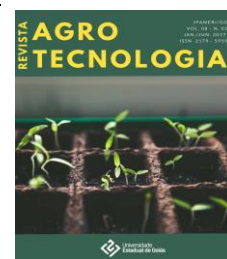


TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS E FRUTOS EM POPULAÇÕES DE *Jatropha Curcas* L.

NUTRIENT CONTENTS OF LEAVES AND FRUITS IN POPULATIONS *Jatropha Curcas* L.

Djair Felix da Silva¹, Luiz Antônio dos Santos Dias², Júlio César Lima Neves³



Resumo: A composição química da planta é uma característica importante para o melhoramento genético, pois pode variar com o genótipo. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar seis populações de *J. curcas* quanto aos teores de macro e micronutrientes nas folhas e frutos. O experimento foi conduzido no Campo Diogo Alves de Mello, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, os tratamentos constituídos por seis populações de *J. curcas*, oriundas dos municípios mineiros de Janaúba (J1, J2, J3, J4 e J5) e Bonfim (B1). Determinaram os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn e Cu nas folhas e frutos das diferentes populações em várias épocas durante o ciclo da cultura. Para os teores foliares verificou-se efeito significativo apenas para o zinco, sendo a B1 aquela que apresentou o menor conteúdo. Em relação aos frutos, a população B1 apresentou os menores teores de P e Cu, enquanto que as populações J1 e J5 apresentou o maior teor de ferro.

PALAVRAS-CHAVE: melhoramento genético, nutrição mineral, biodiesel

Abstract: The chemical composition of the plant is an important feature for genetic improvement as it may vary with the genotype. Thus, the objective of this study was to evaluate six populations of *J. curcas* regarding macro and micronutrient contents in leaves and fruits. The experiment was conducted at Diogo Alves de Mello Field, belonging to the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. We used the randomized block design, the treatments consisting of six populations of *J. curcas*, originating from the municipalities of Janaúba (J1, J2, J3, J4 and J5) and Bonfim (B1). They determined the levels of N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn and Cu in leaves and fruits of different populations at various times during the crop cycle. For leaf contents only a significant effect was observed for zinc, with B1 being the one with the lowest content. In relation to the fruits, the population B1 presented the lowest levels of P and Cu, whereas the populations J1 and J5 presented the highest content of iron.

KEY WORDS: genetic improvement, mineral nutrition, biodiesel

¹Prof. Doutor, Centro Universitário Tiradentes, Departamento de Graduação em Engenharia Ambiental, Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 - Cruz das Almas, Maceió - AL, 57038-000.

²Prof. Doutor, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia.

³Prof. Doutor, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos.

Recebido: 19/01/2017 – Aprovado: 07/05/2017

INTRODUÇÃO

A comunidade científica tem intensificado pesquisas com fontes renováveis de energia e de menor impacto ambiental devido à elevada demanda energética e aos danos provocados pela emissão de gases tóxicos após a queima dos combustíveis fósseis. Nesse contexto, a espécie *Jatropha curcas* L., conhecida popularmente como pinhão manso, se destaca pelo alto teor de óleo nos grãos, variando de 33 a 38%, associado às características físico-químicas do óleo, que são ideais para produção do biodiesel (AKBAR et al., 2009; DIAS et al., 2007). Além disso, a *J. curcas* é adaptada a várias condições edafoclimáticas, sendo tolerante ao déficit hídrico e aos ataques de pragas e doenças (JONGSCHAAP et al., 2007; BEHERA et al., 2010).

Embora a *J. curcas* seja considerada uma planta rústica e adaptada a vários ambientes, necessita de solos férteis e com boas condições físicas (Laviola e Dias 2008; Matos et al., 2014). A exigência nutricional é atribuída à elevada extração de nutrientes do solo durante o ciclo da cultura. De acordo com Lima et al., (2014) o nitrogênio é o nutriente acumulado em maior quantidade, seguido pelo potássio, cálcio, fósforo, magnésio e enxofre. Dentre os micronutrientes, a quantidade acumulada nos frutos teve a seguinte ordem decrescente: Zinco, Manganês, Cobre e Ferro.

