

SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO EM CULTIVOS ANUAIS INTERCALADOS EM ERVA-MATE

Renato Antonio Dedecek^{*}
Honorino Roque Rodigheri^{**}

RESUMO

Muitos agricultores utilizam a prática do cultivo intercalar de culturas de subsistência ou mesmo geradoras de renda nas entrelinhas da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), o que os tem levado a adotarem os mais diferentes espaçamentos e consórcios. 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. O objetivo deste trabalho foi investigar a contribuição dos diferentes sistemas de preparo do solo na produtividade, tanto dos cultivos anuais quanto da erva-mate, as modificações causadas no solo e a sustentabilidade dos sistemas. No município de Áurea, RS, foram selecionados cinco produtores de erva-mate com e sem cultivos intercalares, com diferentes sistemas de preparo do solo (aração com tração animal, enxada rotativa, subsolador e plantio direto) e área de mata nativa, em latossolo roxo muito argiloso, comum naquela região. Em cada sistema, foram obtidas amostras de solo para análises químicas e físico-hídricas, nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm. Os dados de produtividade da erva-mate e dos cultivos intercalares foram obtidos junto aos produtores, mediante entrevistas realizadas em fevereiro de 1996 e abril de 1997. As maiores produções foram alcançadas em área preparada com enxada rotativa, no espaçamento de 3,5 x 2,5 m e idade de 7 anos que produziu, no ano de 1996, 960 arrobas de erva-mate e 2.400 kg de soja por hectare. Esta área se distingue das demais na saturação de bases, pelo maior controle das ervas daninhas e na uniformidade da estrutura do solo na camada de 0 a 30 cm. Todos os sistemas de preparo alteraram a estrutura original do solo, aumentando a densidade, reduzindo a porosidade total, a macroporosidade e a disponibilidade de água no solo. Nos sistemas de preparo, na camada de 10 a 20 cm, aparece um indicio de adensamento do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas agroflorestais, manejo do solo, produtividade, *Ilex paraguariensis*.

* Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA n° 6922/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

** Eng. Agrônomo, Doutor, CREA n° 5904/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

SOIL TILLAGE SYSTEMS IN ANNUAL INTERCROPPING WITH ERVA-MATE

ABSTRACT

Many farmers grow annual crops in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) plantations, using different combinations of line spacings and intercroppings. Tilling soil for intercropping could damage erva-mate root system. This study was set to investigate the effect of different soil tillage systems on erva-mate and annual intercrop productivity, in changes of soil physical characteristics and intercrop system sustainability. Five erva-mate producers were selected in Aurea, State of Rio Grande do Sul, Brasil, using or not intercropping with different soil tillage systems (animal plow, no tillage, rotary plow and chisel plow) and a native forest area, in clayey dusky red latosol. Soil samples were taken from each system for chemical and physical analyses, from the following depths: 0 to 10, 10 to 20 and 20 to 30 cm. Data on erva-mate and annual intercroppings were collected in February 1996 and April 1997. The highest yields were obtained in areas where soil was tilled with rotary plow, with erva-mate planted in 3.5 m x 2.5 m spacing at the age of 7 years, which, in 1996, produced 14,400 kg/ha in erva-mate and 2,400 kg/ha in soybean. This area had better weed control, higher base saturation in the soil and a rather uniform structure in the upper 30 cm layer. All tillage systems modified soil structure conditions by increasing bulk density and decreasing total porosity, percent of macropores and soil available water capacity.

KEY WORDS: Agroforestry systems, soil management, productivity, *Ilex paraguariensis*.

1. INTRODUÇÃO

A exploração da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) forma um dos sistemas agroflorestais mais característicos do Sul do Brasil, constituindo-se numa das principais fontes de emprego e renda, especialmente para pequenos e médios agricultores. É uma atividade que rende aos produtores rurais mais de R\$ 150 milhões anuais, sendo explorada em mais de 180 mil propriedades agrícolas.

