

# Efeito da Intensidade de Movimentação do Solo na Produção de Soja nas Entrelinhas da Erva-Mate

---

*Renato Antonio Dedecek<sup>1</sup>*

*João Felipe Philipovsky<sup>2</sup>*

*Moacir José Sales Medrado<sup>3</sup>*

## RESUMO

O cultivo de cultura anual nas entrelinhas de plantios de erva-mate é um dos sistemas agroflorestais mais característicos do Sul do Brasil, constituindo-se numa das principais fontes de emprego e renda para os agricultores. A maior ou menor movimentação do solo, no preparo para plantio dos cultivos anuais intercalares à erva-mate, tem gerado dúvidas sobre possíveis prejuízos ao sistema radicular desta. Também não são muito claros os efeitos do uso de gramíneas e/ou leguminosas de inverno como coberturas verdes. Foram objetivos deste trabalho: verificar a influência da movimentação do solo em diferentes sistemas de preparo na implantação de uma cultura de verão nas entrelinhas da erva-mate, em sucessão a coberturas verdes de inverno, e avaliar as modificações das características químicas e físicas do solo. Em Latossolo Vermelho textura argilosa cultivado por longo tempo, em área da Embrapa Negócios Tecnológicos, em Ponta Grossa, PR, foram plantadas linhas de erva-mate, espaçadas 6 m uma da outra, para possibilitar os cultivos de inverno e verão. Foram avaliadas a produção de massa seca dos sete adubos verdes de inverno e de grãos da soja sob cinco diferentes sistemas de preparo do solo: enxada rotativa, aração com tração animal, sistema convencional, cultivo mínimo e plantio direto. As amostragens de solo ocorreram na implantação do trabalho e no quinto ano após o plantio da erva-mate, em ambos na época de

<sup>1</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. dedecek@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro-Agrônomo, Mestre.

<sup>3</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. medrado@cnpf.embrapa.br

florescimento máximo da soja. Em virtude da grande infestação de invasoras na área, à dificuldade e à restrição de aplicação de herbicidas na erva-mate, os sistemas de preparo do solo que possibilitaram maior produtividade da soja foram os que alcançaram maior controle de invasoras. Os sistemas de preparo com movimentação do solo (enxada rotativa e aração por tração animal) foram os mais produtivos. A maior produtividade da soja em sistema de plantio direto foi alcançado em sucessão às gramíneas de inverno (aveia e azevém), atestando a importância do controle das invasoras. Correlações importantes foram observadas entre os teores de Ca + Mg (positiva) e de Al + H (negativa) e os valores de densidade global (positiva) e de porosidade total (negativa) do solo com a produção média de soja.

**Palavras-chave:** coberturas verdes de inverno, atributos físicos do solo, sistema agroflorestal, sistemas de preparo do solo.

## Effect of soil Tillage on Soybean Yields, Cropped on Erva-mate Interrows

### ABSTRACT

Use of annual cropping between rows of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) is an agroforestry system very popular in southern Brazil, and the main work and income for small and medium farmers. The intensity of soil work, tilling it to seed annual crops, raise some doubts about some damage it can cause to erva-mate root system. It is also not so clear the effect of growing some grass or legume species during the winter as soil cover crops. The objectives of this work were: to test the influence of soil working intensity using different soil tillage systems on cropping soybean and to evaluate soil physical and chemical changes. On a clayey red latosol that has been under use for a long period with wheat/soybean succession, in Embrapa Negócios Tecnológicos, in Ponta Grossa district, Paraná state, rows of erva-mate were planted 6 m apart from each other, to allow growing annual crops on the interrow. It was tested seven different species as soil cover crops during the winter in rotation to soybean seeded on five different soil tillage systems: rototilling, animal track plowing, conventional system, subsoiling and no tillage. Soil was sampled at the beginning of the experiment and five years after, both at the maximum soybean

flowering. Due to the great occurrence of weeds, problems to apply herbicides and limitations of its use on erva-mate plantation, the greater the intensity of tillage work the higher was soybean yield. Soybean was the most productive on soil tilled with rototiller and with animal pulled plow. On no tillage system, soybean was the most productive following winter grass species used as soil cover crop; this fact enhances the importance of weed control on this area. Important correlation was found among Ca+Mg and Al+H contents and bulk density and total porosity values in soil surface with average soybean yield.

Keywords: soil cover crop, soil physical properties, agroforestry systems, soil tillage systems.

