

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

**NOELLE FARIAS DE AQUINO**

**CRESCIMENTO INICIAL DE TRÊS PROCEDÊNCIAS DE *Jatropha curcas* L.  
INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
AGOSTO/2009**

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

**NOELLE FARIAS DE AQUINO**

**CRESCIMENTO INICIAL DE TRÊS PROCEDÊNCIAS DE *Jatropha curcas* L.  
INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Ubirajara Contro Malavasi  
Co-orientadora: Marlene de Matos Malavasi

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
AGOSTO/2009**

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

A657c Aquino, Noelle Farias de  
Crescimento inicial de três procedências de *Jatropha curcas*  
L. inoculadas com fungos micorrízicos / Noelle Farias de  
Aquino. - Marechal Cândido Rondon, 2009  
50 p.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi  
Co-orientadora: Prof. Dr. Marlene de Matos Malavasi

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual  
do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2009

1. Pinhão manso - Desenvolvimento. 2. Micorrizas. 3.  
*Jatropha curcas* L. I. Universidade Estadual do Oeste do  
Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 634.9285  
CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

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

**NOELLE FARIAS DE AQUINO**

**CRESCIMENTO INICIAL DE TRÊS PROCEDÊNCIAS DE *Jatropha curcas* L.  
INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

---

---

Aos meus pais que são meu porto seguro, e estão sempre por perto orientando.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, pelas pessoas em que Ele colocou em meu caminho e por todas as provações.

Aos meus pais, pelos muitos puxões de orelhas necessários, os longos telefonemas e por não me darem força para seguir nas vezes em que tive vontade de desistir. A minha mãe, por me convencer a aproveitar a oportunidade que me foi dada. Ao meu pai, por sempre me socorrer nos muitos momentos de desespero, e por me fazer manter a calma em todos eles

Ao meu Orientador Prof Dr. Ubirajara Contro Malavasi que garantiu o bom andamento do projeto desde o início, por sua paciência com meus atrasos, por todo auxílio e conhecimento transmitido. A Profa. Dra. Marlene Matos Malavasi, pela atenção, pelos ensinamentos e incentivos.

À vó Norma e a tia Lourdes, por todo o carinho durante todos esses anos, por entenderem a distância e nunca esquecerem de mim.

Ao meu irmão Rafael e minha cunhada Flávia, pela distração quando eu ia para casa. À minha prima Joseane, pela companhia no computador via msn. E aos meus tios e primos, por compreenderem a distância e por todas recepções calorosas em minhas visitas a Santos que foram responsáveis por manter a sanidade e continuar o caminho.

À minhas amigas da Liga da Justiça, sem vocês seria impossível qualquer projeto, por mais simples que seja. Durante anos vocês foram minha referência de família, e mesmo depois que cada uma seguiu seu rumo é bom saber que a amizade se fortaleceu e que ainda podemos contar umas com as outras.

Aos meus colegas e amigos do mestrado, que me ajudaram durante todo o processo. A minhas irmãs e irmão de projetos, pela ajuda na montagem dos experimentos, nas avaliações, nos muitos remanejamentos do experimento principal, e principalmente pelos desabafos, e festas, tão importantes para a mente. A Michelle pela companhia quase diária, por sempre organizar e entender minhas bagunças, pela atenção durante as avaliações, e claro pelo trabalho árduo de movimentação dos vasos pesados. À Vanessa, por assumir e revezar com a Michelle o papel de “mãe” do experimento em minhas ausências. Por me auxiliar com as tabelas e com a estatística, além de incentivar durante todo o processo. As duas por me ajudarem a

estudar e passar principalmente em estatística e ambiência. Ao João pelo auxílio no viveiro, e por sempre ter um artigo interessante em mãos. À Neusa pela ajuda no laboratório. Ao Prof. Vandeir Francisco Guimarães, por me ensinar a utilização do programa estatístico. À Professora Vanda Pietrowski pela ajuda na escolha dos tratamentos contra os ácaros. Aos meus amigos Maurício, Clarisse, Bruno, Simone e Francisco pela força.

À banca examinadora pela disposição em corrigir e ajudar a melhorar o trabalho.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Agronomia nível mestrado.

À CAPES pela concessão de bolsa.

E a todos que estiveram ligados direta ou indiretamente ao desenvolvimento do trabalho.

**“As árvores são fáceis de achar  
Ficam plantadas no chão  
Mamam do sol pelas folhas  
E pela terra  
Também bebem água  
Cantam no vento  
E recebem a chuva de galhos abertos.”**

**Arnaldo Antunes**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* provenientes de três procedências e verificar a influência de fungos micorrízicos. Para tanto mudas de pinhão manso foram produzidas no Município de Marechal Cândido Rondon - PR, e aos 60 dias essas foram alocadas em vasos plásticos com capacidade de 18 L. Os vasos foram preenchidos com três tipos de solo, testemunha (sem tratamento), solarizado e solarizado com inóculo de fungos micorrizos. Aos 60 dias da semeadura realizou-se análise morfométrica e destrutiva de massas frescas e secas. Durante todo o período do experimento houve coleta de dados morfométricos para determinação do desenvolvimento das mudas. Aos 60 dias pode-se notar existência de diferenças no crescimento de mudas a partir de sementes provenientes de diferentes regiões. Entre as procedências avaliadas, a procedência Mato Grosso do Sul mostrou médias superiores em quase todos os parâmetros avaliados, com exceção de número de folhas (NF), cujo maior média foi obtida em mudas da procedência Minas Gerais. Mudas formadas com sementes da procedência Pernambuco apresentaram menores valores em todas as variáveis mensuradas, inclusive para a razão entre altura e diâmetro de coleto (H:DC). As diferenças entre as procedências persistiram após o plantio das mudas em vasos estudadas. Quanto aos tratamentos de solo, a presença de fungos micorrizos nas raízes influenciou o desenvolvimento, sendo a sua ausência desfavorável ao desenvolvimento das mudas, apresentando o mesmo comportamento durante todo experimento e para a maioria das variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** Pinhão manso, procedências, desenvolvimento, micorrizas.

## ABSTRACT

### **Initial growth of tree provenances of *Jatropha curcas* L inoculated with micorrizal fungi**

The objective of this work was to identify differences in the development of *Jatropha curcas* from three origins and the influence of mycorrhizal fungi. Physic-nut seedlings were produced in the Municipality of Marechal Cândi Rondon – PR and by the age of 60 days they were allocated in plastic vase with a capacity of 18 L. The vases were filled with three types of soil, control (no treatment), solarized and solarized with inoculum of mycorrhizal fungi. At 60 days after sowing, morphometric and destructive analysis were performed to determine fresh and dried masses. Throughout the period of the experiment there was gathering of morphometric data in order to determine the development of seedlings. At 60 days it was possible to note there are differences in the formation of seedlings between seeds from different provenances. Among the evaluated provenances, Mato Grosso do Sul showed higher averages for almost all evaluated parameters, except for number of leaves (NF), which the highest average was for the seedling from Minas Gerais. Seedlings produced with seeds from Pernambuco showed lower values in all variables measured, including the ratio between height and collar diameter (H: DC). The differences between the studied origins persisted after planting the seedlings in vases. As to soil treatments, the presence of mycorrhizal fungi in roots influenced the development, and its absence was not favorable to the development of seedlings, showing the same behavior throughout trial and for most variables.

**Key-words:** Physic nut, provenances, seedling, development.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Croqui – representação da disposição dos vasos dentro de um bloco. ....23
- Figura 2. Comparação da morfometria em mudas de *Jatropha curcas* aos 60 dias após semeadura.....29
- Figura 3. Gráfico da distribuição da biomassa seca em mudas de *Jatropha curcas* pela procedência, aos 60 dias após semeadura. ....30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química de nutrientes dos solos solarizado e não solarizado.....	24
Tabela 2. Medidas unidimensionais e de biomassa em sementes de <i>Jatropha curcas</i> L. de três procedências .....	26
Tabela 3. Valores médios de altura de planta (H), diâmetro de coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca total (MST), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), relação entre massa seca da parte aérea e de raiz (MSPA:MSR) e índice de qualidade de Dickson (IDC) em função da procedência.....	28
Tabela 4. Médias das variáveis relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF), quantificação de clorofila (SPAD) e incremento em altura (H) por procedência aos 15 dias do plantio em vasos.....	31
Tabela 5. Médias das variáveis relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC) e número de ramos (NR) por procedência em 30 dias após plantio em vasos .....	32
Tabela 6. Médias das variáveis relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF), e altura (H) por solo um 30 dias após plantio em vasos .....	33
Tabela 7. Médias da variável quantificação de clorofila (SPAD) na interação entre Solo e Procedência um 30 dias após plantio em vasos .....	34
Tabela 8. Médias da variável incremento em diâmetro de coleto (DC), em milímetros (mm), na interação entre Solo e Procedência 30 dias após plantio em vasos .....	34
Tabela 9. Médias da variável número de folhas (NF) por procedência 60 dias após plantio em vasos.....	35
Tabela 10. Médias das variáveis número de folhas (NF) e incremento em altura (H) por solo 60 dias após plantio em vasos.....	35
Tabela 11. Médias das variáveis número de folhas (NF), e número de ramos (NR) por local 60 dias após plantio em vasos.....	36
Tabela 12. Médias do incremento em altura (H), em centímetros (cm), na interação entre solo e local 60 dias após plantio em vasos .....	36

