



## DIAGNOSE VISUAL DE DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE MACRO E MICRONUTRIENTES

Adriano J. Oliveira Nunes<sup>1</sup>, Rodolfo Belo Exler<sup>2</sup>, Fábio Macêdo Nunes<sup>1</sup> & Luis Cesar M. S. Paulillo<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo caracterizar os sintomas de deficiências de macro e micro nutrientes em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*). O experimento foi conduzido em um viveiro instalado na Faculdade de Tecnologia e Ciência (FTC), Salvador – Ba. As mudas foram submetidas à solução nutritiva completa (tratamento testemunha) e soluções com omissão dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo que corresponderam aos demais tratamentos, que caracterizam a técnica do elemento faltante. As sementes foram plantadas em vasos de plástico com capacidade de 2 Kg, numa profundidade de 5 cm, cobertas com camada fina de areia lavada, as condições de luminosidade foram de 50% em viveiro com cobertura de tela sombrite preta. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com treze tratamentos e nove repetições. Foram avaliados os sintomas visuais de deficiência de nutrientes aos 45 dias após a aplicação dos tratamentos. As plantas apresentaram sintomas de deficiências minerais comuns da espécie. Os sintomas apresentados foram principalmente observados no tratamento com omissão dos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, B e Mo. Todos os tratamentos com ausência de macronutrientes apresentaram alterações visuais de deficiência nutricional, no entanto somente os tratamentos com omissão de B e Mn apresentaram sintomas decorrentes da omissão de micronutrientes.

**Palavras-chave:** *Jatropha curcas*, macronutrientes, micronutrientes, diagnose visual.

### VISUAL EVALUATION OF MACRO AND MICRO NUTRIENTS DEFICIENCIES SYMPTOMS IN JATROPHA SEEDLINGS IN FUNCTION OF DIFFERENT NUTRITION DOSES

**ABSTRACT:** This study aimed to make a visual evaluation of the growth and characterization of the symptoms of macro and micro nutrient deficiencies in jatropha seedlings (*Jatropha curcas*). The experiment was conducted in a vivarium at the Faculty of Technology and Science (FTC), Salvador - Ba. The seedlings were treated to the complete nutrient solution (standard treatment) and also solutions with omissions of nutrients N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn, Mo, that corresponded to other treatments featuring to using the missing element technique. Seeds were planted at a depth of 5 cm and covered with a thin layer of washed sand. It adopted a completely randomized design with thirteen treatments and nine repetitions. The symptoms of mineral deficiencies were evaluated over a period of 45 days. The plants had symptoms of common mineral deficiencies of the species. The symptoms were observed in the absence of treatment with elements N, P, K, Ca, Mg, S, B and Mo. The results showed that all treatments with omission of macronutrients presented visual alterations of nutritional deficiency, however only the treatments with omission of B and Mn showed symptoms of the subtraction of micronutrients.

**KEYWORDS:** *Jatropha curcas*, macronutrient, micronutrient, visual symptoms.

## 1 INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta rústica e adaptada aos diferentes climas e solos das regiões brasileiras, tendo como melhor região o nordeste brasileiro. A sua cultura ainda não foi totalmente domesticada, porém apresenta potencial grande para produção de vários produtos; principalmente para a produção de biodiesel, pois suas sementes chegam a possuir em média 37% de teor de óleo (ARRUDA et. al., 2004; SATURNINO et. al., 2005; MONTEIRO, 2007).

As pesquisas sobre a cultura se encontram em estágio inicial, levando em conta que o incentivo para os estudos ainda são bastante tímidos. O que implica em conhecimento não consolidado sobre a cultura em condições de campo, demandando mais estudos pelas instituições de ensino e pesquisa; voltadas para um maior e melhor aproveitamento da oleaginosa na indústria de biodiesel, alavancando a produção no meio rural para o produtor familiar (BELTRÃO, 2006; FRANÇA; FELICÍSSIMO, 2009).

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia e Ciências - Mestrado Profissional em Tecnologias Aplicáveis à Bioenergia, Salvador, Bahia.

<sup>2</sup> Universidade Jorge Amado, Salvador, Bahia.