## 1. INTRODUÇÃO

As plantações de erva-mate em espaçamentos regulares, normalmente em terrenos mecanizáveis, são feitas em diversos espaçamentos, que vão desde 3 x 1 m até 8 ou 12 x 3 m, com o aproveitamento das entrelinhas para a produção de grãos. Segundo os agricultores, as operações mecânicas de preparo do solo não causam danos às erveiras, quando guardada uma distância de até 0,50 m das árvores, que, ao contrário, junto com a adubação, podem beneficiá-las.

Segundo Baggio & Schreiner (1985), algumas linhas de erveiras, plantadas em espaçamentos largos, em nada impedem as culturas agrícolas usuais, conforme comprovam experiências existentes. Além de diversificar a produção e de constituir outra fonte de recursos, o componente arbóreo protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, a erosão eólica e a insolação excessiva.

A movimentação do solo, no preparo para plantio dos cultivos anuais intercalares à erva-mate, tem também gerado dúvidas quanto ao prejuízo ou não, ao desenvolvimento das raízes da erva-mate e, conseqüentemente, na sua produtividade. Têm-se dado ênfase à adoção de sistemas de preparo conservacionistas em cultivos anuais, cultivo mínimo e plantio direto, pelo controle da erosão e por outros benefícios ao solo. O revolvimento do solo, segundo Venialgo (1995), tanto na implantação do erval como nos cultivos anuais intercalares, só se justifica quando há necessidade de recuperação da estrutura do solo, em caso de formação ou ocorrência de camadas

compactadas que impeçam a infiltração de água, a aeração e o desenvolvimento do sistema radicular.

O manejo incorreto do solo nos ervais é muitas vezes consequência dos métodos de controle das ervas daninhas, necessitando-se redefinir os objetivos das arações, no controle dos inços. Não há necessidade de eliminar espécies de inços e sim reduzir seus efeitos na produtividade, sabendo-se que existem controles mecânicos, químicos, culturais e suas combinações, e que a seleção destes se deve ao estado de infestação da área e das espécies de ervas daninhas presentes (Dehle, 1995). E mais: o preparo do solo envolve operações que devem ser realizadas em condições adequadas de umidade do solo, evitando deste modo agravar problemas de compactação abaixo do raio de ação dos implementos utilizados (Oliveira, 1998).

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do sistema de preparo do solo na implantação de uma cultura de verão nas entrelinhas da erva-mate, sobre as produtividades das culturas de verão e da erva-mate, bem como avaliar as modificações das características químicas e físicas do solo. Foram selecionados os sistemas de preparo que mais ocorrem nas áreas de cultivo tradicional da erva-mate, quando se adota o sistema de consórcio com cultivos anuais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram selecionados os sistemas de preparo que mais ocorrem nas áreas de cultivo tradicional da erva-mate quando se adota o sistema de consórcio com cultivos anuais. Estes foram estabelecidos em novembro de 1996, em erval com dois anos de idade, na área da Embrapa-Negócios Tecnológicos, em Ponta Grossa, PR: 1) Tração animal – foram feitas uma aração e uma gradagem usando-se tração animal e implementos apropriados; 2) Enxada rotativa – o solo foi preparado com uma passagem de enxada rotativa; 3) Sistema convencional – foram realizadas uma aração com arado de disco e uma gradagem com grade niveladora; 4) Cultivo mínimo – uma passagem de subsolador de três hastes, espaçadas 0,50 m e de uma grade niveladora; 5) Plantio direto – plantio sem preparo do solo e controle de invasoras por aplicação de herbicida de contato.

Foram testadas sete coberturas verdes de inverno em rotação com a soja,

desde 1995, e a interação com sistemas de preparo do solo nas entrelinhas da erva-mate: aveia preta (*Avena strigosa*), tremoço azul (*Lupinus angustifolius*), azevém comum (*Lolium multiflorum*), ervilhaca peluda (*Vicia pilosa* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), mistura (ervilhaca peluda + nabo forrageiro + tremoço azul) e uma parcela sem cultivo no inverno, com vegetação espontânea (testemunha). Tanto as coberturas verdes de inverno como a soja foram plantadas guardando-se uma distância de um metro da linha de erva-mate, usando-se desta forma 4 metros das entrelinhas, que eram de seis metros.

