

Amostragem e variabilidade nos atributos de fertilidade em um latossolo sob plantio direto em São Miguel do Iguaçu, Estado do Paraná

Maria Anita Gonçalves da Silva^{1*}, Antonio Saraiva Muniz¹, Erico Sengik¹, José de Deus Viana da Mata¹, Calvino Carissimi² e Antonio Cristiano Cegana¹

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Engenheiro Agrônomo, São Miguel do Iguaçu, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: magsilva@uem.br

RESUMO. Determinou-se o número de subamostras, na linha e entrelinha, para formar uma amostra composta, após o cultivo da soja, em sistema plantio direto, durante nove anos, num Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa, em São Miguel do Iguaçu, Estado do Paraná. O instrumento de coleta foi o trado de rosca e a profundidade de amostragem foi de 0-15 cm. Considerando uma variabilidade de 90% e um erro em torno da média de 10%, os resultados evidenciaram que: a) a variabilidade nos atributos da fertilidade foi baixa para pH, H+Al, Ca e Mg; foi média para K, MO, Fe e Cu e foi alta para P, Zn e Mn; b) houve maior variação nos resultados para as amostragens feitas na linha, sendo necessário coletar vinte subamostras na linha e treze subamostras na entrelinha, para representar os parâmetros de fertilidade e os nutrientes, exceto o P e Mn; c) as amostragens de solo efetuadas com trado de rosca faz com que haja alta variabilidade nos resultados, em função da menor quantidade de solo, necessitando, por isso, de um maior número de subamostras.

Palavras-chave: subamostras de solo, trado de rosca, plantio direto.

ABSTRACT. *Fertility attributes sampling and variability in a latosol under no-tillage in São Miguel do Iguaçu, state of Paraná.* The amount of subsamples was determined in the line and interlineations to form a composed sample after the soy crop, under no-tillage for 9 years, in an oxisol red Latosol, loamy texture, in São Miguel do Iguaçu, state of Paraná, Brazil. The collection instrument was the screw auger and the subsamples depth was of 0-15 cm. Considering a 90% variability and a 10% mean error, the results evidenced that: a) the variability in fertility attributes was low for pH, H+Al, Ca and Mg, on the average for K, MO, Fe and Cu and high for P, Zn and Mn; b) 20 subsamples in the line and 13 subsamples in the interlineation were necessary to represent the fertility parameters and nutrients excluding P and Mn; c) soil samples collected with screw auger make the variability high in results due to the smaller soil quantity, requiring a greater number of subsamples.

Key words: soil sample, screw auger, no-tillage.

Introdução

A estimativa de atributos do solo, por meio de avaliações de laboratório, depende de técnicas e procedimentos de amostragem. Para tanto, a amostra de solo deve ser representativa, considerando a homogeneidade do solo e o histórico de sua utilização. Quando se trata de amostras de solo para avaliação de sua fertilidade, há de se considerar o sistema de cultivo do solo, a forma de aplicação dos corretivos e fertilizantes e a intensidade de perdas de água e sedimentos, para poder definir o número de subamostras, assim como a profundidade de amostragem. No sistema

plantio direto, no qual o solo não é revolvido, e os insumos são aplicados em superfície, há inicialmente maior concentração inicial dos nutrientes. Por isso, para que haja maior representatividade dos elementos no solo, a amostragem deve ser criteriosa, principalmente em relação ao local e à forma de coleta. A montagem deve ser feita abrangendo a maior variabilidade espacial do solo na área em estudo.

O número de subamostras pode ser bastante variável para cada solo, devido à variabilidade do sistema e ao manejo do solo em que a ação residual dos adubos aplicados nas linhas se mantém na

seqüência dos cultivos, juntamente com a redistribuição dos nutrientes reciclados dos resíduos (Souza, 1992; Couto, 1997; Souza et al., 1998; Anghinoni e Salet, 1998).

A distribuição superficial uniforme do calcário e da palhada das culturas, no sistema plantio direto, leva à baixa variabilidade horizontal nos atributos de acidez do solo e nos teores de matéria orgânica, e, por isso, um pequeno número de subamostras é suficiente para representar a área (Souza, 1992; Salet et al., 1996; Couto, 1997; Schlindwein et al., 1998). Entretanto, as adubações em linhas favorecem a variabilidade horizontal de nutrientes como fósforo e potássio, que ficam disponíveis para mais de uma cultura (James e Dow, 1972; Klepker e Anghinoni, 1993, 1995; Kray et al., 1997). Nesse caso, o número de subamostras necessárias para a coleta de amostras representativas torna-se maior.