Tabela 13. Médias da variável relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre procedência e local 60 dias após plantio em vasos.....	37
Tabela 14. Médias da variável relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre Solo e Local 60 dias após plantio em vasos.....	37
Tabela 15. Médias da variável relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre solo, procedência e local 60 dias após plantio em vasos	38
Tabela 16. Médias das variáveis relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) e número de folhas (NF) por procedência 90 dias após plantio em vasos..	39
Tabela 17. Médias das variáveis relação altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF), quantificação de clorofila (SPAD), área foliar (AF) e diâmetro de coleto (DC) por local 90 dias após plantio em vasos.....	40
Tabela 18. Médias da variável incremento em altura (H), em centímetros, na interação entre Solo e Local 90 dias após plantio em vasos.....	40
Tabela 19. Médias da variável número de ramificações (NR) na interação entre Solo, Procedência e Local 90 dias após plantio .....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de <i>Jatropha curcas</i> aos 60 dias após semeadura. ....	27
Quadro 2. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de <i>Jatropha curcas</i> aos 15 dias após plantio em vasos. ....	30
Quadro 3. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de <i>Jatropha curcas</i> 30 dias após plantio em vasos. ....	32
Quadro 4. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de <i>Jatropha curcas</i> 60 dias após plantio em vasos. ....	35
Quadro 5. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de <i>Jatropha curcas</i> aos 90 dias após plantio em vasos. ....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1 Caracterização do Local.....	21
4.2 Caracterização Morfométrica das Sementes.....	21
4.3 Produção de Mudanças .....	21
4.4 Plantio das Mudanças .....	22
4.4.1 Solos .....	23
4.4.2 Tratamento das mudanças.....	24
4.5 Avaliações e Estatísticas.....	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
5.1 Morfometria das Sementes .....	26
5.2 Mudanças aos Sessenta Dias da Semeadura .....	26
5.3 Plantas aos 15 dias do Plantio em Vasos .....	30
5.4 Plantas aos 30 Dias do Plantio em Vasos.....	31
5.5 Plantas aos 60 Dias do Plantio – Influência do Sombramento.....	34
5.6 Plantas aos 90 Dias do Plantio – Influência do Sombramento.....	38
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crise do petróleo a partir da década de 70, aumentou muito a preocupação em se buscar novas fontes de combustível renováveis. Desde então muitos países tem investido em pesquisas para viabilizar a produção de biodiesel, sendo a Índia um dos que mais tem investido nesse setor. No Brasil, as pesquisas começaram a partir dos anos 2000.

Seguindo essa mesma ótica do desenvolvimento sustentável, no Brasil a obrigatoriedade da mistura de biodiesel ao diesel derivado do petróleo é crescente, sendo a porcentagem atual de 5% (B 5).

É nesse cenário que o pinhão manso se destaca como espécie promissora, isso devido a grande resistência e adaptabilidade as condições adversas, o que possibilita o plantio em áreas semi-áridas e até mesmo degradadas, inclusive auxiliando na recuperação das mesmas. Essa espécie permite uma alta e longa produtividade, tornando o custo de produção baixo.

A espécie pode ser uma opção viável para a economia e o aproveitamento de regiões semi-áridas, assim como uma fonte de renda para o pequeno agricultor. Vindo a fixar a mão de obra no campo, reduzindo migração para zonas industriais o que gera grandes problemas sociais.

Porém esse assunto ainda é novo e, portanto persistem algumas especulações quando a real viabilidade da plantação em larga escala. Há escassez de pesquisas que evidenciem quais os tratos de produção mais adequados, além do mercado ser muito restrito, mantendo os preços muito baixos e gerando alto risco quando considerada a monocultura.

Assim, ainda é necessária a busca por mais conhecimento a respeito da produção de pinhão manso, principalmente quando considerada a produção de mudas. Pois o implemento dessa cultura é feito principalmente por transplante de mudas para o campo e não por semeadura direta.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O pinhão manso (*Jatropha curcas* Linn.), também conhecido como pinhão do Paraguai, purgueira, pinha-de-purga, medicineira, pinhão-do-inferno, entre outros, é pertencente à família Euphorbiaceae. Existe, porém, divergência quanto a sua origem, de acordo com Arruda *et al.* (2004) e SBRT (2005) o pinhão é originário do Brasil. Já segundo Heller (1996 apud GINWAL *et al.*, 2005), o pinhão seria originário do México e da América Central, sendo então introduzido na África e na Ásia e hoje se encontra disperso no mundo disseminado nas regiões tropicais e em algumas temperadas.

Apesar do interesse por essa espécie já ter surgido há algum tempo, a mesma ainda se encontra em fase de domesticação não apresentando tecnologia de produção desenvolvida (SEVERINO *et al.*, 2006). A maioria das pesquisas realizadas até hoje diz respeito às propriedades químicas, medicinais e biocidas da planta, sendo escasso material a respeito de produção em larga escala.

Na primeira metade do século XIX, o pinhão manso era um importante produto de exportação de Cabo Verde, as sementes eram exportadas principalmente para a produção de sabão. Porém sua importância diminuiu muito em razão da maior oferta de substitutos para o óleo da mesma. Por volta de 1980, após uma grande seca na região, a espécie voltou a despertar interesse na região devido a sua tolerância a seca e a sua capacidade de prevenção à erosão (WIESENHÜTTER, 2003).

O pinhão manso é um arbusto perene de grande porte, mede cerca de 2m, mas pode atingir até 5 m de altura. Seu tronco é liso e ramificado desde a base e com cerca de 20 cm de diâmetro, apresenta lenho mole, não sendo útil para indústria madeireira (BRASIL, 1985 apud ARRUDA *et al.*, 2004). Suas flores são unissexuadas, pequenas, pentâmeras, em panículas, a coloração é amarelo-esverdeada. Num mesmo indivíduo, encontram-se flores femininas e masculinas, sendo que as últimas ocupam as extremidades superiores dos ramos. O fruto é capsular com comprimento de 2,5-4 cm e diâmetro de 2-2,5cm. Quando maduro a cor é marrom-escuro e apresenta três pequenos sulcos que separam as sementes. Essas são escuras medindo aproximadamente 2 cm de comprimento, por 11 mm de largura, e 9 mm de espessura. O formato é oblongo elipsóide, por fora as sementes

são lisas, e dentro encontra-se uma amêndoa branca, tenra e rica em óleo. As folhas são alternas, longo-pecioladas, cordiformes, levemente lobadas, com cinco lobos (SBRT, 2006).

Segundo Araújo et al., (2007), o pinhão demonstra rusticidade, resistência à longas estiagens, bem como à pragas e doenças, sendo adaptável a condições edafoclimáticas variáveis. Além disso a planta tem baixa exigência em relação ao ambiente, que somado ao sistema radicular ramificado pode ser utilizado para estabelecimento do solo em áreas marginais sendo eficiente no combate a erosão. Entretanto, sua tolerância a geadas é baixa (WIESENHÜTTER, 2003).

Essas características aliadas ao uso do óleo para produção de biodiesel despertam o interesse das agências de desenvolvimento em relação à espécie, podendo ser uma opção para regiões áridas e semi-áridas (HANDBOOK on *Jatropha curcas*, 2006).

Hoje o pinhão ainda não representa grande importância econômica em nenhum país, mas é bastante utilizado localmente para várias funções. O arbusto serve como cerca viva, pois os animais tendem a se afastar do arbusto devido ao látex cáustico que escorre das folhas arrancadas ou feridas (WIESENHÜTTER, 2003). O óleo viscoso do fruto pode ser utilizado na indústria de cosméticos, como substituto do querosene, e na fabricação de sabão (ARAÚJO et al., 2007; WIESENHÜTTER, 2003).

Na medicina popular as sementes, as folhas e o óleo são úteis como cicatrizante, purgante, no controle do reumatismo, doenças de pele entre outras mazelas. Na agricultura ecológica, a torta é uma excelente fonte de nitrogênio e o extrato da planta tem efeito repelente para alguns insetos e moluscos, entre outros usos populares.

Quanto à produção de óleo para biodiesel, o fato do mesmo não ser edível não gera desvios da produção para alimentação humana. O pinhão manso é capaz de produzir nas mais diversas condições, sendo a produtividade do mesmo dependente da região, método e manejo do plantio. Esse fator ainda gera divergência entre os autores, sendo difícil a estimativa da produção. Estudos demonstraram início da produção de frutos a partir do segundo ano, mantendo a produção por cerca de 40 anos, sem que seja necessário novo plantio (ARRUDA et al., 2004). Já de acordo com Wiesenhütter (2003) em estudo em Cabo Verde, o

pinhão manso começou a produção no quarto ano e atingiu o pico no décimo ano. Sendo que a partir do 25º ano a produção entrou em declínio.

Apesar de sua rusticidade o pinhão manso não é imune à pragas, Grimm (1999) verificou danos causados às sementes e frutos de *J. curcas* por três insetos: *Pachycoris klugii*, *Leptoglossus zonatus* (que atacam os frutos) e *Hypselonotus intermedius* (que ataca as flores). Nesse caso foi verificado aborto prematuro do fruto e malformação das sementes, além de redução do peso dos frutos e das sementes para os indivíduos infestados com os dois primeiros insetos. Já *H. intermedius* é um polinizador da espécie, que quando em grande densidade, promove redução do número de frutos maduros.