Anualmente, no plantio da soja foi feita adubação, usando-se 400 kg/ha da fórmula 0-20-20 na linha de plantio; na semeadura dos adubos verdes, 300kg/ha da fórmula 4-30-10, espalhado a lanço. Sempre que necessário foram realizadas roçadas nas linhas de erva-mate para controle das invasoras e em seguida aplicação de herbicida de contato. Antes do plantio do cultivo de verão, as coberturas verdes de inverno foram roçadas e usados herbicidas de acordo com o sistema de preparo testado, de contato, incorporados, pré e pós-emergentes. O plantio da soja foi feito anualmente na primeira quinzena de novembro, em linha espaçadas 0,50 m, com semeadeira apropriada para plantio direto, mesmo nas áreas com movimentação de solo. As coberturas verdes de inverno foram semeadas a lanço, manualmente, e incorporadas ao solo pelo uso de grade niveladora com pequena inclinação nos discos.

A colheita da soja foi realizada manualmente em parcelas de 1 m<sup>2</sup>, fazendo-se a determinação da produção de palha e grãos. Cada bloco recebeu um sistema de preparo do solo e era formado por 15 linhas de erva-mate (6 m de espaçamento) com 40 plantas (espaçadas 1,5 m) por linha e 14 entrelinhas, destinando-se duas entrelinhas para cada cobertura verde. Cada subparcela foi repetida quatro vezes.

O solo da área experimental foi descrito como Latossolo Vermelho textura argilosa relevo suave ondulado fase campo e os dados médios dos atributos químicos e físicos são apresentados nas tabelas 1 e 2, para as condições do início do trabalho. As amostragens de solo foram efetuadas no máximo florescimento da soja, em fevereiro de 1996 e no mesmo mês de 2001, em três profundidades: 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm, em quatro coberturas verdes de inverno: aveia, mistura, ervilhaca e vegetação espontânea, nos cinco sistemas de preparo do solo. Foram realizadas três repetições para cada sub-parcela e

cada profundidade. As análises químicas e físico-hídricas do solo foram realizadas de acordo com metodologia descrita por EMBRAPA-CNPS (1997).

**Tabela 1.** Alguns atributos químicos do solo da área experimental, na implantação do experimento em Ponta Grossa-PR, 1996.

Profundidade cm	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca + Mg c.molc/dm <sup>3</sup>	CTC	Matéria orgânica g/dm <sup>3</sup>	P mg/dm <sup>3</sup>	Saturação	
							Bases	Al
							%	
0 – 10	4,67	0,35	1,89	8,0	47,6	12	28,5	5,2
10 – 20	4,47	0,18	1,08	7,4	39,9	5	17,7	9,7
20 - 30	4,26	0,10	0,60	7,1	33,4	1	10,2	12,7

**Tabela 2.** Alguns atributos físico-hídricos do solo da área experimental, na implantação do experimento em Ponta Grossa-PR, 1996.

Profundide cm	Areia		Silte	Argila	Densidade do solo Mg/m <sup>3</sup>	Porosidade		Capacidade de campo cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	Água disponível.
	grossa	fina				Total	Macro		
g/100g									
0 – 10	19	24	20	37	1,053	0,567	0,332	0,300	0,112
10 – 20	18	25	18	39	1,292	0,492	0,370	0,344	0,108
20 - 30	16	26	17	41	1,248	0,510	0,393	0,363	0,117

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Anteriormente, a área experimental foi muito usada com a rotação trigo-soja em sistema de preparo convencional para a produção de sementes. Desta forma houve uma infestação muito grande de invasoras, comum nas áreas intensamente cultivadas. Os maiores rendimentos da soja, como cultivo intercalar de verão na erva-mate, foram obtidos nos sistemas de preparo do solo com enxada rotativa e tração animal (Tabela 3). Acredita-se que isto se deve ao melhor controle de invasoras que foi obtido nestes dois sistemas de preparo, principalmente pela maior eficácia dos herbicidas usados nos preparos com maior movimentação do solo. No ano de 1997/98, o sistema de plantio direto (Pl. dir.) apresentou maior produtividade da soja e em 1998/99, o sistema mais produtivo foi o cultivo mínimo (C. mín.), conforme Tabela 3.

**Tabela 3.** Produção da soja como cultivo intercalar na erva-mate, em diferentes sistemas de preparo do solo, durante cinco anos em Ponta Grossa-PR, 2001.

Sistema de preparo	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	Média
	kg/ha					
Tr. animal	1868aA	1711aAB	2020aA	1195aB	1824 bA	1723ab
Enx. rotat.	1931aB	1754aB	2054aAB	1626aB	2624aA	1998a
Convenc.	1223 bcBC	1039 bCD	1914aA	563 bD	1750 bAB	1298 c
C. mínimo.	1627abA	1618abA	2158aA	608 bB	1643 bA	1531 bca
Pl. direto	947 cCD	1825aB	1462 bBC	702 bD	2476 aA	1482 bca
CV %	22,8	25,4	9,9	32,5	16,4	13,9

Obs.: Médias seguidas de letras minúsculas diferentes apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey 5% entre os sistemas de preparo no mesmo ano. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey 5% para o mesmo sistema de preparo em anos diferentes.

