

**EFEITO DE DIFERENTES MANEJOS DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO
(*ZEА MAYS L.*)
E**

Flávia Carvalho Silva FERNANDES

Doutoranda de Solos e Nutrição de Plantas - ESALQ– USP. Departamento de Ciências Exatas –Pavilhão da Engenharia.

Marlene Cristina ALVES

Professor Titular do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos. FEIS-UNESP.

Mônica Martins da SILVA

Engenheira Agrônoma, discente de Pós graduação do Departamento de Ciências Exatas. ESALQ-USP

RESUMO

O preparo adequado do solo contribui grandemente para que as condições de alta produção sejam alcançadas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes preparos do solo na fenologia e no rendimento da cultura do milho (*Zea mays L.*) em um Latossolo Vermelho – Haplustox. O delineamento foi completamente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. Os tratamentos constaram de 3 sistemas de preparo do solo. Em 1996 o tratamento convencional apresentou o maior rendimento de grãos de milho, porém, já no ano seguinte (1997), o sistema semeadura direta apresentou a maior rendimento de milho.

PALAVRAS-CHAVE: preparos do solo, rendimento, *Zea mays L.*

SUMMARY

The management contributes largely so that the conditions of high production are reached. The present work had for objective to evaluate the effect of different soil management in the phenology and maize yield (*Zea mays L.*) in red Latossol – Haplustox. The experimental design was entirely randomized, with three treatments and 10 repetitions. The treatments were three management systems. In 1996 the maize yield was larger in the heavy disk + leveling disk system, even, in 1997 the no tillage obtained larger yield.

KEY WORDS: soil management; yield; *Zea mays L.*

INTRODUÇÃO

A água e os nutrientes do solo são componentes imprescindíveis para a produção das culturas, e para tanto devem existir no solo em quantidades suficientes, e o sistema radicular das plantas deve desenvolver-se adequadamente nesse meio para estar apto a absorvê-los. O preparo adequado do solo contribui grandemente para que as condições de alta produção sejam alcançadas. Os preparos convencionais rompem os agregados na camada preparada e aceleram a decomposição da matéria orgânica, refletindo-se negativamente na resistência dos agregados do solo (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990). Estes sistemas de preparo aumentam o volume de poros dentro da camada preparada (BERTOL et al., 2000), a permeabilidade e o armazenamento de ar e facilitam o crescimento das raízes das plantas nessa camada (BRAUNACK & DEXTER, 1989), em relação à semeadura direta e ao campo nativo. No entanto, abaixo da camada preparada, contrariamente ao que ocorre na semeadura direta, e no campo nativo, essas propriedades apresentam comportamento inverso da superfície (BERTOL et al., 2000; COSTA et al., 2003). Além disso, os aspectos positivos dos preparos convencionais são perdidos, quando o solo, descoberto pelo efeito do preparo, é submetido às chuvas erosivas, as quais o desagregam na superfície pelo impacto das gotas, diminuem a taxa de infiltração de água (BERTOL et al., 2001) e aumentam o escoamento superficial e a erosão hídrica (BERTOL et al., 1997), em relação aos outros sistemas de manejo do solo. O milho (*Zea mays L.*) tem uma riqueza em carboidratos, principalmente na forma de amido, assim como em proteínas, óleo e vitaminas, fazendo-o um produto bastante apreciado

para ser utilizado em diversos setores da alimentação humana e animal, tornando-o uma cultura de extrema importância econômica. Por isso é considerada, no Brasil, uma das culturas mais estudadas. Na cultura do milho os resultados referentes aos diferentes manejos do solo são também bastante diferenciados. Maiores rendimentos de milho no sistema de sistema semeadura direta, em relação a outros sistemas de manejo do solo, foram relatados por HERNANI (1997) e ISMAIL et al. (1994), e menores por OLIVEIRA et al. (1989), BALBINO et al. (1994).