As flores são visitadas por abelhas, formigas, tripés e moscas. Abelhas e moscas promovem polinização no mesmo indivíduo e cruzada, formigas e tripés somente polinizam flores de uma mesma planta. A habilidade de autopolinização é considerada uma adaptação da espécie *J. curcas* para colonização. O comportamento de frutificação indica que a planta pode seletivamente eliminar a prole, especialmente em frutos sem fertilização cruzada para alocar os recursos disponíveis nos frutos de fecundação cruzada. (RAJU; EZRADANAM, 2002).

Quanto à eficiência de germinação, Dagar, Bhagwan e Kumar (2004), em seu estudo, constataram que a massa das sementes representa grande influência, uma vez que sementes de *J. curcas* com massa inferior à 300 mg não germinaram. A porcentagem de germinação foi crescente em proporção com o aumento da massa da semente chegando a 100% nas sementes com massa entre 700 e 800 mg.

O pinhão manso apresenta grande adaptabilidade, mesmo assim as condições externas interferem em seu desenvolvimento, Abreu et al. (2007) analisaram o crescimento aéreo e radicular de *J. curcas* sob diferentes compactações do solo e concluíram que a parte aérea não se mostrou sensível as compactação, porém com o aumento da mesma, o sistema radicular mostrou-se reduzido e com raízes mais grossas.

Em experimento parecido, Vale, Severino e Beltrão (2007) notaram que aumento da densidade do solo gerou redução na altura da planta, diâmetro caulinar, número de folhas e peso seco da parte aérea e das raízes do pinhão manso. Eles também relataram que a espécie se mostrou sensível à concentrações salinas inclusive a baixa concentração (0,06 dS/m), exigindo uma atenção em relação à salinidade do solo e da água de irrigação, quando essa se fizer necessária.

O solo de cultivo para a cultura deve preferencialmente ser profundo e bem drenado, com baixa compactação, pois isso garante o bom desenvolvimento da raiz e melhor aproveitamento dos recursos nutricionais (PEIXOTO, 1973).

A propagação do pinhão manso pode ser feito tanto por estaquia quanto por sementes, sendo que a última gera plantas mais resistentes e com maior longevidade, porém com o inconveniente de atrasar o início da produção de frutos. (ARRUDA et al., 2004). Apesar do maior custo de produção, as mudas demonstraram maior porcentagem de pegamento no campo quando comparadas com o plantio direto das sementes e com a propagação por estaquia. Esse fato é devido ao melhor desenvolvimento das raízes, e garante as mudas uma vantagem fisiológica o que permite que a muda se adapte melhor às condições de campo.

A propagação por estacas por sua vez apresenta simplicidade e baixo custo, apesar de não ser o método mais recomendado. Os ramos devem ser retirados próximos à base do caule e com entrenó curtos (ARRUDA et al., 2004).

O sucesso da cultura está relacionado com a padronização do crescimento e produção do pinhão manso. Sendo isso vinculado a escolha de sementes que melhor se adaptem às diversas regiões de cultivo. Assim o estudo de diferentes procedências de sementes auxilia no processo de determinação de variedades de plantas com características distintas a serem escolhidas para cada necessidade.

De acordo com Marques e Ferrari (2008), os programas de melhoramento genético dependem de levantamento de informações referentes à diversidade de germoplasma. Sendo que as avaliações de variabilidade das características de desenvolvimento e produção devem ser tomadas em condições idênticas de produção.

Alguns trabalhos já foram realizados no intuito de demonstrar essas diferenças de desenvolvimento entre procedências. Em seu trabalho, Ginwal, Rawat e Srivastava (2004) constataram diferenças genéticas na quantidade de óleo e desempenho de crescimento entre 10 procedências de sementes de *J. curcas* na Índia. No ano seguinte Ginwal et al. (2005) verificaram também divergências para morfologia da semente, germinação e características de crescimento.

Carvalho et al (2007), sugerem que a baixa demanda de nutrientes pelo pinhão manso pode estar relacionada a uma dependência de associação micorrízica da raiz. A micorríza é uma associação simbiótica, mutualista entre fungos e raízes de plantas. Esse tipo de associação ocorre em cerca de 80% das plantas vasculares

selvagens ou cultivadas. Há formação de estruturas intensamente ramificadas chamadas arbúsculos, onde as hifas dos fungos penetram e estendem-se por vários centímetros em direção ao solo. Assim essas estruturas aumentam a superfície de absorção da membrana plasmática sem precisarem chegar até o protoplasma (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Acredita-se que os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) sejam capazes de digerir a matéria morta da superfície do solo e transportar os minerais e nutrientes para a raiz da planta através das hifas, de forma que o solo incorpore pouco mineral solúvel que pode ser lixiviado pela chuva. Os fungos se beneficiam dessa relação aproveitando alguns dos produtos fotossintetizados pela planta. Algumas espécies vegetais não sobrevivem sem a presença de micorrizas, e as que sobrevivem apresentam melhor desenvolvimento quando inoculadas, principalmente quando se trata de espécies introduzidas em regiões diferentes da sua origem (ODUM, 2004).

Araújo et al (2004) avaliaram a porcentagem de colonização radicular e a densidade de colonização de FMAs em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell e observaram variação de 10 a 96,66% de colonização e de 3 a 110 esporos/50cm<sup>3</sup>. Isso mostra uma grande suscetibilidade da espécie em relação às FMAs.

O pinhão manso parece seguir o mesmo rumo, a inoculação de mudas com FMAs pode promover melhor formação das mesmas, servindo ainda de auxílio no estabelecimento das mudas pós-transplante à campo. Ao avaliar a relação de FMAs com o pinhão manso, Carvalho et al (2007) observaram grande ocorrência de esporos nas raízes de plantas jovens. Mesmo em solos ricos em nutrientes foi relatada grande presença de associações. Estudos nesse sentido podem promover maior sucesso no estabelecimento da cultura, inclusive em solos pobres, sendo necessário um aprofundamento do assunto.

### 3 OBJETIVOS

- Identificar diferenças no desenvolvimento de mudas de *J. curcas* produzidas com sementes de três procedências durante os cinco primeiros meses;
- Verificar influência de fungos micorrízicos em solo solarizado em comparação ao solo não solarizado;
- Verificar o efeito de locais (sombreado e a pleno sol) para o desenvolvimento de mudas de *J. curcas*.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Caracterização do Local**

O experimento foi instalado no Núcleo de Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Marechal Cândido Rondon. O município de Marechal Cândido Rondon localiza-se na região oeste do Paraná, sob as coordenadas 24° 33' 21" S de latitude e 54° 03' 25" W de longitude. O clima do município caracteriza-se como subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco freqüentes, com tendência de concentração de chuva nos meses de verão, sem estação seca definida.

### **4.2 Caracterização Morfométrica das Sementes**

Sementes de *Jatropha curcas* foram obtidas de três procedências: Pernambuco (EMBRAPA Semi-árido), Minas Gerais (EPAMIG) e Mato Grosso do Sul (EMBRAPA Agropecuária Oeste). Realizou-se um estudo prévio de caracterização morfométrica das sementes de cada procedência que ocorreu no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná em Marechal Cândido Rondon. Utilizou-se quatro repetições com 25 sementes cada, totalizando 100 sementes por procedência. As sementes foram escolhidas ao acaso, caracterizando delineamento inteiramente casualizado.

Mensurações com paquímetro digital incluíram comprimento (maior dimensão), diâmetro maior (medida perpendicular ao comprimento), diâmetro menor (medido a partir da rafe e perpendicular ao comprimento), enquanto que a medida da biomassa foi executada em balança analítica ( $\pm 0,0001$ ).

### **4.3 Produção de Mudas**

A produção de mudas iniciou-se em agosto de 2008, sob telado com 50% de sombreamento. A semeadura foi realizada em tubetes de 120 cm<sup>3</sup>, sendo utilizadas

duas sementes por tubete. O substrato utilizado foi Plantmax HA<sup>®</sup> enriquecido com adubo mineral NPK 10-10-10, na dosagem de 4 Kg m<sup>-3</sup>. A irrigação foi manual e diária, ocorrendo normalmente pela manhã antes das 9 horas, e repetiu-se no final da tarde nos dias mais quentes. Nessa etapa de produção de mudas, o experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, sendo que cada procedência foi representada por 108 mudas, totalizando 324 mudas.

Aos sessenta dias após semeadura realizou-se a primeira coleta dos dados morfométricos de todas as mudas. Para a análise destrutiva, retiraram-se aleatoriamente seis plantas por tratamento. Os dados morfométricos obtidos foram: altura da parte aérea (H), obtida com auxílio de régua milimetrada, diâmetro do coleto na base (DC) utilizando-se paquímetro digital, e número de folhas (NF) por contagem manual. A partir da altura da parte aérea e do diâmetro do coleto foi determinada a razão parte aérea:coleto (H:DC) através da fórmula:

$$H : DC = \frac{H (cm)}{DC (mm)}$$

Realizou-se análise destrutiva para obtenção dos valores de massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR), e total (MST). Os valores de massa foram expressos em miligramas. Com os dados de massa seca e altura da parte aérea, calculou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

#### 4.4 Plantio das Mudanças

Após os sessenta dias da semeadura, as mudas foram plantadas em vasos plásticos, com capacidade de 18 litros cada (30 cm de altura X 30 cm de diâmetro superior X 25,5 cm de diâmetro inferior). Os vasos foram instalados em casa de vegetação, sem telado e dispostos em blocos casualizados.