Não são apresentados os dados de produtividade anual da soja em relação às coberturas verdes de inverno usadas, porque não houve diferença estatística para esta variável neste trabalho. Em consequência, também não houve diferença estatística para a combinação sistemas de preparo do solo e coberturas verdes de inverno, mas vale salientar algumas tendências observadas.

As combinações de sistemas de preparo do solo e coberturas verdes de inverno influenciaram de modo diferente a produtividade da soja (Figura 1). As maiores produtividades foram obtidas usando-se aveia e azevém como coberturas verdes de inverno, no sistema de plantio direto (Pl. dir.). Esta combinação das gramíneas com sistema de menor movimentação do solo reforça a hipótese da importância do controle das invasoras, uma vez que estas plantas apresentam uma redução da infestação de invasoras. Nos demais sistemas de preparo do solo, estas duas gramíneas proporcionaram os menores rendimentos de soja.

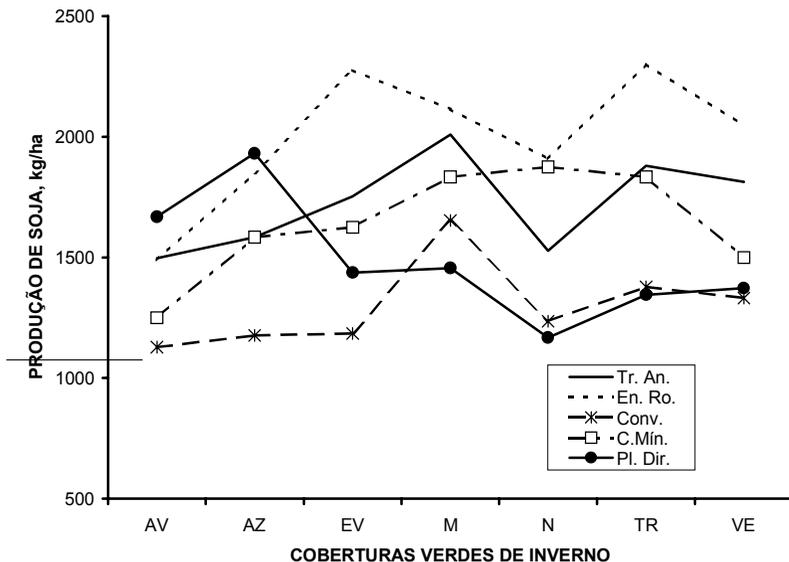


Fig.1. Produção média de cinco anos da soja como cultivo intercalar na erva-mate, em rotação com diferentes coberturas verdes de inverno e diferentes sistemas de preparo do solo. Ponta Grossa-PR, 2001.

Os sistemas de preparo com maior movimentação – enxada rotativa (En. ro.), cultivo convencional (Conv.) e tração animal (Tr. an.) – apresentaram maior produtividade da soja quando em seqüência às leguminosas ou à mistura de coberturas verdes. O uso do nabo como cobertura verde de inverno apresentou baixos rendimentos da soja, com exceção do cultivo mínimo, onde foi a melhor combinação.

Comparando-se, a produtividade da soja (Tabela 3), nos diferentes anos, com os dados de precipitação (Tabela 4), observa-se que a menor produtividade do ano 1999/00 refletiu a deficiência de chuvas no período de desenvolvimento da cultura. E a maior produtividade alcançada no ano 2000/01 foi possível principalmente pela boa condição de umidade do solo no plantio e nos primeiros meses de desenvolvimento da soja, como atesta a distribuição das chuvas (Tabela 4). Observa-se ainda, que as baixas precipitações, nos meses de dezembro e janeiro do biênio 1997/98, permitiram as maiores produções de soja no sistema de plantio direto.

**Tabela 4.** Distribuição de chuva nos meses do plantio a colheita da soja de outubro de 1996 a abril de 2001 em Ponta Grossa-PR.

Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Total
Precipitação pluviométrica, mm								
1996/97	242,5	105,5	280,0	340,0	124,5	28,0	40,0	1160,5
1997/98	257,5	207,5	124,5	166,0	303,5	441,0	271,0	1771,0
1998/99	317,0	13,0	183,0	150,0	304,0	206,5	117,0	1290,5
1999/00	94,5	77,0	121,0	81,5	264,0	109,5	21,5	769,0
2000/01	255,5	183,5	317,5	198,0	207,0	55,0	135,5	1352,0

Não houve diferença de densidade global do solo nas diferentes coberturas verdes amostradas, sendo gramíneas ou leguminosas. Já os sistemas de preparo do solo mostraram densidades globais diferentes e, diferentemente do esperado, o solo dos sistemas mais produtivos apresentaram densidade global maior. A demanda evaporativa da região, pelo excesso de ventos, e a baixa capacidade de retenção de água disponível para as plantas destes solos podem ser a explicação deste fato. A pulverização do solo na camada superficial diminui as perdas de água da camada subsuperficial, o que também pode ter sido uma contribuição à maior produtividade da soja.

Embora, conforme se observa na Figura 2, os solos destes mesmos tratamentos também apresentavam os maiores valores de densidade global no início deste trabalho, e em todos os sistemas de preparo do solo usados observou-se redução da densidade, comparando-se os valores de 1997 e 2001. Esta redução se deve ao fato de no inverno, ao contrário do que vinha sendo feito anteriormente, os cultivos terem sido implantados com uma gradagem leve, apenas para incorporação das sementes jogadas a lanço. Na sucessão trigo/soja, anterior à implantação do erval, haviam dois preparos do solo por ano, em sistema convencional (aração e gradagem).

Também é preciso considerar que toda a massa verde produzida pelas coberturas no inverno foi mantida na superfície ou incorporada, conforme o sistema de preparo do solo para o cultivo da soja. Albuquerque et al., (1995), em Latossolo Vermelho, observaram que a densidade global do solo foi maior e a porosidade total menor em qualquer sistema de preparo do solo na sucessão soja/trigo do que nas rotações que incluíram aveia, ervilhaca e milho. Gomes et al., (1978), verificaram maiores valores de densidade global em um Podzólico

Vermelho, após 14 anos de cultivo convencional, na sucessão soja/trigo do que nos cultivos contínuos de soja, trigo ou milho, atribuindo isso ao uso mais intensivo do solo.

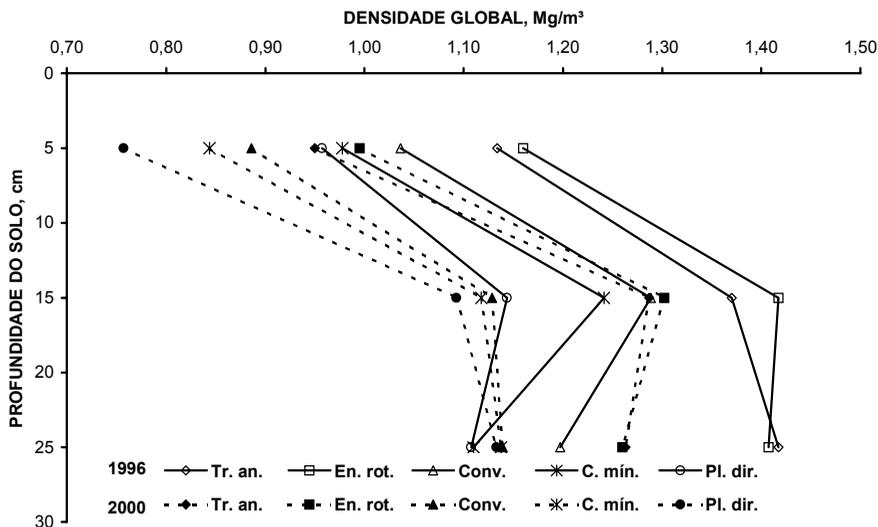


Fig. 2. Dados de densidade solo por sistema de preparo e profundidade do solo nas entrelinhas da erva-mate, em amostragens realizadas em 1996 (linhas contínuas) e em 2000 (linhas seccionadas) em Ponta Grossa-PR.

Os demais atributos físico-hídricos apresentaram uma tendência definida de resposta aos diferentes sistemas de preparo do solo, como pode ser observado na Tabela 5. Estes resultados referem-se às amostragens realizadas no primeiro e quinto anos após a implantação dos sistemas de preparo do solo e foram comparados separadamente com as produções de soja de cada ano. Assim, a produção de soja correlacionou-se positivamente com a densidade global do solo e negativamente com porosidade total, macroporosidade, capacidade de campo.