Os principais métodos para a produção de mudas de pinhão-manso são por semeadura direta, plantio de

mudas originadas de sementes ou por propagação assexuada (OPENSHAW, 2000). Em plantios comerciais de pinhão-manso, as mudas geralmente são obtidas através da propagação de sementes (sexuada) em função da facilidade de manuseio, gerar plantas mais vigorosas e robustas o que propicia maior variabilidade e conformação em campo (SATO, 2009; PANDEY et al., 2012). Em função da pouca disponibilidade de informações técnicas, no Brasil, ainda não existem recomendações técnicas específicas para o plantio, tratos culturais, irrigação, colheita e beneficiamento (SATURNINO et al. 2005).

O gênero *Jatropha* é originário da América tropical, com aproximadamente 170 espécies, incluindo o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (CARELS, 2009). As plantas desta família para concluírem o ciclo vegetativo e reprodutivo, necessitam ter disponíveis elementos minerais, que são em número de dezessete: carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni) e molibdênio (Mo).

No solo, é encontrado quatorze elementos, que são classificados como macro ou micro nutrientes, em função das quantidades exigidas pelas plantas (FERNANDES, 2006; BARBOSA et al., 2009). Os macros nutrientes são: N, P, K, Ca, Mg e S; enquanto que os micronutrientes são: Cl, Mn, B, Zn, Fe, Cu, Ni e Mo (MALAVOLTA, 2006; WARAICH et al., 2011).

O trabalho utilizou a técnica de Diagnose visual, obtida por subtração; onde um dos tratamentos contém todos os nutrientes, e os demais são subtraídos de um elemento por vez (MIN YAN, 2008; AFROUSHEH et al., 2010).

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar os sintomas de deficiências visuais da ausência de macro e micro nutrientes em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) (FERREIRA, 2012).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro da Faculdade de Tecnologia e Ciência (FTC), localizada na Avenida Luís Viana Filho, 8812 Salvador, BA, (coordenadas geográficas: latitude = -12.934286 e longitude = -38.392702), altitude de 16 metros, no período de 45 dias, entre 08/06/14 à 22/07/14. Para o estudo foram adquiridas sementes de alta pureza da espécie *J. curcas* junto à empresa BRSEEDS (Lote 05/2015).

### 2.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO

O clima dessa região é classificado como de floresta tropical, sem estação seca discernível, com precipitação média de 2.144 milímetros anuais. Os meses com maior incidência pluviométrica em Salvador ocorrem entre os meses de abril, maio e junho com índices superiores a 900 milímetros. O mês menos chuvoso de Salvador é setembro, quando a cidade recebe em média 102

milímetros de chuva. As temperaturas são relativamente constantes ao longo do ano, com condições de clima quente e úmido. Os extremos são de 17 °C no inverno e a 35 °C no verão.

### 2.2 INSTALAÇÃO DO VIVEIRO

O experimento foi conduzido em viveiro construído na FTC, com dimensões de 4x4 m. Ao seu redor foi colocada tela verde com altura de 3,30 m e cobertura de tela preta com 50% de condições de luminosidade. O piso foi recoberto com lona preta, evitando que os recipientes entrassem em contato direto com solo. Para manter a estrutura foram utilizadas quatro estacas de eucalipto. Na parte superior foram usadas ripas, fazendo um lastro para que a cobertura de tela de sombrite preta fosse colocada.

### 2.3 CONTROLE DE PRAGAS, DOENÇAS E ERVAS DANINHAS

Para maior eficácia do experimento, foram realizadas rondas rotineiramente para o controle de pragas e doenças. Não foram visualizadas pragas e/ou sintomas de doenças nas unidades experimentais. As ervas daninhas foram controladas por eliminação manual.

### 2.4 UNIDADES EXPERIMENTAIS

Foram utilizados sacos pretos de plásticos, com capacidade de aproximadamente 2L = 2 Kg, no total de 140 sacos com furos para drenagem.

### 2.5 IRRIGAÇÃO

A irrigação foi realizada para cada tratamento específico, mediante a utilização de água deionizada adicionada dos sais correspondentes a cada tratamento. No período da manhã foram disponibilizados para as mudas 100 ml de água deionizada e no período da tarde a solução salina para os respectivos tratamentos.

### 2.6 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

Foi utilizado neste experimento um único substrato, composto de areia lavada de fundo de rio que foi previamente peneirada em malha de 2 mm. O substrato foi lavado com água deionizada e ácido clorídrico (HCl) a 0,50%, durante 24 horas, para remoção de íons remanescentes. Após esse período o substrato foi enxaguado em água deionizada.