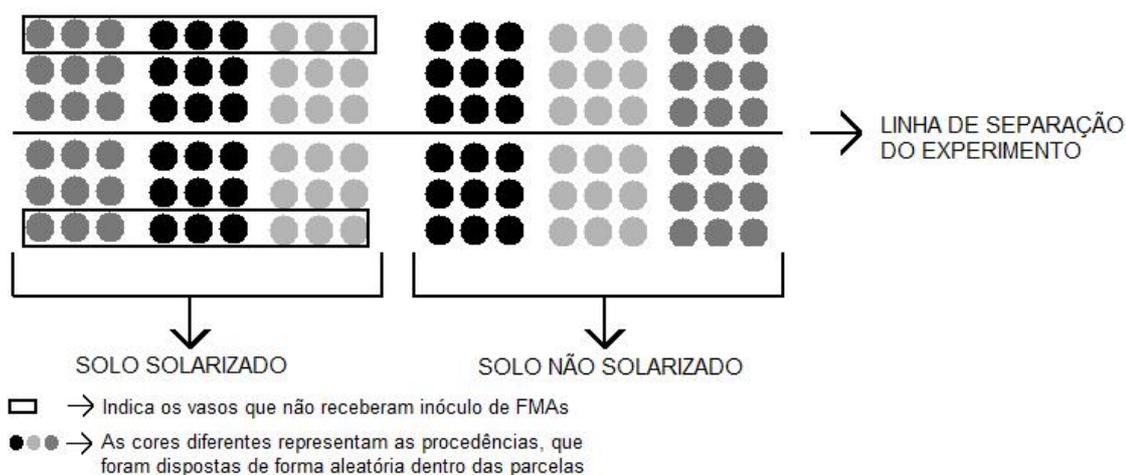


Figura 1. Croqui – representação da disposição dos vasos dentro de um bloco.

#### 4.4.1 Solos

Metade do solo utilizado para o preenchimento dos vasos plásticos sofreu processo de solarização. O solo a ser solarizado foi disposto em plástico preto, formando uma camada de 15 à 20 cm de altura, o mesmo foi umedecido, coberto e vedado com plástico transparente. O solo foi mantido nessas condições por 25 dias em pleno sol.

Os vasos plásticos foram divididos em três grupos: solo 1 - solarizado; solo 2 - solarizado e com inóculo de fungos; e solo 3 - sem tratamento (não solarizado). Os fungos utilizados no inóculo foram *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, e *Gigaspora Calospora*, todos obtidos da EMBRAPA Agrobiologia, Rio de Janeiro. A inoculação foi realizada no momento do plantio, sendo 0,5 g. vaso<sup>-1</sup> da mistura de inóculo colocado em contato com a raiz das mudas recém plantadas.

A Tabela 1 mostra a análise química dos solos solarizado e não solarizado. A diferença entre os solos solarizado e solarizado com inóculo de fungos consiste apenas na introdução do inóculo durante o plantio, e portanto, a análise química é a mesma para ambos.

Tabela 1. Análise química de nutrientes dos solos solarizado e não solarizado.

Nutriente	P	MO	pH CaCl2	H + Al	Al 3+	K +	Ca 2+	Mg 2+
Unidade	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>			c mol c dm <sup>-3</sup> %			
Solarizado	220,15	22,56	4,45	9,47	0,25	0,76	5,19	1,93
Não solarizado	69,65	31,44	4,84	8,86	0,25	0,67	5,99	1,77

Nutriente	SB	CTC	V	Al	Cu	Mn	Zn	Fe
Unidade		cmolc dm <sup>-3</sup> %				mg dm <sup>-3</sup>		
Solarizado	7,88	17,35	45,42	3,08	24,60	301,00	11,00	44,10
Não solarizado	8,43	17,29	48,76	2,88	31,80	237,00	10,2	35,30

#### 4.4.2 Tratamento das mudas

Após o plantio das mudas dos tubetes para os vasos, aplicou-se inseticida sistêmico (Engeo Pleno<sup>®</sup>, na dose de 0,200 L/ha), para evitar o ataque de lagartas. Nesse estágio as plantas se mostraram bastante susceptíveis a tais ataques.

Duas semanas após o plantio, o viveiro foi infestado por ácaro rajado, provocando queda acentuada das folhas. Nesse momento foi aplicado óleo mineral (Assist à 2%), no intuito de promover um controle menos agressivo às plantas, porém essa tentativa foi mal sucedida.

A escassez de bibliografia a respeito de controle de pragas para *J. curcas* dificultou o andamento nesse momento, forçando a aplicação de técnicas de controle indicadas para outras espécies. Assim na semana posterior à aplicação do óleo vegetal, aplicou-se uma dose de Abamectina (100mL/100L), o que também não surtiu o efeito desejado.

De face ao problema apresentado, aplicou-se uma dose de Metaminofós, um inseticida acaricida organofosforado sistêmico; a aplicação constituiu na pulverização das folhas com o produto diluído à 1%. Então os blocos foram subdivididos em dois tratamentos referentes ao controle do ácaro. Na Figura 1, a linha de separação do experimento ilustra essa divisão do bloco.

Metade de cada bloco permaneceu na mesma área (local a sol pleno), porém fora da casa de vegetação para promover maior ventilação entre as plantas, e metade foi transportada para outra área (local sombreado) distante 1 km da primeira e com construções promovendo isolamento entre as duas áreas. As plantas do local

a sol pleno receberam apenas tratamento químico, enquanto que as do local sombreado tiveram todas as folhas e caules lavados manualmente com esponja macia e solução de sabão de coco diluído à 3%, e as folhas caídas foram removidas do local sombreado, após a divisão não receberam mais nenhum tratamento químico.

#### **4.5 Avaliações e Estatísticas**

As coletas de dados ocorreram no plantio e aos 15, 30, 60 e 90 dias após plantio, totalizando 5 coletas, com a última aos cinco meses após semeadura. Os dados avaliados nesse segundo momento incluíram altura da parte aérea (H) em centímetros, diâmetro do coleto na base (DC) em milímetros, razão parte aérea:coleto (H:DC), número de folhas (NF), número de ramificações das plantas (NR), concentração de clorofila por meio do instrumento SPAD, e área foliar final (AF) calculada por fotos das folhas através do programa QUANTv.1.0.0.22.

Todos dados e valores obtidos, em ambas as fases, foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando necessário, as médias foram comparadas com o teste de média Tukey a 5% de significância utilizando programa estatístico SAEG 9.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Morfometria das Sementes

A análise de variância revelou existir diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre as dimensões das sementes das três procedências testadas com relação ao comprimento, diâmetro menor e biomassa (tabela 2).

Enquanto a variável comprimento foi estatisticamente diferente para as sementes de todas as procedências testadas, a variável diâmetro menor em sementes da procedência MS apresentou valor médio maior que as das outras procedências. Com relação à variável biomassa houve semelhança entre os valores médios para as procedências MG e MS, sendo estes últimos superiores à média da procedência PE.

Tabela 2. Medidas unidimensionais e de biomassa em sementes de *Jatropha curcas* L. de três procedências

Variável	Procedências		
	Pernambuco	Minas Gerais	Mato Grosso do Sul
Comprimento (mm)	17,03 c	18,03 b	19,08 a
Diâmetro menor (mm)	8,48 b	8,47 b	8,77 a
Biomassa (mg)	567,71 b	660,91 a	667,32 a
Biomassa máx. (mg)	814,5a mg	843,5 a mg	887,9 a mg
Biomassa mín. (mg)	278,8 a mg	379,2 a mg	423,8 a mg

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente à significância de 1% pelo teste Tukey.

### 5.2 Mudanças aos Sessenta Dias da Semeadura

O resumo da análise de variância para as variáveis de MST, MSPA, MSR, MSPA:MSR, IQD, H, DC, NF, e H:DC avaliados para mudas de *Jatropha curcas* aos 60 dias em tubetes, encontram-se representados no Quadro 1.

As procedências apresentaram diferenças significativas a 1% para os dados de H, DC, NF e H:DC. Para os dados de MST e MSPA, as diferenças foram significativas a 5%. Tal resultado era esperado, uma vez que as regiões de origem

das três procedências são bastante distintas. Segundo Marcos Filho (2005), as condições ambientais e de cultivo influenciam no armazenamento de nutrientes nas sementes e conseqüentemente no vigor e qualidade das mesmas, o que virá influenciar no desenvolvimento das mudas. Soma-se a isso as possíveis diferenças genéticas de cada procedência (SAIKIA et al., 2009).

Já para MSR, MSPA:MSR e IQD não foram constatadas diferenças entre as mudas formadas com sementes das procedências testadas. O que vai contra o esperado, porém pode ser justificado pelo reduzido número de plantas avaliadas para esses parâmetros, e deixa espaço para novas pesquisas que possam elucidar tal resultado.

Os valores médios dos dados avaliados em função da procedência, e a média geral de todos os parâmetros estão transcritos na Tabela 3. A procedência MS apresentou maiores valores em quase todos os parâmetros avaliados, com exceção de NF, cujos cujo maior correspondeu a Procedência MG, porém sem diferença estatística entre as duas. Ao passo que a Procedência PE resultou em valores menores em todas as análises efetuadas.

Apesar de a espécie *J. curcas* apresentar rusticidade e grande tolerância à seca, a mesma responde bem a solos férteis e a um nível pluviométrico sem épocas de escassez de água (ARAÚJO et al., 2007). De acordo com Marcos Filho (2005) estresses sofridos pela planta-mãe durante a produção da semente interferem no vigor e viabilidade da mesma. Assim os menores valores encontrados para a procedência PE, originária do semi-árido, pode ser resultado da formação da semente.