ARZENO (1990) comparando três sistemas de preparo do solo (convencional, escarificação e sistema semeadura direta) avaliou alguns atributos físicos de um Latossolo Roxo distrófico com a finalidade de detectar as vantagens e os inconvenientes dos diferentes manejos do solo. O autor chegou a conclusão que o melhor sistema de preparo do solo foi o sistema semeadura direta. Porém, na produtividade da soja e da aveia-preta não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os três sistemas de preparo. Pelo contrário, o milho foi mais produtivo no sistema convencional e menos no sistema semeadura direta. Provavelmente, segundo o autor, a explicação se deve a maior mineralização da matéria orgânica no preparo convencional, o que gerou mais nitrogênio disponível para a cultura. KLUTHCOUSKI et al. (2000) com o objetivo principal de verificar o efeito de quatro sistemas de manejo de solo (sistema semeadura direta; grade aradora; escarificação profunda e aração profunda) associados com três níveis de adubação fosfatada e potássica (sem adubação, recomendação oficial e equivalente a exportação pelas colheitas) sobre o rendimento das culturas do milho, soja, feijão e arroz em área submetida a sistema semeadura direta durante oito anos, concluíram que não houve resposta da soja aos diferentes manejos do solo nem aos níveis de adubação. Já a aração profunda resultou nos maiores rendimentos de milho, arroz e feijão, sendo intermediários os efeitos devidos a escarificação. Já, COSTA et al. (2003), avaliando o efeito de longo prazo (21 anos) dos sistemas de preparo convencional (PC) e sistema semeadura direta (PD), sobre propriedades físicas da camada de 0-0,2 m e rendimento de milho de um Latossolo Bruno aluminico cámbico, em Guarapuava (PR), verificaram que o rendimento das culturas de soja (18 safras) e milho (4 safras) foi, respectivamente, 42 e 22 % superior em PD do que em PC, o que, possivelmente, refletiu a melhoria na qualidade física do solo.

O rendimento de grãos na maioria das culturas sob diferentes manejos do solo depende, dentre outros, das condições climáticas do ano agrícola, da qualidade do manejo, do nível de fertilidade do solo e do estado sanitário da cultura. Por estas razões, tem sido bastante variável, na literatura, o comportamento das culturas sob diferentes manejos do solo. (FAGERIA et al.,1995; CARMO, 1997).

Este experimento teve por objetivo avaliar o rendimento de grãos da cultura do milho (*Zea mays* L.), sob diferentes manejos do solo, em um Latossolo Vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, localizada no município de Selvíria/MS, cujas coordenadas geográficas 20°22' de latitude sul e 51°22' de longitude oeste de Greenwich e aproximadamente 335 m de altitude. A classificação do solo da área experimental foi realizada por Dematê (1980), como sendo um Latossolo Vermelho-Escuro. De acordo com a EMBRAPA (1999) é um Latossolo Vermelho, textura argilosa, hipodistrófico, álico – Haplustox. O clima da região foi classificado como Aw, segundo o sistema de Köppen, apresentando chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1300 mm, distribuída de outubro a março, e temperatura média anual de 23,5°C. Na análise química, antes da implantação das culturas, foram obtidos os resultados constantes na Tabela 01.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo antes da instalação das culturas, nas camadas de 0 - 0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m.

| Prof. (m) | PH (CaCl ₂) | MO (g dm ⁻³) | P-resina (mg dm ⁻³) | K ----- | Ca | Mg | H+Al | Al |
|--------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|-----|
| | | | | ----- (mmolc dm ⁻³) ----- | | | | |
| 0-0,10 | 5,4 | 35 | 20 | 4,5 | 36,9 | 18,1 | 28,9 | 0,0 |
| 0,10-0,20 | 5,3 | 34 | 16 | 3,4 | 33,3 | 16,1 | 34,1 | 0,2 |
| 0,20-0,40 | 4,7 | 23 | 2 | 1,5 | 15,7 | 12,1 | 35,5 | 1,8 |

A análise física do solo, efetuada antes da implantação do experimento, na profundidade de 0-20m apresentaram os seguintes resultados de densidade do solo, volume total de poros, teor de areia, teor de argila: $1,4 \text{ kg m}^{-3}$, $0,54 \text{ m m}^{-3}$, 460 g kg^{-1} , 473 g kg^{-1} respectivamente.

A vegetação natural predominante na região é o cerrado. Na área experimental foi realizado o desmatamento no ano de 1978 para o plantio de culturas anuais, com sementeira convencional (grade pesada e leve). O presente trabalho foi instalado na área, em 1992, com delineamento experimental inteiramente casualizado com 10 repetições e 3 tratamentos: preparo do solo com grade pesada (30") e grade niveladora (convencional); preparo com arado escarificador e grade niveladora (escarificador) e sem preparo (semeadura direta). Os sistemas de preparo do solo foram realizados na área durante um período de 5 anos. Os cultivares (híbridos simples, precoce) do milho, foram semeados mecanicamente, deixando-se uma semente a cada 0,20 cm (stand inicial de 62.500 plantas por ha), em novembro de 1996 e dezembro 1997 e foram colhidos em março de 1997 e abril de 1998, respectivamente. Antes da implantação das culturas, aplicou-se calcário em todos os tratamentos até à saturação por base de 70%. A cultura recebeu uma adubação de 200 kg ha^{-1} da fórmula 4-30-10 e 60 kg ha^{-1} de N, na forma de sulfato de amônio em cobertura e foram irrigadas sempre que as plantas apresentavam deficiência de água (enrolamento e amarelecimento). Mesmo com a precipitação pluvial, durante a condução do experimento, nos agrícolas (gráfico 01), ainda foram necessários a suplementação hídrica estimada em 5,5 a 7,0 mm dia⁻¹. O método de irrigação utilizado foi o de aspersão por pivô central. Na área com sementeira direta foram usados os herbicidas Comande (1 l ha^{-1}), Roundup e Basagram ($1,5 \text{ l ha}^{-1}$). Para os demais sistemas de preparo foram usados alachlor + atrazine ($3,84 \text{ kg ha}^{-1}$ do i.a.) em pré-emergência. A área experimental de cada parcela foi de $10 \times 20 \text{ m}$ (total de 6000 m^2).

