

## TEOR E ACÚMULO DE NPK EM MANJERICÃO CULTIVADO SOB ESTRESSE POR ALUMÍNIO

### Lavine Silva Matos<sup>(1)</sup>

Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [lavinematos@yahoo.com.br](mailto:lavinematos@yahoo.com.br)

### Diego dos Santos Souza<sup>(2)</sup>

Graduando em Eng. Agrônoma da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [diegosantossouza@gmail.com](mailto:diegosantossouza@gmail.com)

### Nafez Souza Bitencourt<sup>(3)</sup>

EMBRAPA/CNPMPF. Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. E-mail: [nafez.bitencourt@embrapa.br](mailto:nafez.bitencourt@embrapa.br)

### Elves de Almeida Souza<sup>(4)</sup>

Doutorando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [elvis\\_eas@hotmail.com](mailto:elvis_eas@hotmail.com)

### Rogério Maurício Oliveira<sup>(5)</sup>

Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [rogeriobur@hotmail.com](mailto:rogeriobur@hotmail.com)

### Anacleto Ranulfo dos Santos<sup>(6)</sup>

Professor Dr. do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [anacleto@ufrb.edu.br](mailto:anacleto@ufrb.edu.br)

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o teor e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio de plantas de manjeriço submetidas a doses de alumínio em solução nutritiva (0; 27; 54; 81 e 108 mg L<sup>-1</sup> de Al<sup>+3</sup>). O estudo foi realizado em casa de vegetação no Campus da UFRB, no município de Cruz das Almas-BA. As plantas foram cultivadas entre os meses de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Aos 45 dias foram realizadas as análises químicas. Os resultados obtidos evidenciaram que as variáveis teor de nitrogênio e fósforo nas raízes, acúmulo de nitrogênio e fósforo nas raízes e acúmulo de nitrogênio total foram afetadas pelas doses de alumínio utilizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** alumínio, *Ocimum basilicum* L., plantas medicinais.

## INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, é uma planta anual ou perene, dependendo do local de plantio. No Brasil, o manjeriço é cultivado principalmente por agricultores familiares para a comercialização da planta como condimento. Além de seu uso *in natura*, é utilizado para obtenção de óleo essencial, sendo muito importante na indústria de cosmético, perfumaria, medicamento e alimento (BLANK et al., 2007). É originário da Ásia, sendo encontrado em estado espontâneo na Índia, como também no norte da África.

Na maioria dos solos brasileiros, os teores de alumínio (Al<sub>3</sub><sup>+</sup>) frequentemente atingem níveis tóxicos para as plantas. Sua toxicidade é, geralmente, o fator limitante no aumento da produtividade das culturas em solos ácidos. O seu efeito tóxico manifesta-se pela limitação no desenvolvimento do sistema radicular, bem como por sua interferência na absorção, transporte e utilização de nutrientes (SILVA et al., 1984). Os efeitos tóxicos do Al no crescimento das plantas são atribuídos à sua influência sobre vários processos bioquímicos e fisiológicos, sendo o crescimento radicular o principal indicador da sensibilidade das plantas à toxidez. Para Camargo e Furlani (1989), os efeitos fitotóxicos causados pelo alumínio são altamente dependentes de pH, concentrações de sais, compostos orgânicos, temperatura e espécie vegetal, fatores que podem ser alterados de acordo com a natureza da composição química do substrato ou da espécie estudada.

A presença do alumínio no solo em níveis considerados tóxicos pode prejudicar o crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas e, conseqüentemente, a nutrição das mesmas; o alumínio afeta principalmente a região meristemática das raízes, o que faz com que a absorção e assimilação dos nutrientes, sejam prejudicadas. O cultivo de plantas com solução nutritiva apresentam algumas vantagens, entre elas, o fato de poder controlar fatores relacionados ao pH, a condutividade elétrica, a composição nutricional da solução, além de toxidez.

## OBJETIVO

Avaliar o efeito de diferentes concentrações de alumínio ( $Al^{+3}$ ), em solução nutritiva, no teor e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de manjeriço.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, em Cruz das Almas, no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015. As sementes de manjeriço foram germinadas em recipiente contendo 1 dm<sup>3</sup> de areia lavada, onde permaneceram até o final do experimento.