Nesse contexto para que a cultura seja incluída na produção comercial de biodiesel no Brasil, necessita de um sistema de manejo e recomendação de adubação para diferentes tipos de solos. Sabendo-se também que o pinhão manso não tem até o presente momento nenhuma variedade melhorada, deve-se realizar estudos com diferentes populações para analisar a demanda por nutrientes.

Estudos de diversidade genética de *J. curcas* que envolva a nutrição mineral são bem escassos, embora são fundamentais para seleção de populações eficientes nutricionalmente. A exigência nutricional é bem variável entre espécies e genótipos de plantas cultivadas, com isso, é comum observar plantas cultivadas numa

mesma condição de fertilidade de solo apresentarem diferenças nos teores de nutrientes. Esse efeito pode ser resultante da maior eficiência de absorção ou de utilização do nutriente (MARTINEZ et al., 1993). Sendo assim, a utilização de materiais genéticos nutricionalmente eficientes proporcionará economia no fornecimento de fertilizantes no solo diminuindo o custo de produção sem reduzir a produtividade.

Para determinar a eficiência nutricional de populações de plantas um dos principais parâmetros é a avaliação do estado nutricional, que através da análise do tecido vegetal idêntica a presença dos nutrientes disponíveis no solo e aqueles efetivamente absorvido pelas plantas (MALAVOLTA 1999). A absorção de nutrientes varia entre diferentes genótipos pois são decorrentes de variações nos atributos morfológicos radiculares (comprimento, volume, raio, superfície e taxa de crescimento) e nos parâmetros cinéticos de absorção, que compreendem o influxo máximo (V_{max}), a afinidade dos carregadores pelo íon a ser transportado (K_m) e a concentração na solução do solo junto às raízes onde o influxo para de ocorrer (C_{min}) (ANGHINONI et al., 1989).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar seis populações de *J. curcas* a partir da determinação dos teores de nutrientes nas folhas e frutos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado com plantas de *J. curcas* com 54 meses de idade. As plantas foram cultivadas no espaçamento 2,5 x 2,5 m, no Campo Experimental “Diogo Alves de Mello”, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, MG (latitude de 20° 45’ 58” S, longitude de 42° 52’ 06” W e altitude média de 676 m). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, quente e úmido, caracterizado por inverno seco e frio com temperaturas mínimas inferiores a 10 °C. A temperatura, durante o período experimental,

variou de 15,5 a 33,4 °C, e a precipitação pluvial acumulada foi de 844,5 mm (Figura 1).

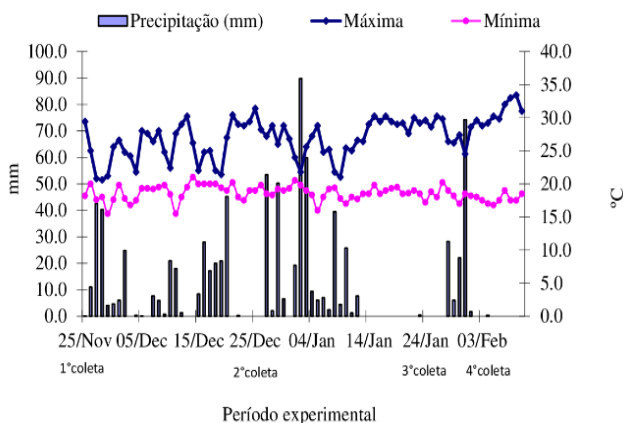


Figura 1 - Dados meteorológicos de precipitação (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C), durante o período experimental, coletados na

Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa-MG, Campus Viçosa.

A adubação química foi realizada de acordo com Dias et al. (2007), aplicando-se no plantio 100 g planta⁻¹ do formulado N-P-K, 20-10-15. No primeiro ano após o plantio foram aplicados 150 g planta⁻¹ do formulado N-P-K, 20-00-15 e, nos três anos subsequentes, em forma parcelada, aplicaram-se 200, 300 e 400 g planta⁻¹ do formulado N-P-K, 20-10-15, respectivamente. O experimento foi conduzido em sistema de sequeiro e livres de competição com plantas daninhas e aos ataques de pragas e doenças. Antes da tomada de dados experimentais coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, para análise química (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm

Atributos químicos	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
pH (H ₂ O)	4,50	4,56
MO (dag kg ⁻¹)	2,93	2,00
P (mg dm ⁻³)	2,6	0,9
K (mg dm ⁻³)	37	25
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,99	0,97
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,37	0,37
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,59	0,49
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	6,9	5,5
SB (cmol _c dm ⁻³)	1,45	1,40
CTC _{efetiva} (cmol _c dm ⁻³)	2,04	1,89
CTC _{total} (cmol _c dm ⁻³)	8,35	6,90
V (%)	17,4	20,3
m (%)	28,9	25,9
Zn (mg dm ⁻³)	1,39	1,14
Fe (mg dm ⁻³)	47,2	42,6
Mn (mg dm ⁻³)	17,0	12,4
Cu (mg dm ⁻³)	1,98	2,14
B (mg dm ⁻³)	0,25	0,27
S (mg dm ⁻³)	22,4	21,7

pH em água. MO: Mat. Org. = C.org x 1,724 – Walkley – Black. P, K, Zn, Fe, Mn, Cu: extrator Mehlich⁻¹. Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹. H + Al: extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹. SB: soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺). CTC_{efetiva} = SB + Al³⁺. CTC_{total} = SB + (H + Al). V: saturação por bases: (SB/CTC_{total}) × 100. m: índice de saturação de Al. B (Água quente); S (NH₄O Ac. 0,5 mol L⁻¹ e HO Ac. 0,25 mol L⁻¹)

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por seis populações de

J. curcas, oriundas dos municípios mineiros de Janaúba (J1, J2, J3, J4 e J5) e Bonfim (B1). Foram coletadas quatro amostras de folhas e

frutos de forma aleatória durante o ciclo da cultura (Figura 1), sendo cada uma delas composta 16 folhas e 16 frutos. Coletaram-se as folhas completamente expandidas entre a sexta e a oitava abaixo do ápice, e os frutos verde, maduros e secos. Somente foram coletadas as folhas e frutos livres de deficiência nutricional aparente e/ou ataque de praga e doenças. Tendo em vista que não há recomendação para coleta foliar de *J. curcas* utilizou a utilizada por Malavolta (1997) para outra euforbiácea, a mandioca. Depois das coletas dos materiais vegetais, estes foram encaminhados para o Laboratório de Agroenergia da Universidade Federal de Viçosa, lavados com água deionizada e secos em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até peso constante. Em seguida, as amostras foram pesadas, moídas em moinho tipo Willey e submetidas a análises químicas, as quais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral da mesma instituição.

Para determinação dos teores de nitrogênio total, os materiais vegetais foram submetidos à digestão sulfúrica pelo método de Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997). Para determinação dos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, ferro, manganês e cobre, os materiais vegetais secos e moídos foram submetidos à digestão nítrico-perclórica (JOHNSON; ULRICH, 1959). O P foi determinado pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C, modificado por Braga e Defelipo (1974). O K foi determinado por fotometria de chama. Os teores de Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu foram quantificados através de espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975). No caso do S, este nutriente foi determinado através de turbidimetria do sulfato (JACKSON, 1958).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, precedida pelos testes de normalidade e de homocedasticidade de variância. Como esperança matemática dos quadrados médios para adequação dos testadores de F, utilizou o modelo fixo. Já as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esses parâmetros

estatísticos foram obtidos conforme preconizado por Dias e Barros (2009). Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software SAS (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As populações apresentaram efeito significativo somente para o teor de Zn nas folhas, e para o de P, Fe e Cu nos frutos, conforme se observa na Tabela 2. Nas folhas, somente a população B1 diferiu das demais, apresentando o menor teor de zinco, 22,6 mg kg⁻¹. Apesar de não diferir estatisticamente das populações J1, J2, J3 e J5, a população J4 apresentou maior teor foliar de zinco. Como as populações são compostas de materiais coletados em várias localidades brasileiras, supõe-se que as diferenças encontradas entre o clone B1 e os demais para o teor foliar de Zn ocorra devido à variabilidade genética, que, nesse caso, pode ser atribuída possivelmente a diferenças nas características morfológicas radiculares, como: comprimento, volume, raio, diâmetro e taxa de crescimento. Um sistema radicular bem desenvolvido resulta em maior exploração do solo e, conseqüentemente maior quantidade de nutriente absorvido (EPSTAIN; BLOOM, 2006; MATOS et al., 2011).

