



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CAMPUS DE PATOS – PB**

**CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE CINCO ACESSOS DE  
PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.) CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE  
SANTA TEREZINHA-PB**

**RENATA FIGUEIREDO MARINHO**

**Patos – Paraíba – Brasil**

**2011**

**RENATA FIGUEIREDO MARINHO**

**CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE CINCO ACESSOS DE  
PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas*) CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE  
SANTA TEREZINHA-PB**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Almeida Viégas

**Patos – Paraíba – Brasil  
2011**

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO  
CSTR /UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CAMPUS DE PATOS-PB

M338a

2011

Marinho, Renata Figueiredo

Crescimento e teores de nutrientes de cinco acessos de pinhão-  
manso (*Jatropha curcas* L.) cultivados no município de Santa Terezinha-  
PB/ Renata Figueiredo Marinho . - Patos - PB: UFCG /UAEF, 2011.

45p.: il.

Inclui Bibliografia.

Orientador (a): Ricardo Almeida Viégas

(Graduação em Engenharia Florestal). Centro de Saúde e Tecnologia  
Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1- Nutrição de Plantas. 2 – Solos. 3- Acúmulo de nutrientes. 4 – Solução  
nutritiva. 6 – Variáveis de crescimento

CDU: 631.81

**RENATA FIGUEIREDO MARINHO**

**CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE CINCO ACESSOS DE  
PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas*) CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE  
SANTA TEREZINHA-PB**

Monografia apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia  
Florestal, como parte das exigências para obtenção do  
Grau de Engenheiro Florestal.

APROVADA em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Prof. Dr. RICARDO ALMEIDA VIÉGAS (UAEF/UFCG)

Orientador

---

Prof. Dr. DIÉRCULES RODRIGUES DOS SANTOS (UAEF/UFCG)

1º Examinador

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. ASSÍRIA MARIA FERREIRA DA NÓBREGA (UAEF/UFCG)

2ª Examinadora

Dedico este trabalho aos meus familiares, Pais, filho, irmãos e colegas que acreditaram neste projeto e, em especial, ao meu noivo por apoiar e compartilhar todos esses momentos importantes pelos quais passei, com a graça de Deus.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado abençoando-me com coragem e sabedoria para realização deste trabalho.

A todos os meus familiares e amigos que acreditaram e estiveram comigo nesta caminhada.

Ao meu orientador, Professor Dr. **Ricardo Almeida Viégas**, amigo que esteve sempre ao meu lado e suporte de todo meu conhecimento acadêmico.

A Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade na realização do curso de Engenharia Florestal.

Ao Instituto Fazenda Tamanduá, na pessoa de Dr. **Pierre Landolt**, pelo grande apoio na realização desta pesquisa.

Aos Professores do Curso de graduação em Engenharia Florestal, por todos os ensinamentos adquiridos.

A colega Rosivânia pelo auxílio prestado na elaboração deste trabalho.

Aos colegas de curso **Mayara, Cheila, Tibério, Girlânio, Hêric e Gregório**, pelo laço de amizade, união e ajuda nas horas mais difíceis.

A Engenheira Florestal Msc **Deborah Laurentino de Moraes**, companheira incondicional e profissional exemplar.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram com minha formação profissional.

MARINHO, Renata Figueiredo. **CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE CINCO ACESSOS DE PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas*) CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA-PB** 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2011.

**CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE CINCO ACESSOS DE PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas*) CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA-PB**

**RESUMO**

O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento de diferentes acessos de pinhão-manso, AC1(Maturéia), AC2(Cruzamento), AC3(Minas Gerais), AC4(Autopolinizada), AC5(Linhagem anã). O experimento foi conduzido em duas etapas: casa de vegetação e campo, no Instituto Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, PB. As plantas de pinhão-manso foram cultivadas em vasos plásticos com 12L de substrato composto por solo arenoso + solo argiloso na proporção 1:1. Durante o período experimental (4 meses – Experimento 1) as irrigações foram diárias utilizando solução nutritiva de Hoagland com 40% de sua força iônica com avaliação da altura das plantas, número de folhas e área foliar. Após 4 meses as plantas de pinhão-manso foram transferidas para condição de campo e adubadas com 50g da fórmula 10-10-10, a cada 30 dias, por um período de 4 meses (Experimento 2). Ao final de 120 dias foram quantificados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Na e Si, de cada acesso. O delineamento experimental, para os dois experimentos, foi inteiramente casualizado com quatro repetições. No experimento 1 os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial e no experimento 2 foram avaliados pelo teste de tukey, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT. Os acessos avaliados exibiram comportamento diferenciado para cada uma das variáveis analisadas. Os resultados do presente estudo são sugestivos de variabilidade genética o que também é indicado pelas características anatômicas diferenciadas entre os acessos.

**Palavras-chave:** Parâmetros de crescimento, solução nutritiva, teores de nutrientes.

MARINHO, Renata Figueiredo. **Growth and nutrient content of five accesses of jatropha (*Jatropha curcas* L.) CULTIVATED IN THE CITY OF SANTA TEREZINHA-PB** 2011. Monograph (Graduation in Forestry) – University of Campina Grande, Health Centers and Rural Technology, Patos - PB, 2011.

**Growth and nutrient content of five accesses of  
jatropha (*Jatropha curcas* L.) CULTIVATED IN THE CITY  
OF SANTA TEREZINHA-PB**

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the behavior of different accessions of jatropha, AC1 (Maturéia), AC2 (Crossing), AC3 (Minas Gerais), AC4 (pollinate), AC5 (Line age dwarf). The experiment was conducted in two steps: the greenhouse and field, Tamanduá Farm Institute, Santa Terezinha, PB. The jatropha plants were grown in plastic pots with a substrate composed of 12L sandy soil + clay soil in 1:1 ratio. During the experimental period (4 months - Experiment 1) the irrigation was daily using Hoagland nutrient solution with 40% ionic strength to the evaluation of plant height, leaf number and leaf area. After 4 months the jatropha plants were transferred to field conditions and fertilized with 50g of the formula 10-10-10, every 30 days, for a period of 4 months (Experiment 2). At the end of 120 days were quantified foliar concentrations of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Na and Si, for each access. The experimental design for both experiments was completely randomized with four replications. In Experiment 1 data were submitted to polynomial regression analysis and in experiment 2 were evaluated by Tukey's test, with the help of the statistical program Assisat. The accessions evaluated exhibited different behavior for each of the variables analyzed. The results of this study are suggestive of genetic variability which is also indicated by the anatomical characteristics differentiated between accesses.

**Keywords:** Growth parameters, nutrient solution, nutrient content.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Centros de origem e distribuição .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Caracterizações botânicas do pinhão-manso .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Ecologia do pinhão-manso.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Diversidade genética.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Melhoramento genético .....</b>	<b>18</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Experimento 1.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.1 Localização do experimento, características climáticas e ambientes edáficos.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.2 Descrição do experimento.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.3 Determinação da altura, número de folhas e área foliar .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3.1 Altura das plantas .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3.2 Número de folhas .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3.3 Área foliar.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.4 Desenho experimental e análises estatísticas.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Experimento 2.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1 Descrição do experimento .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.2 Desenho experimental e análises estatísticas.....</b>	<b>25</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Variáveis de Crescimento.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Acumulação de nutrientes.....</b>	<b>29</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> — Rota de cultura e não cultura do pinhão-manso .....	13
<b>Figura 2</b> — Visão geral do experimento conduzido em casa de vegetação .....	22
<b>Figura 3</b> — Visão geral do experimento conduzido em campo. ....	25
<b>Figura 4</b> — Altura em plantas jovens de pinhão-manso cultivados em substrato irrigado com solução correspondente a 40% da solução de hoagland. ....	27
<b>Figura 5</b> — Número de folhas em plantas jovens de pinhão-manso cultivados em substrato irrigado com solução correspondente a 40% da solução de hoagland .....	27
<b>Figura 6</b> — Área foliar em plantas jovens de pinhão-manso cultivados em substrato irrigado com solução correspondente a 40% da solução de hoagland.....	29
<b>Figura 7</b> — Teores de N em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	30
<b>Figura 8</b> — Teores de P em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	30
<b>Figura 9</b> — Teores de K em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	31
<b>Figura 10</b> — Teores de Ca em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	32
<b>Figura 11</b> — Teores de Mg em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	32
<b>Figura 12</b> — Teores de S em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	33
<b>Figura 13</b> — Teores de Fe em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	34
<b>Figura 14</b> — Teores de Zn em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	34
<b>Figura 15</b> — Teores de Na em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. ....	35
<b>Figura 16</b> — Teores de Si em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso.. ....	35

## 1. INTRODUÇÃO

O uso inadequado dos recursos naturais está induzindo a humanidade a um ponto em que a sua sobrevivência no planeta terra fica cada vez mais comprometida. Devido à queima de combustíveis fósseis e às atividades de Silvicultura, Agricultura e Outros Usos do Solo (conhecido pela sigla AFOLU - *Agriculture, Forestry and Other Land Use*), têm-se aumentado a liberação de gases de efeito estufa (GEE) para a atmosfera acarretando mudanças climáticas em diferentes partes do globo terrestre (IPCC, 2007).