Após a emergência, foi realizado o desbaste para que permanecesse uma planta por recipiente e, aos 10 (dez) dias após a emergência (DAE), as plântulas foram irrigadas diariamente passando a receber a solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) com força iônica total. Aos 20 DAE, iniciou-se os tratamentos em que as plantas receberam solução nutritiva completa modificada em função dos tratamentos: T1 = 0; T2 = 27; T3 = 54; T4 = 81 e T5 = 108 mg  $Al^{3+} L^{-1}$ . A fonte de alumínio utilizada foi o Cloreto de Alumínio ( $AlCl_3$ ) e no preparo da solução nutritiva, a concentração de fósforo (P) foi reduzida em 10 (dez) vezes, evitando, dessa forma, que houvesse a complexação do alumínio (Tabela 1).

**Tabela 1:** Volumes (ml) retirados das soluções estoque para formar 1L de solução nutritiva modificada, seguindo os respectivos tratamentos com as doses de alumínio.

Solução Estoque (Mol L <sup>-1</sup> )	Concentração de alumínio (mg L <sup>-1</sup> )				
	0	27	54	81	108
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
KNO <sub>3</sub>	5	5	5	5	5
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5	5	5	5	5
MgSO <sub>4</sub>	2	2	2	2	2
KCl	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
AlCl <sub>3</sub>	0	1	2	3	4
Micronutrientes*	1	1	1	1	1
Ferro-EDTA**	1	1	1	1	1

\*Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1g de EDTA dissódico em 286 mL de NaOH 1N + 24,9g de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O e aerado por uma noite. \*\*Solução de micronutrientes (g/L): H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> = 2,86; MnCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O = 1,81; ZnCl<sub>2</sub> = 0,10; CuCl<sub>2</sub> = 0,04; H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O = 0,02.

A tabela 2 apresenta os valores de pH, condutividade elétrica e pressão osmótica da solução nutritiva modificada utilizada durante o estudo.

**Tabela 2:** Valores de pH, condutividade elétrica e pressão osmótica das soluções nutritivas.

Variável	Concentração de alumínio mg L <sup>-1</sup>				
	0	27	54	81	108
pH	5,10	3,59	3,63	3,51	3,63
CE	2,30	2,49	2,54	2,77	3,00
PO	0,76	0,81	0,84	0,91	1,05

**pH**- Potencial hidrogeniônico; **PO**- Pressão osmótica (atm); **CE**- Condutividade elétrica em miliSiemens por centímetro ( $\text{mS cm}^{-1}$ ).

As plantas foram cultivadas por 45 dias em condições de casa de vegetação. Ao final do experimento foram avaliadas as variáveis: teor e acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), nas folhas e nas raízes. A massa do material vegetal seco foi moída em moinho tipo Willey, e aproximadamente 0,5 g da massa da matéria seca das folhas e raízes foram submetidas à digestão úmida utilizando-se a solução digestora nitroperclórica ( $\text{HNO}_3 + \text{HCl}_4$ ). O teor de fósforo foi determinado via espectrofotometria com azul de molibdênio e a determinação do potássio foi via espectrofotometria de chama. Para a determinação do nitrogênio digeriu-se aproximadamente 0,1 g da massa da matéria seca das folhas, caules e raízes, e a solução digestora utilizada foi a sulfúrica ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ ); posteriormente, os teores de nitrogênio foram determinados por destilação-titulação (Kjeldahl) (SILVA, 2009). O acúmulo de N, P e K foi quantificado via equação 1:

$$A: (\text{Teor} \times \text{MS})/1000 \quad \text{equação (1)}$$

Onde: A= Acúmulo; Teor= teor do elemento ( $\text{g kg}^{-1}$ ); MS= massa seca da amostra (folha ou raiz).

O experimento foi conduzido sob delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, e os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2001). Em função do nível de significância foi aplicado o teste de regressão a 5% de probabilidade para identificar o efeito das doses de alumínio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo devido às doses de alumínio ( $p < 0,05$ ) pelo teste F da análise de variância para as variáveis teor de nitrogênio e fósforo nas raízes das plantas de manjeriço (Tabela 2).

**Tabela 2:** Resumo da análise de variância (quadrado médio) para as variáveis: teor de nitrogênio, fósforo e potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na folha e raiz (F e R) de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas sob concentrações de alumínio.

Fontes de Variação	Teor de Nitrogênio		Teor de Fósforo		Teor de Potássio	
	F	R	F	R	F	R
TRAT	10.321280 <sup>ns</sup>	4.483017*	0.043743 <sup>ns</sup>	0.028370*	49.194807 <sup>ns</sup>	12.217795 <sup>ns</sup>
Resíduo	4.823400	1.291630	0.020397	0.008153	25.706357	12.188312
CV (%)	11.74	10.15	12.44	7.05	18.70	17.90
Media geral	18.7020000	11.192000	1.1480000	1.2810000	27.1090000	19.5015000

TRAT – dose de alumínio; <sup>ns</sup> – não significativo; \* – significativo ao nível de 5% pelo teste F.