Tabela 2 -Teores médios de macronutrientes e micronutrientes nas folhas e nos frutos de populações de *J. curcas*

Populações	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu
Folhas	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----			
J1	35,5	2,5	22,6	23,9	8,9	2,8	24,1a	127,6	265,4	4,5
J2	37,3	2,7	24,7	26,1	8,5	3,7	27,8 a	143,1	311,5	5,8
J3	35,6	2,6	23,2	24,1	9,5	2,9	27,6 a	142,8	346,7	5,2
J4	36,0	2,4	25,0	22,9	7,9	2,7	29,1a	138,9	353,8	6,1
J5	36,1	2,5	22,2	25,1	9,0	3,2	26,4 a	140,5	317,0	5,7
B1	36,7	2,5	22,9	23,0	8,0	3,1	22,6 b	119,7	237,4	5,4
Média	36,2	2,5	23,4	24,2	8,7	3,1	26,3	135,4	305,4	5,5
Cv a %	11,4	21,4	35,2	34,3	29,8	55,6	34,4	46,2	71,9	67,9
Cv f %	1,9	4,1	4,9	5,1	7,1	11,1	9,4	7,1	15,0	10,3
Frutos	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----			
J1	22,4	3,2 ab	22,0	5,6	4,0	1,9	27,7	60,1 a	84,3	7,8 a
J2	22,9	3,4 a	23,1	5,6	3,9	2,0	28,9	49,0 b	86,7	9,0 a
J3	22,5	3,1 ab	20,0	5,4	4,0	1,7	26,7	48,1 b	105,4	8,0 a
J4	21,8	3,3 ab	22,7	5,5	3,9	1,8	26,8	46,3 b	85,9	8,0 a
J5	22,6	3,1 ab	21,9	5,4	3,8	1,8	28,0	50,6 a	102,9	9,4 a
B1	21,2	2,9 b	20,8	6,3	3,8	1,6	26,4	47,6 b	107,8	7,2 b
Média	22,3	3,1	21,8	5,6	3,9	1,8	27,4	50,8	95,5	8,2
Cv a %	36,4	18,5	44,4	23,1	12,2	51,3	13,8	27,0	60,4	28,2
Cv f %	2,7	5,6	5,5	6,0	2,3	8,0	3,4	1,0	11,4	9,6

CVa % Coeficiente de variação da análise de variância.

CVf % Coeficiente de variação fenotípico.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outro parâmetro que influencia no teor de nutrientes e também difere entre genótipos são os parâmetros cinéticos de absorção que compreendem o influxo máximo ($V_{\max}$), a afinidade dos carregadores pelo íon a ser transportado (K_m) e a concentração na solução do solo junto às raízes onde o influxo para de ocorrer ($C_{\min}$) (Anghinoni et al., 1989). Para comprovar que a diferença nos teores de zinco entre as seis populações seja devida as características radiculares e os parâmetros cinéticos de absorção serão realizados estudos futuros com os mesmos genótipos afim de comprovar esses efeitos. Embora os parâmetros cinéticos de absorção ainda não foram analisado, pode-se deduzir a existência de diferença entre as populações para os teores de nutrientes em virtude de dois aspectos: primeiramente, porque as populações (Tabela 2) influenciaram somente no teor foliar de Zn; e, em segundo lugar, porque

a população J2 não apresentou os maiores teores foliares de Mg, Zn, Mn e Cu como verificou-se para os demais elementos. Comparando os teores foliares obtidos nesse estudo com os encontrados por Laviola e Dias (2008) pode-se observar a superioridade nos conteúdos de todos os macronutrientes e de zinco.

Para os frutos, o maior teor de P foi obtido pelas plantas da população J2, porém, não diferiram estatisticamente das populações J1, J3, J4 e J5. Em relação aos teores de Cu, as populações J2 e J5 apresentaram os maiores teores. Quanto os teores de Fe, a população J1 foi responsável pelo maior teor, apesar de não diferir estatisticamente da população J5.