Foram realizadas as seguintes avaliações: número de plantas de milho/ha, índice de espigas por planta, massa verde total das plantas (obtida pelo peso da parte aérea sem espigas e sem palha); massa de espigas (obtida pelo peso da espiga sem a palha); massa de palha (obtida pesando somente a palha da espiga); massa de 100 grãos; matéria seca e produtividade de grãos (em kg ha^{-1}) a 13% de umidade, que foi obtida da massa de grãos por parcela, logo após a debulha das espigas. Os resultados foram analisados através de análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a comparação de médias.

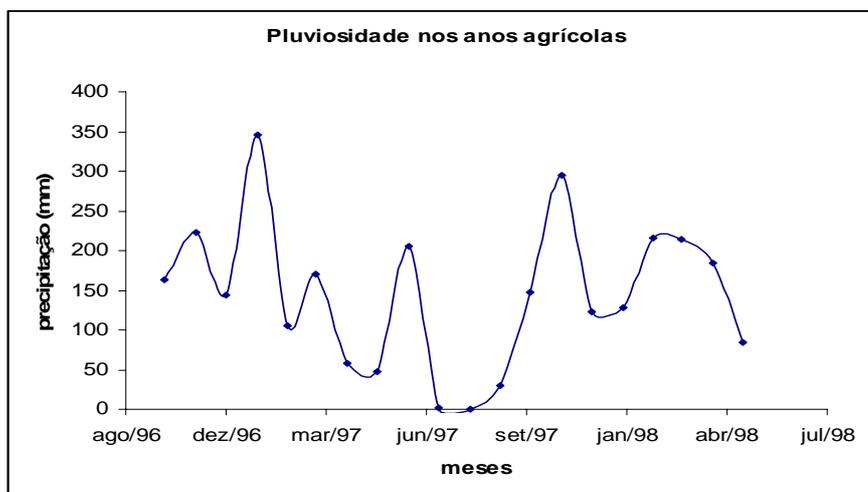


Gráfico 01. Dados de precipitação (mm) nos estádio de desenvolvimento da cultura

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas características fenológicas, produtividade de grãos e matéria seca da cultura do milho estão apresentadas na Tabela 02. Para a massa total de plantas, massa de espigas, produtividade de grãos e matéria seca houve diferença significativa para tratamento e interação ano x tratamento; somente não houve diferença significativa entre os anos. Em 1996, o sistema sementeira direta foi o que apresentou menor massa total de plantas e em 1997, junto com o preparo convencional, foram os que obtiveram maiores valores de massa total de plantas. Analisando tratamento x ano, tanto o preparo convencional como o preparo com escarificador tiveram menores massas de plantas em 1997. No entanto, o sistema sementeira direta obteve aumento na massa das plantas de milho. O mesmo comportamento foi observado para a massa de espigas e produtividade de grãos, para todos os tratamentos, exceto o preparo convencional o qual