#### - Delineamento experimental

Foram utilizados no experimento para compor as soluções de tratamento os seguintes sais: nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>; nitrato de cálcio tetra hidratado, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O; fosfato diácido de amônio NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; sulfato de magnésio hepta hidratado, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; fosfato diácido de potássio, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; cloreto de potássio KCl; cloreto de cálcio di hidratado CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; nitrato de amônio NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>; ácido bórico, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; sulfato de cálcio penta hidratado CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; molibdato de

amônio tetra hidratado  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; cloreto de manganês tetra hidratado  $\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; sulfato de zinco hepta hidratado  $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; NaFeDTPA (10% Fe). Para o plantio foi adicionada uma única semente em cada saco plástico. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com treze tratamentos (tabela 1) e nove repetições.

## 2.7 DESCRIÇÕES DAS VARIÁVEIS AVALIADAS

As variáveis observadas foram a sintomatologia de deficiência de nutrientes nas folhas, caules e raízes, através da diagnose visual.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Deficiência de Nitrogênio

As mudas de pinhão manso com sintomas de deficiência de Nitrogênio (N) inicialmente apresentaram nas folhas mais velhas clorose generalizada, que se expandiu para todas as partes da planta (LAVIOLA, 2006; NASCIMENTO, 2008). As mesmas apresentaram também crescimento reduzido no caule e nas raízes; redução do tamanho dos folíolos e nervuras principais com coloração púrpura, contrastando com o verde-pálido das folhas. A falta do nutriente faz com que as células tenham aumento em sua espessura (WILD, 1988). (Figura 1). A cor predominante na falta do Nitrogênio (N) é o amarelo, decorrente da diminuição na produção de clorofila, essa pode ser classificada em clorofila **a** e clorofila **b**,

**Tabela 1** - Tratamentos empregados na técnica do elemento faltante.

Tratamentos	Elemento faltante
Testemunha	Solução nutritiva contendo: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo
1	Solução nutritiva – N
2	Solução nutritiva – P
3	Solução nutritiva – K
4	Solução nutritiva – Ca
5	Solução nutritiva – Mg
6	Solução nutritiva – S
7	Solução nutritiva – B
8	Solução nutritiva – Cu
9	Solução nutritiva – Fe
10	Solução nutritiva – Mn
11	Solução nutritiva – Zn
12	Solução nutritiva – Mo

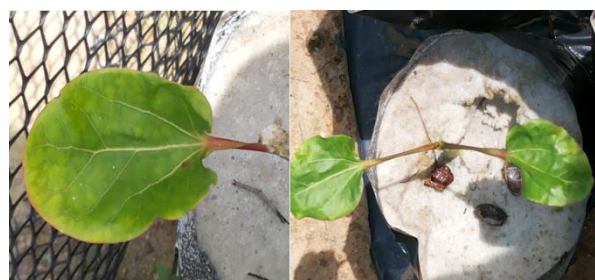
OBS: Concentração final da solução nutritiva (testemunha) em mg/L: N=224;K=234; Ca=160; P=62; S=32; Mg=24,3; B = 0,27; Cu =0,03; Fe=1,5; Mn=0,11; Zn=0,13,. Mo=0,05 ambos absorvem a luz (LEHNINGER, 1976).



**Figura 1** - Sintomas de deficiência de nitrogênio (clorose) em mudas de pinhão manso.

### Deficiência de Fósforo (P)

As plantas de pinhão-manso com sintomas de deficiência de Fósforo (P) apresentam em suas folhas coloração normal com o aparecimento de cor arroxeada nos bordos e na parte abaxial das folhas velhas e necrose (SILVA et al., 2007) (Figura 2); tendo casos em que a coloração é mais forte que o normal, e a parte aérea e raiz tem seu crescimento comprometido. Segundo Dias (2007), o nutriente tem suma importância para o metabolismo da planta. Na ausência deste, a mesma é levada a morte, sua caracterização visual é difícil, devido aos sintomas serem semelhantes aos apresentados pela deficiência de Nitrogênio (N).