Há uma intenção emergente para o emprego de alguns derivados agrícolas como substitutos de combustíveis fósseis, como é o caso do óleo de algumas plantas oleaginosas. Os chamados combustíveis verdes são uma fonte de energia limpa e renovável com amplo potencial para se tornarem uma nova matriz energética e, gradualmente, contribuir para diminuição do uso de petróleo, reduzindo as emissões de gases do efeito estufa.

Por ser privilegiado em variedade de solo e de climas é presumível que o Brasil possua uma população de, aproximadamente, 200 espécies oleaginosas, que apresentam potencial para produção de biodiesel. Algumas destas espécies vegetais já estão sendo fortemente pesquisadas como prováveis produtoras de biodiesel e como exemplos, citam-se: a mamona, a soja e o dendê. Outra planta ultimamente introduzida neste grupo é o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), espécie que apresenta alto teor de óleo em suas sementes.

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertence à família das Euforbiáceas, é uma planta de origem tropical, produtora de óleo e bem adaptada a diversas regiões do Brasil. O uso do pinhão-manso tem sido incentivado nos últimos anos, pelo Governo e empresas privadas, como uma alternativa para fornecimento de matéria prima para fabricação de biodiesel. Contudo, em alguns plantios recentes, há evidências que o pinhão-manso é uma espécie exigente e que o seu cultivo extensivo deve ser feito em solos naturalmente férteis ou fertilizados artificialmente. Assim fica evidente que

estudos sobre o comportamento do pinhão-mansão são necessários, principalmente quando se tem como objetivo o seu plantio comercial na Região Nordeste do Brasil onde a grande maioria dos solos apresenta baixa fertilidade natural.

A implantação do cultivo de pinhão-mansão no Nordeste do Brasil pode alavancar o desenvolvimento do setor agrícola local. Atualmente, existem pouquíssimos resultados em pesquisa científica com esta oleaginosa o que é explicado pelo recente apoio do governo federal. Assim, a falta de conhecimento agrícola dessa planta, tanto no meio rural quanto científico, dificulta a sua divulgação e recomendação técnica fazendo-se necessários estudos por parte de instituições de pesquisa.

Diante do exposto e com a finalidade de enriquecer ainda mais as informações sobre esta planta, objetivou-se com esse trabalho, avaliar o comportamento de diferentes acessos de pinhão-mansão em casa de vegetação e campo nas condições do semi-árido do Nordeste do Brasil.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

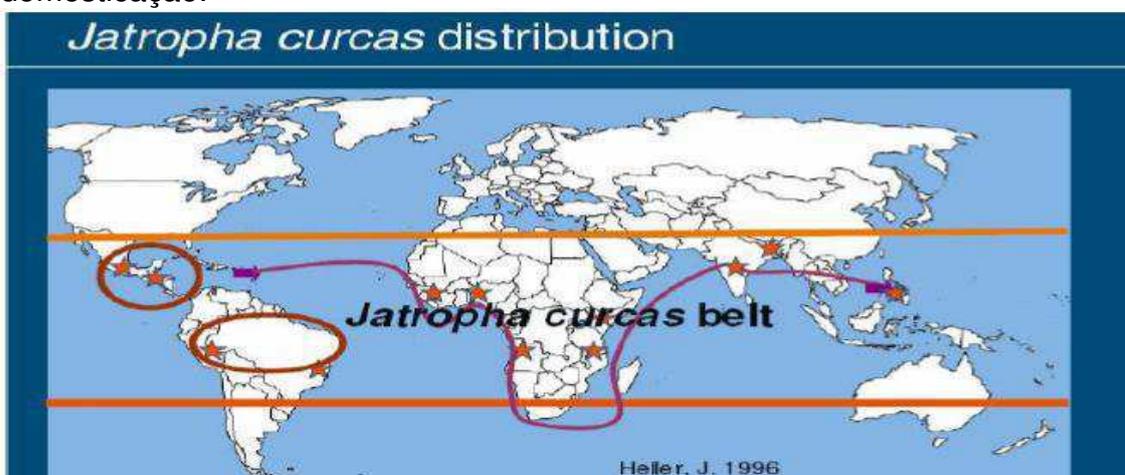
### 2.1. Centros de origem e distribuição

A origem do pinhão manso ainda é muito incerta, porém há relatos e estudos científicos que indicam as Américas do Sul e Central como centros de origem (CÁCERES et al., 2007).

Possivelmente, nativa da América Tropical a *Jatropha Curcas* é encontrada em abundância na grande parte das regiões intertropicais, sendo provavelmente introduzida nessas regiões pelos navegadores Portugueses nas ilhas de Cabo Verde e em Guiné e seu cultivo expandido por vários países do mundo. Dentre eles, destacam-se: a Índia e China em extensão de áreas plantadas (ARRUDA et al., 2004).

No Brasil a distribuição da espécie é bastante ampla, com condições de se adaptar a vários climas bastante variáveis, devido a sua rusticidade e resistência a longas estiagens, podendo ser encontradas, principalmente, nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste (SATURNINO. 2005). Segundo o pesquisador Dílson Cáceres, há quem defenda como o centro de origem da espécie o cerrado mineiro, pois foi lá que começaram os estudos para a produção de óleo combustível, no início da década de 1980 (CÁCERES et al., 2007).

**Figura 1.** Rota de cultivo e não cultivo do pinhão-manso e sua domesticação.



Fonte — Heller (1996).

## 2.2. Caracterizações botânicas do pinhão-mansô

Pertencente à família da Euphorbiaceae, o gênero *Jatropha* possui aproximadamente 160 espécies de plantas herbáceas e arbustivas, apresentando valor medicinal, ornamental e como oleaginosa. É um arbusto grande, de crescimento rápido. Sua altura varia de dois a três metros, outras podendo atingir até 5 metros em condições especiais (SATURNINO *et al.*, 2005).

Seu tronco mede aproximadamente 20 cm de diâmetro, apresentando desde a base cicatrizes foliares; possui raízes curtas, pouco ramificadas e uma pivotante, podendo atingir até cinco metros de profundidade (SATURNINO *et al.*, 2005).

Suas folhas possuem disposição alternada a subopostas, sua coloração é verde com nervuras esbranquiçadas e salientes na parte abaxial. Tem formato de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas. Providas de valor medicinal, as folhas após decocção são usadas contra tosse e como anticéptico em recém-nascido. (DIAS *et al.*, 2007)

Paralela com as novas folhas surgem às inflorescências, hermafrodita, monóica, de cor amarelada, com flores masculinas e femininas na mesma planta, mas com sexo separado (DIAS *et al.*, 2007).

As flores masculinas representam a maioria, localizadas nas extremidades das ramificações, já as femininas encontram-se em menores quantidades na base das ramificações com coloração esverdeada, sua floração, geralmente, ocorre, depois do período da seca, início das chuvas (SATURNINO *et al.*, 2005).

O fruto possui um diâmetro que varia de 1,5 a 3,0 cm, seu formato é capsular ovóide, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, trilocular (podendo apresentar de uma a quatro sementes) e sua maturação não é uniforme, ou seja, em um mesmo cacho podem existir frutos verde, maduros (quando amarelos), castanhos e por fim quase pretos. A variação do seu peso varia de 1,5 a 3,0 g (SATURNINO *et al.*, 2005).

Segundo Oliveira et al, 2009, as sementes possuem um tamanho relativamente grande, quando secas chegam a medir 2 cm de comprimento e 1,3 cm de largura. Tegumento rijo, quebradiço, de fratura resinosa, a semente apresenta grande teor de óleo, variando entre 25 a 38% e em sua composição, se tem 7,2% de água, 55,3% de açúcar, amido, albuminóide e matérias minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio. Possui, debaixo do invólucro da semente, uma película branca que cobre a amêndoa e o seu embrião é provido de dois largos cotilédones achatados.