Considerando esses fatores potenciais da variabilidade existentes no sistema plantio direto, torna-se necessário definir métodos de amostragem representativos quanto ao local de coleta, ao volume, à forma de coleta e ao número de subamostras necessárias para contemplar tal variabilidade, dentro de critérios de confiabilidade estatística (Schlindwein e Anghinoni, 2000).

No Estado do Paraná, são mais de quatro milhões de hectares cultivados em sistema plantio direto, nas culturas anuais, ou seja, mais de 60% da área total cultivada no Estado. Em São Miguel do Iguçu são 38.600 hectares cultivados com culturas anuais, sendo em torno de 80% dessa área com plantio direto (Emater-PR, 1999).

Diante do exposto, o trabalho teve como finalidade determinar o número de subamostras necessárias para compor uma amostra composta, na linha e na entrelinha que melhor represente a fertilidade de uma área cultivada com soja, sob plantio direto, durante nove anos.

Material e métodos

Em uma área homogênea de oito hectares de Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa, estabeleceram-se critérios de amostragem de solo, à profundidade de 0 a 15 cm. As coletas de solo

foram feitas até 15 cm, em função da maior concentração superficial de nutrientes, principalmente P e K, vindos da adubação, e em função da calagem superficial. As amostragens foram feitas na linha e entrelinha da cultura da soja (Embrapa 48).

O plantio direto iniciou-se há nove anos, utilizando rotação de culturas com trigo, milho e soja, em sistema rotativo.

As amostragens foram feitas com trado de rosca, após trinta dias da colheita da cultura de soja.

A extração do P e do K foi feita através do Mehlich1 (1:10); e determinada por colorimetria e fotometria de chama; o Ca e Mg foram extraídos pelo KCl 1N e lidos em absorção atômica, e o C foi avaliado por meio de oxidação, usando dicromato de potássio, na presença de ácido sulfúrico e determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacal (Embrapa, 1997). Os micronutrientes foram extraídos com a solução Mehlich1 (1:10) e lidos em absorção atômica, após decantação por 16 horas e filtragem.

Foi aplicado calcário dolomítico na quantidade de 2,5 t . ha⁻¹, em área total, na superfície do solo, com ligeira incorporação com grade leve, três anos antes do plantio da soja. A cultura foi adubada nos sulcos, por ocasião do plantio com 40 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹, e a produtividade obtida foi de 4.200 kg ha⁻¹.

Na determinação do número de subamostras, foi utilizado o cálculo da variabilidade dos índices de fertilidade do solo e dos parâmetros estatísticos indicados na Equação 1, utilizada por Santos e Vasconcelos (1987), Souza (1992) e Couto (1997)

Equação: $\eta = [(\alpha \cdot cv)/e]^2$, sendo

η = número mínimo de sub-compostas.

cv = coeficiente de variação (%).

t = é o valor da tabela (teste t), correspondente ao erro α e ao número de graus de liberdade do quadrado médio residual, à probabilidade de 80% a 95%; a variação de erro em torno da média foi de 20% e 10%.

e = erro em torno da média (%).

Tabela 1. Valores de acidez, teores de macronutrientes e de matéria orgânica, na linha e entrelinha da soja, entre 0 a 15 cm de profundidade, em Latossolo Vermelho distroférico, em sistema plantio direto, durante nove anos

Local de coleta	pH	pH	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P ^(*)	MO
	CaCl ₂	H ₂ O						
Linha	5,9 (5,4)	6,7 (4,6)	3,0 (13,5)	9,7 (10,9)	6,5 (11,0)	0,6 (25,8)	25 (93,8)	25,5 (22,1)
Entrelinha	6,1 (2,6)	6,8 (2,3)	2,9 (7,7)	11,2 (7,4)	7,9 (9,3)	0,3 (18,1)	12 (43,0)	25,3 (14,5)

(*) Mehlich 1; () C.V em %.
Média de 25 subamostras.

Resultados e discussão

Os teores de matéria orgânica foram altos, de acordo com a interpretação de Embrapa (1999), estando entre 25,5 e 25,3 g dm⁻³ na linha e entrelinha (Tabela 1). De acordo com Reinheimer *et al.* (1998), há maior teor de C orgânico superficial após seis anos de cultivo em solo arenoso do RS. Os teores mais elevados de ácidos húmicos concentraram-se até 10 cm e ácidos fúlvicos, até 5 cm. Os ácidos húmicos são responsáveis pela maior acidez potencial e, conseqüentemente, pela maior formação de cargas negativas. De acordo com Sidiras e Pavan (1985), a mineralização dos resíduos vegetais é lenta no sistema plantio direto, porque os resíduos permanecem na superfície do solo, retardando a ação dos microorganismos.