**Figura 2** - Sintomas de deficiência de fósforo em mudas de pinhão manso.

### Deficiência de Potássio (K)

As plantas de pinhão manso com sintomas de deficiência de Potássio (K) apresentam um porte menor, bem visível, tanto na parte aérea como nas raízes. Os sintomas nas folhas começam pela clorose marginal, de maneira irregular indo para o centro da folha, em sua nervura central com curvamento das folhas. O Potássio (K) apresenta a característica de mobilidade na planta, por isso, os sintomas são mais visíveis em folhas mais

velhas, levando a planta a buscar os nutrientes em folhas mais novas (FERNANDES, 2006; YOST et al., 2011).



**Figura 3** - Sintomas de deficiência de potássio em mudas de pinhão-manso.

#### Deficiência de Cálcio (Ca)

As plantas de pinhão manso com sintomas de deficiência de Cálcio (Ca) apresentaram deformidades em folhas mais novas, as mesmas possuem consistência meio gelatinosa, vindo posteriormente à necrose e morte, também apresentam diminuição em seu porte. Outro sintoma relevante é a clorose internerval. Segundo Marschner (1995), o cálcio (Ca) é praticamente imóvel na planta, levando os primeiros sintomas a serem identificados nas folhas mais novas. A maior concentração de clorofila nas células das folhas faz com que as mesmas apresentem coloração verde escura, causando deficiência no crescimento da parte aérea (AZABADI et al., 2011).



**Figura 4** - Sintomas de deficiência de cálcio em mudas de pinhão-manso.

#### Deficiência de Magnésio (Mg)

As plantas de pinhão manso com sintomas de deficiência de Magnésio (Mg), apresentam em suas folhas clorose internerval ao longo do limbo, evoluindo para coloração arroxeadada, seguida de necrose. O magnésio apresenta mobilidade na planta, sendo translocado para as partes mais novas, não cessando o crescimento, propiciando assim que os sintomas visuais se apresentem nas partes mais velhas, e posteriormente nas folhas mais novas (BOULD et al., 1983.; EPSTEIN; BLOOM, 2006; GUIMARÃES, 2008). A ausência do Magnésio (Mg) diminui o pigmento da clorofila, provocando a clorose. Este elemento ocupa posição central na molécula de clorofila. (HEWITT; SMITH, 1975; MENGEL; KIRKBY, 2001).



**Figura 5** - Sintomas de deficiência de magnésio em mudas de pinhão manso.

#### Deficiência de Enxofre (S)

As plantas de pinhão manso com sintomas de deficiência de enxofre (S) apresentam clorose generalizada, observada inicialmente nas folhas mais novas, posteriormente atingindo as mais velhas, ocasionando a redução do porte da planta, em função da baixa mobilidade deste elemento(S) no tecido celular (MARENCO; LOPES, 2005).



**Figura 6** - Sintomas de deficiência de enxofre em mudas de pinhão manso.

#### Deficiência de Boro (B)

A deficiência de Boro ocasiona morte da gema apical, clorose foliar, instabilidade da parede celular com consequente diminuição do porte da planta. Este elemento apresenta pouca mobilidade nos tecidos vasculares, provocando sintomas mais acentuados em folhas novas. (LIMA et al., 2007; PRADO et al., 2008)



**Figura 7** - Sintomas de deficiência de boro em mudas de pinhão manso.

### Deficiência de Manganês (Mn)

A deficiência de Manganês (Mn) apresenta sintoma característico de clorose internerval nas folhas novas e em algumas plantas apresentam ausência de nervuras secundárias. Este elemento também possui outras funções, principalmente relacionadas a menores taxas de respiração celular. (BERGMANN, 1992).



**Figura 8** - Sintomas de deficiência de Manganês, em mudas de pinhão-mansó.

OBS: Não foram observados sintomas visuais decorrente da deficiência dos micronutrientes: ferro, cobre, zinco e molibidênio.

### 4 CONCLUSÕES

A elucidação de sintomas nutricionais de plantas é fundamentada em padrões conhecidos de deficiência de nutrientes. A análise é agravada pela similaridade de sintomas de desordens bióticas e abióticas. Embora a diagnose visual propicie uma interpretação rápida dos sintomas de deficiência mineral, somente a análise foliar poderá oferecer a interpretação conclusiva.

A técnica do elemento faltante propiciou a visualização e avaliação de sintomas visuais decorrentes da deficiência de todos os macronutrientes. Porém só foram observados sintomas visuais de deficiências dos micronutrientes boro e manganês.