As variáveis acúmulo de nitrogênio e fósforo nas raízes também apresentaram efeito significativo em função das doses de alumínio ( $p < 0,05$ ) pelo teste F da análise de variância (Tabela 3).

**Tabela 3:** Resumo da análise de variância (quadrado médio) para as variáveis: acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na folha e raiz (F e R) de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas sob concentrações de alumínio.

Fontes de Variação	Acúmulo de Nitrogênio		Acúmulo de Fósforo		Acúmulo de Potássio	
	F	R	F	R	F	R
TRAT	241.560888 <sup>ns</sup>	226.781007*	1.143875 <sup>ns</sup>	2.744718*	1285.753030 <sup>ns</sup>	321.587932 <sup>ns</sup>
Resíduo	182.897077	49.706068	0.909327	0.429930	1019.933212	483.990782
CV (%)	11.11	9.98	12.75	8.09	18.11	17.90
Media geral	121.7150000	70.6565000	7.4800000	8.1070000	176.2995000	122.9185000

TRAT – dose de alumínio; <sup>ns</sup> – não significativo; \* – significativo ao nível de 5% pelo teste F.

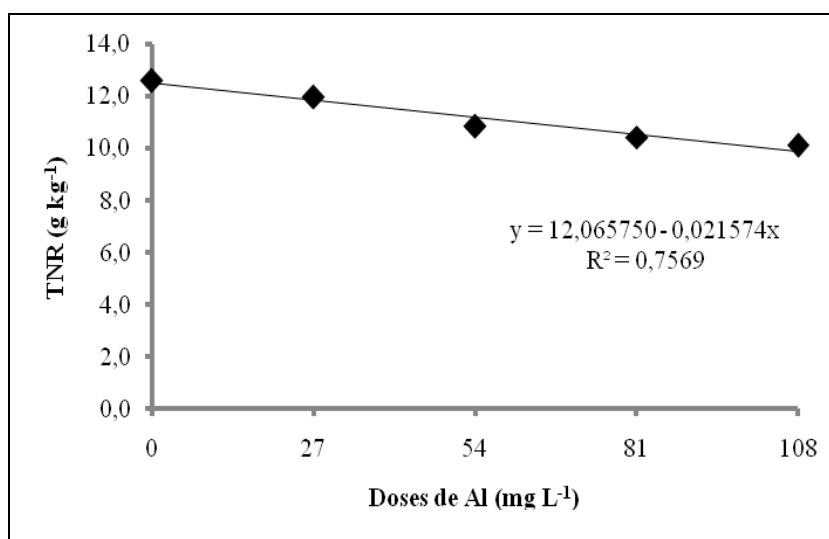
Não apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ) devido aos tratamentos as variáveis teor de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas, e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas das plantas de manjeriço.

A acidez do solo é um dos principais fatores que oferecem restrições aos cultivos agrícolas. O alumínio em sua forma trocável ( $Al^{3+}$ ) é um dos fatores limitantes de maior influência à produção vegetal, sendo a raiz o sítio de contato inicial entre o alumínio e a planta, esta pode sofrer mudanças no desenvolvimento e na morfologia, a parte compreendida entre a região meristemática e de alongação das raízes é a que parece ser a mais sensível à ação desse íon. O alumínio altera as propriedades da parede e da plasmalema, pois afeta o sistema de carregadores de nutrientes, problemas que resultam na inibição da alongação celular do eixo principal, tornando as raízes mais grossas e pouco funcionais.

A reduzida resposta das plantas às adubações pode ser atribuída, em parte, ao excesso de alumínio que, em solo com elevada acidez, pode tornar-se tóxico, o que causará graves alterações no sistema radicular, alterando os padrões de absorção de água e de nutrientes e, também, o metabolismo dos nutrientes.