Quadro 1. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de *Jatropha curcas* aos 60 dias após semeadura.

		QUADRADO MÉDIO				
F. V.	G. L.	MST	MSPA	MSR	MSPA:MSR	IQD
Procedência	2	4,3088*	1,3523*	0,0946 <sup>NS</sup>	0,0370 <sup>NS</sup>	0,0680 <sup>NS</sup>
Resíduo	15	0,4000	0,2253	0,0265	0,4033	0,0310
F. V.	G. L.	H	DC	NF	H:DC	
Procedência	2	450,1134**	67,0399**	80,3364**	2,5567**	
Resíduo	321	6,1276	2,3071	0,6095	0,2487	

ns - não significativo a 5%; \* - significativo a 5%; \*\* - significativo a 1%

Tabela 3. Valores médios de altura de planta (H), diâmetro de coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca total (MST), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), relação entre massa seca da parte aérea e de raiz (MSPA:MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função da procedência.

Procedência	MÉDIA DOS TRATAMENTOS		
	Pernambuco	Minas Gerais	Mato Grosso do Sul
H (cm)	5,4815 C	7,8472 B	9,5463 A
DC (mm)	5,9957 C	6,7836 B	7,5772 A
NF	1,3426 B	2,8889 A	2,7778 A
MST (mg)	960,9 B	1009,8 B	2022,4 A
MSPA (mg)	731,8 B	0800,0 B	1586,0 A
MSR (mg)	229,1 <sup>ns</sup>	209,8 <sup>ns</sup>	436,3 <sup>ns</sup>
H:DC	1,0078 B	1,2312A	1,3026 A
MSPA:MSR	3,6183 <sup>ns</sup>	3,7751 <sup>ns</sup>	3,6889 <sup>ns</sup>
IQD	0,2406 <sup>ns</sup>	0,2074 <sup>ns</sup>	0,4061 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem no tratamento; <sup>ns</sup>- não significativo a 5% pelo teste Tukey.

Na Figura 2 encontra-se grafada a comparação dos dados morfológicos entre as diferentes procedências, onde ressaltam-se as maiores médias para a procedência MS perante às outras para a altura da parte aérea, diâmetro do coleto. Para número de folhas, a procedência MG superou MS. Fatores como diâmetro do coleto e número de folhas são importantes na determinação da qualidade das mudas e têm efeito na sobrevivência das mudas no campo (CARNEIRO, 1995).

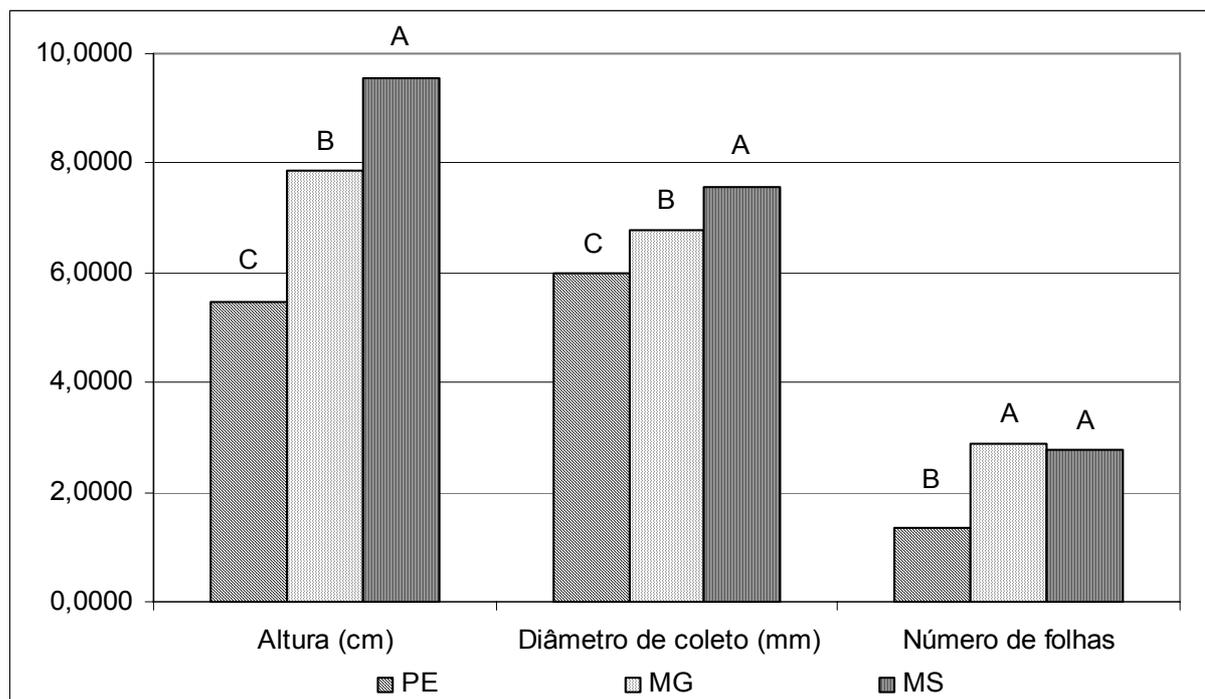


Figura 2. Comparação da morfometria em mudas de *Jatropha curcas* aos 60 dias após sementeira

Os valores de massa seca total das mudas para as procedências PE, MG e MS foram respectivamente: 960,9mg; 1009,8mg; e 2022,4mg. Desses totais as porcentagens da distribuição na parte aérea foram em ordem de: 76,16; 79,22; e 78,43% (respectivamente). Ou seja, a alocação entre tecidos radiculares e aéreos para as três procedências foi similar, e novamente a Procedência Mato Grosso do Sul obteve maiores médias para todas as massas, porém os resultados de MSR não diferiram estatisticamente à 5% de significância (Tabela 3). A distribuição dos valores de biomassa encontram-se representados na Figura 3.

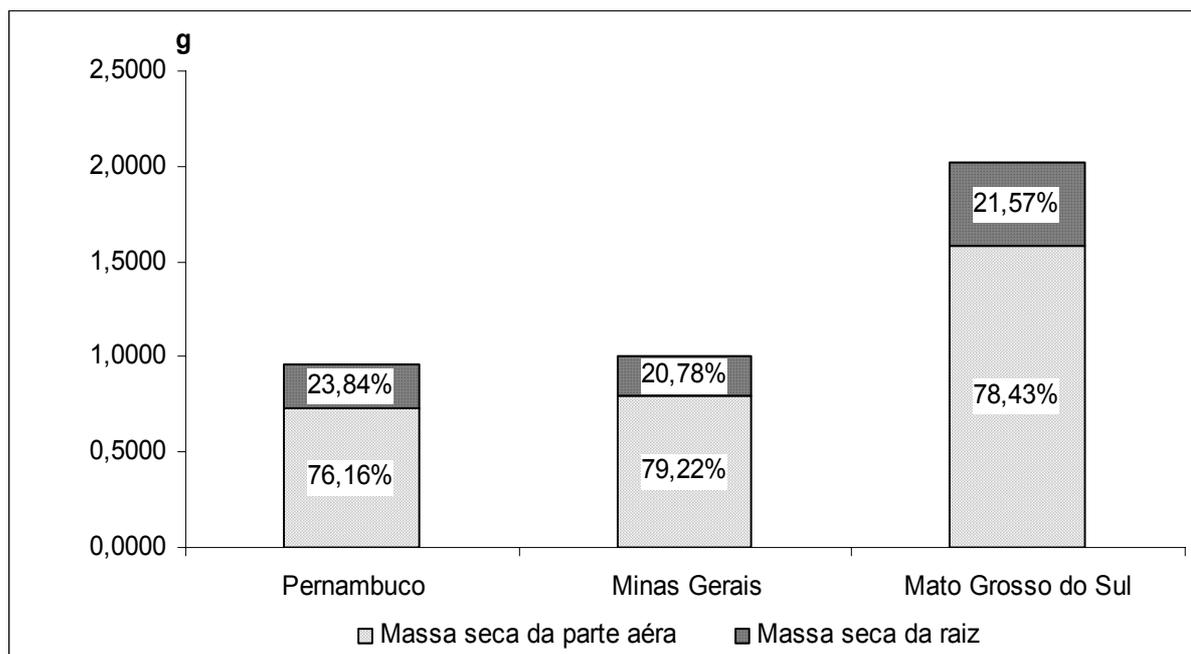


Figura 3. Gráfico da distribuição da biomassa seca em mudas de *Jatropha curcas* pela procedência, aos 60 dias após semeadura.

### 5.3 Plantas aos 15 dias do Plantio em Vasos

No quadro 2 observa-se a análise de variância para as variáveis estudadas após duas semanas do plantio nos vasos. Nesse estágio, o desenvolvimento das plantas respondeu à diferença apenas para procedências em todas variáveis, exceto incremento em diâmetro de coleto (DC). A ausência de resposta para DC, deve-se ao curto período de tempo entre a análise anterior.

Quadro 2. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de *Jatropha curcas* aos 15 dias após plantio em vasos.