### **2.3. Ecologia do pinhão-manso**

O pinhão-manso pode ser encontrado em uma ampla faixa de altitude que varia desde o nível do mar até 1000 metros; da mesma forma, esta espécie de planta se adapta a variações de precipitação entre 480 a 2380 mm e de temperatura entre 18 a 28,5°C (BELTRÃO; CARTAXO, 2006). De maneira similar, o pinhão-manso pode ser encontrado em vários tipos de solos, inclusive em solos marginais com baixa fertilidade natural (ARRUDA et al., 2004), contudo necessita de solos férteis para atingir produções econômicas (LAVIOLA e DIAS, 2008).

Em outro estudo, com resultados contraditórios, Maes et al. (2009), avaliaram através de um mapeamento realizado com a distribuição natural da cultura da *J.Curcas* na América Central e no México, que a cultura não é encontrada frequentemente nas regiões com climas árido e semiárido e com precipitação média inferior a 944 mm por ano, o que sugere a necessidade de condições climáticas que oferecem precipitação média elevada e temperaturas altas com médias variando de 19,3 a 27,2°C, com temperaturas mínimas chegando a 10,5°C. De forma distinta Luo et al. (2005) concluíram através de estudos que as mudas de *Jatropha* cultivadas em temperaturas abaixo de 8°C têm seu crescimento prejudicado e que em temperaturas acima de 12°C não há danos significativos ao seu desenvolvimento; contudo, não resistiram às geadas.

Henning (2003) relata que na África o pinhão-manso cresce normalmente em condições de precipitação mínima de 600 mm/ano e em precipitações inferiores a 600 mm/ano a planta vegeta intensamente e, como consequência, não apresenta produtividade relevante; já nas ilhas de Cabo Verde, onde existem áreas com precipitação de 250 mm/ano, verifica-se uma alta umidade (devido ao orvalho), fazendo com que a planta produza normalmente.

Tominaga et al. (2007), relatou que o excesso de chuva interfere em sua floração anual que é de 3 a 4 meses nas regiões semiáridas, podendo chegar a 6 meses em regiões do centro-oeste e sudeste do Brasil. Conforme Peixoto (1973) e Brasil (1985), o pinhão-manso tem que ser cultivado, na melhor das hipóteses, em solos estruturados e pouco compactados fazendo com que suas raízes se desenvolvam adequadamente e possam explorar melhor o solo e absorverem os nutrientes de forma mais eficiente. Adaptando-se as diversas condições climáticas em solo fértil, apesar de sua pouca exigência, citada em algumas literaturas, o pinhão-manso não apresenta desempenho satisfatório em áreas encharcadas ou alagadiças, portanto, solos rasos, muito argilosos, pouco arejados e de difícil drenagem, devem ser evitados.

#### **2.4. Diversidade genética**

A *Jatropha curcas* possui uma vasta importância na sua utilização e para completa domesticação da espécie é necessário que sejam solucionados uma série de fatores, entre os quais se citam a dimensão e amplitude da variabilidade genética disponível que é primordial para o avanço e sustentabilidade do processo de ganho genético por seleção no melhoramento. A diversidade genética é mantida em bancos de germoplasma o que possibilita facilidade na obtenção de genes/alelos desejáveis, além de evitar a erosão genética (BUENO et al., 2001).

A disponibilidade das informações quanto à diversidade do germoplasma disponível para o estabelecimento de coleções com variação genética representativa do gênero *Jatropha* é de fundamental importância, de forma que

o germoplasma disponível no mundo necessita de informações quanto à base genética. Hoje o pinhão-mansão apresenta produção variável, alta vulnerabilidade ao ataque de insetos e doenças e baixa diversidade genética (MARQUES e FERRARI, 2008).

Segundo Cruz et al. (2011), quando o estudo de diversidade genética é feito a partir de vários tipos de variáveis (projeção da copa, altura de planta, número total de ramos, largura da semente, entre outras) podem ser recomendadas diferentes estratégias de análises. Uma primeira alternativa é subdividir as características em grupos de modo que seja utilizada para cada grupo a medida de dissimilaridade mais apropriada, tendo-se em vista as particularidades das mensurações efetuadas. Com esse procedimento são obtidas várias matrizes de dissimilaridade, que podem ser utilizadas, individualmente, em análises futuras de projeções ou agrupamento ou mesmo gerar uma matriz de dissimilaridade conjunta, cujos elementos serão dados pela média das dissimilaridades obtidas por meio de cada conjunto de dados. De maneira geral, tem se observado a realização de estudos de diversidade genética com base em caracteres quantitativos, ou qualitativos, ou moleculares, isoladamente.

Rosado et al. (2009), avaliaram a diversidade genética do banco de germoplasma de pinhão-mansão por marcadores moleculares RAPD e SSR, utilizando 192 acessos de pinhão-mansão do banco de germoplasma de diferentes regiões do Brasil, tendo como uso o tecido foliar jovem de cada acesso para extração do DNA genômico, resultando numa base genética reduzida, ou seja, a variação genética entre acessos de pinhão-mansão coletados no Brasil é baixa.

Alkimim et al. (2011) utilizaram RAPD e ISSR para avaliar a diversidade entre 46 genótipos de pinhão manso provenientes do banco de germoplasma ativada EPAMIG – URENM; foram utilizados genótipos da região Norte de Minas, Vale do Jequitinhonha, Bahia, China e Cabo Verde e os resultados obtidos pelos marcadores RAPD e ISSR permitiram detectar baixa variabilidade genética, indicando a necessidade urgente de se aumentar a base genética desta espécie.

## 2.5. Melhoramento genético

Atualmente, no Brasil e no mundo, prevê-se um aumento extraordinário na demanda de oleaginosas influenciado pelo sistema de produção sustentável de bicompostíveis, visto que a obrigatoriedade de percentual da mistura de biodiesel ao diesel de petróleo é cada vez maior; no Brasil este percentual é de 3% (RUG; RUPPEL, 2000).

A principal opção viável para o melhoramento genético da *J. curcas* é a utilização do método convencional, usufruindo-se da variabilidade pré-existente ou a geração de variabilidade através de hibridações interespecíficas, indução de mutações, variação somaclonal e transformação genética (SUJATHA *et al.*, 2005).

A pesquisa de novas variedades de pinhão-mansão é indispensável para o aumento da variabilidade genética atual. No Brasil, ações com foco na obtenção de variedades de pinhão-mansão mais produtivas e resistentes a estresses bióticos e abióticos têm sido conduzidas por várias instituições de pesquisas públicas e privadas. As principais instituições responsáveis pela composição desses bancos de germoplasma encontradas no Brasil são a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola) e UFS (Universidade Federal de Sergipe) (CARELS, 2009).

Contando, aproximadamente, com cerca de 200 acessos de pinhão-mansão em seu banco de germoplasma, oriundos de diversas regiões do Brasil, a Embrapa Agroenergia/Embrapa Cerrados, está selecionando cultivares com alta produtividade de grãos e teor de óleo, sem elementos tóxicos (curcina e ésteres de forbol), resistentes a estresses bióticos e abióticos e adaptados às principais regiões produtoras do Brasil (LAVIOLA, 2010).

A variabilidade genética é de fundamental importância para programas de melhoramento genético (BORÉM; MIRANDA, 2005) A identificação de germoplasma incide em coletar dados que descrevam e diferenciem os indivíduos ou acessos das espécies (VICENTE *et al.*, 2005); deve ser realizada

aplicando-se descritores botânicos, morfológicos, agronômicos e marcadores moleculares, estes definidos pelas “características de DNA “que diferenciam dois ou mais indivíduos e são herdadas geneticamente” (MILACH, 1998), com sua distribuição de maneira dispersa no genoma e sem influência no estágio de desenvolvimento da planta e nas variações ambientais. (OLIVEIRA et al., 2007)

Os diversos tipos de marcadores moleculares são divididos em dois grupos: hibridização e amplificação (MILACH, 1998). Encontram-se no grupo de hibridização os marcadores RFLP e Minissatélites ou locos VNTR; e no grupo da amplificação do DNA são o RAPD, SCAR, Microsatélite ou SSR, ISSR, AFLP, entre outros (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998).

O RAPD é a técnica utilizada com maior frequência por obter resultados mais rápidos, menores custos e menor número de etapas (OLIVEIRA et al, 2007). Esta técnica tem como sua principal função determinar a diversidade e a estrutura genética em populações naturais (LACERDA et al., 2002).