O pH, assim como os teores de Ca e Mg foram altos e a acidez total baixa, tanto na linha quanto na entrelinha, devido a aplicação de calcário superficial (Tabela 1). O efeito alcalino do calcário mais restrito ao local de aplicação é atribuído a sua baixa solubilidade e à ausência de um ânion estável em sua reação no solo (Ritchey *et al.*, 1982; Pavan *et al.*, 1984; Quaggio, 2000). Entretanto, em sistema plantio direto, a presença de resíduos vegetais na superfície e a atividade de micro e macroorganismos proporciona um aumento nos níveis de pH e nos teores de Ca e Mg trocáveis até camadas mais profundas do solo (Oliveira e Pavan, 1996; Caires *et al.*, 1998, 1999, 2000).

A melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, em plantio direto, contribui para um aumento da sua fertilidade e para o aumento da produtividade das culturas (Kapusta *et al.*, 1996; Sá, 1999).

Os teores de P (Mehlich 1), na linha, foram superiores aos teores referidos em Embrapa (1999), para solos do PR, cultivados com soja. Na entrelinha, foram encontrados cerca de metade dos teores da linha. Os teores elevados em P podem ser justificados pela adubação feita na linha. De acordo com Muzilli (1983), Santos e Tomm (1996) e Novais (1999), há maior liberação de P de resíduos orgânicos no plantio direto e menor fixação do nutriente no solo, devido ao seu menor contato com os constituintes inorgânicos do solo.

Os altos teores de K na linha, possivelmente, podem ter ocorrido devido a sua menor lixiviação, decorrente do acúmulo de matéria orgânica superficial, da alta CTC, do maior pH e da adubação na linha.

Os teores de micronutrientes no solo, ficaram acima dos referidos pela Embrapa (1999), exceto o Fe, independente do local de coleta das amostras

(Tabela 2). Provavelmente, a utilização de um extrator ácido e um maior tempo de contato da solução ácida com o solo (decantação de 16 horas antes da filtragem), tenha aumentado a solubilização dos cátions metálicos em solução. De forma semelhante, Kiehl *et al.* (2000) encontraram maiores teores de micronutrientes usando extratores ácidos, comparativamente ao extratores complexantes.

Tabela 2. Teores de micronutrientes na linha e na entrelinha da soja, entre 0 a 15cm de profundidade, em Latossolo Vermelho distroférrico, em sistema plantio direto, durante nove anos

Local de coleta	mg dm ⁻³			
	Fe	Zn	Cu	Mn
Linha	11,67 (15,9)	5,44 (24,9)	8,57 (15,9)	59,51 (37,6)
Entrelinha	9,20 (21,1)	5,55 (15,8)	7,76 (13,3)	58,94 (18,1)

Média de 25 subamostras; () C.V em %. Extrator para os micronutrientes: Mehlich 1 (1:10) com filtragem após decantação de dezesseis horas

Variabilidade das subamostras

Observou-se maior variabilidade nas concentrações de P e K (Tabela 1), de forma semelhante a Matte *et al.* (1999), Schlindwein e Anghinoni (2000) e Nicolodi *et al.* (2000a). Os altos coeficientes de variação encontrados podem ser atribuídos a alguns aspectos como: a) o local de amostragem, que, nesse caso, ocorreu na linha de plantio, onde foi feita a adubação; b) a quantidade de solo coletado nas subamostras, a qual depende do instrumento de coleta (trado de rosca); c) a profundidade de amostragem até 15 cm, onde ocorre uma maior concentração de nutrientes, devido à calagem e a adubação superficial.

Em plantio direto, há maior acúmulo de nutrientes em superfície, devido à localização do adubo e a menores perdas por erosão, especialmente o P, que pode apresentar teores até dez vezes superiores em relação às camadas subsuperficiais (Muzilli, 1983; Eltz *et al.*, 1989), justificando os altos coeficientes de variação para esse nutriente. Segundo Silveira e Stone (2002), houve maior variabilidade do P e K nos solos sob plantio direto, em qualquer profundidade amostrada, comparado aos coeficientes de variação em solos com preparo convencional; segundo os autores, a concentração de P a 10 cm em plantio direto foi muito mais alta de que a concentração encontrada até 20 cm no plantio convencional com aração.