F. V.	G. L.	QUADRADO MÉDIO				
		H:DC	NF	SPAD	DC	H
Bloco	2	0,038 <sup>ns</sup>	5,110 *	47,888 **	0,646 <sup>ns</sup>	6,984 **
Procedência	2	0,814 **	40,164 **	19,198 *	1,104 <sup>ns</sup>	12,884 **
Solo	2	0,042 <sup>ns</sup>	0,040 <sup>ns</sup>	5,745 <sup>ns</sup>	0,251 <sup>ns</sup>	0,142 <sup>ns</sup>
Solo x Proc	4	0,036 <sup>ns</sup>	1,026 <sup>ns</sup>	5,095 <sup>ns</sup>	0,468 <sup>ns</sup>	1,204 <sup>ns</sup>
Resíduo	43	0,034	1,399	4,822	0,464	0,514

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

As médias das variáveis para procedências encontram-se na Tabela 2. As mudas da procedência PE apresentaram as menores médias para três variáveis, com menor média de número de folhas (4,77) e menor valor de SPAD (31,20), porém também obteve menor valor para a relação H:DC (0,98), o que pode indicar maior rusticidade das mudas. De acordo com Carneiro (1995), o crescimento em altura pode ocasionar o enfraquecimento do estado fisiológico das mudas, o mesmo deve ser acompanhado por crescimento proporcional do diâmetro, ou seja, a relação H:DC deve ser baixa. O comportamento do incremento em altura foi maior para as procedências PE e MS (Tabela 4).

Tabela 4. Médias das variáveis relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF), quantificação de clorofila (SPAD) e incremento em altura (H) por procedência aos 15 dias do plantio em vasos

Procedências	H:DC	NF	SPAD	H (cm)
PE	0,98 b	4,77 b	31,20 b	3,4 a
MG	1,30 a	7,26 a	31,19 b	2,75 b
MS	1,39 a	7,45 a	32,98 a	3,99 a

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

#### 5.4 Plantas aos 30 Dias do Plantio em Vasos

Aos 30 dias após plantio a relação H:DC mostrou diferenças tanto para procedências quanto para solo. Ginwal et al (2004) relatam haver diferenças no diâmetro do coleto e no número de folhas em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em estágio de viveiro. Nesse período o local onde as planta se encontravam foi infestado por ácaros rajados promovendo uma queda excessiva das folhas de forma geral, assim o número de folhas não demonstrou diferenças para as procedências, porém houve diferenças para fonte de variação de solo.

Nesse momento do desenvolvimento, surgiram as primeiras ramificações nas plantas de *J. curcas*. O de ramificações foi influenciadas pelas procedências, sendo que a procedência PE apresentou maior média de ramificações (0,083), ainda assim os valores para essa variável mostraram-se baixos. Já para quantificação de clorofila a interação entre solos e procedências foi estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ).

Quanto ao incremento em diâmetro de coleto não houve diferença entre os solos, porém, interação entre solo e procedência foi significativa. Ao passo que a altura respondeu aos tratamentos do solo (Quadro 3).

Quadro 3. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de *Jatropha curcas* 30 dias após plantio em vasos.

F. V.	G. L.	QUADRADO MÉDIO					
		H:DC	NF	NR	SPAD	DC	H
Bloco	2	0,222 **	18,734 ns	0,015 ns	8,347 ns	10,289 **	3,482 ns
Procedência	2	0,319 **	20,201 ns	0,036 **	28,781 *	5,756 *	4,063 ns
Solo	2	0,265 **	39,474 *	0,003 ns	13,077 ns	0,946 ns	137,251 **
Solo x Proc	4	0,023 ns	12,974 ns	0,006 ns	24,462 *	5,666 *	14,630 ns
Resíduo	43	0,033	8,681	0,006	8,571	1,754	14,794

ns - não significativo a 5%; \* - significativo a 5%; \*\* - significativo a 1%

A procedência PE novamente apresentou menor valor para relação altura e diâmetro de coleto (1,67), indicando maior rusticidade das mudas, e também apresentou maior média de número de ramificações (0,083). De acordo com Souza (2007) um número elevado de ramificações é desfavorável para a colheita mecanizada, porém o mesmo aumenta a produtividade da planta, assim ao se considerar o pinhão manso, cuja colheita é manual, maior número de ramos torna-se uma característica desejável. As procedências MG e MS não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 5).

Tabela 5. Médias das variáveis relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC) e número de ramos (NR) por procedência em 30 dias após plantio em vasos

Procedências	H:DC	NR
PE	1,67 b	0,083 a
MG	1,90 a	0,006 b
MS	1,89 a	0,006 b

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

Na Tabela 6, encontram-se as médias dos tratamentos de solo para relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF) e incremento em altura (H). Em relação aos solos, o solarizado apresentou menores médias para as três variáveis resultando em mudas menores (H:DC = 1,69, NF = 9,19 e H = 14,79

cm),. O solo solarizado é isento de fungos micorrízicos, o que pode ter gerado crescimento mais lento, pois de acordo com Carvalho *et. al.* (2007), o pinhão manso apresenta dependência de fungos micorrízicos.

O solo solarizado com FMAs não apresentou diferenças nos resultados das variáveis H:DC e NF (1,84 e 11,30, respectivamente), e manteve-se igual ao solo testemunha em relação a altura (solo solarizado com FMAs = 18,12 e solo testemunha = 20,28), tal resultado pode ser explicado pelo fato de os dois tratamentos de solo apresentarem fungos micorrízicos. Costa et al (2001) observaram aumento na altura das mudas de acerola enraizadas e inoculadas com micorrizas, porém as diferenças entre as mudas inoculadas e não inoculadas só apareceram a partir de 56 dias após a inoculação com micorrizas. O pinhão manso por sua vez obteve resposta similar em um período de 30 dias após a inoculação, esse fato pode ser devido à produção das mudas do pinhão manso ter ocorrido por semeadura, ao passo que as de acerola foram produzidas por estaquia, atrasando a resposta das mesmas.

Tabela 6. Médias das variáveis relação entre altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF), e altura (H) por solo um 30 dias após plantio em vasos

Solo	H:DC	NF	H (cm)
solarizado	1,69 b	9,19 b	14,79 b
solarizado + FMA	1,84 ab	11,30 ab	18,12 a
testemunha	1,93 a	12,04 a	20,28 a

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

Na interação entre solo e procedência, MG obteve menor valor para quantificação de clorofila (SPAD = 27,41) no solo solarizado, ou seja a ausência de inóculos de fungos micorrízicos parece ter desfavorecido-a em relação às procedências PE e MS. Esta última teve melhor desempenho para SPAD, favorecida pela presença do inóculo em suas raízes (Tabela 7).

Tabela 7. Médias da variável quantificação de clorofila (SPAD) na interação entre Solo e Procedência um 30 dias após plantio em vasos

Procedência	Solarizado	Solarizado + FMA	Testemunha
PE	31,74 a A	30,21 a A	28,71 a A
MG	27,41 b A	26,32 a A	29,37 a A
MS	30,09 ab AB	30,24 a A	26,04 a B

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

Para o tratamento de solo solarizado a procedência PE foi a que melhor se adaptou as condições do solo (7,92), porém sem diferenças estatísticas para MS (7,21 mm) mostrando-se mais adaptável as condições mais adversas sem demonstrar diferença no incremento em diâmetro em nenhum dos tratamentos apresentados. Ao contrário da procedência MG apresentou maior sensibilidade as variações dos tratamentos, com melhores resultados no solo testemunha (7,96 mm) (Tabela 8).

Tabela 8. Médias da variável incremento em diâmetro de coleto (DC), em milímetros (mm), na interação entre Solo e Procedência 30 dias após plantio em vasos

Procedência	Solarizado	Solarizado + FMA	Testemunha
PE	7,92 a A	8,30 a A	7,10 a A
MG	5,55 b B	6,85 a AB	7,96 a A
MS	7,21 ab A	6,91 a A	6,29 a A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

## 5.5 Plantas aos 60 Dias do Plantio – Influência do Sombramento

Entre o primeiro e segundo mês, as plantas foram divididas em dois grupos separados por uma distância de aproximadamente 1 Km, na tentativa de controlar a infestação de ácaros. Os novos locais promoveram diferenças em todas as variáveis avaliadas com exceção da variável DC.

Ocorreram diferenças para procedência e solo com as variáveis relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) e número de folhas (NF). Para o solo o incremento em altura (H) também foi significativo. A interação dupla Procedência X Local e a tripla

Solo X Local X Procedência proveram diferenças entre as médias de H:DC, ao passo que a interação Solo X Procedência apresentou diferenças para H:DC e H.

Quadro 4. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de *Jatropha curcas* 60 dias após plantio em vasos.