A filogenia é demonstrada através da utilização da técnica RFLP associada à técnica AFLP encontrando-se características específicas a serem utilizadas na obtenção de híbridos interespecíficos, melhoramento e gerenciamento dos recursos genéticos destas espécies (PAMIDIMARRI et al. 2009a). Em estudo paralelo, Basha e Sujatha (2009), para confirmar a hibridização entre *J. Curcas* e outras espécies do mesmo gênero aplicaram quatro tipos de marcadores moleculares, entre eles, RAPD e ISSR.

Avaliada a diversidade genética e distinguidos 42 acessos de *J.curcas* da Índia e um acesso, não-tóxico, do México, essas mesmas técnicas foram empregadas para também desenvolver marcadores SCAR específicos para diferentes populações (BASHA; SUJATHA, 2007).

No Brasil Rocha et al (2010), avaliaram a caracterização molecular de genótipos de pinhão manso utilizando RAPD, cujo objetivo era avaliar o polimorfismo entre genótipos de pinhão manso com fim de estimar a diversidade genética dos acessos disponíveis na coleção de trabalho da Embrapa Algodão, utilizando 19 genótipos de *J. Curcas* selecionados no campo de produção de ITAPORANGA-PB, tendo como resultado, baixa

variabilidade entre genótipos de pinhão manso, havendo maior divergência em dois acessos com relação aos demais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Experimento 1**

##### **3.1.1. Localização do experimento, características climáticas e ambientes edáficos**

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Fazenda Tamanduá, no Município de Santa Terezinha - PB, na Mesorregião do Sertão Paraibano, distante 18 km da cidade de Patos, com Latitude 7° 2' 20" S e Longitude 37° 26' 43" W.

O clima da região é semiárido a sub-úmido seco tropical, com pluviometria limitada em um só período (3 a 5 meses) com médias anuais que variam de 250 a 900 milímetros, distribuída irregularmente. As temperaturas variam de 26°C a 29°C, com insolação média de 2800 h/ano e umidade relativa média do ar de 50%.

A região é apontada por terrenos cristalinos, visivelmente impermeáveis (50%), e solos sedimentares (50%), com algumas restrições, poucos desenvolvidos, mineralmente ricos, pedregosos, poucos espessos e com restrita capacidade para armazenar água.

##### **3.1.2 Descrição do experimento**

Sementes de pinhão manso, provenientes do banco de germoplasma da Fazenda Tamanduá, foram selecionadas por critérios visuais, como deformidades, cor, peso e doenças e, posteriormente, foram superficialmente esterilizadas em uma solução de hipoclorito de sódio 5% (v/v) seguida por lavagem com água destilada para retirada do excesso da substância esterilizante. Foram utilizados vasos plásticos, com capacidade de, aproximadamente, 12 litros, totalizando 20 vasos, os quais foram preenchidos inicialmente com uma camada de brita na parte inferior para permitir drenagem.

Em seguida, os vasos receberam substrato composto por areia e argila na proporção 1:1.

As sementes foram colocadas para germinar no substrato a uma profundidade de 2,0 cm. Para cada recipiente foram semeadas três sementes com a carúncula direcionada para cima. Trinta dias após a emergência das plântulas foi realizado desbaste deixando-se uma planta por vaso.

O experimento foi composto por cinco tratamentos, que corresponderam a cinco diferentes acessos de pinhão-manso: AC1(Maturéia), AC2(Cruzamento), AC3(Minas Gerais), AC4(Autopolinizada), AC5(Linhagem anã), com quatro repetições. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva de Hoagland com 0,4 (40%) da sua força iônica original por um período de 4 meses, em condições de casa de vegetação. A umidade do solo foi mantida próxima a capacidade de campo durante o período experimental.

**Figura 2.** Visão geral do experimento conduzido com plantas de pinhão-manso em casa de vegetação pertencente ao Instituto Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, PB



### **3.1.3. Determinação da altura, número de folhas e área foliar**

#### **3.1.3.1. Altura das plantas**

A altura das plantas foi medida com o auxílio de uma régua graduada, desde o colo da planta até a inserção da última folha. As medidas foram tomadas após 30 dias de emergência da planta, por um período de quatro meses.

#### **3.1.3.2 Número de folhas**

A contagem do número de folhas foi realizada juntamente com a altura e área foliar, a cada 30 dias, após emergência da planta, por um período de 4 meses.

#### **3.1.3.3 Área foliar**

Estimou-se a área foliar com base em uma amostra de, no mínimo, 25% do número de folhas da planta, utilizando o comprimento da nervura principal. Foi considerado como tamanho da nervura principal a distância entre o ponto de inserção do pecíolo e a extremidade da folha. A área foliar foi calculada pela Equação 1, sugerida por (SEVERINO et al., 2007).

$$AF = \sum 0,89 p^2$$

Onde,

- AF – área foliar (m<sup>2</sup>);
- $\Sigma$  – somatório da área foliar;
- p – comprimento da nervura central da folha (m).

### **3.1.4 Desenho experimental e análises estatísticas**

Os tratamentos foram distribuídos de acordo com o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, perfazendo um total de 20 parcelas. Os dados obtidos foram submetidos a análises de regressão polinomial (Teste F, a 1%) para avaliar o comportamento das variáveis em relação aos tratamentos

## **3.2. Experimento 2**

### **3.2.1. Descrição do experimento**

Após conclusão do experimento 1, as plantas de todos os acessos testados foram transplantadas para um solo aluvial. Na ocasião do plantio os acessos de pinhão-manso receberam, em cobertura, 50g da formula 10-10-10 (NPK). A aplicação desta formulação foi repetida, a cada intervalo de 30 dias, por um período de 4 meses, até o final do período experimental .

O material vegetal coletado (folhas), após o término do experimento, foi identificado, acondicionado em sacos de papel, secado em estufa a 65°C, durante 72 horas, triturado em moinho tipo Wiley (peneira com diâmetro de malha de 1 mm) e submetido à análises químicas para determinação dos teores de (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Na, Si). As análises foram realizadas no laboratório de análise agrônômica e ambiental, Linhares, Espírito Santo, utilizando-se as metodologias padrão, para cada elemento (MALAVOLTA, VITTI E OLIVEIRA, 1997).

**Figura 3** — Visão geral do experimento conduzido com plantas de pinhão- manso em condições de campo pertencente ao Instituto Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha-PB.



### 3.2.2. Desenho experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso do programa estatístico ASSISTAT. Os dados foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

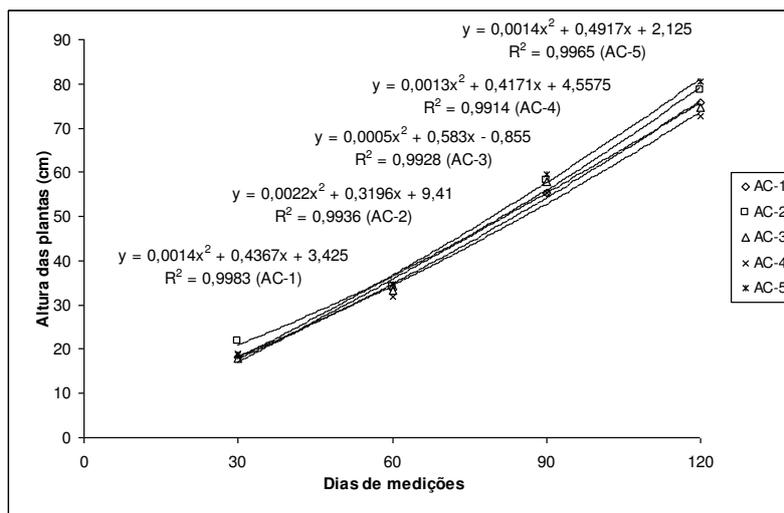
### 4.1 Variáveis de Crescimento

Os resultados apresentados na Figura 4 mostram efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do tempo de cultivo, para a variável altura, em todos os acessos testados; de forma geral, a altura de todos os acessos de pinhão-manso se ajustou ao mesmo modelo de regressão polinomial e, ao final de 120 dias de cultivo, em condições controladas de crescimento, o acesso 5 (AC-5) foi, comparativamente, o que apresentou a maior estimativa para a variável altura (81,29 cm) e o acesso 4 (AC-4), a menor (73,33 cm). Portanto, a diferença máxima estimada para a variável altura, entre todos os acessos de pinhão-manso testados, foi de 7,96 cm. Adicionalmente, o modelo matemático ajustado para a evolução do crescimento em altura, dos acessos de pinhão-manso estudados, é indicativo de que esta espécie de planta apresenta crescimento rápido durante a fase inicial de desenvolvimento, característica, que também foi observada por Morais, (2009); de acordo com esta pesquisadora, o crescimento rápido do pinhão-manso é observado até o primeiro ano de idade da planta. Para Albuquerque et al. (2009), o crescimento em altura do pinhão-manso é bem mais intenso até os 90 dias e se torna um pouco mais lento posteriormente.

