

Disponibilidade de níquel associada a características químicas e texturais de solos destinados ao cultivo de soja⁽¹⁾

Bruna Wurr Rodak⁽²⁾; João Augusto Lopes Pascoalino⁽²⁾; Steve Jasson Fernandes Alves⁽²⁾; Adilson de Oliveira Junior⁽³⁾; César de Castro⁽³⁾; Milton Ferreira Moraes^(4,5)

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja).

⁽²⁾ Mestranda(o) do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal do Paraná (UFPR); Curitiba, Paraná, Rua dos Funcionários, 1540 - Juvevê, CEP 80.035-050; brunawurrrodak@hotmail.com; joampascoalino@hotmail.com; stevejasson@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Soja; cesar.castro@embrapa.br; adilson.oliveira@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Professor permanente; Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo UFPR; moraesmf@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Professor adjunto; Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

RESUMO: O níquel (Ni) foi o último elemento inserido entre os micronutrientes de plantas, entretanto, poucos são os estudos sobre seu efeito na cultura da soja. Assim como para os demais nutrientes, a resposta da soja à adubação com este micronutriente está diretamente relacionada aos teores disponíveis no solo. O objetivo do trabalho foi correlacionar a disponibilidade de Ni com atributos químicos e físicos de solos representativos das principais regiões produtoras de soja no Brasil. Foi realizada a caracterização química e textural em oito amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm nos seguintes locais: Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Paraná (Londrina e Palotina) e Rio Grande do Sul (Campo Novo e Coxilha). Os teores de Ni disponíveis foram extraídos em DTPA, relação solo:solução de 10:20, e determinados por espectrometria de emissão atômica - ICP-OES. Os teores de Ni variaram de < 0,013 a 0,27 mg dm⁻³ e apresentaram correlação com os atributos texturais, bem como com os teores de potássio, cobre, manganês e boro.

Termos de indexação: DTPA, *Glycine max* L., micronutriente.

INTRODUÇÃO

O níquel (Ni) é cofator da enzima urease que desdobra a uréia [CO(NH₂)₂] hidroliticamente em amônia (NH₃) e dióxido de carbono (CO₂) (Eskew et al., 1983; 1984; Brown et al., 1987), além de participar do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), pois é constituinte da enzima hidrogenase (Sellstedt & Smith, 1990). Mais recentemente, o Ni foi inserido na legislação brasileira de fertilizantes (MAPA, 2013) e os estudos a respeito do seu emprego em programas de adubação se encontram na fase inicial, especialmente para a cultura da soja (*Glycine max* L.) principal grão produzido no Brasil (CONAB, 2013).

A resposta da soja à aplicação com Ni é dependente da disponibilidade do nutriente na

solução do solo. Entretanto, a disponibilidade deste micronutriente é influenciada por características químicas e físicas inerentes às classes de solo (Uren, 1992). Contudo, poucos estudos correlacionaram esses atributos em solos cultivados com soja.

O objetivo deste estudo foi verificar a correlação entre a disponibilidade de Ni com os atributos químicos e texturais de solos representativos das principais regiões produtoras de soja no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Solo e Tecido Vegetal na Embrapa Soja, Londrina, Paraná (PR).

Foram coletadas oito amostras de solos, na profundidade de 0-20 cm, dos principais estados representativos no cultivo de soja: Bahia (BA), Goiás (GO), Maranhão (MA), Mato Grosso (MT), PR (Palotina e Londrina) e Rio Grande do Sul (RS) (Coxilha e Campo Novo).

As análises químicas foram realizadas segundo metodologia descrita em Embrapa (2009), com exceção das determinações de carbono (C), boro (B) e Ni realizada segundo Raij et al. (2001). O teor de Ni disponível no solo foi extraído em solução de DTPA, na relação solo:solução de 10:20, e quantificado por espectrometria de emissão atômica - ICP-OES. A determinação textural foi realizada segundo metodologia descrita em Camargo et al. (1986).

As amostras foram analisadas em triplicata e os resultados foram correlacionados entre si pelo coeficiente de correlação linear de Pearson ($p > 0,05$). Quando o coeficiente de correlação foi significativo, os resultados foram relacionados por meio de modelos de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade de Ni variou de < 0,01 a 0,27 mg dm⁻³ nos solos estudados (Tabela 1), correlacionando-se com a textura do solo, teores de

potássio (K), cobre (Cu), manganês (Mn) e B (Figura 1).