F. V.	G. L.	QUADRADO MÉDIO					
		H:DC	NF	NR	SPAD	DC	H
Bloco	2	0,030 <sup>ns</sup>	179,277 <sup>**</sup>	0,139 <sup>ns</sup>	9,619 <sup>ns</sup>	1,437 <sup>ns</sup>	63,592 <sup>**</sup>
Local	1	5,899 <sup>**</sup>	408,375 <sup>**</sup>	0,730 <sup>*</sup>	31,680 <sup>**</sup>	0,866 <sup>ns</sup>	2556,700 <sup>**</sup>
Procedência	2	0,189 <sup>**</sup>	142,653 <sup>**</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	2,329 <sup>ns</sup>	0,109 <sup>ns</sup>	16,287 <sup>ns</sup>
Solo	2	0,858 <sup>**</sup>	280,500 <sup>**</sup>	0,174 <sup>ns</sup>	0,079 <sup>ns</sup>	3,906 <sup>ns</sup>	222,868 <sup>**</sup>
Proc. x Loc	2	0,062 <sup>**</sup>	32,048 <sup>ns</sup>	0,167 <sup>ns</sup>	2,920 <sup>ns</sup>	1,405 <sup>ns</sup>	0,219 <sup>ns</sup>
Solo x Loc	2	0,102 <sup>**</sup>	18,779 <sup>ns</sup>	0,178 <sup>ns</sup>	4,353 <sup>ns</sup>	0,990 <sup>ns</sup>	42,052 <sup>*</sup>
Solo x Proc	4	0,002 <sup>ns</sup>	33,500 <sup>ns</sup>	0,055 <sup>ns</sup>	1,779 <sup>ns</sup>	2,779 <sup>ns</sup>	6,261 <sup>ns</sup>
Sol.xProc.xLoc	4	0,036 <sup>*</sup>	27,089 <sup>ns</sup>	0,174 <sup>ns</sup>	2,060 <sup>ns</sup>	0,642 <sup>ns</sup>	2,603 <sup>ns</sup>
Resíduo	34	0,114	26,111	0,115	4,112	1,230	10,617

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

A procedência Pernambuco mostrou médias inferiores para número de folhas (Tabela 9). Na tabela 10, as médias de número de folhas e incremento em altura por solo mostraram que nesse estágio as plantas foram sensíveis ao solo solarizado, com menores médias, sendo que no solo testemunha obteve-se as maiores médias, indicando a preferência das mudas pelo solo não tratado.

Tabela 9. Médias da variável número de folhas (NF) por procedência 60 dias após plantio em vasos

Procedências	NF
PE	24,45 b
MG	29,17 a
MS	29,47 a

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

Tabela 10. Médias das variáveis número de folhas (NF) e incremento em altura (H) por solo 60 dias após plantio em vasos

Solo	NF	H (cm)
solarizado	23,76 b	12,66 c
solarizado + FMA	27,68 ab	16,11 b
testemunha	31,65 a	19,69 a

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

O local a pleno sol apresentou médias superiores para as variáveis número de folhas e número de ramos. O número de folhas mais elevado nesse local deve-se ao fato de a incidência solar ser maior. Quando ao número de ramificações, Tomaz (2005) em seu estudo com café afirma que um maior número de ramificações aumenta o número de ramificações secundárias e conseqüentemente pode beneficiar a produção devido ao maior vigor e desempenho das plantas mais ramificadas (Tabela 11).

Tabela 11. Médias das variáveis número de folhas (NF), e número de ramos (NR) por local 60 dias após plantio em vasos

Local	NF	NR
Pleno sol	30,5 a	0,31 a
Solarizado	24,95 b	0,07 b

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

Em relação ao incremento em altura, a interação entre solo e local mostrou que o local sombreado promoveu maior incremento nos três solos (Tabela 12), o maior incremento de altura pode ser devido a menor incidência solar causada pelo sombreamento do local. Pois de acordo com Arruda et al. (2004), o pinhão manso é uma espécie muito exigente em insolação, e um dos efeitos de déficit de luminosidade é o alongamento de ramos ou parte de ramos, o que reflete diretamente na altura da planta (POORTER 1999).

O comportamento do solo testemunha, na interação entre solo e local, foi similar nos dois locais, sendo que nesse solo as plantas apresentaram maiores valores para incremento em altura. Porém no local a pleno sol, o solo testemunha não mostrou diferença para o solo solarizado e com inóculo de FMAs. Nesse mesmo local, as plantas do solo solarizado obtiveram média de incremento em altura menores, assim como no local a pleno sol, mas no local sombreado esse solo não diferiu do solo solarizado com FMAs (Tabela 12) .

Tabela 12. Médias do incremento em altura (H), em centímetros (cm), na interação entre solo e local 60 dias após plantio em vasos

Solo	Pleno sol	Sombreado
solarizado	7,27 b B	18,03 c A
solarizado + FMA	9,28 ab B	22,95 b A
testemunha	11,26 a B	28,13 a A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

A interação entre procedência e local mostrou que no local sombreado a procedência MG obteve maior valor para a relação altura e diâmetro de coleto (H:DC = 2,75), indicando estiolamento das plantas onde houve menor incidência luminosa. A interação entre solo e local mostrou valores maiores no local sombreado (Tabela 13).

Tabela 13. Médias da variável relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre procedência e local 60 dias após plantio em vasos

Procedência	Pleno sol	Sombreamento
PE	1,85 a B	2,45 b A
MG	1,96 a B	2,75 a A
MS	1,94 a B	2,45 b A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

Na tabela 14 estão representadas as médias da relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre solo e local; o local sombreado novamente foi apresentou maiores média em relação ao local a pleno sol em todos os solos. O solo solarizado, no local a pleno sol, promoveu menores médias para H:DC, já os outros solos não apresentaram diferenças significativas. No local sombreado as diferenças ficam mais evidentes com as médias em ordem crescente para os solos solarizado, solarizado com FMAs e testemunha (2,27; 2,60; 2,86, respectivamente).

Tabela 14. Médias da variável relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre Solo e Local 60 dias após plantio em vasos

Solo	Local 1	Local 2
solarizado	1,76 b B	2,27 c A
solarizado + FMA	1,95 a B	2,60 b A
testemunha	2,04 a B	2,86 a A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

A interação entre solo, procedência e local para relação altura e diâmetro de coleto, encontra-se resumida na tabela 15. No local a pleno sol a média da procedência MG no solo solarizado (1,75) foi inferior ao solo testemunha (2,15) e não obteve diferença com o solo solarizado com FMAs (1,98). No local sombreado

as procedências PE e MG comportaram-se da mesma forma apresentando menores médias para solo solarizado (2,18 e 2,50 respectivamente) sem diferenças com o solo solarizado com FMAs (2,44 e 2,82 em ordem). Já a procedência MS obteve médias diferentes para todos os solos sendo o solo testemunha com maior média e o solo solarizado com menor média.

Tabela 15. Médias da variável relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) na interação entre solo, procedência e local 60 dias após plantio em vasos

Procedência	Local 1			Local 2		
	solarizado	Solarizado + FMA	Testemunha	solarizado	Solarizado + FMA	Testemunha
PE	1,68 a A	1,89 a A	1,98 a A	2,18 ab B	2,44 b AB	2,74 a A
MG	1,75 a B	1,98 a AB	2,15 a A	2,50 a B	2,82 a AB	2,94 a A
MS	1,85 a A	1,99 a A	2,00 a A	2,14 b C	2,54 ab B	2,90 a A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

## 5.6 Plantas aos 90 Dias do Plantio – Influência do Sombramento

Noventa dias após o plantio, o local influenciou todas as variáveis estudadas. A procedência apresentou diferenças significativas para relação altura e diâmetro de coleto e número de folhas. Ao passo que o solo não representou efeito significativo em nenhuma das variáveis, somente nas interações. A interação entre local e procedência foi significativa para incremento em altura. As interações entre solo e procedência e entre solo, procedência e local, apresentaram diferenças significativas para número de ramificações (Quadro 5).

Quadro 5. Análise estatística de variância de parâmetros de crescimento em mudas de *Jatropha curcas* aos 90 dias após plantio em vasos.

F.V.	GL	QUADRADO MÉDIO						
		H:DC	NF	NR	SPAD	AF	DC	H
Bloco	2	0,000 <sup>ns</sup>	260,748**	0,100 <sup>ns</sup>	4,708 <sup>ns</sup>	34,527 <sup>ns</sup>	7,917*	100,584**
Local	1	12,511**	1048,963**	2,107**	48,682*	3767,164**	1,,920*	575,297**
Procedência	2	0,366**	254,826**	0,005 <sup>ns</sup>	18,422 <sup>ns</sup>	12,749 <sup>ns</sup>	1,336 <sup>ns</sup>	3,989 <sup>ns</sup>
Solo	2	0,102 <sup>ns</sup>	68,533 <sup>ns</sup>	0,059 <sup>ns</sup>	9,666 <sup>ns</sup>	322,581 <sup>ns</sup>	5,86 <sup>ns</sup>	33,903 <sup>ns</sup>
Proc.xLoc.	2	0,087 <sup>ns</sup>	30,959 <sup>ns</sup>	0,212 <sup>ns</sup>	20,594 <sup>ns</sup>	55,269 <sup>ns</sup>	1,242 <sup>ns</sup>	3,190 <sup>ns</sup>
Sol.xLoc.	2	0,073 <sup>ns</sup>	26,395 <sup>ns</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	1,926 <sup>ns</sup>	42,751 <sup>ns</sup>	0,887 <sup>ns</sup>	63,159*
Sol.xProc.	4	0,014 <sup>ns</sup>	36,415 <sup>ns</sup>	0,429**	7,542 <sup>ns</sup>	137,978 <sup>ns</sup>	0,445 <sup>ns</sup>	15,467 <sup>ns</sup>
Sol.xProc.xLoc	4	48,1 <sup>ns</sup>	41,658 <sup>ns</sup>	0,397**	1,815 <sup>ns</sup>	24,648 <sup>ns</sup>	0,207 <sup>ns</sup>	15,568 <sup>ns</sup>
Resíduo	34	0,608	44,659	0,075	6,888	134,3920	1,817	17,335

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

A procedência PE obteve valores inferiores tanto para relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) quanto para número de folhas (2,44 e 27,91 respectivamente). Já a procedência MS não diferiu de MG nessas duas variáveis. MS foi estatisticamente igual a PE para H:DC (2,53), apesar de se mostrar superior (PE = 2,44), não apresentou diferença estatística (Tabela 16).

