



## **CONCENTRAÇÃO DE COBRE E ZINCO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES NO SOLO, SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SATURAÇÃO POR BASES.**

Jailson Vieira Aguilar <sup>(1)</sup>, Enes Furlani Junior <sup>(2)</sup>, Marcelo Augusto Baldoino Gomes <sup>(3)</sup>, Luiz Paulo Penna <sup>(4)</sup>, Raiana Crepaldi <sup>(5)</sup>, Heitor Pontes Gestal Reis <sup>(6)</sup>, Mirella dos Santos Pereira <sup>(7)</sup>.

### **RESUMO**

A corrida por fontes limpas para produção de energia ganhou cenário nos últimos anos e com isso também a produção de biodiesel, nesse contexto o pinhão manso, euphorbiaceae com grande plasticidade mostrou-se grande produtora de óleo podendo ser a saída para a produção de combustível alternativo. Sabe-se que mesmo para espécies com grande plasticidade, para que se tenha uma grande produção é necessário controlar as propriedades químicas e físicas do solo, desse modo esse trabalho quer avaliar as concentrações de cobre e zinco (micronutrientes) em diferentes profundidades com diferentes níveis de saturação por bases. O trabalho foi realizado em Ilha Solteira em um latossolo vermelho aluminoférrico utilizando delineamento casualizado compostos por seis níveis de saturação por bases com tres repetições. Foram feitas calagens a ponto de obter o nível de saturação de bases desejado. Os dados foram submetidos a análise de variancia e regressão. Não houve variação significativa entre os parametros avaliados no entanto o trabalho fornece informações valiosas sobre a dinamica de Cu e Zn em diversas profundidades.

**Palavras chave:** Calagem, pinhão manso, latossolo vermelho aluminoférrico.

## **CONCENTRATION OF COPPER AND ZINC IN DIFFERENT DEPTHS IN SOIL UNDER DIFFERENT LEVELS FOR BASES SATURATION.**

Jailson Vieira Aguilar <sup>(1)</sup>, Enes Furlani Junior <sup>(2)</sup>, Marcelo Augusto Baldoino Gomes <sup>(3)</sup>, Luiz Paulo Penna <sup>(4)</sup>, Raiana Crepaldi <sup>(5)</sup>, Heitor Pontes Gestal Reis <sup>(6)</sup>, Mirella dos Santos Pereira <sup>(7)</sup>.

### **SUMMARY**

(1) Mestrando - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia da UNESP / Campus de Ilha Solteira / SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira – SP, (2) Prof. Titular Dr., Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia da UNESP / Campus de Ilha Solteira – SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira - SP enes@agr.feis.unesp.br; (3) Biólogo - Curso de Graduação em Biologia, da UNESP / Campus de Ilha Solteira / SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira – SP. (4) Agrônomo, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia da UNESP/ Campus de Ilha Solteira – SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira - SP; (5) Mestranda - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia da UNESP / Campus de Ilha Solteira / SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira – SP. (6) Mestrando - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia da UNESP / Campus de Ilha Solteira / SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira – SP. (7) Mestrando - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Engenharia da UNESP / Campus de Ilha Solteira / SP, Passeio Monção, nº 226 - CEP 15385-000 Ilha Solteira – SP.

The race for clean sources of energy production has gained scenario in recent years and with it the production of biodiesel, within this context the physic nut, the Euphorbiaceae with great plasticity proved to be a major producer of oil can be output to the production of alternative fuel. It is well known that even for species with high plasticity, in order to have a big production it is necessary to control the chemical and physical properties of the soil thus this work wishes to evaluate copper and zinc concentrations (micronutrients) at different depths with different levels of base saturation. The study was conducted on Ilha Solteira in an alumino oxisol using randomized experimental design composed of six levels of base saturation with three replications. Data were submitted to analysis of variance and regression. There was no significant variation between the parameters evaluated though the work provides valuable information about the dynamics of Cu and Zn in several depths.

**Key-words:** Liming, Physic nut, alumino oxisol.

## INTRODUÇÃO

A demanda por produtos naturais capazes de substituir compostos nocivos ao ambiente abre campo para uma das áreas de maior relevância na pesquisa agrotecnológica que é a agroenergética, que tem como um de seus segmentos a produção de biodiesel. Atualmente, a procura global por combustíveis alternativos vem se intensificando cada vez mais e conceito de substituição ganhou ação difundida no mundo todo na atualidade, entre os principais motivos para a substituição são as propriedades desejáveis que certas plantas apresentam, dentre elas o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), tais como: robustez, larga tolerância ambiental, adaptação a vários tipos de solos improdutivos, fácil propagação por semente, alto conteúdo de óleo nas sementes (46-58 % do peso no núcleo e 30-40% do peso da semente), provendo gerar renda e oportunidade de emprego para os pequenos produtores rurais (ORHAN et al., 2004; SUBRAMANIAN et al., 2005). O pinhão manso é uma planta arbustiva pertencente à família Euphorbiaceae, cujo cultivo requer tecnologia simples, e investimento modesto comparado a outras variedades. Para avaliar a fertilidade do solo, a amostragem do solo é a primeira e principal etapa, pois é com base na análise química que são feitas as interpretações e definidas as doses de corretivos e adubos a serem usadas. Para culturas perenes, como o pinhão-manso, recomenda-se a coleta das amostras simples, nas camadas de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm de profundidade.