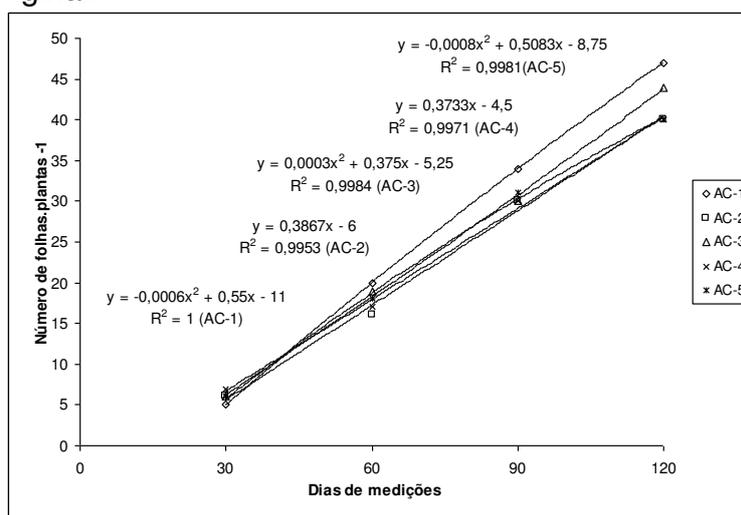
De forma contrária ao observado para a altura das plantas de pinhão-manso, o número de folhas foi ajustado ( $P \leq 0,05$ ) a modelos diferentes de regressão. Para os acessos AC-2 e AC-4 o modelo foi linear e, por outro lado, quadrático negativo para AC-1, AC-3 e AC-5 (Figura 5). É interessante observar que, decorridos 120 dias do início do cultivo, houve uma associação direta entre altura das plantas e número de folhas, isto é: os acessos AC-5 e AC-4 foram aqueles que apresentaram, respectivamente, a maior e menor estimativa para altura e número de folhas (Figuras 4 e 5). A diferença entre os acessos com maior e menor número de folhas foi de, aproximadamente, 20 unidades, fato que pode refletir diferenças importantes na adaptação da planta a diferentes ambientes edáficos e climáticos. Contudo, não somente o número

de folhas é importante na adaptação da planta a um determinado ambiente de cultivo, mas, sobretudo, á área foliar resultante para realização da fotossíntese (VIÉGAS, 1999).

**Figura 4** — Altura dos acessos de pinhão-mansó cultivados em substrato areia e irrigados com solução nutritiva de Hoagland com 40% de sua força iônica original.



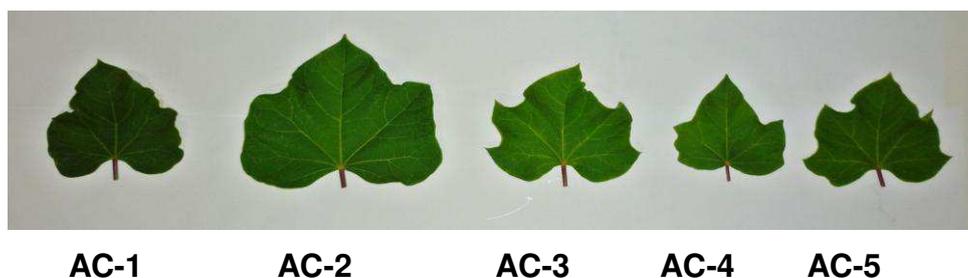
**Figura 5** — Número de folhas dos acessos de pinhão-mansó cultivados em substrato areia e irrigados com solução nutritiva de Hoagland com 40% de sua força iônica original.



A estrutura de uma folhagem, ou sua área útil específica, pode ser um importante fator para determinar a produtividade de uma comunidade vegetal (WINTER; OHLROGGE, 1973); a avaliação cuidadosa da área foliar é sem dúvida fator que auxilia na tomada de decisão para se eleger uma cultivar mais

produtiva. Como observado na Foto 1, os acessos de pinhão-manso apresentam importantes diferenças anatômicas em suas folhas bem com diferentes áreas foliares.

**FOTO 1.** Detalhes da anatomia foliar dos cinco acessos de pinhão-manso investigados.

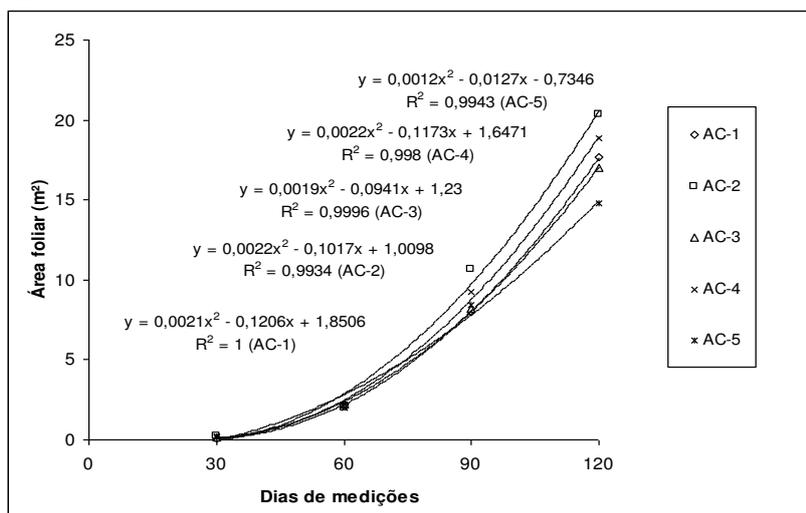


Os dados de área foliar para todos os acessos de pinhão-manso se ajustaram a um mesmo modelo de regressão (Figura 6). Visualmente, a área individual foliar do acesso AC-2 (20,48 m<sup>2</sup>) é, comparativamente, bem maior que a dos demais acessos; essa tendência foi a mesma quando se consideram os dados de área foliar coletiva para cada acesso, principalmente em relação ao acesso AC-5 (14,98 m<sup>2</sup>).

Neste estudo não houve uma associação direta entre número de folhas e área foliar o que pode, em parte, ser explicado pelas diferenças anatômicas apresentadas pelos acessos estudados. A diferença do número de folhas entre o acesso AC-2 (40,40) e o acesso AC-5 (63,76) foi de, aproximadamente, 30%; neste caso a diferença entre a área foliar dos dois acessos foi, também, de 30%. A área foliar e, em menor extensão, o número de folhas, são critérios que devem ser considerados para discriminar genótipos quando as condições de cultivo com relação a disponibilidade de água são restritivas. Ademais, por se tratar de uma espécie perene de planta se espera que o incremento da área foliar seja acelerado na fase de crescimento inicial, como mostra o modelo de regressão a que os dados de área foliar se ajustaram (Figura 6). Em espécies de plantas oleaginosas não perenes, como é o caso da mamoneira, a expansão da área foliar é muito rápida somente nos 30-60 primeiros dias de cultivo (Cardoso et al., 2006). Para Severino et al. (2005) a área foliar se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética de interceptação da luz,

interfere na cobertura do solo, na competição com outras plantas e em várias outras características.

**Figura 6** — Área foliar dos acessos de pinhão-mansão cultivados em substrato areia e irrigados com solução nutritiva de Hoagland com 40% de sua força iônica original.



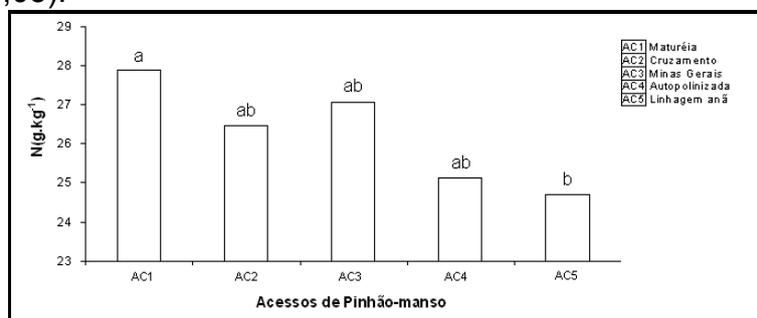
## 4.2 Acumulação de nutrientes

Durante o crescimento e desenvolvimento inicial das plantas de pinhão-mansão a necessidade por nitrogênio (N) é grande. De acordo com (RAIJ, 1991), a complexidade dos fatores que regulam a sua utilização pelas plantas faz com que o N seja objeto de um grande número de estudos os quais têm sido realizados, em sua maior parte, com o objeto de analisar seu desempenho no solo e a sua relação com a eficiência da adubação. No presente estudo somente houve diferença significativa na acumulação de N entre os acessos AC-1, que acumulou 27,8 g/kg de massa seca foliar, e o AC-5, com acumulação de 24,6 g/kg de massa seca foliar (Figura 7); o pinhão-mansão pode, portanto, ser considerada uma espécie de planta bastante exigente em N.