A diferença encontrada entre as populações para os teores de P, Fe e Cu (Tabela 2) nos frutos é atribuída, além dos mecanismos referentes à absorção e translocação, a capacidade de cada população em redistribuir

nutrientes para os frutos. Assim como os outros dois mecanismos, a interação fonte-dreno é bastante influenciada pelos genótipos, pois os frutos são encontrados nas plantas em quantidade, peso e tamanho diferentes; com isso, a demanda nutricional para esse órgão é bastante influenciada. Analisando os teores de nutrientes nos frutos encontrados nesses estudos com os obtidos por Laviola e Dias (2008) verificou-se que os teores foram inferiores somente para o fósforo e para o cobre.

Portanto, supõe-se que a distinção genética entre as populações quanto aos teores de nutrientes nas folhas e frutos tenha ocorrido diante da interação desses mecanismos atuando em intensidades diferentes. Sendo assim, estudos avaliando as características morfológicas radiculares e os parâmetros cinéticos de absorção serão realizados com as mesmas populações afim de comprovar essa hipótese.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar seis populações de *J. curcas* a partir da determinação dos teores de nutrientes nas folhas e frutos.

CONCLUSÃO

As populações apresentaram variabilidade somente para o teor foliar de zinco, sendo a B1 aquela que apresentou o menor conteúdo.

Para os frutos, a população B1 apresentou os menores teores de P e Cu, enquanto que as populações J1 e J5 apresentou o maior teor de ferro.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKBAR, E.; YAAKOB, Z.; KAMARUDIN, S. K.; ISMAIL, M.; SALIMON, J. Characteristic and Composition of *Jatropha curcas* Oil Seed from Malaysia and its Potential as Biodiesel Feedstock Feedstock. **European Journal of Scientific Research**, v. 19, n. 3, p. 396-403, 2009.

ANGHINONI, I.; VOLKART, C. R.; FATTORE, N.; ERNANI, P. R. Morfologia de raízes e cinética da absorção de nutrientes em diversas espécies e genótipos de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, n. 3, p. 355-361, 1989.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 12.ed. Washington, 1975. 1094 p.

BEHERA, S. K.; SRIVASTAVA, P.; TRIPATHI, R.; SINGH, J. P.; SINGH, N. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agropractices for optimizing biomass – A case study. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 1, p. 30-41, 2010.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

BRASILEIRO, B. G.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S. Floral biology and characterization of seed germination in physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p. 556-562, 2012 .

DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. **Biometria experimental**. 1ª ed. Editora UFV, 2009. 408p.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, 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-mansão (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. 1ª ed. Editora UFV, 2007. 40p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2.ed. Editora: Planta, 2006. 401p.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 1958. 498 p.

- JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. **Analytical methods for use in plants analyses**. Los Angeles: University of California, v. 766. p. 32-33, 1959.
- JONGSCHAAP, R. E. E; CORRE, W. J.; BINDRABAN, P. S.; BRANDENBURG, W. A. Claims and Facts on *Jatropha curcas* L.: Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation programme. **Plant Research International Report**, Wageningen, p. 158. 2007.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.
- LIMA, R. L. S.; SOFIATTI, V.; AZEVEDO, C. A. V.; CAZETTA, J.; CARVALHO JÚNIOR, G. S.; ARRIEL, N. H. C. Nutrient accumulation curves in fruits and nutrient export by seeds, **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 35, n. 6, p. 3003-3014, 2014.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2.ed. Editora: Potafos, 1997. 319 p.
- MATOS, F. S; GAMBOA, I; RIBEIRO, R. P; MAYER, M. L; NEVES, T. G; LEONARDO, B.R.L; SOUZA, A. C. Influência da intensidade luminosa no desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* L.. **Agrarian** (Dourados. Online), v. 04, p. 265-272, 2011.
- MATOS, F. S.; ROSA, V. R.; BORGES, F. L. O.; RIBEIRO, R. P.; CRUVINEL, C. K. L.; DIAS, L. A. S. Response of *Jatropha curcas* plants to changes in the availability of nitrogen and phosphorus in Oxisol. **African Journal of Agricultural Research**, v. 09, p. 3581-3586, 2014.
- MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F.; RODRIGUES, L. A.; SACRAMENTO, L. V. S. Comportamento de variedades de soja cultivadas em diferentes doses de fósforo: I, cinética de absorção de fósforo e ajustes morfológicos da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 231-238, 1993.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**. Version 9.0. Cary: SAS Institute, 2000. 584 p.