A produção anual de 208 mil toneladas de erva cancheada está concentrada nos Estados de Santa Catarina (36,5% da produção brasileira de erva-mate), Paraná (29,8%), Rio Grande do Sul (32,4%) e Mato Grosso do Sul (1,3%) (Quantidade..., 1994). O município de Áurea, RS, situado na região gaúcha do Alto Uruguai, participa com 2,8% da área da região, 2,0% da população e contribui com 25,5% da produção regional de erva-mate (Rodigheri et al, 1995). Muitos agricultores da região utilizam o cultivo intercalar de culturas de subsistência, ou mesmo geradores de renda, nas entrelinhas da erva-mate. Este procedimento tem levado os agricultores a adotarem diferentes espaçamentos entre as linhas de erva-mate para permitir os cultivos anuais. Os consórcios adotados com maior frequência são feijão, milho e/ou soja com erva-mate, com número variável de linhas dos cultivos anuais usados. Os benefícios ou prejuízos destes consórcios tem gerado controvérsias. Segundo Schreiner & Baggio (1983), o cultivo intercalar de quatro linhas de feijão, em plantio de erva-mate em espaçamento de 3 x 1 m, não afeta o desenvolvimento da erva-mate, tendendo a beneficiá-lo. Da Croce & Nadal (1993) concluíram que o consórcio

com alta densidade de erva-mate e baixa de milho e soja apresentou maiores retornos econômicos do que outros tipos de arranjos.

A intensidade de movimentação do solo no preparo para plantio dos cultivos anuais intercalares à erva-mate tem, também, gerado dúvidas quanto a possíveis prejuízos, principalmente no desenvolvimento das raízes da erva-mate e, conseqüentemente, na sua produtividade. Muita ênfase tem sido dada à adoção de sistemas de preparo conservacionistas em cultivos anuais, cultivo mínimo e plantio direto, pelo controle da erosão e outros benefícios ao solo. O revolvimento do solo, segundo Venialgo (1995), na implantação tanto do erval, quanto dos cultivos anuais intercalares, só se justifica quando se faz necessária a recuperação da estrutura do solo, devido à formação ou ocorrência de camadas de solo compactadas, que diminuem a infiltração de água no solo, a aeração e o desenvolvimento do sistema radicular. O objetivo deste trabalho foi investigar a contribuição dos diferentes sistemas de preparo do solo para o cultivo de culturas anuais intercalares à erva-mate, tanto na produtividade, quanto nas características do solo afetadas pelos preparos adotados, visando à sustentabilidade do sistema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No município de Áurea, RS, foram selecionados seis produtores de erva-mate, com e sem cultivos intercalares, com diferentes sistemas de preparo do solo, bem como uma área de mata nativa, como referencial para mudanças nas características do solo, em conseqüência dos sistemas adotados. Procurou-se selecionar áreas com o mesmo tipo de solo (latossolo roxo muito argiloso), comum naquela região.

Para observação das características físicas do solo, foram amostradas as seguintes situações: mata nativa; erva-mate sem cultivo intercalar; erva-mate com cultivo intercalar e preparo do solo com aração e gradagem por tração animal, enxada rotativa, subsolador, e sem preparo do solo (plantio direto) por tração mecanizada. Amostras de solo indeformadas foram obtidas em três profundidades: 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm. Nestas amostras, foram procedidas as seguintes análises, segundo metodologia descrita em EMBRAPA-CNPS (1997): densidade do solo e de partículas, macro, micro e porosidade total e curva de retenção de umidade do solo, nas tensões de 6, 10, 33, 100, 500 e 1500 Pa. Nas mesmas profundidades, foram obtidas amostras de solo para análise de fertilidade de rotina.

Os dados de produtividade, tanto da erva-mate, quanto dos cultivos intercalares, assim como informações a respeito dos sistemas de preparo usados e quanto ao uso de insumos foram obtidos junto aos agricultores, mediante entrevistas realizadas em fevereiro de 1996 e abril de 1997. Para permitir uma melhor comparação, as produtividades dos ervais foram analisadas por área, nas idades mais próximas possíveis e os cultivos intercalares, embora não sejam os mesmos, foram avaliados para inferir sobre o nível de produção obtido. Estas produções foram obtidas em 1996, ano atípico quanto à distribuição e quantidade de chuvas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em trabalhos desta natureza, que envolve variáveis disponíveis a campo, dificilmente é possível tê-las todas nas mesmas condições. A idade e o espaçamento dos ervais, onde são adotados diferentes sistemas de preparo do solo, são variáveis (Tabela 1).

TABELA 1. Características dos ervais e dos cultivos intercalares nos diferentes sistemas de preparo do solo, Áurea, RS.

Sistemas de preparo do solo	Erva-mate			Cultivos intercalares	
	Espaçamento	Idade (anos)	Produção (arr./ha)	Milho (kg/ha)	Soja (kg/ha)
Tração animal	4,6m x 2,5m	10	156,3	3.600	1.200
Enxada rotativa	3,5m x 2,5m	7	960,0	---	2.400
Subsolagem	3m x 2m	5	100,0	3.360	---
Plantio direto	6m x 1,5m	9	537,6	2.700	---
Sem cultivo	3,5m x 2m	5	533,0	---	---

A produtividade da erva-mate, no sistema em que o preparo anual do solo nas entrelinhas é feito com enxada rotativa (Tabela 1), foi maior em relação à obtida em erval de alta tecnologia (Rodigheri et al, 1985), aos cinco anos de idade, com densidade de 1.000 plantas/ha (Tabela 2). Neste mesmo sistema de preparo do solo, a produtividade da soja foi maior que as médias da região e do Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 3). As produções de erva-mate sem cultivo intercalar e com cultivo, usando-se o sistema de plantio direto, se equivalem, mas diferem em densidade de plantas e idade dos ervais. Comparando os dados da Tabela 1 com os da Tabela 2, o sistema sem cultivo intercalar se aproxima mais destas produtividades, do que no sistema de plantio direto, considerando-se a idade do erval.

TABELA 2. Produtividade da erva-mate cultivada com alta tecnologia e em consórcio com milho na região de Erechim, RS, no

Idade do erval (anos)	Produtividade da erva-mate		Produtividade do milho
	Em arrobas/ha	Em kg/planta	kg/ha
2	20	0,300	4.260
3	115,7	1,735	3.900
4	264,8	3,972	3.780
5	577,2	8,658	3.600
6	649,1	9,736	3.300
7	720,5	10,807	3.180
8	790,0	11,850	3.180

Fonte: Rodigheri et al. (1995)

TABELA 3. Produtividade média de milho e soja, na região de Erechim e no Estado do Rio Grande do Sul.

Culturas	Média regional (kg/ha)	Média estadual (kg/ha)
Milho	3.000	2.760
Soja	1.675	1.709

Fonte: Rodigheri et al. (1995)

Todas as áreas de cultivo amostradas tiveram a fertilidade do solo (Tabela 4) construída com adubações. O solo era, originalmente, pobre em nutrientes, ácido, com alto teor de matéria orgânica e muito argiloso. Na situação sem cultivo nas entrelinhas, a adubação foi feita apenas nas covas de plantio da erva-mate. Assim, os valores se aproximam das condições de solo sob mata, uma vez que a amostragem foi realizada a 1 m da linha de plantio da erva-mate. Nas demais situações, com cultivos anuais nas entrelinhas de erva-mate, o solo preparado com enxada rotativa apresentou saturação de bases (V) ao redor de 50%, que é tido como mais favorável ao desenvolvimento de ervais (Reissman et al., 1983). Este valor foi observado, uniformemente, na camada de solo amostrada, mesmo na profundidade de 20 a 30 cm, o que não ocorreu nos demais tratamentos com cultivos intercalares. Neste mesmo sítio, a alta produtividade da soja foi proporcionada apesar do baixo pH do solo, e pelo médio teor de potássio no solo (Tabela 4).

TABELA 4. Características químicas e texturais do solo em sistemas de preparo nas entrelinhas da erva-mate, Áurea, RS.

Profundidade (cm)	Mata	Sem cultivo	Tração animal	Plantio direto	Subsolagem	Enxada rotativa
pH em CaCl ₂						
0 a 10	3,73	3,79	6,23	5,98	5,34	5,04
10 a 20	3,81	3,87	4,60	5,44	4,79	5,33
20 a 30	3,96	3,92	4,05	4,40	4,24	4,85
K (cmol _e /dm ³)						
0 a 10	0,11	0,65	0,35	0,13	0,45	0,23
10 a 20	0,08	0,67	0,28	0,05	0,51	0,21
20 a 30	0,07	0,23	0,07	0,04	0,44	0,28
Ca + Mg (cmol _e /dm ³)						
0 a 10	1,30	1,10	6,95	5,50	6,50	5,25
10 a 20	0,75	0,80	3,65	4,30	3,50	5,50
20 a 30	0,60	0,65	1,50	1,65	1,75	4,05
Al (cmol _e /dm ³)						
0 a 10	3,0	4,5	0	0	0	0
10 a 20	3,5	4,2	0,5	0	0,5	0
20 a 30	4,6	4,0	2,7	1,5	2,0	0,2
Matéria Orgânica (g/dm ³)						
0 a 10	69,7	67,7	59,6	72,4	30,8	53,6
10 a 20	61,6	54,9	30,2	31,5	26,1	35,5
20 a 30	42,9	47,6	24,1	30,8	20,8	23,4
P (mg/dm ³)						
0 a 10	7	7	14	19	4	14
10 a 20	6	6	6	8	4	6
20 a 30	4	5	5	5	4	4
Saturação de bases (%)						
0 a 10	8,9	9,6	75,5	69,5	64,5	54,4
10 a 20	5,7	8,5	43,3	53,2	37,5	57,2
20 a 30	5,8	6,5	13,1	19,6	17,9	49,4
Argila (%)						
0 a 10	76	72	58	57	66	53
10 a 20	74	75	69	65	70	52
20 a 30	77	76	67	67	71	63
Silte (%)						
0 a 10	22	26	40	35	30	43
10 a 20	24	23	29	30	27	43
20 a 30	21	22	31	28	26	34
Areia total (%)						
0 a 10	2	2	2	8	4	4
10 a 20	2	2	2	5	3	5
20 a 30	2	2	2	5	3	3

Solos de menor fertilidade, nas áreas com cultivos anuais intercalares, foram detectados no sistema de preparo por subsolagem, onde foram observados baixos níveis de fósforo e redução acentuada da matéria orgânica, em relação ao original deste solo. Na área preparada com enxada rotativa, havia menor ou nenhuma incidência de ervas daninhas, tanto na linha de erva-mate, quanto na área de cultivo de soja. Segundo Lavigne (1983), para se ter sucesso em um plantio de erva-mate, o primordial é manter o erval livre de ervas daninhas. Assim, nas áreas plantadas, são feitas, anualmente, uma a três capinas manuais na linha de plantio e duas a quatro roçadas mecanizadas nas entrelinhas.

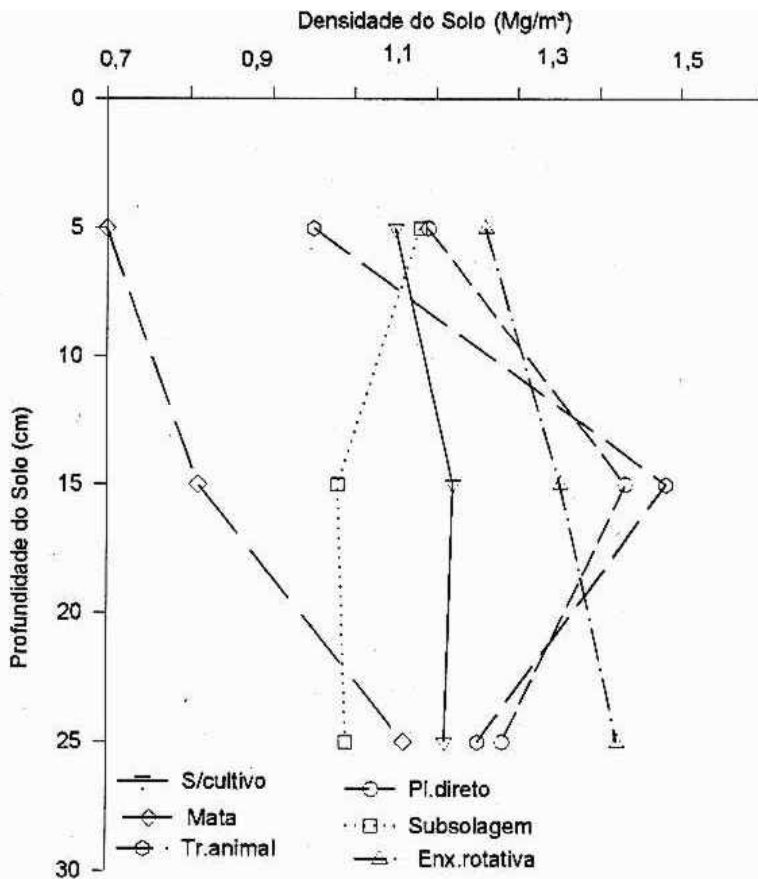


FIGURA 1. Densidade do solo em três profundidades sob diversos sistemas de preparo nas entrelinhas da erva-mate, em Áurea, RS.

Quanto às características físicas o uso do solo aumentou sua densidade até a profundidade de 30 cm (Figura 1). Nas áreas com preparo do solo por implementos de tração animal e no plantio direto, foi constatada uma camada mais adensada na profundidade de 10 a 20 cm, que foi rompida pela subsolagem. Na área de plantio direto, esta camada compactada deve ter resultado do sistema de preparo usado anteriormente.

O uso da enxada rotativa no preparo do solo fez com que sua densidade aumentasse com a profundidade, atingindo valores máximos semelhantes aos demais tratamentos na camada de 20 a 30 cm. O maior adensamento do solo, em profundidades maiores, pode ter permitido um maior desenvolvimento radicular e, conseqüentemente maior produtividade da soja, na área preparada com enxada rotativa. A pulverização do solo por este implemento permite o preparo em uma única operação, mas a desestruturação do solo torna estas áreas muito suscetíveis à

erosão. Além disto, a enxada rotativa requer, em solos arenosos, ao redor de 2,5 vezes e, em solos argilosos, 3,5 vezes mais força de tração do que a requerida por um arado para a mesma largura e profundidade de corte. (Hillel, 1980).

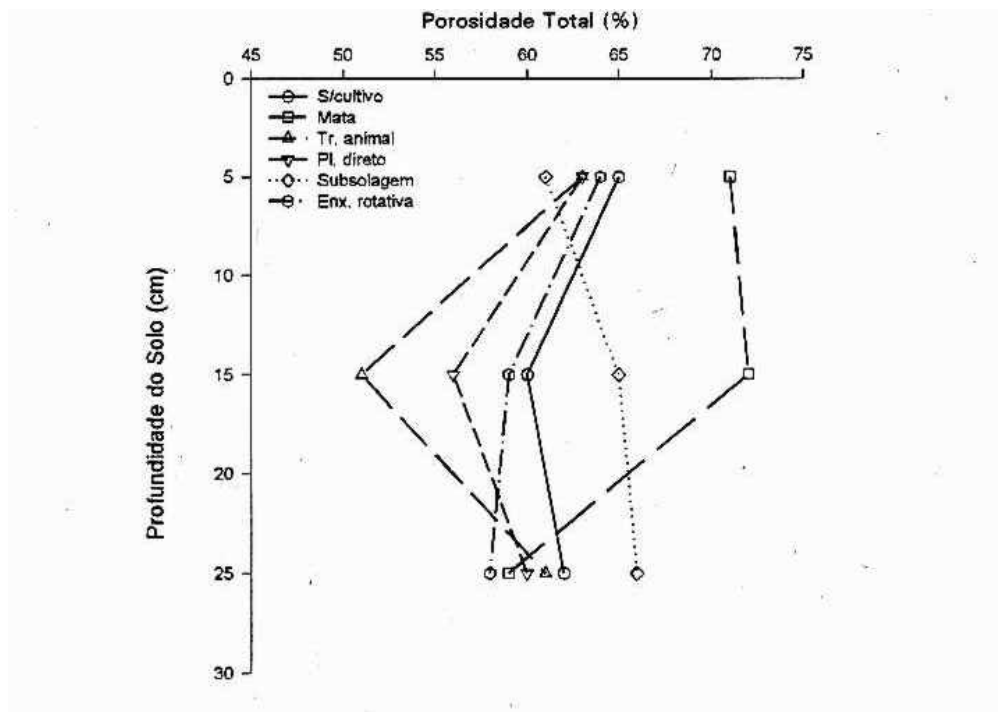


FIGURA 2. Porosidade total do solo por sistema de preparo do solo, em três profundidades, em Áurea, RS.

Foi detectada uma camada com menor porosidade total (Figura 2), principalmente menor macroporosidade na profundidade de 10 a 20 cm (Figura 3). A área sem cultivos anuais nas entrelinhas de erva-mate, que apresenta um pequeno indício de camada adensada (Figura 1), mostra também uma redução acentuada de macroporos nesta camada (Figura 3). A operação de subsolação confirmou-se como uma prática benéfica na reestruturação do solo, aumentando a porosidade total e a macroporosidade.

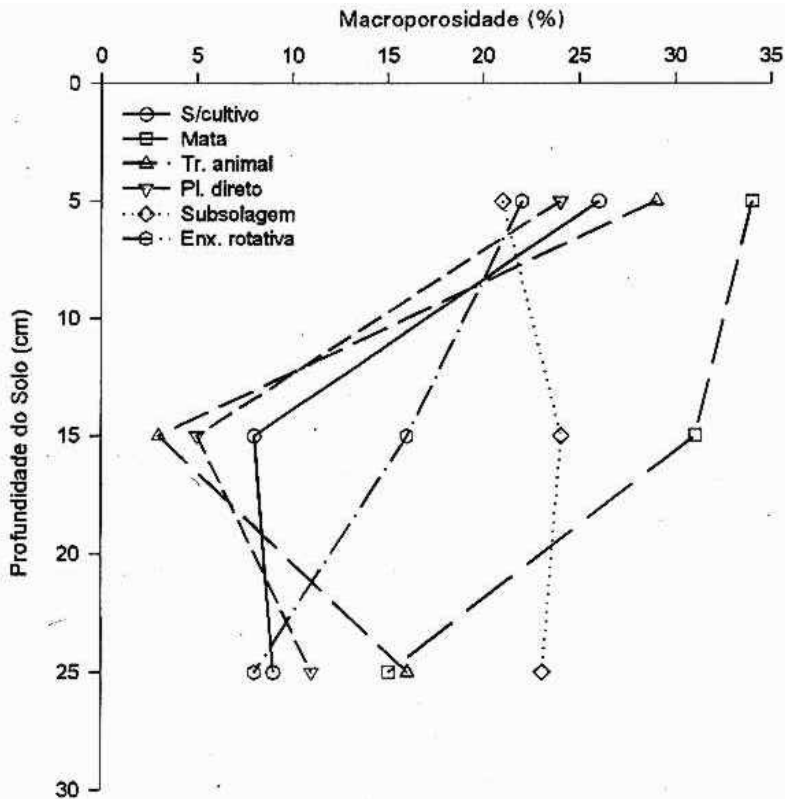


FIGURA 3. Macroporosidade do solo por sistema de preparo, em três profundidades, em Áurea, RS.

A disponibilidade de água entre um mínimo existente a 1500KPa de tensão e um máximo, mantidos 10% de espaço aéreo para manter o fluxo de oxigênio no solo para as raízes (Figura 4) mostra que, na camada de 10 a 20 cm, a redução dos macroporos pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. Enquanto o solo sob mata apresentou água disponível de 35% por volume de solo, na área com subsolação chegou a 25% e, na área sem cultivo intercalar, a 20%.

Nas figuras 1, 2 e 3, as diferenças na densidade, na porosidade total e na macroporosidade, entre os sistemas de preparo do solo, eram relativas a uma maior uniformidade e ausência de camada adensada na profundidade de 10 a 20 cm. A área preparada com enxada rotativa apresentou de 10 a 15% mais água disponível na profundidade de 10 a 20 cm, do que aquelas preparadas com tração animal ou em plantio direto (Figura 4). Esta diferença deve ser muito importante num ano com escassez de chuvas, como ocorreu em 1996.

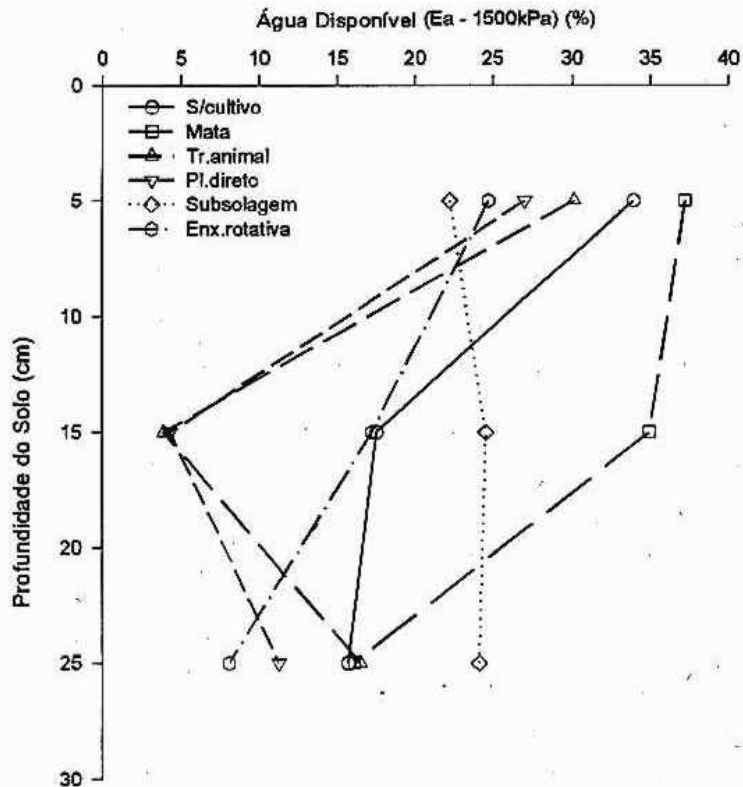


FIGURA 4. Água disponível no solo, na faixa entre o espaço aéreo de 10 % (Ea) e o ponto de murcha permanente (1500 PA) por sistema de preparo, em três profundidades, em Áurea, RS, 1996.

4. CONCLUSÕES

- As maiores produtividades de erva-mate e de soja foram obtidas em ervais onde o solo das entrelinhas foi preparado com enxada rotativa, para cultivos anuais. Esta área apresentou menor incidência de plantas daninhas, percentagem de saturação de bases (V%) do solo ao redor do ótimo para erva-mate, sem ocorrência de camada adensada na profundidade de 10 a 20 cm;
- sistema de preparo do solo que se caracterizou como o mais produtivo (uso da enxada rotativa) foi, também, o que causou o maior revolvimento do solo, mostrando não ser este o fator mais importante no manejo de ervais;
- Quanto às características físicas, o solo da área preparada com o subsolador foi o que mais se aproximou do original do solo, observado em área sob mata;
- A simples retirada da mata e o preparo do solo para plantio da erva-mate, sem cultivos anuais intercalares, foram suficientes para desestruturar o solo, fisicamente;
- A fertilidade do solo tem sido melhorada de forma desordenada, apresentando,

em algumas áreas, altos teores de fósforo com baixos de potássio e, em outras, altos teores de cálcio e magnésio, com baixos de fósforo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA CROCE D.M.; NADAL, R. de. Viabilidade técnico-econômica de sistemas de produção de erva-mate consorciada com culturas anuais. **Agropecuária Catarinense**, v.6, n.2, p.21-24, 1993.

HILLEL, D. **Application of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. 385p.

LAVIGNE, M. de. Práticas atuais de cultivo em uso nos ervais comerciais da Matte Leão Reflorestamentos Ltda. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Silvicultura da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*), 10., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1983. p.58-59. (EMBRAPA-CNPFF. Documentos, QUANTIDADE e valor dos produtos da extração vegetal. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, Rio de Janeiro, 1994. v.9, p.81-90.

REISSMANN, C.B.; KOEHLER, C.W.; ROCHA, H.O. de; HILDEBRAND, E.E. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exploração da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Silvicultura da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*), 10., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1983. p.128-139. (EMBRAPA/CNPFF. Documentos, 15).

RODIGHERI, H.R.; PENTEADO JÚNIOR, J.; BUSATA, L.A.; FERRON, R.M.; MOSELE, S.H. Rentabilidade econômica do consórcio erva-mate e milho na região de Erechim, RS. **Perspectiva**, Erechim, v.29. N.66, p25-48, 1995.

SCHREINER, H.G.; BAGGIO, A.J. Sistemas agroflorestais com erva-mate: resultados experimentais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Silvicultura da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*), 10., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1983. p.75-81. (EMBRAPA-CNPFF. Documentos, 15).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

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