O instrumento utilizado na amostragem de solo pode influenciar nos resultados, devido à quantidade de solo coletado. Nesse sentido, Nicolodi *et al.* (2000b) concluíram que, em plantio direto, a amostragem feita com trado, coletando 20 subamostras ao acaso, não teve repetibilidade nos valores de P e K, quando realizada por diferentes indivíduos. Como consequência, têm-se

recomendações distintas de doses de P e K para uma mesma área. Por outro lado, Salet *et al.* (2000) recomendam a utilização da pá de corte, e um número de dez subamostras, para maior representatividade da fertilidade do solo, comparativamente à amostragem feita pelo trado, que necessitaria de vinte subamostras na linha. A pá de corte coleta um maior volume de solo do que o trado, diminuindo a variação dos resultados.

A variabilidade dos micronutrientes pode ser vista na Tabela 2. O Mn e o Zn apresentaram alto CV, principalmente na linha de plantio. Segundo Moreira *et al.* (2000), a disponibilidade de micronutrientes às plantas é afetada por diferentes atributos do solo, entre eles o pH, o teor de matéria orgânica, o potencial redox, a temperatura, a umidade e a atividade microbiana. Provavelmente, os teores de Mn e Zn solúveis, na linha, não foram bem representados pelo extrator (Mehlich1), considerando que os extratores e as metodologias de extração de micronutrientes foram desenvolvidas para solos cultivados de forma convencional e muitas vezes não correlacionam-se às plantas cultivadas em sistema de plantio direto (Kiehl *et al.*, 2000).

Silva *et al.* (2000) encontraram CV entre 30% e 70% para Ca, Mg, K, Fe, Mn e Cu e CV > 70% para P e Zn, em Latossolo Vermelho Escuro, com textura entre 180 e 720 g kg⁻¹ de argila, cultivados com soja durante doze anos sob plantio direto em Carambeí, PR.

Número de subamostras

O número de subamostras representativas dos parâmetros de fertilidade está apresentado na Tabela 3. Os cálculos foram feitos por meio da Equação 1, anteriormente descrita.

O P necessitou de um número de subamostras bastante alto para ser avaliado no solo. Considerando uma confiabilidade de 90% e um erro em torno da média de 10%, foram necessárias 257 e 54 amostras na linha e entrelinha. Os resultados podem ser

atribuídos ao elevado coeficiente de variação entre as concentrações de P, principalmente na linha, em função da adubação e do menor volume de solo coletado pelo trado de rosca. Em relação aos outros nutrientes e aspectos de fertilidade, para os mesmos critérios estatísticos de confiabilidade, foram necessárias no máximo 20 subamostras na linha e 10 subamostras na entrelinha, de forma semelhante à amostragem feita em plantio convencional, com a finalidade de recomendação de adubação e calagem.

De acordo com Schlindwein *et al.* (1998), a quantidade de solo amostrada depende do instrumento de coleta e, conseqüentemente, haverá influência na variabilidade dos resultados; o trado de rosca pode acarretar em perdas de solo, principalmente da camada superficial, rica em matéria orgânica, N e P. Por isso, em plantio direto, de acordo com os autores, quando é usado trado de rosca, há necessidade de um número maior de subamostras, comparativamente à pá de corte. Segundo os autores, o P disponível, adubado na linha, teve coeficiente de variação maior, com trado (67%), em relação à amostragem efetuada com pá de corte (33%). Isso refletiu a necessidade de coleta, com trado, de 183 subamostras para $\alpha = 0,05$ e $e = 10\%$ e, 46 subamostras para $\alpha = 0,05$ e $e = 20\%$. Tais valores são bastante superiores ao número de 44 e 11 subamostras, obtidos por esses autores pela amostragem com pá de corte, para as mesmas variações de erro.

Em Cruz Alta, Estado do Rio Grande do Sul, o número de subamostras para P, coletadas com trado, em Latossolo Vermelho distrófico (450 g . kg⁻¹ de argila) e Latossolo Vermelho distroférico (>600 g . kg⁻¹ de argila), foi de 213 e 1.381 subamostras, respectivamente, conforme Nicolodi *et al.* (2000a). Foi considerada uma probabilidade de 95% e uma variação em torno da média de 10%. O número de subamostras para K foi bem menor, 38 e 50 para os dois solos em estudo.

