonalidade, uso do solo, exclusão da predação, e profundidade na sobrevivência inicial. **Semina**, Londrina, v.26, n.4, p. 449-454, 2005.

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, p.701-703, 2001.

MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.863-868, 2008.

MARTYN, W.; SZOT, P. Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates. **International Agrophysics**, n.15, p.87-94, 2001.

MELO, B.M.; ZAGO, B.; SANTOS, C.M.; MENDONÇA, F.C.; SANTOS, V.L.M.; TEODORO, R.E.F. Uso do polímero hidroabsorvente terracottem® e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Revista Ceres**, v.52, n.299, p.13-22, 2005.

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.

MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.M.; TAKAKI, M. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.33-45, 2000.

NISSEN, J.M.; MARTÍN, K.S.R. uso de poliacrilamidas y el riego en el manejo hídrico de lechugas (*lactuca sativa* L.). **Agro Sur**, v.32, n.2, p1-12, 2004.

NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, R.A.; REZENDE, L.S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. 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.

OLIVEIRA, S.J.C. **Componentes de crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e adubação química**. 2009. 126f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 466p.

RAJU, A.J.S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, v.83, n.11, p.1395-1398, 2002.

RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed., Viçosa: Ed. UFV, 2005, p.717-780.

SAAD, J.C.C.; J.L.W.; LOPES, J.L.W.; SANTOS, T.A. 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.

SAIKIA, S.P.; BHAAU, B.S.; RABHA, A.; DUTTA, S.P.; CHOUDHARI, R.K.; CHETIA, M.; MISHRA, B.P.; KANJILAL, P.B. Study of accession source variation in morpho-physiological parameters and growth performance of *Jatropha curcas* Linn. **Current Science**, v.96, n.12, p.1631-1636, 2009.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1991.

SANTOS, C.M. **Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

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.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.26, p.44-78, 2005.

SCALON, S.P.Q.; KODAMA, F.M.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R.M. Crescimento inicial de mudas de sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill.) sob sombreamento e aplicação de giberelina. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, Botucatu, v.10, n.3, p.61-66, 2008.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao Manejo Florestal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1993. 348 p.

SESMA, R.B.; DEMUNER, V.G.; HEBLING, S.A. Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. **Natureza on-line**, v.7, n.1, p. 31-36, 2008.

Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo, Embrapa Florestas, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAYLOR, C.J. **Introdução a silvicultura tropical**. São Paulo: Edgard Blucher, 1969. 201p.

THOMAS, D.S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, n.255, 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.07-13, 2006.

VALLONE, H.S.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, J.A; FERREIRA, R.S.; OLIVEIRA, S. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de hidrorretentor. Lavras: **Ciência e Agrotecnologia**, 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.; BRAUN, H.; REIS, E.F.; PAULUCIO D.; ZONTA, J.B. 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.

ZWIENIECKI, M.A.; MELCHER, P.J.; HOLBROOK, N.M. Hydrogel control of xylem hydraulic resistance in plants. **Science**, v.291, n.9, p.1059-1062, 2001.