A calagem dos solos tem o intuito de corrigir a acidez e eliminar a toxicidade por alumínio móvel e manganês, além de ofertar para as plantas cálcio e magnésio. Também promove maior disponibilidade de nutrientes, em maior quantidade o fósforo.

Estudos realizados em diversas amostras de solos, recolhidos sob a copa de plantas de pinhão-manso demonstram certa tolerância do pinhão-manso ao alumínio e seu eficiente mecanismo de absorção de magnésio, em parte devido ao seu vigoroso sistema radicular. No entanto, para se obter elevadas produtividades é indispensável a correção do pH do solo e a disponibilidade dos nutrientes essenciais para o pinhão-manso. Gusmão et al. (2007), trabalhando com diagnose por subtração, observaram que o crescimento e a área foliar do pinhão manso foram reduzidos pela omissão dos macronutrientes, principalmente fósforo, cálcio e magnésio e que as plantas não foram afetadas pela ausência dos micronutrientes, exceto pelo zinco que causou redução dos internódios e maior número de folhas. Também com diagnose por subtração, a omissão de zinco e cobre não provocaram sintomas de deficiência nas plantas (ANDRADE et al., 2007). Os teores normais de

Cu no solo e nas plantas podem variar de 2 a 250 mg kg<sup>-1</sup> e de 5 a 20 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (BOWEN, 1979). Em concentrações no solo acima da faixa de 60 a 125 mg kg<sup>-1</sup> ocorre toxidez do elemento e as concentrações nas plantas de 20 a 100 mg kg<sup>-1</sup> são consideradas críticas, causando danos ao tecido e ao alongamento das raízes, alterações na permeabilidade da membrana, inibição do transporte de elétrons fotossintéticos, imobilização do elemento nas paredes e vacúolos e clorose (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 1992). Solos com teores de Zn abaixo de 10 a 20 mg kg<sup>-1</sup> são considerados deficientes, enquanto aqueles com teores entre 25 a 150 mg kg<sup>-1</sup> apresentam o metal em quantidades ideais à nutrição das plantas. Quando a concentração atinge patamares maiores que 400 mg kg<sup>-1</sup>, passa a ser tóxico às plantas cujos sintomas são caracterizados por redução no crescimento e clorose (MATTIAZZO-PREZOTTO, 1994).

Considerando a otimização da produção de pinhão manso é de suma importância conhecer a dinâmica dos metais zinco e cobre nas diferentes profundidades do solo após a correção do pH por calagem, oferecendo condições reais de campo para o crescimento das plantas.

### OBJETIVOS

Avaliação da interação entre a % de saturação por bases e as quantidades de Cu e Zn em diferentes profundidades.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em fevereiro de 2010 na FEPE (Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão), pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, 20°22'31" S e 51°25'15" O, com altitude de 337 m. O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 23,5°C, precipitação média anual de 1.370 mm e umidade relativa do ar entre 60 e 70%. O solo da área é um Latossolo Vermelho aluminoférrico (Embrapa, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados composto por seis níveis de saturação por bases (V%) (tabela1) com três repetições, perfazendo um total de 18 parcelas. Cada parcela foi composta por três linhas de plantio, com espaçamento de 3 m e espaçamento entre plantas de 2 m, somando um total de 12 plantas por parcela. O solo, antes da implantação do experimento foi amostrado na profundidade de 0-20 cm, obtendo-se as propriedades químicas (Tabela 2) e em função da acidez inicial foram estabelecidos valores a serem atingidos por saturação por bases (Tabela 3).