Tabela 3. Número de subamostras calculado com base na probabilidade de erro em torno da média e variabilidade da acidez e dos teores de macronutrientes disponíveis e matéria orgânica, em relação ao local de amostragem (L=linha e E=entrelinha), em Latossolo Vermelho distroférico e sistema plantio direto durante nove anos

Probabilidade (%)	pH H ₂ O	pHCaCl ₂		H ⁺ + Al ³⁺		Ca ²⁺ + Mg ²⁺		Ca ²⁺		K ⁺ (Mehlich 1)		P (Mehlich 1)		MO			
		L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E		
10	0,05	1	1	1	1	8	2	5	2	5	4	28	14	373	78	21	9
10	0,10	1	1	1	1	5	2	3	2	4	3	20	10	257	54	14	6
10	0,20	1	1	1	1	3	1	2	1	2	2	12	6	153	32	9	4
20	0,05	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	7	4	93	20	5	2
20	0,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	2	64	14	4	2
20	0,20	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	38	8	2	1

Média de 25 amostras simples; $n = [(t_{\alpha}, CV)/e]^2$

Entre os micronutrientes, o Mn e o Zn na linha necessitaram de um maior número de subamostras (Tabela 4).

Considerando uma confiabilidade de 90% e um erro em torno da média de 10%, pode-se dizer que os micronutrientes, com exceção do Mn, foram representados com no máximo dezoito subamostras na linha e treze na entrelinha.

O Mn necessitou de um maior número de subamostras devido a sua dimânica no solo, que influencia a concentração do Mn solúvel em solução, assim como na complexação com radicais orgânicos e na forma oxidada, formando minerais insolúveis. De acordo com Camargo (1988) e Borkert (1991), quando o pH do solo aumenta, o Mn^{2+} solúvel oxida-se para Mn^{3+} (manganita) e Mn^{4+} (pirolusita), sendo esse o principal mineral de Mn presente em solos corrigidos.

Concluiu-se que: a) a variabilidade nos atributos da fertilidade foi baixa para pH, H+Al, Ca e Mg; foi média para K, MO, Fe e Cu e foi alta para P, Zn e Mn; b) para uma probabilidade de 90% e um erro de em torno da média de 10% foram necessárias um máximo de vinte subamostras na linha e treze subamostras na entrelinha, para representar os nutrientes, exceto o P e Mn; c) a amostragem de solo efetuada com trado de rosca traz uma alta variabilidade nos resultados, em função da menor quantidade de solo, necessitando, por isso, de um maior número de subamostras.

Tabela 4. Número de subamostras calculado com base na probabilidade de erro em torno da média e variabilidade entre os teores de micronutrientes disponíveis, em relação ao local de amostragem (L=linha e E=entrelinha), em Latossolo Vermelho distroférrico e sistema plantio direto durante nove anos

Probabilidade	α	Fe		Zn		Cu		Mn	
		L	E	L	E	L	E	L	E
10	0,05	11	19	26	11	11	8	60	14
10	0,10	7	13	18	7	7	5	41	10
10	0,20	4	8	11	4	4	3	25	7
20	0,05	3	5	7	3	3	2	15	4
20	0,10	2	3	5	2	2	1	10	2
20	0,20	1	2	3	1	1	1	6	14

Média de 25 amostras simples; $n = [(t_{\alpha} CV)/e]^2$, sendo n o número de subamostras, CV o coeficiente de variação, t o valor da tabela do teste t, para o nível de probabilidade α , e e é o erro em torno da média

Referências

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. (Ed.) *Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto*. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 1998. p.27-52.

BORKERT, C.M. Manganês. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ M.C.P. (Ed.). *Micronutrientes na Agricultura*. Piracicaba, Potafos/CNPq, 1991, 734 p.

CAIRES E.F. *et al.* Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.22, p.27-34, 1998.

CAIRES E.F. *et al.* Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 23, p.315-327, 1999.

CAMARGO, O.A. de. Micronutrientes no solo. In: Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa na Soja, Iapar - Instituto Agronômico do Paraná, SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. XVII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Londrina, 1988, 315 p.

COUTO, E.G. *Variabilidade espacial de propriedades do solo influenciadas pela agricultura em escala regional e local no sul do estado do Mato Grosso*. 1997. Tese (Doutorado) -, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ELTZ, F.L.F. *et al.* Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 13, p.259-267, 1989.

EMATER-PR. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. *Perfil da Realidade Agrícola*. Item 2-Ocupação do Solo, 16.1-Plantio direto - Tração Mecânica, 1999.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Recomendações Técnicas para a cultura de soja no Paraná*, 1999. Londrina, 1999.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997.

JAMES, D.W.; DOW, A.I. *Source and degree of soil variation in the field: the problem of sampling for soil test and estimating soil fertility status*. Washington, 1972. (Agricultural Experiment Station Bulletin).

KAPUSTA, G. *et al.* Corn yield is equal in conventional , reduced and no tillage after 20 years. *Agron. J.*, v. 88, n.5, p. 812-817, 1996.

KIEHL, J.C. *et al.* Disponibilidade de Cu, Fe e Zn em sistemas de semeadura direta. *Fertibio 2000*, Santa Maria, RS. Seção de Fertilidade do solo e Nutrição Mineral de Plantas (SFNP). Anais, CD-ROM, 2000.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Phosphate uptake and corn root distribution as affected by fertilizer placement and soil tillage. *Agronomy Trends Agril. Sci.*, v.1, p.111-115, 1993.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo, afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.19, p.395-401, 1995.

- KRAY, C.H.; et al. *Variabilidade horizontal e amostragem dirigida do solo no sistema plantio direto*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. (Relatório de Pesquisa)
- MATTE, F. et al. *Variabilidad espacial del fosforo para un suelo andisol bajo cultivo*. CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, Fertilidad de suelos y nutricion de plantas, 14, Temuco, Chile. Anais... CD Room, 1999.
- MOREIRA, S.G. et al. *Disponibilidade de manganês em sistema de semeadura direta*. Fertibio 2000, Santa Maria, RS. Seção de Fertilidade do solo e Nutrição Mineral de Plantas (SFNP). Anais, CD-ROM, 2000.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, 1983.
- NICOLODI, M. et al. *Variabilidade de amostragem com trado no sistema plantio direto*. Fertibio 2000, Santa Maria. Seção de Fertilidade do solo e Nutrição Mineral de Plantas (SFNP). Método laboratoriais. Anais... CD-ROM, 2000a.
- NICOLODI, M. et al. *Existe repetibilidade entre as amostras compostas, coletadas com trado, no sistema plantio direto?* FERTIBIO 2000, Santa Maria. Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas (SFNP). Método laboratoriais, CD-ROM, 2000b.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.
- OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in noillage system for soybean production. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 38, p.47-57, 1996.
- PAVAN, M.A. et al. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium, and aluminium following lime and gypsum applications to a Brazilian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 48, p. 33-38, 1984.
- PÖTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.22, p.675-684, 1998.
- QUAGGIO, J. A. *Acidez e calagem em solos tropicais*. Campinas: Instituto Agronômico, 2000.
- RHEINHEIMER, D.S.; et al. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.22, p.713-721, 1998.
- RITCHEY, K.D. et al. Calcium deficiency in clayey B horizons of Savannah Oxisols. *Soil Sci.*, Baltimore, v.133, p.378-382, 1982.
- SÁ, J.C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O. et al. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras: SBCS-Ufla, 1999, cap 2, p. 267-319.
- SALET, L.R. et al. *Variabilidade horizontal e amostragem de solo no sistema de plantio direto*. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., Lages, 1996. Resumos Expandidos. Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 1996. p.74-76.
- SALET, R.L et al. *Trado ou pá-de-corte: qual o mais eficiente para amostrar o solo no sistema plantio direto?* Fertibio 2000, Santa Maria. Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas (SFNP). Método laboratoriais, CD-ROM, 2000.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Estudo da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.20p.407-414, 1996.
- SANTOS, H.L.; VASCONCELLOS, C.A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.11, p.97-100, 1987.
- SCHLINDWEIN, J.A.; ANGHINONI, I. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.24, p.85-91, 2000.
- SCHLINDWEIN, J.A. et al. *Variabilidade dos índices de fertilidade do solo no sistema plantio direto e coleta de amostras representativas de solo*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICRORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, Caxambú, 1998. Resumos. Caxambú, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.265.
- SIDRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo de solo no seu nível de fertilidade. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.9, p. 249-254, 1985.
- SILVA, C.A. et al. *Amostragem e variabilidade de atributos de solo e planta em área de soja sob plantio direto*. Fertibio 2000, Santa Maria. Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas (SFNP). Método laboratoriais, CD-Room, 2000.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Profundidade de amostragem de solo sob plantio direto para avaliação das características químicas. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.26, p. 157-162, 2002.
- SOUZA, L.S. *Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo*. 1992. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.
- SOUZA, L.S. et al. Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo em relação a sistemas de manejo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.22, p.77-86, 1998.

Received on August 22, 2002.

Accepted on January 28, 2003.