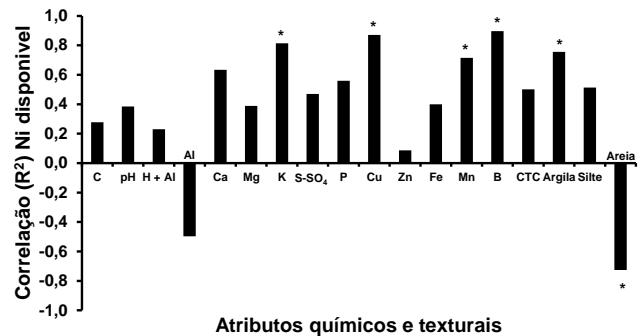
Os teores de Ni disponíveis apresentaram relação direta com os teores de argila do solo, por consequência, a relação foi altamente negativa para a fração areia (Figura 2; Tabela 1 e 2). Resultados semelhantes foram verificados por Caridad-Cancela et al. (2005). A maior superfície específica da fração argila possibilita a adsorção do Ni, proporcionando maior efeito tamponante do nutriente na solução do solo, logo, contribuindo para a ocorrência de maiores valores disponíveis (Abreu et al., 2007).

Apesar de não apresentar correlação direta com a matéria orgânica do solo verifica-se uma tendência de baixos teores de Ni em solos com menores teores de C, coincidindo com a textura arenosa (Tabela 1 e 2). Altos teores de Ni, de modo geral, ocorrem em solos com elevados teores de C e de textura argilosa, resultados condizentes com os encontrados por Senesi et al. (1989), Camargo et al. (1989) e Mellis et al. (2004). Tal comportamento é justificável pela maior adsorção do nutriente na fração orgânica do solo, o que aumenta a capacidade de retenção e reduz as perdas.

Quanto aos macronutrientes, os teores de Ni se relacionam positivamente apenas com o K (Figura 3), corroborando com Camargo et al. (1989). Entre os micronutrientes, a relação ocorreu para Cu, Mn e B (Figura 4).

O pH dos solos variou de 3,9 a 5,4 (Tabela 1) não apresentando correlação com os teores disponíveis de Ni. Segundo Mattiazzo-Prezotto (1994) o pH é o principal atributo químico que influencia a distribuição desse nutriente na fase sólida e solúvel de solos naturais. Verifica-se baixa disponibilidade de Ni em solos com altos valores de pH (Uran, 1992; Caridad-Cancela et al., 2005), resultados que não corroboram com os obtidos nesse estudo.

Vale salientar que o cultivo da soja é efetuado, de maneira geral, em solos já corrigidos e com fertilidade construída de acordo com as exigências da cultura. Dessa forma os insumos empregados no manejo da cultura e que contêm Ni (ex. termofosfato de yoorin, Damato et al., 2008), podem contribuir para a elevação dos teores disponíveis desse nutriente em alguns solos. Portanto, as correlações verificadas nesse estudo, bem como a não influência, de maneira preponderante, do pH do solo e C com a disponibilidade de Ni, podem ser consequência da adoção de práticas de manejo efetuadas no cultivo da soja.



* Significativo pelo coeficiente de correlação linear de Pearson ($p > 0,05$).

Figura 1 - Coeficientes de correlação entre disponibilidade de níquel (Ni) e atributos químicos e texturais de solos cultivados com soja.

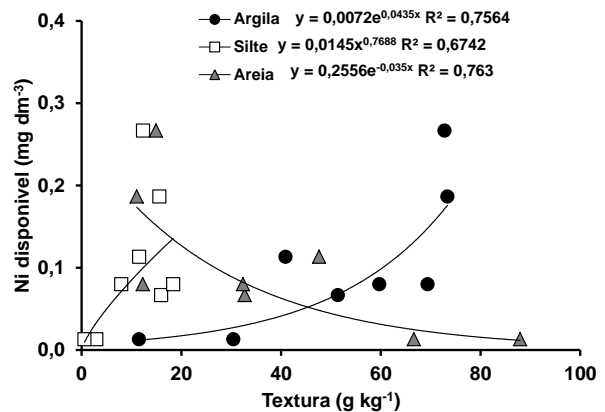


Figura 2 - Relação entre os atributos texturais e o teor de níquel (Ni) disponível de solos cultivados com soja.