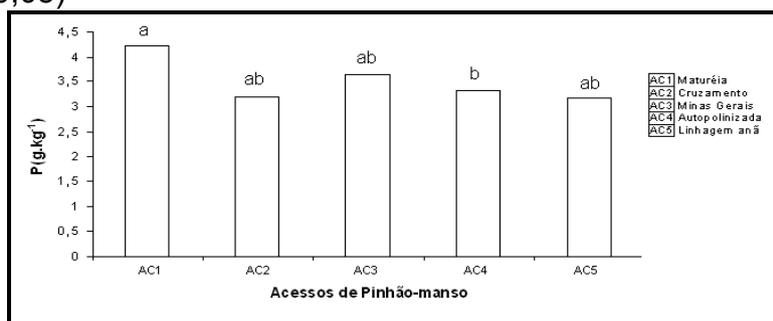
No que se refere à acumulação de fósforo no tecido foliar dos acessos de pinhão-mansão os teores variaram de 3,1 a 4,3 g/kg de massa seca (Figura 8). Entre os acessos estudados somente houve diferença significativa

( $P \leq 0,05$ ) entre o AC-1 e o AC-4. O fósforo, entre os macronutrientes, é aquele exigido em menor quantidade pelas plantas, contudo este nutriente é utilizado em quantidades significativas nos solos do Brasil; este fato é explicado pela baixa disponibilidade deste nutriente e, também, por sua forte tendência em reagir com outros elementos do solo para formar compostos de baixa solubilidade (FURTINI NETO et al., 2001).

**Figura 7** — Teores de N em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



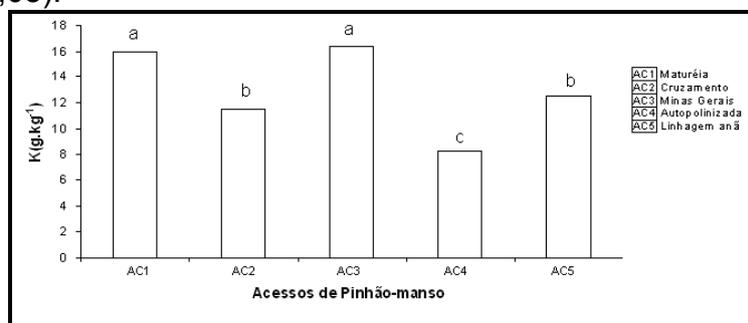
**Figura 8** — Teores de P em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



O nutriente de maior mobilidade na planta é o potássio o qual se move de uma célula para outra e do xilema para o floema; causa pela qual, é o elemento mineral de maior participação nos procedimentos osmóticos que envolvem absorção e armazenamento de água pelas plantas (PIMENTEL, 2004). Por ser uma planta caducifólia e adaptada a condições de estresse hídrico o pinhão-manso é muito exigente em potássio (K). De forma

geral, os acessos estudados exibiram diferentes habilidades na acumulação de K (Figura 9). A acumulação de K foi bem maior para os acessos AC-1 e AC-3, seguidos dos acessos AC-5, AC-2 e AC-4. Na literatura pesquisas sobre a adubação potássica com pinhão-manso ainda são incipientes. Gonçalves et al. (2007) e Evangelista et al. (2009) não observaram efeitos significativos do K sobre variáveis de crescimento em pinhão-manso. Outros resultados sobre adubação potássica com pinhão-manso foram apresentados por Evangelista et al. (2008), que também não observaram efeito significativo em solos com 101 mg de K/kg de solo (alta disponibilidade) e por Gonçalves et al. (2007), que igualmente não constataram efeito significativo deste nutriente na produção de mudas. De acordo com Viégas (1999), o efeito positivo do K somente é claramente percebido quando se estudam as relações hídricas e osmóticas da planta.

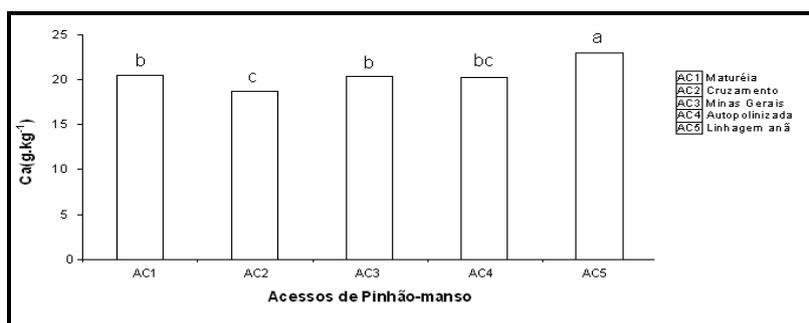
**Figura 9** — Teores de K<sup>+</sup> em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



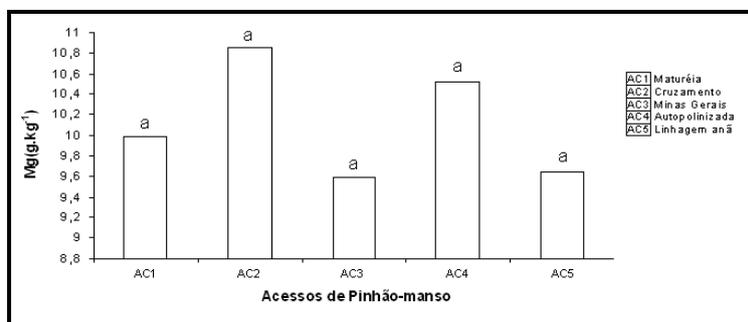
O Cálcio (Ca) é bastante eficaz ao desenvolvimento e aprofundamento das raízes, sua omissão causa desidratação do ápice e deformação das folhas, é essencial para a germinação do grão de pólen fazendo parte da parede celular dos tecidos vegetais (Malavolta et al., 1997). A acumulação de Ca nos acessos estudados (Figura 10) exibiu diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) e foi bem acima da média observada para outras culturas (Malavolta et al., 1997), fato que sugere a exigência desta espécie de planta por este nutriente. Atendendo os resultados da presente pesquisa, Silva et al. (2009), observaram drástica redução no crescimento do pinhão-manso com omissão de Ca. Laviola

e Dias (2008) identificaram o Ca como o terceiro elemento nutriente mais acumulado em folhas de pinhão-manso. No caso do Magnésio, não foram detectadas diferenças significativas na acumulação foliar deste nutriente em folhas de pinhão-manso (Figura 11).

**Figura 10** — Teores de Ca em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



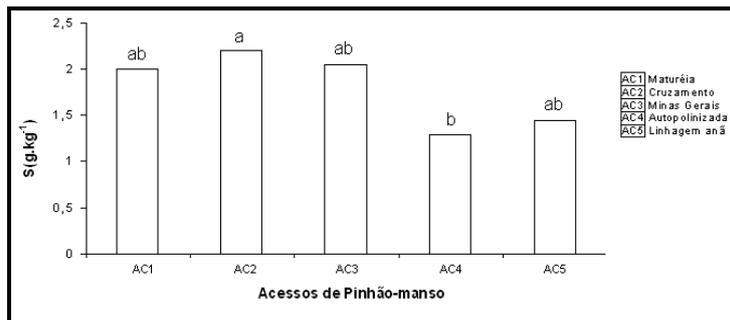
**Figura 11** — Teores de Mg em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



O enxofre (S) é constituinte dos aminoácidos cisteína e metionina, fundamentais para a biossíntese de proteínas e para a agilidade de certas enzimas. Além disto, o S é constituinte de inúmeras coenzimas e grupos prostéticos, como tiamina pirofosfato (TPP), ácido lipóico e coenzima A, que são fundamentais para o funcionamento do sistema multienzimático o qual controla a descarboxilação do piruvato indispensável para dar início ao funcionamento do ciclo de Krebs (TAIZ e ZEIGER, 2002). A acumulação foliar de S nos acessos estudados foi apenas significativa quando se compara os acessos AC-2 e AC-4 (Figura 12). O acesso AC-2 acumulou próximo a 2,3 g

de S/kg de massa seca, quantidade quase duas vezes maior que a acumulada pelo acesso AC-4.