Parece mais uma evidência de que realmente o controle das invasoras foi o fator mais importante e decisivo para a produtividade apresentada pelo cultivo da soja nas entrelinhas da erva-mate, neste estudo. Apenas os atributos químicos do solo mostraram alguma coerência na resposta à sua correlação com produtividade de soja, correlacionado-se positivamente com os teores de cálcio mais magnésio e, negativamente, com alumínio mais hidrogênio. O

coeficiente de regressão (r) para todos os atributos apresentados na Tabela 5 situaram-se ao redor de 0,50, mas com uma significância sempre maior do que 5%, e em alguns casos superior a 1%, pelo teste de F.

**Tabela 5.** Correlação de alguns atributos químicos e físico-hídricos do solo em profundidade e a produção de soja durante os cinco anos de cultivo, em amostragens efetuadas no primeiro e quinto anos em Ponta Grossa-PR, 2001.

Produção de soja ano	Atributo do solo químico	Profundidade cm	Coefficiente de regressão r	Probabilidade p
Amostragem de solo em 1997				
1997	pH	10 - 20	0,500	0,025
	Alumínio	10 - 20	-0,602	0,004
1999	Ca + Mg	0 - 10	0,516	0,020
		20 - 30	0,532	0,016
físico-hídrico				
1997	Densidade global	0 - 10	0,529	0,017
		10 - 20	0,551	0,012
	Porosidade total	0 - 10	-0,523	0,018
		10 - 20	-0,570	0,019
	Macroporos	10 - 20	-0,503	0,024
1999	Dens. global	0 - 10	0,517	0,020
2000	Capac. campo	10 - 20	-0,546	0,013
	Densidade global	0 - 10	0,544	0,013
		20 - 30	0,586	0,007
	Porosidade total	0 - 10	-0,547	0,013
		20 - 30	-0,598	0,005
Amostragem do solo em 2001				
1997	Den. global	0 - 10	0,548	0,012
	Poros. total	0 - 10	-0,523	0,018
1999	Macroporos	0 - 10	-0,560	0,010
2000	Densidade global	0 - 10	0,508	0,022
		10 - 20	0,570	0,009
	Porosidade total	0 - 10	-0,507	0,023
		10 - 20	-0,604	0,005
		20 - 30	-0,535	0,015

Obs: Capacidade de campo – água retida a 10 kPa; Macroporosidade – volume de poros entre porosidade total e água retida a 6 kPa.

Usando-se a produção média de soja durante os cinco anos de condução deste estudo, obteve-se uma boa correlação entre esta e alguns atributos químicos medidos no solo na camada de 10 a 20 cm de profundidade (Figura 3). Os valores de cálcio mais magnésio e de alumínio mais hidrogênio foram obtidos em amostras realizadas no primeiro ano após a implantação dos sistemas de preparo do solo. Referem-se a coletas realizadas nos cinco sistemas de preparo do solo e em quatro coberturas verdes de inverno (aveia, ervilhaca, mistura de gramíneas e leguminosas) e vegetação espontânea, totalizando 20 pontos em cada correlação. Stone & Silveira (2001) observaram maiores diferenças entre os sistemas de preparo do solo para os valores de pH, alumínio e cálcio mais magnésio e afirmaram que isto se deveu às diferentes profundidades de mobilização do solo.

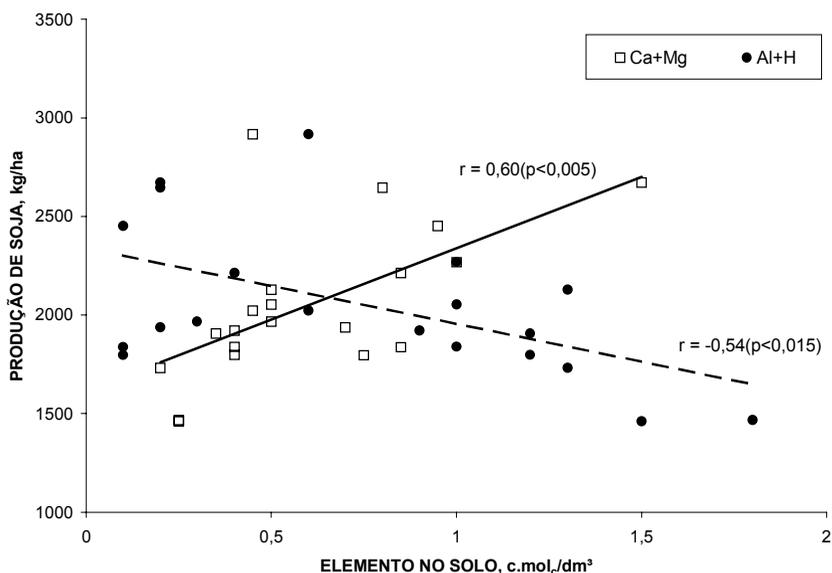


Fig. 3. Correlação entre a produção de soja (média de 5 anos) e os teores de Ca + Mg (na camada de 20 a 30 cm) e de Al + H (camada de 10 a 20 cm), em amostragem de solo realizada em março de 1997.