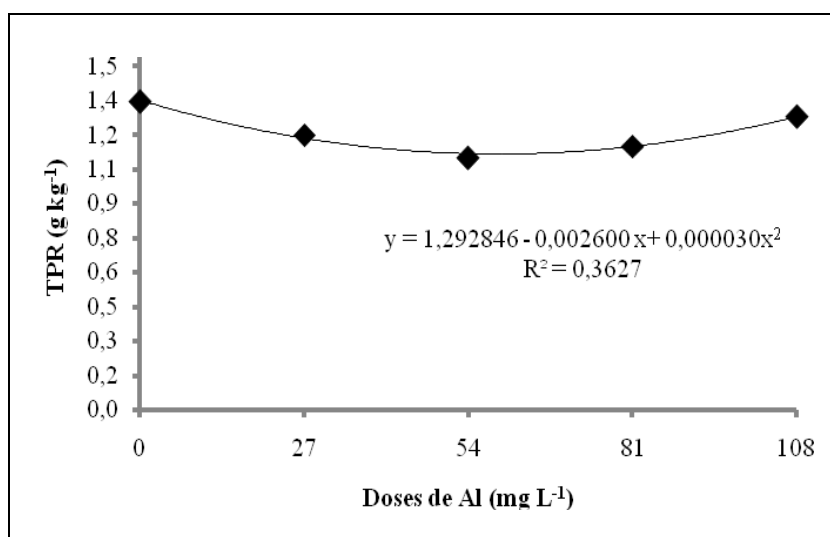
O teor de nitrogênio nas raízes (TNR) do manjeriço apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, resultando na redução dos valores desta variável com o incremento das doses de alumínio na solução nutritiva (Figura 1). Assim, a dose de  $108 \text{ mg L}^{-1}$  de  $Al^{3+}$  apresentou  $10,1 \text{ g kg}^{-1}$  de N, o que corresponde a uma redução de 25% no teor de nitrogênio quando comparada a dose zero de Al, que apresentou  $12,61 \text{ g kg}^{-1}$  de N nas raízes.

**Figura 1:** Teor de nitrogênio nas raízes (TNR) de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



De acordo com a figura 2 o teor de fósforo nas raízes (TPR) do manjeriço apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial quadrático, cuja derivação da equação possibilitou estimar a dose de  $43,3 \text{ mg L}^{-1}$  de  $Al^{3+}$  na solução nutritiva que proporcionou o menor valor dessa variável, correspondendo a  $1,24 \text{ g kg}^{-1}$  de P nas raízes. Comparando-se as médias na dose estimada com o tratamento cujo alumínio foi omitido, que obteve  $1,34 \text{ g kg}^{-1}$  de P, é possível indicar um decréscimo de 8%, havendo, a partir desse ponto, aumento do valor da variável até a dose de  $180 \text{ mg L}^{-1}$  de  $Al^{3+}$ , cujo teor foi de  $1,28 \text{ g kg}^{-1}$  de P nas raízes.

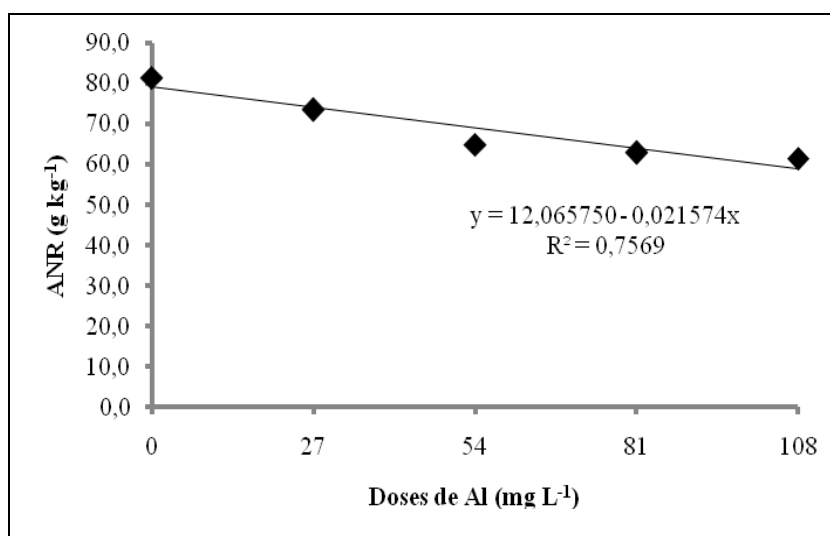
**Figura 2:** Teor de fósforo nas raízes (TPR) de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



O alumínio afeta os teores de nitrogênio (N) nas plantas de maneira particular dependendo da espécie e da concentração de alumínio na região radicular, podendo assim ocasionar ou não redução da assimilação do nitrato pelas plantas. A toxidez por Al pode estar vinculada a redução do teor de fósforo (P) no sistema radicular que por sua vez pode estar relacionada com a interferência do excesso do alumínio nas reações enzimáticas e na disposição de polissacarídeos nas paredes celulares, prejudicando, conseqüentemente, a absorção, o transporte e o uso de vários nutrientes, entre eles o fósforo.