não alterou de forma significativa o desdobramento tratamento x ano. Para a massa da palha das plantas de milho houve diferença significativa, sendo o sistema semeadura direta o tratamento que apresentou menores valores em 1996 e, em 1997 junto com o preparo convencional obteve maiores valores. Com relação à interação ano x tratamento verificou-se que somente houve diferença significativa no sistema semeadura direta, apresentando valor maior em 1997. A massa de 100 grãos em 1996 foi menor no sistema semeadura direta e, em 1997 não houve diferença entre os tratamentos. O número de plantas/ha (stand final) apresentou valores abaixo do requerido inicialmente (62500 plantas/ha), pois além das falhas na germinação, ocorreu morte das plântulas devido a presença de insetos, plantas daninhas, fungos, etc. No ano de 1996 o número de plantas de milho (35000 plantas/ha) assim como o índice de espigas por planta (0,63) foi menor no sistema semeadura direta, isto porque nas amostragens iniciais de solo (profundidade de 0-0,10m), este apresentava densidade de solo de $1,44 \text{ kg m}^{-3}$ que diferia significativamente dos outros tratamentos ($1,13 \text{ kg m}^{-3}$ para convencional e $1,25 \text{ kg m}^{-3}$ para escarificador), demonstrando uma camada adensada nessa profundidade, devido ao não revolvimento do solo. O qual pode ter sido um dos motivos da redução de aproximadamente de 50% do número de plantas no sistema semeadura direta nesse ano. Em 1997 o sistema semeadura direta apresentou maiores valores, porém, não diferindo do preparo convencional e este, por sua vez, não diferindo do preparo com escarificador. Para a interação ano x tratamento, os maiores valores de número de plantas de milho foram verificadas em 1997. Para índice de espiga por planta, em 1996, o sistema semeadura direta apresentou valor mais baixo (0,63) diferindo significativamente dos outros sistemas. O valor médio observado, para essa variável foi de 0,81, o que caracteriza elevada quantidade de plantas sem espiga. Resultados semelhante foram obtidos por FARINELLI et al.(2003), quando avaliavam o desempenho agrônomo de cultivares de milho recomendadas para a Região Norte do Estado de São Paulo. A produção de matéria seca da cultura do milho, em 1996, foi menor para o sistema semeadura direta e em 1997 foi o preparo que apresentou maior valor, porém, não diferindo do preparo convencional. Na interação ano x tratamento tanto o preparo convencional como o preparo com escarificador diminuíram em 1997. Somente o sistema semeadura direta que aumentou de 1996 para 1997, a produção de matéria seca. De acordo com os dados de rendimento da cultura de milho para o preparo convencional e preparo com escarificador a maior produção foi em 1996 (3.867 e 3.849 kg ha^{-1} , respectivamente). Dados semelhantes foram obtidos por KLUTHCOUSKI et al. (2000), que constataram que a escarificação resultou em ligeiro acréscimo no rendimento de grãos em relação à grade aradora e ao sistema semeadura direta, e tendo sido reportada como o melhor método de manejo do solo para a cultura por HERNANI (1997) e UHDE et al. (1996) enquanto que a grade aradora foi citada como o pior dos métodos (BALBINO et al. 1994). Já para o sistema semeadura direta no ano de 1997 a produtividade foi maior (3.258 kg ha^{-1}) do que em 1996 (1263 kg ha^{-1}). Para o Estado de São Paulo a produtividade média para a cultura de milho é de 3100 kg ha^{-1} (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO 1997) e em 1997 foi de 3116 kg ha^{-1} de grãos (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO 1998). Em 1996 o preparo convencional e com escarificador obtiveram rendimentos de milho superiores à média do Estado e em 1997 que foi de 2.979 e 2.504, respectivamente, ficou próximo da média. O sistema semeadura direta em 1996 obteve rendimento bem abaixo da média do Estado e em 1997 ficou na média. O fato de o sistema semeadura direta ter obtido menor rendimento de grãos de milho pode estar relacionada a maior mineralização da matéria orgânica nos preparos que mobilizam o solo, o que gera mais nitrogênio disponível para a cultura. Já que, nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20m, foi observado nas amostras de solos, uma média, de todos os tratamentos, de 35,5 e $34,0 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria orgânica. Resultado semelhante foi verificado por ARZENO (1990). Entre os anos, a diminuição de produtividade no convencional e escarificador provavelmente foram devido à diminuição dos teores dos elementos nutricionais essenciais ao desenvolvimento das plantas verificados na caracterização química. Já para o sistema semeadura direta a menor produtividade em 1996 pode ser explicada pelo stand (número de plantas e, conseqüentemente número de espigas).

Tabela 02–Valores de número de plantas de milho/10m², número de espigas de planta/10m², massa total das plantas; massa de espigas; massa de palha; massa de 100 sementes; matéria seca e produtividade de grãos, para a cultura do milho, nos anos de 1996 e 1997, para os diferentes tratamentos estudados.