**Tabela 1: Quantidade de corretivo calcário em função dos níveis de saturação por bases a serem atingidos.**

Corretivos	31	Níveis de correção (V%)				
		40	50	60	70	80
		g/cova				
Calcário	0,00	190	400	620	839	1040

**Tabela 2. Relação de tratamentos no estudo de tolerância à acidez.**

Tratamento	Valores de saturação por bases (V%) a ser atingido
1	Saturação original, sem calagem
2	Calcário para atingir 40%, de saturação por bases
3	Calcário para atingir 50%, de saturação por bases

4	Calcário para atingir 60%, de saturação por bases
5	Calcário para atingir 70%, de saturação por bases
6	Calcário para atingir 80%, de saturação por bases

Fonte de calcário: Calcário dolomítico PRNT 90. (teor de CaO 36% e MgO 15%)

Em julho de 2011 foi aferida uma nova amostragem de solo e a partir destes resultados fez-se uma calagem complementar para se ajustar aos níveis de saturação por base desejados em cada tratamento. Em julho de 2012 uma nova análise de solo foi feita para comparar as propriedades químicas antes da instalação do experimento e até dois anos depois de realizada a calagem. O calcário, com PRNT de 90% foi aplicado na cova e incorporado a 0-20 cm de profundidade. A adubação de plantio foi realizada junto à calagem aplicando 90 g/cova da fórmula 08 28 16. As quantidades de calcário dolomítico utilizado para atingir os correspondentes níveis de correção estão apresentadas na tabela 1.

**Tabela 3: Resultados da análise química do solo na camada de 0-20cm. Selvíria (MS), 2010.**

P resina mg/dm <sup>3</sup>	M.O g/dm <sup>3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB
			mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>					
4	18	4,5	1,0	6	3	22	4	10
S-SO <sub>4</sub> mg/dm <sup>3</sup>	CTC mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	V (%)	m (%)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg/dm <sup>3</sup>								
1	32	31	29	0,13	1,7	17	6,2	0,1

O controle das plantas daninhas foi realizado com uso de roçadeira na entre linha da cultura e capinas manuais nas linhas e acompanhamento criterioso com relação a pragas e doenças.

Foram analisados em comparação com a saturação de bases as concentrações de Zinco e Cobre.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os resultados significativos foram ajustados à modelos de regressão em nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de saturação por bases nas profundidades analisadas não influenciaram, significativamente as concentrações de Cu e Zn ( tabelas 4 e 5) . As profundidades não influenciam as concentrações de Cu em nenhum dos tratamentos analisados, no entanto em comparação entre as duas avaliações em 2010 e 2012 nota-se um incremento do mineral citado na maioria das profundidades avaliadas chamando atenção para a profundidade 40-60 onde há uma direfença numérica notável (tabela 4).

**Tabela 4: Análise de variância e regressão para concentrações de cobre em diferentes profundidades no ano de 2010 e 2012 em Iha Solteira – SP.**

Saturação por bases (V%)	2010 - Cu			2012 - Cu		
	mg/dm <sup>3-1</sup>					
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
<b>30</b>	1.70	1.20	0.80	2.00	1.13	3.56
<b>40</b>	1.66	1.13	0.66	1.83	1.17	3.26

<b>50</b>	1.70	1.26	0.80	2.03	1.27	3.90
<b>60</b>	1.56	1.06	0.80	1.83	1.10	2.86
<b>70</b>	1.73	1.13	0.73	1.86	1.10	3.53
<b>80</b>	1.63	1.13	0.86	1.93	1.17	3.23
<b>Teste F (p&gt;F)</b>	0.39 <sup>ns</sup>	0.79 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>sn</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	0.77 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>sn</sup>
<b>Regressão</b>						
<b>p&gt;F (linear)</b>	0.58 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>sn</sup>	0.58 <sup>ns</sup>	0.79 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>sn</sup>
<b>p&gt;F (quadrática)</b>	0.70 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>sn</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>ns</sup>	0.95 <sup>sn</sup>
<b>R<sup>2</sup> (linear%)</b>	5.71%	17.14%	17.14%	7.21%	2.97%	8.25%
<b>R<sup>2</sup> (quadrática%)</b>	8.39%	17.37%	31.43%	15.20%	6.33%	8.28%

\*ns representa não significativo em nível de probabilidade de 5%.

Tanto o zinco quanto o cobre são micronutrientes que contribuem para o crescimento das plantas no entanto a avaliação das interações entre tais metais no solo, bem como seus efeitos nas plantas são indiretos, a tabela 4 e tabela 5 mostram que Cu e Zn não apresentam comportamentos diferentes nas profundidades do solo independentemente da intensidade da saturação por bases o que é diferente do que ocorre com o alumínio. Segundo Teixeira et al (2003), em geral, os teores de cobre, manganês e zinco, decrescem em profundidade, sendo os menores teores verificados na camada de 10-20 cm, o que se atribui aos menores teores de carbono orgânico nessa camada. Esses resultados concordam com os obtidos por MAHLER et al. (1982) e CASTRO et al. (1992), que também notaram que os teores de cobre e zinco disponível se encontram nas camadas superficiais, diferente do observado nesse trabalho onde pouco influenciou as profundidades em relação às quantidades de Zn e Cu observadas.