A figura 3 apresenta o acúmulo de nitrogênio nas raízes (ANR) do manjericão que apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, resultando na redução dos valores desta variável com o incremento da concentração de alumínio na solução nutritiva. A dose de 108 mg L<sup>-1</sup> de Al<sup>+3</sup> apresentou 61,5 g kg<sup>-1</sup> de N, o que corresponde a uma redução de 32,5% no acúmulo de nitrogênio quando comparada a dose zero de Al, que foi de 81,51 g kg<sup>-1</sup> de N nas raízes.

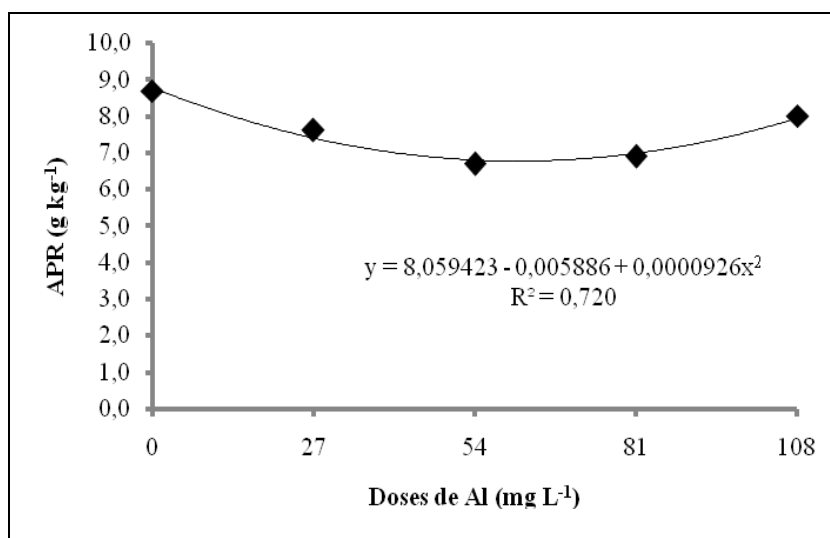
**Figura 3:** Acúmulo de nitrogênio nas raízes (ANR) de plantas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



O acúmulo de fósforo nas raízes (APR) do manjericão apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial quadrático, cuja derivação da equação possibilitou estimar a dose de 31,8 mg L<sup>-1</sup> de Al<sup>+3</sup> na solução nutritiva que proporcionou o menor valor dessa variável, correspondendo a 7,96 g kg<sup>-1</sup> de P nas raízes. Comparando-se as médias na dose estimada com o tratamento cujo alumínio foi omitido (dose

zero de Al), que obteve  $8,70 \text{ g kg}^{-1}$  de P, é possível indicar um decréscimo de 9,3%, havendo, a partir desse ponto, aumento do valor da variável até a dose de  $180 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{Al}^+$ , cujo teor foi de  $8,01 \text{ g kg}^{-1}$  de P nas raízes.

**Figura 4:** Acúmulo de fósforo nas raízes (APR) de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



## CONCLUSÕES

A presença do alumínio na solução nutritiva afetou as variáveis teor e acúmulo de nitrogênio e fósforo nas raízes das plantas de manjeriço.

As variáveis teor e acúmulo de potássio não apresentaram diferença estatística em função dos tratamentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

## REFERÊNCIAS

- BLANK, Arie Fitzgerald et al. Maria Bonita: cultivar de manjeriço tipo linalol. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2007, vol.42, n.12, pp.1811-1813. ISSN 1678-3921.
- CAMARGO, O.A. & FURLANI, P.R. Alumínio no solo: concentração, especiação e efeito no desenvolvimento radicular. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., Piracicaba, 1989. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1989. p.45-69.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2011, vol.35, n.6, pp.1039-1042. ISSN 1413-7054.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: *California Agricultural Experimental Station*, 347p. 1950.
- SILVA, Fábio Cesar da, et al. (Ed.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2009. 627 p.
- SILVA, J. B. C. da; NOVAIS, R. F. de; SEDIYAMA, C. S. Comportamento de genótipos de soja em solo com alta saturação de alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.19, n.3, p.287-298, 1984.