### 5 REFERÊNCIAS

AFROUSHEH, M.; ARDALAN, M.; HOKMABADI, H.; AFROUSHEH, M. Nutrient deficiency disorders in *Pistacia vera* seedling rootstock in relation to cophysiological, biochemical characteristics and uptake pattern of nutrients. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v.124, n.2, p.141-148, 2010.

ARRUDA, F. P. Cultivo de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

AZABADI, M. A. et al. Effect of calcium and gypsum on yield, yield elements, iron, copper and zinc uptake by corn at two soil textures. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources**, v. 16, n. 57, p. 171-181, 2011.

BARBOSA, C. E. M.; EDSON LAZARINI, PICOLI P. R. F.; FERRARI, S; ALBERTON J. V. Análise da matéria seca em culturas de entressafra sob efeito da palha em região de Cerrado e fitossociologia da comunidade infestante., **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.12, n.1, p. 39-50, 2013.

OLIVEIRA, S. J. C, BELTRÃO, S. J.. Crescimento do pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e da adubação química. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 9-17, jan./abr. 2010.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis**. New York: G. Fisher, 1992. 741 p.

BOULD, C.; HEWITT, E.J.; NEEDHAM, P. **Diagnosis of mineral disorders in plants: principles**, London: HMSO, 1983. v.1, 174 p.

CARELS, N. *Jatropha curcas*: a review. **Advances in Botanical Research**, London, v. 50, n. , p. 39-86, 2009.

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-mansó (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa: UFV, 2007. 40 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: UFV, 2006. 432 p.

FERREIRA, M. M.; Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa vista RR, v. 6, n. 1, p. 74-83, jan./abr. 2012.

FRANÇA, F. de A. de S.; FELICÍSSIMO, P. P. S. Desmitificando o pinhão mansó. 2009. Disponível em: <<http://biodieselenzimatico.blogspot.com/2009/03/desmitificando-o-pinhao-manso.html>>. Acesso em: 3 jun. 2009.

GUIMARÃES, A.S. **Crescimento inicial do pinhão mansó (*Jatropha curcas* L 1753.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. (Tese de Doutorado). Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2008. 92p.

HEWITT, E.J.; SMITH, T.A. **Plant mineral nutrition**. London: The English Universities, 1975. 298p.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; ALVAREZ, V. V. H. Dinâmica de N e K em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience. Journal.**, 22:33-47, 2006.

LEHNINGER, Albert Lester et al. **Bioquímica**. 2 ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1976.

- Lima, R. C. ; Fuentes, M. F. F. ; Freitas, E. R. ; Sucupira, F. S. ; Moreira, R. F. ; Braz, N. M., 2007. Coconut meal in laying hens diets: nutrients digestibility, performance and egg quality. *Rev. Bras. Zootec.*, 36 (5): 1340-1346
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 2006. 638 p.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 451 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- MIN YAN, W. et al. Study of common symptoms of element deficiency and concentration changes of nutrients in composite plants. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* , v. 14, n. 5, p. 1001-1007, 2008.
- MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. 2007. 302 p. Tese (Doutorado em Ciência de Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- NASCIMENTO, J. J. V. R.; OLIVEIRA, S. J. C.; AZEVEDO, C. A. V.; NOBREGA, J. A.; TAVARES, M. J. V. Influência da adubação nitrogenada no crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 5., 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2008
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: na oil planto of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy*, v.19, n.1, p.1-15, 2000.
- PANDEY, V.C.; SINGH, K.; SINGH, J.S.; KUMAR A.; SINGH, B.; SINGH, R.P. *Jatropha curcas*: a potential biofuel plant for sustainable environmental development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.16, n.5, p.2870-2883, 2012.
- SATO, M.; BUENO, O. D. C, ESPERANCINI, M., FRIGO, E. P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**, v. 7, n. 13, p. 47-62, 2009.
- SILVA, J. T. A.; COSTA, E. L.; SILVA, I. P.; NETO, A. M. Adubação do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) com nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. p. 1316-1320.
- SATURNINO, H. M. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- Waraich EA, Amad R, Ashraf MY, Saifullah, Ahmad M (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 61(4):291-304.
- YOST, MA.;RUSSELEC, M.P.;COLTERA, J.A.; SHEAFFERRA, C.C; KAISERB, D.E.; Potassium management during the rotation from alfafa to corn. *Soil Science Society of America Journal*. Medison, V 103, p 1785-1783, 2011.