**Figura 12** — Teores de S em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

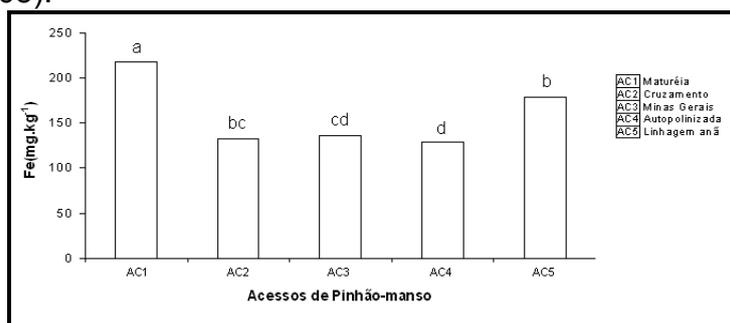


No caso do micronutriente Fe sua importância metabólica é associada aos processos de oxi-redução. o Ferro participa ainda de diversas reações enzimáticas, ajudando a conservar a integridade funcional e estrutural da membrana do tilacóide, e especialmente compartilha do processo de síntese da clorofila (MARSCHNER, 1995). A acumulação foliar deste micronutriente foi bem maior no acesso AC-1 ( $P \leq 0,05$ ), comparativamente aos demais acessos estudados (Figura 12). No caso do micronutriente zinco (Zn) não foram constadas diferenças significativas entre os acessos. O zinco está associado à produção do hormônio de crescimento (auxina), a sintetase do triptofano e ao metabolismo de triptamina (Taiz & Zeiger, 2004).

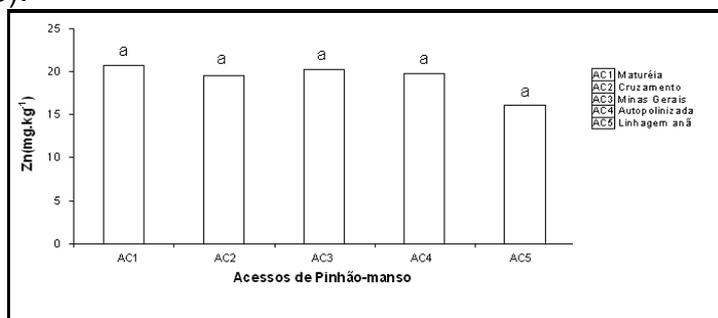
Por ser potencialmente apta ao cultivo em solos de regiões secas, portanto áreas com predisposição à salinização, como é o caso do local onde o experimento foi desenvolvido, o conhecimento da dinâmica da acumulação de sódio por plantas de pinhão-manso, um íon tóxico, se torna preponderante. Embora tenham sido observadas diferenças significativas na acumulação deste íon, se destaca a avidez de todas as plantas por Na. A concentração foliar média deste íon, nos acessos estudados foi de, aproximadamente, 12,5% (Figura 15). Portanto, ressalvas devem ser consideradas ao se plantar pinhão-manso em solos com teores elevados de Na, isto porque o excedente de sais no solo promove diminuição no potencial hídrico dos tecidos, ocasionando

restrição no crescimento uma vez que o percentual de alongação e divisão celular está sujeito inteiramente ao artifício de extensibilidade da parede celular (ASHRAF e HARRIS, 2004).

**Figura 13** — Teores de Fe em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

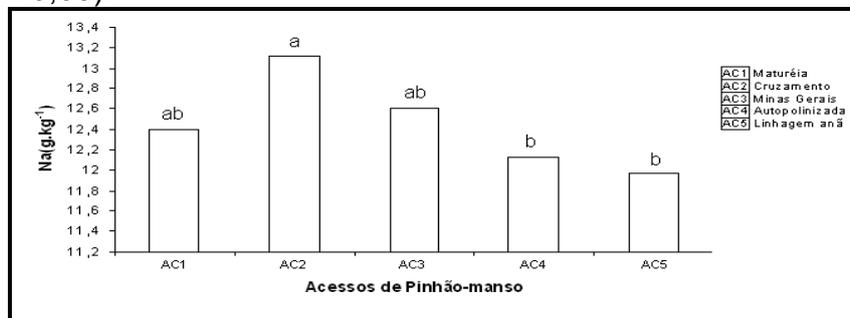


**Figura 14** — Teores de Zn em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

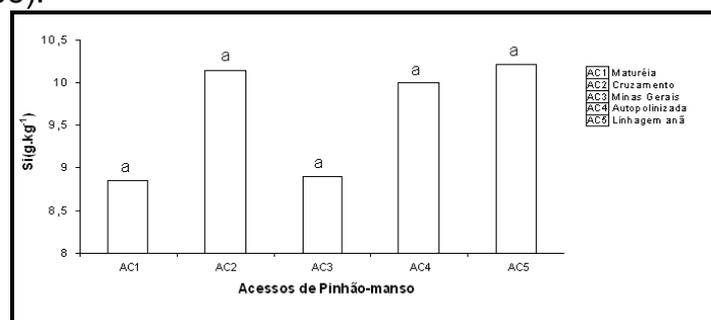


A essencialidade do Si é de difícil verificação devido aos altos teores na biosfera, mostrando-se com amplos acúmulos (WERNER; ROTH, 1983), contudo a sua assimilação pode acarretar inúmeros benefícios, não simplesmente para as plantas, mas ao solo e ao meio ambiente (KORNDÖRFER, 2002). No presente estudo não se verificou uma habilidade diferencial entre os genótipos na absorção de silício (Figura 16); assim, embora não tenha havido diferenças significativas fica registrado certa avidez dos acessos estudados por este elemento.

**Figura 15** — Teores de Na em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



**Figura 16** — Teores de Si em folhas de cinco diferentes acessos de pinhão-manso. Os resultados correspondem a média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



## **5. CONCLUSÕES**

- Os acessos avaliados mostram, em razoável extensão, variabilidade genética;
- Nos acessos estudados identificam-se características relevantes para serem inseridas em futuros programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, W. G.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, C. A. V.; FILHO, J. L. S. **Comportamento das variáveis de crescimento do pinhão-manso em função de níveis de água disponível no solo e adubação nitrogenada.** I Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-manso, Brasília, 2009.

ALKIMIM, R. E.; SOUSA, V. T.; SOUZA, A. S.; OLIVEIRA, S. N.; COSTA, R. M.; **Diversidade genética de genótipos de pinhão-manso por meio de RAPD e ISSR.** MG, Brasil. In: X SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA Unimontes, 2011.

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhao manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-aridoNordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, PB. v.8, n. 1, p. 789-799, 2004.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 01, p. 3-16, 2004.

BASHA S.D. & SUJATHA M. **Inter and intra-population variability of *Jatropha curcas* (L.) characterized by RAPD and ISSR markers and development of population-specific SCAR markers, *Euphytica*, v.156,p.375-386, 2007.**

BELTRÃO, N. E. M e Outros. **Alerta sobre o Plantio de Pinhão Manso no Brasil, por.** Campina Grande, 2006. 15p. (Embrapa Algodão. Documentos, 155). Em. <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2006/DOC155.pdf>.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas.** 4. ed. Viçosa: UFV, 2005.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais.** Brasília, STI/CIT, 1985, 364p. (Documentos, 16).

BUENO, L. C. DE S.; MENDES, A. N.G.; CARVALHO, S. P. DE. **Melhoramento genético de plantas.** Minas Gerais: Editora UFLA, 2001.

Cáceres, D. R.; Portas, A. A.; Abramides, J. E. **Pinhão-manso.** 2007. <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/pinhaomanso](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/pinhaomanso)>.17 Out. 2011.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E. M.; BARRETO, A. F. Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares de mamoneira. **Revista de Biologia e ciência da Terra**, v.6, n.2, p.79-84, 2006.

Carels N (2009) *Jatropha curcas*: A Review. *Adv Bot Res* 50: 39-86.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A.; **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco-MG, Suprema, 620p, 2011.

DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S. & DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1. 40p.

EVANGELISTA, A. W. P.; OLIVEIRA, E. L.; MELO, P. C.; FARIA, M. A.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. Resposta do pinhão-manso irrigado por gotejamento à aplicação de diferentes doses de adubação potássica. 5<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos e Gorduras. Anais...Varginha –MG. 2008.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPLAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. Ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEM, 1998. 220 P.

FURTINI NETO, A. E. *et al.* **Fertilidade do solo**. Curso de pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: UFLA, 2001. 261p.

GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; SILVEIRA, D. L.; SILVA, O. J. **Produção de mudas de pinhão manso**. In: Programa de geração de tecnologia para culturas oleaginosas na região semi-árida do estado de Minas Gerais. Leite, M. A. (org.). Nova Porteirinha, MG. 2007. 81p.

HELLER, J. *Physic nut (*Jatropha Curcas* L.): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 1. IBPGR 161, IBPGR, Roma, 1996, 66p.

HENNING, R.K. **Case study: *Jatropha curcas* in Africa**. Bagani: Germany, 2003. Disponível em:<<http://www.indutourismnews.com/africa>>. Acesso em: 17 set. 2011.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. University of California, (Circular, 347), 1950.

IPCC (**INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE**), 2007. “Climate Change 2007”. Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU/ICAG, 2002. 23 p. (Boletim técnico, 1).

LACERDA, D. R.; ACEDO, M. D. P.; LEMOS FILHO, J. P.; LOVATO, M. B. A técnica de RAPD: uma ferramenta molecular em estudos de conservação de plantas. **Lundiana**, v. 3, n.2, p-87-92, 2002.

LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L.; ALBRECHT, J.C.; ROSADO, L.T.B.; MARQUES, S.S.; MARANA, J.C.; RIBEIRO, J.A.A. **Caracterização do banco de germoplasma de pinhão-manso**: resultados do 1o ano de avaliação. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2010. 8p. (Embrapa Agroenergia. Comunicado técnico, 3).

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L.A.S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 1969-1975, 2008.

LUO, C.-W.; LI, R.; CHEN, Y.; SUN, Y.-Y. **Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L.** Forestry Studies in China, v.9, n.2, p.114-119, June 2007.

MAES, W. H.; TRABUCCO, W. H.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Climatic conditions of *jatropha curcas* L. Biomass and Bioenergy, Aberdeen, v. 33, p. 1481 – 1487, July 2009. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locat/jardenv>>. Acesso em: 27 set. 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.319p

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARQUES, D. 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, 2008

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MILACH, S. C. K. Principais tipos de marcadores moleculares e suas características. In: MILACH, S. C. K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. p. 17-28.

OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. M.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. Efeito da adubação potássica no crescimento inicial do pinhão manso irrigado por gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...** varginha: UFLA, 2007 1 CD ROM.

OLIVEIRA, J. S. de. et al. Óleos de *Jatropha gossypifolia* e *Jatropha Curcas* L. e seu potencial como matéria-prima para a produção do biodiesel. ) In: II CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA D BIODIESEL, CRBTB, 13, 2007, Brasília, DF. **Anais...**Brasília, DF: MCT/ABIPIT, 2007. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/desenvolvimento/19.pdf> acessado em: 03/09/2009.

OLIVEIRA, S. J. C.; BELTRÃO, N. E. M.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; SILVA, P. O.; NÁPOLES, F. A. M. **Fitomassa seca epigea do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) submetida à adubação orgânica e química.** I Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-manso, Brasília, 2009.

PAMIDIMARRI, D. V. N. S.; SINGH, S.; MASTAN, S. G. M.; PATEL, J.; REDDY, M. P. Molecular characterization and identification of markers for toxic and non-toxic varieties of *Jatropha curcas* L. using RAPD, FLP and SSR markers. ***Molecular Biology Reports***, Dordrecht, v. 36, n.6, p. 1357-1364, 2009.

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

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo, Ceres, 1991. 343p.

ROCHA, G. M. G.; PINTO, L. S. F.; LIMA, M. L.; ARRIEL, C. H. N. **Caracterização molecular de genótipos de pinhão manso utilizando RAPD.** Congresso brasileiro de mamona, 4 & simpósio internacional de oleaginosas energéticas, João Pessoa, 1, p. 217-223, 2010,

ROSADO, T. B.; LAVIOLA, B. G.; PAPPAS, M. C. R.; BHERING, L. L.; QUIRINO, B. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Avaliação da diversidade genética do banco de germoplasma de pinhão-manso por marcadores moleculares.** Brasília: Embrapa Agroenergia, 2009. 16p. (Embrapa Agroenergia, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

RUG, M. & RUPPEL, A. **Toxic activities of the plant *Jatropha curcas* against intermediate snail hosts and larvae of schistosomes.** *Tropical Medicine and International Health*, v.5, n.6, p.423-430, 2000.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V. 26, n. 229, p. 44-78, 2005

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. (2004-2005) **“Caracterização mineral de partes de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)”.**

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso ( *Jatropha curcas* L. ) . **Informe**

**agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44 – 78, 2005.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do.; SANTOS, J. W. dos. **Método para determinação da área foliar da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 20p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

SEVERINO, L. S.; NÓBREGA, M. B. M.; GONÇALVES, N. P.; EGUIA, M. T. J. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Documentos, 153). <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2006/DOC153.pdf>

SILVA, M. B. R.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; NETO, J. D.; LIMA, V. L. A.; VIÉGAS, R. A. **Produção do pinhão-manso, primeiro ano, irrigado com água residuária**. I Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-Manso, Brasília, 2009.

SUJATHA M.; MAKKAR H.P.S.; BECKER, K. **Shoot bud proliferation from axillary nodes and leaf sections of non-toxic *Jatropha curcas* L.** *Plant Growth Reguln*, v.47, p.83-90, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de: SANTARÉM, E. R. *et al.* 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers. 2002. 690 p.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J. & YASUDA, E.K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa, MG, CPT, 2007. 220p.

VIÉGAS, R. A. **Assimilação de Nitrogênio e Acumulação de Solutos em Plantas de Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em Resposta ao Estresse Salino**. Tese de Doutorado pela Universidade Federal do Ceará. 1999.

VICENTE, M. C. de; GUZMÁN, F. A.; ENGELS, J.; RAO, V. R. Genetic characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. In: *The Role of Biotechnology*, 2005, Turin. **Proccedings...**Turin, 2005. p.121-128.

WERNER, D.; ROTH, R. Silica metabolism. In: LAUCHLI, A; BIELESKI, R. L (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology**: new series. Berlin: Springer- Verlag, v. 15, p. 682-694, 1983.

WINTER, S.R., OHLROGGE, A.J. Leaf angle, leaf area, and corn (*Zea mays* L.) yield. **Agronomy Journal**, v.65, n.3, p.395-97, 1973.

# APÊNDICE

**Tabela 1** □ Análise de variância para Nitrogênio (N) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	28.01875	7.00469	3.4948*
Resíduos	15	30.06505	2.00434	
Total	19	58.08380		

Coeficiente de variação = 5,395

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 2** □ Análise de variância para Fósforo (P) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	6,57337	1,64334	2,8196 <sup>ns</sup>
Resíduos	15	8,74253	0,58284	
Total	19	15,31590		

Coeficiente de variação = 22,81

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 3** □ Análise de variância para Potássio (K) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	178.99837	44.74959	94.9973**
Resíduos	15	7.06592	0.47106	
Total	19	186.06430		

Coeficiente de variação = 5,316

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 4** □ Análise de variância para Cálcio (Ca) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	37.77647	9.44412	17.0213**
Resíduos	15	8.32263	0.55484	
Total	19	46.09910		

Coeficiente de variação = 3,615

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 5** □ Análise de variância para Magnésio (Mg) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	4.89203	1.22301	1.0310 <sup>ns</sup>
Resíduos	15	17.79315	1.18621	
Total	19	22.68518		

Coeficiente de variação = 10,76

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 6** □ Análise de variância para Enxofre (S) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	2.57127	0.64282	3.8223*
Resíduos	15	2.52262	0.16817	
Total	19	5.09389		

Coeficiente de variação = 22,78

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 7** □ Análise de variância para Ferro (Fe) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	20140.00000	5035.00000	17.2866**
Resíduos	15	4369.00000	291.26667	
Total	19	24509.00000		

Coeficiente de variação = 10,25

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 8** □ Análise de variância para Zinco (Zn) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	56.50000	14.12500	2.3739 <sup>ns</sup>
Resíduos	15	89.25000	5.95000	
Total	19	145.75000		

Coeficiente de variação = 12,67

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 9** □ Análise de variância para Sódio (Na) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	3.24973	0.81243	5.1814**
Resíduos	15	2.35195	0.15680	
Total	19	5.60168		

Coeficiente de variação = 3,182

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

**Tabela 10** □ Análise de variância para Silício (Si) em plantas de pinhão manso produzidas a campo.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	7.51353	1.87838	1.7498 <sup>ns</sup>
Resíduos	15	16.10205	1.07347	
Total	19	23.61558		

Coeficiente de variação = 10,76

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% pelo Teste F, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo