

MANEJO DO SOLO E ADUBAÇÃO NA CULTURA DO GIRASSOL EM SUCESSÃO À AVEIA-PRETA¹

PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA², WILSON WENDT³ e ANDRÉA BRONDANI DA ROCHA⁴

RESUMO - A semeadura direta e o estabelecimento de culturas de inverno para cobertura do solo são técnicas que têm adquirido importância na manutenção ou melhoria da produtividade das culturas de verão. O presente trabalho, conduzido durante duas estações de crescimento, teve como objetivo determinar o efeito de sistemas de manejo do solo (convencional e plantio direto), e níveis de adubação (zero, metade e dose recomendada de N, P₂O₅, K₂O e B) na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), em dois sistemas de cultivo antecedendo a cultura (com aveia-preta ou em condições de pousio). O experimento foi realizado nos anos agrícolas de 1990/91 e 1991/92, na EEA/UFRGS, na Depressão Central do Rio Grande do Sul. O rendimento de grãos de girassol e o teor de N na folha foram afetados pelo nível de adubação, sendo inferiores nos tratamentos sem adubação. Os dados relativos a diâmetro de caule, estatura da planta e comprimento das raízes evidenciaram que as plantas de girassol apresentaram maior crescimento no sistema convencional de manejo do solo, e em sucessão à aveia-preta.

Termos para indexação: plantio direto, sistema convencional, sistema de cultivo, rendimento de grãos, *Helianthus annuus*, *Avena strigosa*.

EFFECT OF SOIL MANAGEMENT SYSTEM AND FERTILIZATION LEVEL ON SUNFLOWER CULTIVATED AFTER *AVENA STRIGOSA*

ABSTRACT - Direct seeding and the planting of winter crops for soil cover are techniques which have acquired importance in maintaining or increasing productivity of summer crops. The objective of this study was to determine the effect of soil management systems (conventional and direct planting), and fertilization levels (zero, half and recommended doses of N, P₂O₅, K₂O and B) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) culture in two cultivation systems preceding the culture (with *Avena strigosa* or in fallow). The experiment was carried out in the 1990/91 and 1991/92 growing seasons, in the EEA/UFRGS, in the Central Depression of Rio Grande do Sul. Grain yield of sunflower and the leaf nitrogen content were affected by the fertilization level, being smaller in the treatments without fertilization. Data relative to stem diameter, plant stature and root length showed that the sunflower plants presented greater growth in the conventional soil management system, and in succession to *Avena strigosa*.

Index terms: no-tillage, conventional soil management, crop systems, sunflower grain yield, *Helianthus annuus*.

¹ Aceito para publicação em 16 de outubro de 1996. Trabalho desenvolvido com recursos do CNPq.

² Eng. Agr., Ph.D., Prof. Adjunto, Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS.

³ Eng. Agr., M.Sc., Fundação Universidade Estadual de Maringá, Caixa Postal 331, CEP 87020-010 Maringá, PR.

⁴ Eng. Agr., Estudante de Mestrado em Fitotecnia, Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais e subtropicais ocorrem precipitações pluviais de alta intensidade, flutuações de temperatura e umidade do solo, elevadas taxas de decomposição de resíduos orgânicos e lixiviação de nutrientes. A atuação conjunta destes fatores determina que os solos destas regiões, quando submetidos a práticas convencionais de manejo, apresen-

tem rápida degradação, processo acelerado de erosão e declínio da produtividade (Lal, 1979). Este processo se agrava no Rio Grande do Sul, onde as precipitações de maior erosividade coincidem com as operações de preparo de solo e semeadura das culturas de primavera-verão (Cogo et al., 1978).

O estabelecimento de cobertura verde de inverno é uma prática de manejo que tem demonstrado eficiência para auxiliar no controle de erosão, via manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo. Além deste aspecto, esta técnica propicia o aumento da disponibilidade de nutrientes (Derpsch & Calegari, 1985) e o fornecimento de N pela decomposição da matéria orgânica (Heinzmann, 1985).

O plantio direto é considerado um sistema de manejo do solo, pois envolve uma série de práticas agrícolas que alteram, basicamente, as suas propriedades químicas, físicas e biológicas. A conservação e a melhoria da fertilidade do solo são os resultados almejados pelo sistema plantio direto (Salet, 1994). O estudo e desenvolvimento de sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas, incluindo espécies de cobertura verde que protegem e recuperam o solo, constituem pontos importantes para o uso dos solos, sem o declínio de sua produtividade e rentabilidade (Alves et al., 1993). Desta forma, faz-se necessário o aprofundamento dos conhecimentos e observações dos efeitos destas técnicas sobre as plantas cultivadas. O girassol é um exemplo de uma cultura cuja resposta à prática de semeadura direta até o presente momento está baseada apenas em modelos teóricos.

O presente trabalho teve como objetivos: a) comparar o rendimento de grãos e outras características agronômicas de girassol, sob três níveis de adubação, nos sistemas de manejo do solo convencional e plantio direto; b) determinar o efeito da cobertura com aveia-preta no rendimento de grãos e em outras características agronômicas do girassol cultivado em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no campo, durante os anos agrícolas de 1990/91 e 1991/92, em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Podzólico Vermelho Escuro distrófico (Paleudult), na Estação

Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, região climática da Depressão do Rio Grande do Sul, 30°05'52"S, 50°31'08" W e com altitude média de 46 m.

Anteriormente à realização deste trabalho, a área experimental foi cultivada com trigo em sistema convencional, e nos dois anos do experimento foram mantidas as mesmas parcelas com seus respectivos tratamentos. No período compreendido entre a colheita do girassol do primeiro ano e a semeadura da aveia-preta no segundo ano, a área permaneceu em pousio.

Os tratamentos constaram de dois sistemas de manejo de solo (semeadura convencional e plantio direto), três níveis de adubação (zero, metade e dose integral da recomendação de N, P₂O₅, K₂O e B) e de dois sistemas de cultivo antecedendo à cultura do girassol (com aveia-preta ou em condições de pousio).

O preparo do solo em toda a área experimental consistiu de uma aração profunda e duas gradagens, sendo realizado uma semana antes da semeadura da aveia-preta. A semeadura da aveia-preta para cobertura verde de inverno foi efetuada manualmente e a lanço, em 17 de maio de 1990 e em 29 de abril de 1991, na densidade de 80 kg/ha, com incorporação ao solo por meio de enxada rotativa motorizada. Quando as plantas atingiram o estágio de perfilhamento, realizou-se a adubação de cobertura na dose de 50 kg/ha N, com base na recomendação da rede de laboratórios de análises de solos (Siqueira et al., 1989), sob a forma de uréia.

A incorporação da aveia-preta por meio de lavração e gradagem, nos tratamentos com sistema convencional de preparo do solo, ou a sua dessecação com herbicida glifosato, ocorreu quando as plantas atingiram o estágio de floração plena. Nos tratamentos correspondentes ao pousio, foi realizada a dessecação da vegetação existente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locados os sistemas de manejo de solo para o girassol: a) convencional: consistiu de uma aração profunda, seguida de duas gradagens com grade niveladora, para a incorporação do resíduo de aveia-preta ou o resultado do pousio invernal; b) plantio direto: neste sistema o solo não sofreu nenhum revolvimento. Uma semana após a aplicação de herbicida dessecante, fez-se o acamamento da cobertura vegetal com equipamento do tipo rolo faca.

Nas subparcelas foram locados os dois sistemas de cultivo de girassol, associados a três níveis de adubação, correspondendo aos tratamentos: a) girassol em sucessão à aveia-preta, sem adubação; b) girassol em sucessão à aveia-preta, com metade da adubação; c) girassol em sucessão à aveia-preta, com adubação integral; d) girassol

após pousio, sem adubação; e) girassol após pousio, com metade da adubação; f) girassol após pousio, com adubação integral.

A semeadura do girassol, cultivar DK 180, ocorreu em 5 de setembro de 1990 e em 28 de agosto de 1991, com a densidade de 50.000 plantas/ha. A parcela foi constituída de sete linhas com espaços entre si de 0,7 m, com comprimento de 6 m. Foram considerados como área útil as cinco linhas centrais excluindo um metro de cada extremidade (bordadura), totalizando 14 m² de área útil por unidade experimental.

Os três níveis de adubação (sem adubação, metade da dose e dose integral) foram estabelecidos com base nos resultados da análise de solo da área experimental (SMP=5,7; P=5 ppm; K=148 ppm e MO=2,1%), e constaram da aplicação de 22 kg/ha de N; 90 kg/ha de P₂O₅; 90 kg/ha de K₂O e 1 kg/ha de B (Siqueira et al., 1989). Quando as plantas atingiram o estágio V4 (planta com quatro folhas), de acordo com a escala de Schneiter & Miller (1981), realizou-se a aplicação de N em cobertura nas doses de 0, 30 e 60 kg/ha, conforme o tratamento de adubação (Siqueira et al., 1989).

Durante a condução do experimento, no segundo ano (1991/92), houve a necessidade de execução de duas irrigações para atenuar os efeitos de deficiência hídrica verificada. O ataque de pássaros foi prevenido com a colocação de rede de malha "raschel", e as plantas daninhas foram controladas com aplicação de herbicida pré-emergente. A colheita do girassol foi realizada em 15 de janeiro de 1991 e em 14 de janeiro de 1992.

A produção de matéria seca de aveia-preta foi avaliada na fase de florescimento, em que foram coletadas dez amostras de 0,1 m² cada (0,25 x 0,40 m), totalizando uma área de 1 m². O teor de N da terceira folha abaixo do capítulo do girassol foi determinado no estágio R9 (maturação fisiológica), de acordo com o método proposto por Tedesco et al. (1985). A estatura das plantas foi avaliada no estágio R5 (antese), com oito plantas escolhidas aleatoriamente na área útil da unidade experimental. Neste mesmo estágio (R5), foram determinados o peso seco e o comprimento das raízes, segundo o método descrito por Tennant (1975), sendo consideradas a raiz pivotante e as raízes secundárias do girassol. O diâmetro de caule foi medido com um paquímetro a 20 cm acima da superfície do solo, em oito plantas tomadas ao acaso na área útil por unidade experimental, quando as plantas atingiram o estágio R9.

O rendimento de aquênios e componentes do rendimento foram determinados em uma área útil de 7 m², e os restantes 7 m² da área útil das unidades experimentais foram utilizados para as demais avaliações realizadas neste experimento. O teor de óleo nos grãos foi obtido por extração com éter sulfúrico, mediante o aparelho de Soxhlet.

Procedeu-se à análise da variância das determinações através do teste F. Quando houve diferenças significativas, as comparações entre médias dos tratamentos foram feitas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de matéria seca de aveia-preta no primeiro ano do experimento foi de 6 t/ha. No segundo ano, o rendimento foi afetado somente pelo nível da adubação aplicada na cultura do girassol (Tabela 1). Esta produção de matéria seca foi semelhante à obtida por Klepker (1991) (4,9 t/ha), que também não observou efeito de manejo do solo sobre a produção de matéria seca em aveia-forrageira. Nos tratamentos com dose integral e metade da dose de adubação, os rendimentos de matéria seca de aveia-preta foram iguais, sendo 16,6% superior ao do tratamento sem adubação. O fato de não haver diferenças entre a dose integral e a metade da dose de adubação indica que a cultura da aveia-preta não apresentou resposta à adição de nutrientes acima de suas necessidades de manutenção, e que o resíduo da metade da adubação para o girassol pode ser considerado suficiente para a aveia. O rendimento de matéria seca no primeiro ano de realização do experimento foi superior ao do segundo ano, pois provavelmente o N proveniente da adubação de cobertura e reciclagem do resíduo do girassol sofreu mobilização por parte de microorganismos. Talvez este N ficou disponível à aveia tardiamente,

TABELA 1. Efeito do nível de adubação na cultura do girassol sobre o rendimento de matéria seca de aveia-preta, na média de dois sistemas de manejo do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1991/92.

Nível de adubação ¹	Matéria seca de aveia-preta ²	
	t/ha	%
Integral	4,9 a	100
Metade	4,9 a	100
Zero	4,2 b	86

¹ Adubação integral = 22 kg/ha N; 90 kg/ha P₂O₅; 90 kg/ha K₂O e 1 kg/ha B + 60 kg/ha N em cobertura.

² Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

comprometendo, assim, o acúmulo de matéria seca no segundo ano. Além disso, as condições climáticas foram diferentes, de um ano para outro, o que deve ter contribuído para esta diferença de produção de matéria seca.

Nos dois anos de realização do experimento, o rendimento de aquênios do girassol foi afetado apenas pelos diferentes níveis de adubação (Tabela 2). Nos tratamentos sem adubação, obteve-se menor rendimento de aquênios em relação aos tratamentos com metade ou com dose integral da adubação recomendada. O rendimento de aquênios e o número de aquênios/capítulo foram inferiores no segundo ano, em decorrência do estresse hídrico ocorrido neste ano, e a irrigação realizada no segundo ano não foi suficiente para suprir a deficiência hídrica, por problemas de manejo do equipamento de irrigação. O teor de N na folha somente apresentou variação por causa do nível de adubação (Tabela 2). À medida que aumentou o nível de adubação, mais N acumulou-se nas folhas de girassol. Isto indica que houve maior absorção (embora estatisticamente não-significativa) deste elemento na dose mais elevada, sem, no entanto, refletir-se em termos de maior rendimento de grãos desta dose em relação à intermediária. O teor de N na folha foi inferior no segundo ano de realização do experimento, provavelmente em decorrência de déficit hídrico neste ano.

Os componentes do rendimento, número de aquênios por capítulo e peso de aquênios, também não foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo. Destes componentes, apenas no primeiro ano o número de grãos por capítulo foi afetado pelo sistema de cultivo, sendo superior quando o girassol foi cultivado em sucessão à aveia-preta (Tabela 3). Isto se deve à liberação de nutrientes pela decomposição da aveia-preta, que, embora mais rápida no sistema convencional, também ocorreu no plantio direto. Segundo Muzilli (1983), neste caso a liberação de nutrientes é decorrente da sua reciclagem e mobilização de formas pouco assimiláveis para formas mais disponíveis à cultura em sucessão.

O crescimento radicular do girassol, expresso em termos de comprimento de raízes no primeiro ano, e de peso seco de raízes no segundo ano, foi afetado apenas pelo sistema de cultivo, sendo superior quando cultivado em sucessão à aveia (Tabela 3).

O diâmetro de caule, no primeiro ano de realização do experimento, foi afetado somente pelo sistema de cultivo, sendo 10,1% superior quando o girassol foi cultivado em sucessão à aveia-preta (Tabela 3). Já no segundo ano, esta característica foi afetada tanto pelo sistema de manejo do solo como pelo nível de adubação (Tabela 4). No sistema convencional, o diâmetro de caule das plantas

TABELA 2. Efeito do nível de adubação no rendimento de aquênios, em outras características agrônômicas e no teor de N na folha de girassol, cv. DK 180, na média de sistemas de manejo do solo e de sistemas de cultivo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91 e 1991/92¹.

Nível de adubação ²	Rendimento de aquênios (kg/ha)	Aquênios/capítulo (nº)	Peso de 1000 aquênios (g)	Diâmetro do caule (mm)	Teor de N na folha (%)
1990/91					
Integral	2661 a	1057 a	45,3 a	23,9 a	4,3 a
Metade	2652 a	1055 a	42,8 a	22,6 a	4,1 a
Zero	2324 b	991 b	36,0 b	21,3 b	3,9 b
1991/92					
Integral	1670 a	698 a	45,3 a	26,7 a	3,6 a
Metade	1667 a	758 a	44,0 a	25,3 a	3,3 ab
Zero	1040 b	541 b	35,5 b	21,0 b	3,0 b

¹ Na coluna, médias seguidas pela(s) mesma(s) letra(s) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

² Adubação integral = 22 kg/ha N; 90 kg/ha P₂O₅; 90 kg/ha K₂O e 1 kg/ha B + 60 kg/ha N em cobertura.

TABELA 3. Efeito do sistema de cultivo em características agrônômicas e teor de óleo nos aquênios de girassol, cv. DK 180, na média de sistemas de manejo e de níveis de adubação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91 e 1991/92¹.

Sistema de cultivo	Ano agrícola 1990/91			Ano agrícola 1991/92	
	Aquênios/ capítulo (n°)	Diâmetro do caule (mm)	Comprimento das raízes (m)	Teor de óleo nos aquênios (%)	Peso seco das raízes (g/planta)
Sucessão à aveia-preta	1074 a	23,8 a	32 a	42,8 a	1,0 a
Pousio	995 b	21,4 b	22 b	40,9 b	0,7 b

¹ Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Efeito do sistema de manejo do solo, sistema de cultivo e/ou nível de adubação sobre estatura de planta, teor de óleo nos aquênios e diâmetro do caule de girassol, cv. DK 180. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91 e 1991/92¹.

Sistema de manejo do solo	Sistema de cultivo		
	Em sucessão à aveia-preta		Pousio
Ano agrícola 1990/91	Estatura das plantas (cm)		
Convencional	182,2 Aa	168,8 Ba	
Plantio direto	174,7 Ab	168,9 Ba	
	Teor de óleo nos aquênios (%)		
Convencional	39,1 Ba	40,8 Aa	
Plantio direto	40,6 Aa	40,2 Aa	
Ano agrícola 1991/92	Nível de adubação ²		
	Zero	Metade	Integral
	Estatura das plantas (cm)		
Convencional	157,7 Ba	170,2 Aa	169,3 Aa
Plantio direto	147,2 Bb	161,7 Ab	165,2 Ab
	Diâmetro do caule (mm)		
Convencional	22,2 Ca	27,0 Ba	28,0 Aa
Plantio direto	19,8 Cb	23,5 Bb	25,4 Ab

¹ Na linha, médias seguidas pela(s) mesma(s) letra(s) maiúscula(s), e na coluna, médias seguidas pela(s) mesma(s) letra(s) minúsculas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

² Adubação integral = 22 kg/ha N; 90 kg/ha P₂O₅; 90 kg/ha K₂O e 1 kg/ha B + 60 kg/ha N em cobertura.

de girassol foi superior ao verificado no sistema plantio direto em todos os níveis de adubação. Mas esta característica aumentou à medida que se elevou o nível de adubação nos dois sistemas de manejo do solo.

No primeiro ano, o teor de óleo nos aquênios foi afetado pelo sistema de cultivo apenas no sistema convencional, sendo 4,2% superior quando o girassol foi cultivado após pousio (Tabela 4). No segundo ano, houve também efeito do sistema de cultivo,

mas neste ano o teor de óleo nos aquênios foi 4,4% superior quando o girassol foi cultivado em sucessão à aveia-preta (Tabela 3).

A estatura de planta foi afetada pelo sistema de manejo do solo e pelo sistema de cultivo no primeiro ano do experimento (Tabela 4). Em sucessão à aveia-preta, a estatura de planta do girassol foi superior no sistema convencional, enquanto no sistema de pousio esta característica não foi influenciada pelo sistema de manejo do solo. Já no segundo ano, a estatura de planta foi sempre superior no sistema convencional, independentemente do nível de adubação (Tabela 4). Em ambos os sistemas de manejo do solo, a estatura da planta foi menor nos tratamentos sem adubação em relação aos com metade ou com a dose integral da adubação recomendada.

Os dados relativos a crescimento radicular, diâmetro de caule e estatura da planta evidenciam que as plantas de girassol apresentaram maior crescimento no sistema convencional e em sucessão à aveia-preta. O sistema plantio direto determina uma série de alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em relação ao sistema convencional (Salet, 1994). Estudos de caracterização do sistema têm demonstrado que ocorre aumento no teor de C orgânico e N total do solo (Bayer, 1992) e acúmulo de nutrientes na camada superior do solo (Thomas, 1986). No entanto, Salet (1994) observou maior imobilização microbiana do N proveniente do fertilizante aplicado em cobertura no sistema plantio direto, e sugeriu que a maior imobilização de fertilizante nitrogenado pode explicar a menor absorção de N pelos cereais no sistema plantio direto. Nos resultados de pesquisas, as características morfológicas das plantas estão mais relacionadas à disponibilidade de nutrientes, principalmente de N, do que associadas a alterações nas características físicas e biológicas do solo (Juo & Lal, 1979). Desta forma, uma provável menor disponibilidade de N pode ter afetado o crescimento radicular, diâmetro de caule e estatura de plantas do girassol; no entanto, não houve reflexos no rendimento.

A presença de aveia-preta como cultura antecessora ao girassol permite que ocorra maior reciclagem e mobilização de nutrientes no solo, aumentando as possibilidades de estes serem utilizados pela cultura sucessora (Muzilli, 1983).

A decomposição dos resíduos da aveia provavelmente ocorreu mais rapidamente no sistema convencional, em virtude de maiores temperaturas do solo que ocorrem neste sistema de manejo (Juo & Lal, 1979). Portanto, a interação entre sistema convencional e cobertura verde de inverno com aveia-preta determinou maior crescimento vegetativo do girassol, embora tal benefício não se tenha refletido em maior rendimento de aquênios de girassol. No entanto, a cobertura verde de inverno é uma prática que tem demonstrado eficiência para auxiliar no controle de erosão do solo, podendo ser recomendada para ser aplicada na cultura do girassol, atuando como método de conservação do solo.

CONCLUSÕES

1. A presença da aveia-preta como cultura antecessora do girassol determina maior crescimento vegetativo deste, embora não seja refletido em maior rendimento de aquênios de girassol.
2. O rendimento de aquênios de girassol não é afetado pelos diferentes sistemas de manejo, mas sim pelo nível de adubação.
3. A metade da dose recomendada de adubação para o girassol cultivado em sucessão à aveia-preta é suficiente para que o girassol apresente uma resposta fisiológica sob a forma de maior rendimento de aquênios.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.C.; CASTRO, O.M. de; LOMBARDI NETO, F. Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo: efeitos nas propriedades químicas e produtividade da soja (*Glycine max* L. Merrill). In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., Ponta Grossa, 1993. Anais... Londrina: IAPAR, 1993. p.203-214.
- BAYER, C. Características químicas do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de culturas. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 172p. Tese de Mestrado.
- COGO, N.P.; DREWS, C.R.; GIANELLO, C. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guaíba,

- Ijuí e Passo Fundo, no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. Anais... Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1978. p.145-152.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1985. 96p. (IAPAR. Documentos, 9).
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.9, p.1021-1030, set. 1985.
- JUO, A.S.R.; LAL, B. Nutrient profile in a tropical alfisol under conventional and no-till systems. **Soil Science**, Baltimore, n.127, p.168-173, 1979.
- KLEPKER, D. **Nutrientes e raízes no perfil e crescimento de milho e aveia em função do preparo do solo e modos de adubação**. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 117p. Tese de Mestrado.
- LAL, R. Modification of soil fertility characteristics by management of soil physical properties. In: LAL, R.; GREENLAND, D.J. (Eds.). **Soil physical properties and crop production in the tropics**. New York: J. Willey, 1979. Ch.7, p.397-405.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, 1983.
- SALET, R.L. **Dinâmica de fons na solução de um solo submetido ao sistema de plantio direto**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 110p. Tese de Mestrado.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Sunflower growth stages description. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: SBSC/Embrapa-CNPT, 1989. 128p.
- TEDESCO, M.J.; WOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS-Dep. de Solos, 1985. 180p. (UFRGS. Boletim técnico, 5).
- TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.63, p.995-1001, 1975.
- THOMAS, G.W. Mineral nutrition and fertilizer placement. In: SPRAGUE, M.A.; TRIPLETT, G.B. (Eds.). **No-tillage and surface-tillage agriculture: the tillage revolution**. New York: J. Willey, 1986. p.93-116.