Os valores de densidade global do solo e porosidade total foram os atributos físicos que apresentaram as melhores correlações com a produção de soja de cada ano individualmente, (Tabela 5) e o mesmo aconteceu quando confrontados com a produção média de soja dos cinco anos de cultivo, tanto na amostragem realizada no primeiro ano (Figura 4), como na do quinto ano

(Figura 5) de cultivo. Observa-se, comparando as figuras 4 e 5, que os valores de porosidade total não diferiram menos do que os de densidade global. Também nota-se que na amostragem do primeiro ano estas correlações foram obtidas na profundidade de 0 a 10 cm e na do quinto ano na profundidade de 10 a 20 cm.

Este aprofundamento pode ser creditado ao fato de que, no quinto ano de cultivo com os diferentes sistemas de preparo do solo este já tenha adquirido as características inerentes de cada sistema. Segundo Stone & Silveira (2001), o não revolvimento de um Latossolo Vermelho ocasionou maior valor de densidade global e menor de porosidade total na camada superficial do que o revolvimento do solo com grade aradora, que propiciou menor valor de densidade e maior de porosidade nesta camada.

Em geral, os solos apresentam na camada superficial maiores valores de densidade global e menores de porosidade total em sistemas de menor revolvimento do solo quando comparados àqueles com maior mobilização, principalmente pela pressão do trânsito das máquinas e implementos agrícolas, sobretudo quando realizados em solos argilosos e com elevados teores de umidade (Vieira & Muzilli, 1984; Corrêa, 1985).

Isto foi observado nas condições deste trabalho, onde os menores valores de densidade global e maiores de porosidade total foram obtidos nos sistemas com maior revolvimento do solo, e que foram também os responsáveis pelas maiores produções de soja, com exceção do sistema de preparo convencional. Novamente o controle das invasoras pode ter sido o principal fator condicionante da produção de soja, como também a demanda evaporativa do solo nesta região e o teor de argila do solo deste trabalho, já salientados anteriormente.

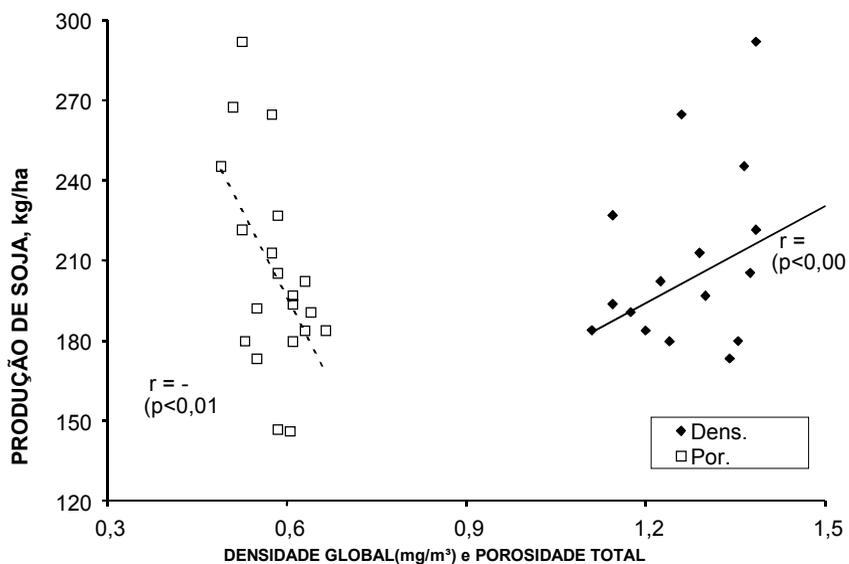


Fig. 4. Correlação entre a produção de soja (média de 5 anos) e os atributos físicos do solo de densidade global e porosidade total (na camada de 10 a 20 cm), em amostragem realizada em março de 2001.

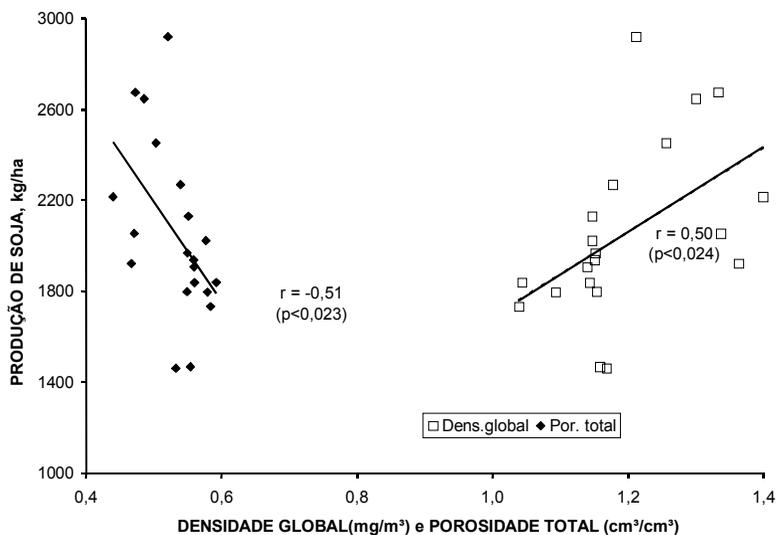


Fig. 5. Correlação entre a produção de soja (média de 5 anos) e os atributos físicos do solo de densidade global e porosidade total (na camada de 10 a 20 cm), em amostragem realizada em março de 2001.

## 4. CONCLUSÕES

O controle de invasoras tem sido um problema, pela presença da erva-mate permanente e das coberturas verdes no inverno, dificultando o uso das entrelinhas da erva-mate com cultivos comerciais de verão. Isto é tanto mais difícil de ser equacionado à medida que se procura conduzir os ervais com menor emprego de agrotóxicos, uma exigência de mercado crescente.

A produtividade da soja nas entrelinhas de erva mate foi maior em solo preparado por enxada rotativa e/ou por tração animal, pela maior eficiência destes sistemas no controle das ervas daninhas.

Não houve incremento significativo na produtividade da soja por efeito de alguma das espécies usadas como coberturas verdes de inverno, nem para a combinação desta variável com os sistemas de preparo do solo.

A soja foi mais produtiva em plantio direto quando consorciada com gramíneas de inverno, em função do maior controle das ervas daninhas proporcionado por estas espécies.

A produção de soja apresentou correlações significativas com o teor de cálcio mais magnésio, positivamente, e de alumínio mais hidrogênio, negativamente, medidos na camada de 10 a 20 cm do solo.

A densidade global e a porosidade total do solo, nas camadas superficiais, mostraram maiores correlações com a produção de soja, positiva e negativa respectivamente.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; BUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 115-119, 1995.

BAGGIO, A. J.; SCHREINER, H. G. Erva-mate e agrossilvicultura: análise dos sistemas tradicionais e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. **Silvicultura da Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**: anais...Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p. 71-74. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 15).

CORRÊA, J. C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um latossolo amarelo muito argiloso do estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 1317-1322, 1985.

DEHLE, R. A. **Manejo de malezas**. In: CURSO DE CAPACITACION EN PRODUCCION DE YERBA MATE, 2., 1994, Cerro Azul. [2. Curso...]. 2. ed. Cerro Azul: INTA, Estacion Experimental Agropecuaria Cerro Azul, 1995. p. 61-65.

DEDECEK, R.; PHILIPOVSKI, J. F.; MEDRADO, M. J. S. Produtividade da soja nas entrelinhas da erva-mate em diferentes sistemas de preparo do solo e coberturas verdes de inverno. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 3., 2000, Encantado. **Anais**. Porto Alegre: Comissão dos Organizadores: Universidade do Rio Grande do Sul: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 233-236.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1).

GOMES, A. S.; PATELLA, J. F.; PAULLETTO, E. A. Efeitos de sistemas e tempo de cultivo sobre a estrutura de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, p. 17-21, 1978.

OLIVEIRA, C. V.; BAHIA, V. G.; PAULA, M. B. de. Compactação do solo devido a mecanização florestal: causas, efeitos e práticas de controle. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 191, p. 46-48, 1998.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos de sistemas de preparo e rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 2, p. 395-401, 2001.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 873-882, 1984.

VENIALGO, C. A. **Labranza**. In: CURSO DE CAPACITACION EN PRODUCCION DE YERBA MATE, 2., 1994, Cerro Azul. **Curso...** Cerro Azul: INTA, Estación Experimental Agropecuária Cerro Azul, 1995. p. 51-58.