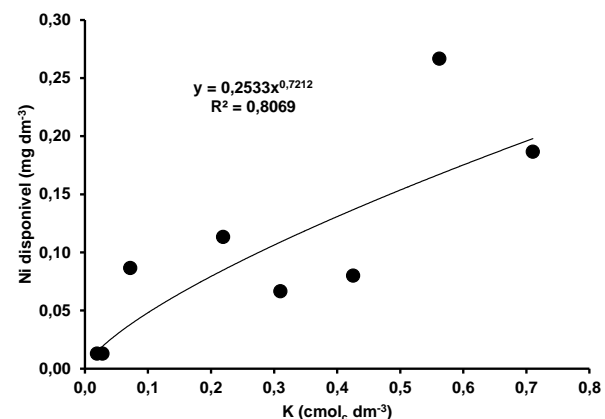


Figura 3 - Disponibilidade de níquel (Ni) em função dos teores de potássio (K) de solos cultivados com soja.

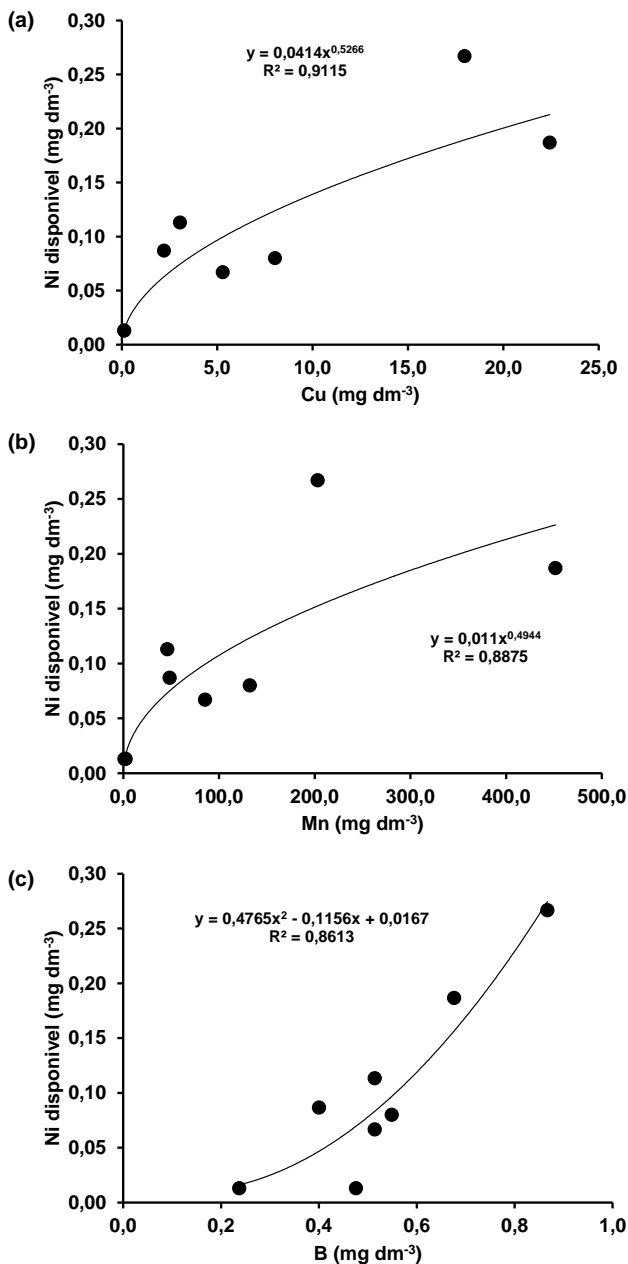


Figura 4 - Relação entre a disponibilidade de níquel (Ni) e os micronutrientes cobre (Cu) (a), manganês (Mn) (b) e boro (B) (c) de solos cultivados com soja.

CONCLUSÃO

A disponibilidade de Ni nos solos agrícolas estudados apresentou correlação com os atributos texturais e teores de K, Cu, Mn e B.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFPR, a Embrapa Soja e a Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; LOPES, A.S. & SANTOS, G.C.G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.N.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARULLI, R.B. & NEVES, J.C.L. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. p. 01-64

BROWN, P.H.; WELCH, R.M. & CARY, E.E. Nickel: a micronutrient essential for higher plants. *Plant Physiology*, 85(3):801-803, 1987.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. & VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solo do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106).

CAMARGO, O.A.; ROVERS, H. & VALADARES, J.M.A.S. Adsorção de níquel em Latossolos paulistas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 13:125-129, 1989.

CARIDAD-CANCELA, R.; PAZ-GONZÁLEZ, A. & ABREU, C.A. Total and extractable nickel and cadmium contents in natural soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36:241-252, 2005.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira grãos 2012/13 - sexto levantamento. Brasília, CONAB, 2013. 25p.