Tabela 16. Médias das variáveis relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) e número de folhas (NF) por procedência 90 dias após plantio em vasos

Procedências	H:DC	NF
PE	2,44 b	27,91 b
MG	2,72 a	34,31 a
MS	2,53 ab	34,54 a

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

Em relação ao local, observam-se maiores médias para as variáveis número de folhas (NF), quantificação de clorofila (SPAD) e incremento em diâmetro de coleto (DC), e menores para relação altura e diâmetro de coleto (H:DC) e área foliar (AF) no local a pleno sol (Tabela 17).

A interação entre Solo e Local mostrou que para o local a pleno sol, não houve diferenças para incremento em altura. Já para o local sombreado, o solo testemunha (13,83) obteve menor média, porém essa foi estatisticamente igual ao

solo solarizado com FMAs (16,87). Em relação aos solos, as médias do local sombreado foram superiores para o solo solarizado (21,22) e solarizado com FMAs (16,97) e iguais ao local a pleno sol (13,83) para o solo testemunha (Tabela 18).

Tabela 17. Médias das variáveis relação altura e diâmetro de coleto (H:DC), número de folhas (NF), quantificação de clorofila (SPAD), área foliar (AF) e diâmetro de coleto (DC) por local 90 dias após plantio em vasos

Local	H:DC	NF	SPAD	AF (cm <sup>2</sup> )	DC (cm)
Pleno sol	2,08 b	36,66 a	35,11 a	46,94 b	3,62 a
Sombreado	3,05 a	27,85 b	33,21 b	63,65 a	2,72 a

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna à significância de 5% pelo teste Tukey.

Tabela 18. Médias da variável incremento em altura (H), em centímetros, na interação entre Solo e Local 90 dias após plantio em vasos

Solo	Pleno sol	Sombreado
solarizado	10,24 a B	20,22 a A
solarizado + FMA	9,81 a B	16,87 ab A
testemunha	11,29 a A	13,83 b A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

A tabela 19 resume a interação entre Solo, Procedência e Local para NR. No local a pleno sol, solo solarizado, MG (1,333) apresentou maior média de ramificações, não houve diferenças para os outros solos nesse local. A procedência PE obteve maior número de ramos no solo 2 (0,611). O local sombreado não mostrou diferenças para procedências nem pra solos.

Tabela 19. Médias da variável número de ramificações (NR) na interação entre Solo, Procedência e Local 90 dias após plantio

Procedência	Pleno sol			Sombreado		
	Solarizado	Solarizado + FMA	Testemunha	Solarizado	Solarizado + FMA	Testemunha
PE	0,000 b B	0,611 a A	0,444 a AB	0,222 a A	0,111 a A	0,222 a A
MG	1,333 a A	0,167 a B	0,296 a B	0,000 a A	0,000 a A	0,000 a A
MS	0,333 b A	0,444 a A	0,741 a A	0,000 a A	0,000 a A	0,259 a A

Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha à significância de 5% pelo teste Tukey.

A presença de micorrizas nas raízes de mudas aumenta a superfície de absorção e aumenta a área de contato com o solo, beneficiando o desenvolvimento das mudas, tanto em fase inicial quanto a campo. Plantas inoculadas apresentam maior incremento em diâmetro do coleto e em altura (CARNEIRO, SIQUEIRA; DAVIDE, 2004; ROCHA et al, 2006).

As micorrizas também promovem maiores incrementos na produção de matéria seca em comparação a plantas não inoculadas (SCHIAVO; MARTINS, 2002). De acordo com Carneiro, Siqueira e Davide (2004) plantas de embaúba que receberam o inóculo em suas raízes obtiveram maiores valores de área foliar e massa seca da parte aérea, o que indica que as mudas inoculadas desenvolvem melhor a parte aérea. O efeito benéfico da inoculação pode ser percebido já em fase de produção de mudas, e se estende durante o desenvolvimento das plantas sendo o resultado observado também a campo, favorecendo a adaptação das plantas.

O presente trabalho confirmou existência de diferenças no desenvolvimento de mudas a partir de sementes provenientes de diferentes regiões. Entre as procedências avaliadas, a procedência Pernambuco mostrou médias inferiores em quase todos os parâmetros avaliados, já Mato Grosso do Sul e Minas Gerais tiveram desenvolvimento similar entre si.

Mudas formadas com sementes da procedência Pernambuco apresentaram menores valores em todas as variáveis mensuradas, inclusive para a razão altura e diâmetro de coleto, o que pode indicar que apesar de seu crescimento ser mais lento, a mesma apresenta maior rusticidade em relação às outras.

Após o plantio das mudas em vasos, observa-se a persistência das diferenças entre as procedências estudadas no desenvolvimento inicial das mudas. De modo geral a procedência Pernambuco apresentou um desenvolvimento mais lento.

A procedência Minas Gerais mostrou bom crescimento no período estudado, porém também obteve maiores valores para a relação altura e diâmetro de coleto. Mato Grosso do Sul manteve-se intermediária as outras duas na maior parte do processo.

Em relação aos tratamentos do solo, confirmou-se que a presença de fungos micorrízicos nas raízes influenciou no desenvolvimento, sendo que a sua ausência atrasou o mesmo, apresentando o mesmo comportamento para a maioria das variáveis e fases de desenvolvimento avaliadas.

## 6 CONCLUSÕES

- Observou-se diferenças entre as procedências estudadas;
- De modo geral, a procedência Mato Grosso do Sul apresentou melhor desenvolvimento;
- A ausência de fungos micorrízicos influenciou negativamente o desenvolvimento das mudas;
- O local sombreado promoveu alongamento dos ramos devido a menor luminosidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, H. A. et al. **Crescimento aéreo e radicular de pinhão manso sob diferentes níveis de compactação do solo.** Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/CrescimentoAereo17.pdf>>. Acesso em: 15 abr 2007.

ARAÚJO, C.V.M. et al. Micorriza arbuscular em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Meull no litoral norte da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v.18, n. 3, p.513-520, 2004.

ARAÚJO, F.D.S.; CHAVES, M.H.; ARAÚJO, C.E. **Caracterização do óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L).** Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/agrobioenergia/trabalhos/095.PDF>>. Acesso em: 22 jun 2007.

ARRUDA, F.P. de et al. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Rev. Bras. Ol. Fibros.**, Campina Grande, PB, v.8, n.1, p. 789-799, jan-abr. 2004.

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

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA J. O.; DAVIDE, A. C.; Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de Embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34,n. 3, p. 119-125, 2004.

CARVALHO A.M.X. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em plantios de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, 2007

COSTA, C. M. C. et al. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 893-901, jun. 2001.

DAGAR, J. C., BHAGWAN H., KUMAR Y.; Seed germination studies of *Salvadora persica* and *Jatropha curcas*. **Indian Journal of Forestry**, v. 27, n. 3, p. 283-289. 2004.

GINWAL, H.S. ; RAWAT, P.S. SRIVASTAVA, R.L. Seed Source Variation in Growth Performance and Oil Yield of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. **Silvae Genetica**, v. 53, n. 4, p. 186-192. 2004.

GINWAL, H.S. et al. Seed Source Variation in Growth Performance of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. of Australian Origin in India. **Silvae Genetica**, v. 53, n. 4, p. 182-186. 2004.

GINWAL, H.S. et al. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. **Silvae Genetica**, v. 54, n. 2, p. 76-80. 2005.

GRIMM, C. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. Entomologia. **Experimentalis et Applicata**, v. 92, p. 127–136. 1999.

HANDBOOK on *Jatropha Curcas*. (First draft). Fact Foundation, March 2006.

Marcos Filho, J. **Fisiologia de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARQUES, D. de A.; FERRARI, R.A. O papel das novas biotecnologias no melhoramento genético do pinhão manso. **Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 65-67, jul./dez. 2008.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 7.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 927p.

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

POORTER, L.. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient : the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, v. 13, p.396-410. 1999

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, december. 2002.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906p.

ROCHA, F. S. et al. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.77-84, jan. 2006.

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

SAIKIA, S.P. et al. Study of accession source variation in morpho-physiological parameters and growth performance of *Jatropha curcas* Linn. **Current Science**, v. 96, n. 10, p. 1631-1636. 2009.

SBRT – Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, Ministério da Ciência e Tecnologia. CETEC – Fundação Centro Tecnológica de Minas Gerais, 29/06/2005.

SBRT (Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, Ministério da Ciência e Tecnologia) UnB – Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, 16/01/2006.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 519-523, ago. 2002.

SEVERINO, L.S. et al. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso**. João Pessoa: Embrapa Algodão, 2006.

SOUZA, A. S. **Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares**. Fortaleza, 2007. 212p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará.

TOMAZ, M. A. et al. Porta-enxertos afetando o desenvolvimento de plantas de *Coffea arabica* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.570-575, maio/jun. 2005.

VALE, F.X.R. do; FERNADES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. **Software QUANT Version 1.0.1**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, abr. 2003.

VALE, L.S.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. **Crescimento do pinhão manso em solo compactado**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/CrescimentoPinhao.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2007.

WIESENHÜTTER, J. Use of the physic nut (*Jatropha curcas* L.) to combat desertification and reduce poverty - Possibilities and limitations of technical solutions in a particular socio-economic environment, the case of Cape Verde. In: CONVENTION Project to Combat Desertification. Bonn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 2003.