**Tabela 5: Análise de variância e regressão para concentrações de zinco em diferentes profundidades no ano de 2010 e 2012 em Iha Solteira – SP.**

Saturação por bases (V%)	2010 - Zinco			2012 - Zinco		
	mg/dm <sup>3-1</sup>			mg/dm <sup>3-1</sup>		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
<b>30</b>	0.50	0.10	0.10	0.33	0.10	0.13
<b>40</b>	0.33	0.10	0.10	0.30	0.13	0.13
<b>50</b>	0.26	0.16	0.10	0.36	0.10	0.10
<b>60</b>	0.26	0.13	0.13	0.26	0.33	0.10
<b>70</b>	0.30	0.10	0.13	0.36	0.13	0.10
<b>80</b>	0.40	0.10	0.10	0.40	0.10	0.10
<b>Teste F (p&gt;F)</b>	0.61 <sup>ns</sup>	0.58 <sup>sn</sup>	0.61 <sup>sn</sup>	0.70 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>sn</sup>	0.61 <sup>sn</sup>
<b>Regressão</b>						
<b>p&gt;F (linear)</b>	0.51 <sup>ns</sup>	0.90 <sup>sn</sup>	0.44 <sup>sn</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	0.77 <sup>sn</sup>	0.14 <sup>sn</sup>
<b>p&gt;F (quadrática)</b>	0.10 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>sn</sup>	0.38 <sup>sn</sup>	0.44 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>sn</sup>	0.48 <sup>sn</sup>
<b>R<sup>2</sup> (linear%)</b>	12.40%	0.41%	17.14%	22.29%	1.87%	68.57%

R<sup>2</sup> (quadrática%)      98.62%      49.39%      39.46%      43.82%      30.44%      82.86%

---

\*ns representa não significativo em nível de probabilidade de 5%.

Pouco se conhece sobre a necessidade nutricional do pinhão manso no entanto as quantidades de cobre e zinco analisadas são suficientes para suprir as necessidades nutricionais da planta. São necessários novos estudos relacionando os níveis de alcance das raízes juntamente com as quantidades de cobre e zinco disponíveis nas várias profundidades com o intuito de se conhecer mais da necessidade nutricional da planta em questão.

### CONCLUSÃO

- A calagem não afeta as concentrações de zinco e cobre em profundidades até 60 cm em um latossolo vermelho aluminoférrico.

- Necessário novos estudos para fixar as interações entre a planta e os parametros analisados nesse trabalho.

### LITERATURA CITADA

ANDRADE, T.M.; SANTOS, H.O.; SILVA-MANN, R.; BISPO, M.V.C.; SANTOS JUNIOR, J.B.; SANTANA, U.A. Deficiência de micronutrientes em mudas de *Jatropha curcas* L.: resultados preliminares. In: **Congresso da rede brasileira de tecnologia e biodiesel**, 2., 2007, Brasília.

BOWEN, H. J. M. **Environmental chemistry of the elements**. London: Academic Press, 1979. 333 p.

CASTRO, O.M.; CAMARGO, O.A.C.; CANTARELLA, H.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C. Teores de zinco, cobre, manganês e ferro em dois Latossolos sob plantio direto e convencional. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.1, p.77-84, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

GUSMÃO, C.A.G.; FERNANDES, L.A.; D'ANGELIS, S.J.; SOUZA, F.F.O.; VITORINO, D.S.J.; LEITE, G.L.D. Modificações no crescimento e na área foliar de plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) ocasionadas por distúrbios nutricionais. In: **Congresso da rede brasileira de tecnologia e biodiesel**, 2., 2007, Brasília.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1992. 315 p.

MAHLER, R.J.; BINGHAN, F.T.; PAGE, A.L.; RYAN, J.A. Cadmium-enriched sewage sludge application to acid and calcareous soils: effect on soil and nutrition of lettuce, corn, tomato and swiss chard. **Journal of Environmental Quality**, adison, v.11, n.4, p.694-700, 1982.

MATTIAZZO-PREZZOTO, M. E. Comportamento de cobre, cádmio, cromo, níquel e zinco adicionados a solos de clima ropical em diferentes valores de pH. 1994. 197 f. **Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba**, 1994.

ORHAN, A. S.; DULGER, Z.; KAHRAMAN, N.; VERIZOGLU, T. N. Internal combustion engines fueled by natural gas-hydrogen mixtures. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 29, n. 14, p. 1527-1539, 2004.

SUBRAMANIAN, K. A.; SINGAL, S. K.; SAXENA, M.; SINGHAL, S. Utilization of liquid biofuels in automotive diesel engines: An India perspective. **Biomass & Bioenergy**, v. 29, p. 65-72, 2005.

TEIXEIRA R. I., SOUZA C. M., BORÉM A., SILVA G.M. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico. Cobre, Manganês, Zinco e Ferro em

profundidades em argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes sistemas de preparo de solo. **Bragantia**,v. 63, nº 1, p 119-126,2003.