DAMATO, H.; MORAES, M.F.; LAVRES JÚNIOR, J.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Variação dos teores de Ni e P em termofosfatos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 16., 2008, Piracicaba. Resumos... Piracicaba: EDUSP, 2008. CD-ROM.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed., Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627p.

EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ESKEW, D.L.; WELCH, R.M. & CARY, E.E. Nickel: an essential micronutrient for legumes and possibly all higher-plants. *Science*, 222(4624):621-623, 1983.

ESKEW, D.L.; WELCH, R.M. & NORVELL, W.A. Nickel in higher plants: further evidence for an essential role. *Plant Physiology*, 76(3):691-693, 1984.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa MAPA 5/2007 (D.O.U. 01/03/2007). Disponível em:



<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229260>>. Acesso em 24 abr. 2013.

MATTIAZZO-PREZOTTO, M.E. Comportamento de cobre, cádmio, crômio, níquel e zinco adicionado a solos com clima tropical em diferentes valores de pH. Tese Livre Docência - ESALQ/USP. Piracicaba, 1994.

MELLIS, E.V.; CRUZ, M.C.P. & CASAGRANDE, J.C. Nickel adsorption by soil in relation to pH, organic matter and iron oxides. *Scientia Agrícola*, 61(2):190-195, 2004.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. IAC, 2001. 285p.

SELLSTEDT, A. & SMITH, G.D. Nickel is essential for active hydrogenase in free-living *Frankia* isolated from *Casuarina*. *Federation of European Microbiological Societies Microbiology Letters*, 70:137-140, 1990.

SENESI, N.; SPOSITO, G.; HOLTZCLAW, K.M. & BRADFORD, G.R. chemical properties of metal humic fractions of a sewage sludge-amended Aridisol. *Journal of Environmental Quality*, 18:186-194, 1989.

UREN, N.C. Forms, reactions, and availability of nickel in soils. *Advances in Agronomy*, 48:41-203, 1992.

Tabela 1 - Caracterização química dos solos estudados.

Solo	C	pH	H + Al	Al	Ca	Mg	K	S-SO ₄	P	Cu	Zn	Fe	Mn	B	Ni
	g dm ⁻³	CaCl ₂	cmolc dm ⁻³						mg dm ⁻³						
BA	7,51	3,90	6,01	1,09	0,01	0,12	0,03	26,9	1,93	0,12	0,0	17,3	1,1	0,48	< 0,013
GO	9,41	4,77	2,37	0,0	0,57	0,57	0,02	1,7	18,50	0,13	0,1	44,4	2,3	0,24	< 0,013
MA	17,12	4,48	6,49	0,68	3,6	1,99	0,31	6,7	23,95	5,29	0,8	37,1	85,4	0,51	0,067
MT	30,72	5,13	3,96	0,0	2,73	0,61	0,07	3,9	7,43	2,21	24,3	23,1	48,4	0,4	0,087
PR ⁽¹⁾	20,81	4,57	8,09	0,29	4,58	1,92	0,43	8,9	21,26	8,03	1,4	34,0	132,2	0,55	0,080
PR ⁽²⁾	29,70	5,37	3,10	0,0	2,3	0,78	0,22	57,2	18,16	3,05	6,4	49,3	45,8	0,51	0,113
RS ⁽³⁾	14,15	5,36	5,10	0,0	4,31	1,56	0,71	14,1	32,17	22,43	4,1	44,4	451,5	0,68	0,187
RS ⁽⁴⁾	19,08	4,60	6,50	0,04	3,64	1,3	0,56	44,4	22,45	17,97	3,0	40,2	203,0	0,87	0,267

⁽¹⁾Palotina; ⁽²⁾Londrina; ⁽³⁾Coxilha; ⁽⁴⁾Campo Novo.

Tabela 2 - Caracterização textural dos solos estudados.

Solo	Textura (g kg ⁻¹)			Classe textural ⁽¹⁾
	Argila	Silte	Areia	
BA	30,43	2,92	66,65	Arenoso
GO	11,50	0,57	87,43	Franco argilo-arenoso
MA	51,37	15,92	32,72	Argiloso
MT	59,68	7,95	32,37	Argiloso
PR ⁽²⁾	69,37	18,37	12,27	Muito argiloso
PR ⁽³⁾	40,87	11,52	47,62	Argilo-arenoso
RS ⁽⁴⁾	73,37	15,58	11,05	Muito argiloso
RS ⁽⁵⁾	72,77	12,30	14,93	Muito argiloso

⁽¹⁾Embrapa Solos (2006); ⁽²⁾Palotina; ⁽³⁾Londrina; ⁽⁴⁾Coxilha; ⁽⁵⁾Campo Novo.