| Tratamentos | Ano | | Ano | |
|-------------|---|------|---|------|
| | 1996 | 1997 | 1996 | 1997 |
| | Massa total das plantas (kg ha^{-1}) | | Peso de espigas das plantas (kg) | |

| | | | ha ⁻¹) | |
|---|----------|----------|---|----------|
| Convencional | 5331 aA | 4297 bAB | 4724 aA | 3291 aAB |
| Escarificador | 5258 aA | 3726 bB | 4699 aA | 3100 bB |
| Sistema semeadura direta | 1883 bB | 4748 aA | 1640 bB | 4000 aA |
| Coefficiente de variação (%) = 15,50 | | | 20,40 | |
| Massa da palha (kg ha ⁻¹) | | | Massa de 100 grãos (g) | |
| Convencional | 607aA | 682aAB | 30,78aA | 25,35bA |
| Escarificador | 559aA | 626aB | 30,39aA | 25,48bA |
| Sistema semeadura direta | 243bB | 748aA | 27,25aB | 25,01bA |
| Coefficiente de variação (%) = 16,70 | | | 5,57 | |
| Número de plantas ha ⁻¹ | | | Índice de espiga | |
| Convencional | 37000bAB | 55000aAB | 0,97bA | 1,00aAB |
| Escarificador | 42000bA | 51000aB | 0,83bA | 1,00aB |
| Sistema semeadura direta | 35000bB | 56000aA | 0,63bB | 1,04aA |
| Coefficiente de variação (%) = 9,93 | | | 12,14 | |
| Produção de matéria seca (kg ha ⁻¹) | | | Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) | |
| Convencional | 4602 aA | 3415 bAB | 3867 aA | 2979 bAB |
| Escarificador | 4463 aA | 2964bB | 3849 aA | 2504 bB |
| Sistema semeadura direta | 1632 bB | 3767 aA | 1263 bB | 3258 aA |
| Coefficiente de variação (%) = 16,20 | | | 16,50 | |

Obs: Médias seguidas de mesma letra maiúscula (coluna) e de mesma letra minúscula (linha) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

CONCLUSÃO

Inicialmente (1996), o tratamento preparo do solo com grade pesada e grade niveladora (convencional), apresentou o maior rendimento de grãos de milho, porém, já no ano seguinte (1997), o sistema semeadura direta apresentou a maior produtividade de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARZENO, J.L. Avaliação física de diferentes manejos de solo em um Latossolo Roxo distrófico. Piracicaba, 1990. 259p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, E.F.; RALISCH, R. Desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) submetido a três sistemas de manejo em um Latossolo Roxo eutrófico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos**. Goiânia : ABMS, 1994. p.221.
- BERTOL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE, D. & BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Sci. Agric.*, 58:555-560, 2001.
- BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após a colheita de milho e trigo, na presença e ausência de resíduos culturais. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:409-418, 1997.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J.M.; REIS, E.F. & DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. *Ci. Rural*, 30:91-95, 2000.
- BRAUNACK, M.V. & DEXTER, A.R. Soil aggregation in the seedbed: a review. I - Properties of aggregates and beds of aggregates. *Soil Tillage Res.*, 14:259-279, 1989.
- CARMO, D.A.S. Algumas considerações sobre agricultura irrigada na região dos cerrados. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 7., Brasília, 1989. **Estratégias de utilização**; anais. 2.ed. Planaltina : EMBRAPA, CPAC, 1997. p.87-97.
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:99-105, 1990.
- COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de sistema semeadura direta e preparo convencional. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:527-535, 2003.

- DEMATTÊ, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do Câmpus Experimental de Ilha Solteira. Piracicaba, 1980. 131p. (mimeógrafo).
- FAGERIA, N.K.; SANTANA, E.P.; MORAIS, O.P. de. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro favorecido à fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.9, p.1155-1161, 1995.
- FARINELLI, Rogério, PENARIOL, Fernando Guido, BORDIN, Luciano *et al.* Agronomic performance of maize cultivars in normal and late season crops. **Bragantia**, vol.62, no.2, p.235-241, 2003.
- HERNANI, L.C. Manejo e conservação de recursos naturais da região Oeste do Brasil. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Milho**: informações técnicas. Dourados:EMBRAPA, CPAO, 1997. p.39-67. (Circular Técnica, 5).
- ISMAIL, I.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, n.1, p.193-198, 1994.
- KLUTHCOUSKI, João, FANCELLI, Antônio Luiz, DOURADO-NETO, Durval *et al.* **Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em sistema semeadura direta**. *Sci. agric.*, jan./mar. 2000, vol.57, no.1, p.97-104.
- OLIVEIRA, E.F. de; BAIRRÃO, J.F.M.; CARRARO, I.M., Efeito dos sistemas de preparo do solo sobre algumas características físicas e rendimentos de grãos de soja e milho. In: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. **Resultados da pesquisa na safra de verão 1987/88**. Cascavel: OCEPAR, 1989. p.233-237
- UHDE, L.T.; COGO, N.P.; TREIN, C.R. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, n.3, p.493-501, 1996.