

# SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

---

## EFEITO DE MÉTODOS DE PREPARO DO SOLO E SISTEMAS DE CULTURA NA ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO E RENDIMENTO DO MILHO<sup>1</sup>

VALDEMAR HERCÍLIO DE FREITAS<sup>2</sup>, ALCIDES DE ROSSO<sup>3</sup>, CIMÉLIO BAYER<sup>4</sup>, JOÃO MIELNICZUK<sup>5</sup>

**RESUMO**-Com o objetivo de avaliar a influência de métodos de preparo do solo e sistemas de cultura sobre a absorção de N e rendimento do milho, instalou-se um experimento em 1985 em área da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS. O experimento consta de três métodos de preparo do solo (convencional, reduzido e sem preparo), três sistemas de cultura ((aveia(*Avena strigosa*)/milho, aveia+trevo (*Trifolium subterraneum*)/milho e aveia+trevo/ milho+caupi (*Vigna unguiculata*)) e duas doses de N (zero e 120 kg/ha), e foi avaliado nos cinco anos após a sua instalação quanto a absorção de N e rendimento do milho. O rendimento de matéria seca das culturas de cobertura variou entre 2,6 e 6,7 t/ha, e a absorção de N, de 28 a 136 kg/ha. Em 1988, ano de melhor estabelecimento do trevo, esta pastagem continha 80 kg/ha de N e a aveia 56 kg/ha, na consorciação aveia+trevo. O milho cultivado após, sem aplicação de N, produziu 80% do rendimento obtido após a aveia e aplicação de 120 kg/ha de N. Os métodos de preparo do solo não afetaram significativamente o rendimento e a absorção de N pelo milho.

*Palavras-chave:* Preparos de solo, sistemas de cultura, manejo do solo, nitrogênio, rendimento, milho.

## EFFECT OF SOIL TILLAGE METHODS AND CROP SYSTEMS ON NITROGEN ABSORPTION AND CORN YIELD

**ABSTRACT** - With the objective to evaluate the effect of soil tillage methods and crop systems on N uptake and corn yield, an experiment was established in 1985 at the University Experimental Station in Eldorado do Sul (RS), Brazil. Three soil tillage methods (conventional, reduced and no tillage), three crop systems (oats(*Avena strigosa*)/corn, oats+clover (*Trifolium subterraneum*)/corn, oats+clover/corn+cowpea (*Vigna unguiculata*)) and two levels of nitrogen (0 and 120 kg/ha) were tested. The results of the first five years of N absorption and corn yield are reported in this paper. The dry matter yield of winter cover crops and its N content above ground varied from 2.6 to 6.7 t/ha and 28 to 136 kg/ha, respectively. In 1988, the year of best clover establishment, this pasture had 80 kg/ha of N and the oats 56 kg/ha, in the oats+clover mixture. The corn grown after, without N, produced 80% of the yield obtained after oats with 120 kg/ha of N. The tillage methods did not affect the yield and N absorption by corn.

*Key words:* Soil tillage, crop systems, soil management, nitrogen and corn yield.

1. Parte das dissertações apresentadas pelo primeiro, segundo e terceiro autores como um dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia da UFRGS.
  2. Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI S.A., Caixa Postal 502, 88010-970 Florianópolis - SC/BRASIL.
  3. Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI S.A., Caixa Postal 44, 89700-000 Concórdia - SC/BRASIL.
  4. Eng. Agr., M.Sc. - Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da UFRGS.
  5. Eng. Agr., PhD - Professor Titular do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre - RS/BRASIL.
- Recebido para publicação em 11/09/1995.

## INTRODUÇÃO

A capacidade produtiva do solo é resultante da interação de suas características químicas, físicas e biológicas. Em solos sob condição natural, não cultivados, estas características são determinadas pelos fatores de formação do solo. Quando cultivados, ocorrem alterações, sendo estas características e, conseqüentemente, a sua capacidade produtiva, determinadas pelo sistema de manejo utilizado.

Nas regiões tropicais e subtropicais ocorrem chuvas de alta intensidade, flutuações de temperatura e umidade do solo, elevadas taxas de decomposição dos resíduos orgânicos e lixiviação de nutrientes. A atuação conjunta destes fatores determina que os solos destas regiões, quando submetidos a preparos de solo que promovem intenso revolvimento e sistemas de cultura com baixa produção de resíduos vegetais, apresentem rápida degradação de suas características químicas, físicas e biológicas, processo acelerado de erosão e declínio da produtividade (LAL, 1979; SANCHEZ, 1976). Este processo se agrava no Rio Grande do Sul, onde as chuvas de maior erosividade coincidem com as operações de preparo de solo e semeadura das culturas de primavera-verão (COGO et al., 1978).

A recuperação da capacidade produtiva de solos degradados pode ser obtida pela utilização de manejos conservacionistas do solo. Tais sistemas de manejo tem por premissa básica a cobertura do solo nos períodos críticos com plantas ou seus resíduos, o que pode ser atingido através do uso de sistemas de cultura que incluam culturas de cobertura de solo e adoção de métodos de preparo e semeadura que deixem a maior parte dos resíduos culturais sobre a superfície do solo.

A eficiência destes métodos no controle da erosão (LOPES et al., 1987), na melhoria das condições de umidade e temperatura do solo (BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990; SALTON, 1991), na estabilidade e qualidade dos agregados (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990; PALADINI e MIELNICZUK, 1991), no aumento dos teores de carbono orgânico (TESTA et al., 1992) e nitrogênio total (TEIXEIRA et al., 1994) e na biomassa e atividade microbiana (CATTELAN e VIDOR, 1990) é amplamente reconhecida. Existe no entanto, pouca informação sobre a sua eficiência no fornecimento de N e recuperação da produtividade do milho ao longo dos anos de sua utilização em solos degradados.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da utilização de três métodos de preparo de solo e três sistemas de cultura sobre a absorção de nitrogênio e rendimento do milho ao longo de cinco anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, em um solo Podzólico Vermelho-escuro, Paleudult (BRASIL, 1973), com evidências de degradação da estrutura e presença de camada subsuperficial compactada. O solo da área,

localizada na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Eldorado do Sul, RS, segundo os métodos de análise de solo descritos em TEDESCO et al. (1985), apresentou pH-H<sub>2</sub>O 5,3, necessidade de calcário de 1,0 t/ha, 2% de matéria orgânica, textura argilosa, 9 e 78 mg/l de P e K disponíveis, respectivamente.

Previamente à implantação dos tratamentos procedeu-se a uniformização da área, em abril de 1985, com aplicação de 1,0 t/ha de calcário dolomítico com PRNT de 67%, 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo, lavração e gradagem, e semeadura de aveia preta (*Avena strigosa*) em toda a área. Em novembro do mesmo ano, a aveia foi colhida para semente e parte da palha retirada do local. Em dezembro, foram efetuados os preparos de solo e, em janeiro de 1986, foram implantadas as culturas de verão referentes à safra 1985/86.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas para os métodos de preparo e sistemas de cultura. As doses de N foram aplicadas em faixas nos blocos (sub-blocos). Utilizou-se três repetições por tratamento.

As parcelas principais, com 300 m<sup>2</sup> (15 x 20 m), foram constituídas de três métodos de preparo de solo (convencional, reduzido e sem preparo) correspondendo a diferentes graus de incorporação das culturas de cobertura, sendo aplicados todos os anos antes da semeadura do milho. O preparo convencional consistiu de uma lavração seguida de uma gradagem, sendo todo o resíduo das culturas de cobertura incorporado ao solo. No preparo reduzido utilizou-se escarificador de quatro hastas, espaçadas 35 cm entre si, a uma profundidade de 30 cm. Neste sistema, os resíduos foram semi-incorporados ao solo. No sistema sem preparo, os resíduos permaneceram totalmente na superfície do solo. No preparo reduzido e sem preparo, antes da implantação da cultura do milho, as culturas de inverno foram dessecadas com herbicida a base de glyphosate, aplicando-se 820 g de princípio ativo/ha, e acamadas com grade aberta no sistema sem preparo.

As subparcelas, com 100 m<sup>2</sup> (5 x 20 m), foram constituídas pelos sistemas de cultura aveia (*Avena strigosa*)/milho, aveia+trevo (*Trifolium subterraneum*)/milho e aveia+trevo/milho+caupi (*Vigna unguiculata*). No primeiro ano da implantação, o sistema aveia+trevo/milho foi constituído de aveia/milho+lابلابل (*Dolichos lابلابل*). Para semeadura das culturas de inverno não foi realizado preparo de solo, sendo feita a lanço sobre os resíduos das culturas de verão em todos os tratamentos.

Nos sub-blocos, com 450 m<sup>2</sup> (45 x 10 m), foram aplicadas as doses de N (zero e 120 kg/ha). A aplicação foi feita em cobertura na forma de uréia, somente na cultura do milho, 1/3 aos 20-25 dias e 2/3 aos 60-70 dias após a emergência.

A adubação de manutenção de fósforo e potássio, durante o período experimental, foi feita a lanço sobre as culturas de inverno ou na instalação da cultura do milho, com excessão do primeiro ano, quando a aplicação foi feita em linha com máquina semeadora adubadora com disco cortante ondulado e sapata para

incorporação do mesmo. Aplicou-se um total de 352 e 318 kg/ha de P e K, respectivamente, distribuídos no período experimental de cinco anos. Em abril de 1988, realizou-se aplicação superficial de 2,0 t/ha de calcário (PRNT 45%).

A semeadura do milho foi realizada com máquina manual (saraquá), com espaçamento de um metro entre linhas e 20 cm entre as covas, com duas sementes cada, fazendo-se o desbaste para aproximadamente 50.000 plantas/ha.

Aproximadamente 40 dias após a emergência do milho, no sistema aveia+trevo/milho+caupi, foi semeado o caupi entre as linhas de milho em covas distanciadas 50 cm, com três sementes por cova. No primeiro ano, a semeadura do caupi e do lablab foi efetuada logo após a emergência do milho.

As culturas de inverno (aveia e trevo subterrâneo) foram semeadas a lanço após o corte e acamamento dos resíduos culturais de verão com grade totalmente aberta. Utilizou-se em média 60 kg/ha de aveia, quando cultivada isoladamente, e 40 kg/ha quando consorciada com trevo subterrâneo (variedade Trikala). O trevo foi semeado na base de 30 kg/ha de semente peletizada com fosfato de rocha e inoculante específico. Após a semeadura, foi feita nova operação com grade aberta para permitir melhor contato das sementes com o solo.

A implantação das culturas foi efetuada sempre o mais próximo possível da época recomendada, que é o mês de setembro para o milho e abril para a aveia e trevo. Durante o ciclo do milho, foi realizado o controle de invasoras (químico e mecânico) e irrigação por aspersão nos períodos de deficiência hídrica.

As culturas da aveia e do trevo foram avaliadas quanto à produção de matéria seca e absorção de nitrogênio nos anos de 1986, 1987 e 1988 com base em amostras coletadas em área de 1 m<sup>2</sup> no estádio de floração plena da aveia. O milho foi avaliado nas safras 1986/87 e 1988/89 quanto ao teor de N na folha índice (inferior e oposta a espiga) através da coleta de 10 folhas/tratamento e quanto à produção de matéria seca e absorção de N, através da coleta de 6 plantas/tratamento. Ambas avaliações foram realizadas no florescimento da cultura. O caupi foi amostrado (1 m<sup>2</sup>/tratamento) no final do seu ciclo, para avaliação de produção de matéria seca e absorção de N, nas safras 1986/87 e 1987/88. As determinações de matéria seca foram feitas com base em material seco em estufa (65°C até peso constante). As amostras foram subamostradas e moídas em moído de facas para análise de N segundo TEDESCO et al. (1985).

O rendimento de grãos do milho foi avaliado nas 5 safras (1985/86 a 1989/90), colhendo uma área útil entre 9 e 24 m<sup>2</sup>, conforme o ano, sendo os resultados expressos em t/ha de grãos com 13% de umidade.

A análise estatística consistiu na análise da variância dos efeitos dos métodos de preparo de solo, sistemas de cultura e aplicação de N mineral. Seguiu-se o delineamento de blocos casualizados, com parcelas subdivididas para os métodos de preparo e sistemas de cultura e de sub-blocos para a aplicação de N mineral,

sendo as diferenças testadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) foram testados pelo t-teste a 1 e 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Matéria seca e N absorvido pelas culturas de inverno

Na Figura 1a, é apresentada a produção de matéria seca produzida pela aveia e trevo em função dos sistemas de cultura e na Figura 2a, em função dos métodos de preparo do solo, ambos na média das doses de N aplicado no milho. Nas Figuras 1b e 2b, constam os resultados referentes à absorção de N pelas mesmas culturas.

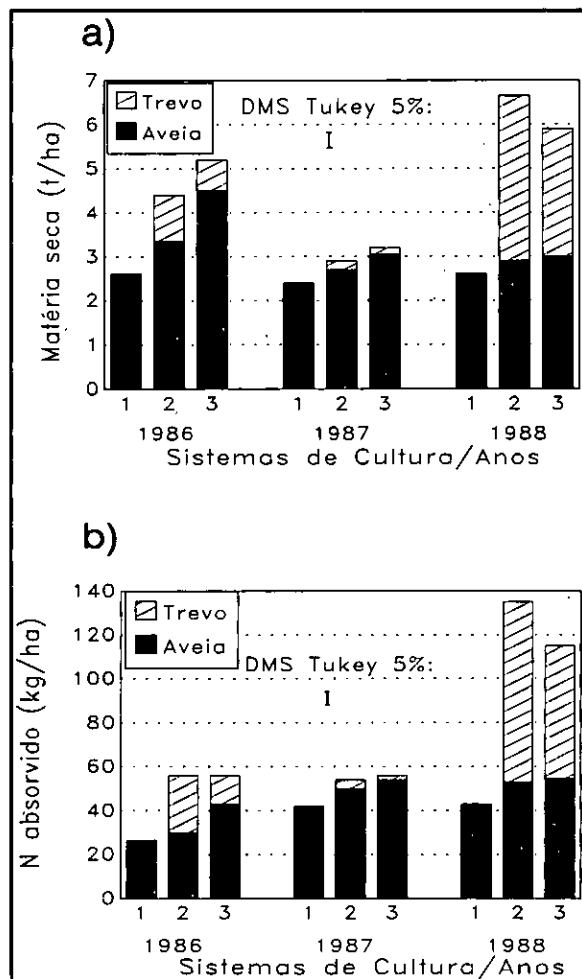
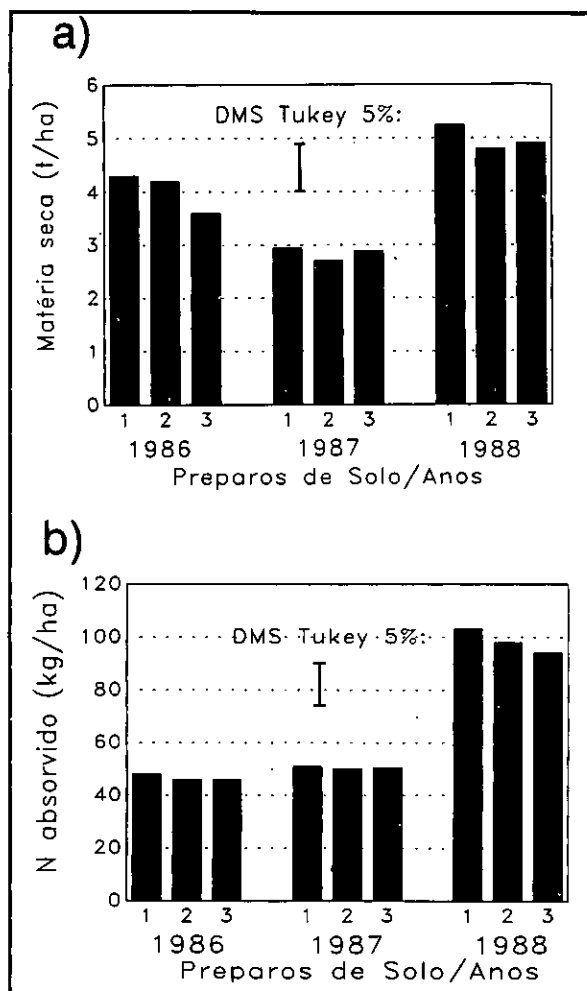


FIGURA 1 - Efeito dos sistemas de cultura (1=aveia/milho, 2=aveia+trevo/milho e 3=aveia+trevo/milho+caupi) sobre: (a) Produção de matéria seca e (b) Nitrogênio absorvido pelas culturas de cobertura de inverno. Médias de três métodos de preparo do solo, duas doses de nitrogênio e três repetições



**FIGURA 2** – Efeito dos métodos de preparo do solo (1=convencional, 2=reduzido e 3=sem preparo) sobre: (a) Produção de matéria seca e (b) Nitrogênio absorvido pelas culturas de cobertura de inverno. Médias de três sistemas de cultura, duas doses de nitrogênio e três repetições

Em relação aos sistemas de cultura, a produção total de matéria seca variou entre 2,6 t/ha no tratamento constituído de aveia, em 1986, e 6,7 t/ha no tratamento com aveia+trevo, em 1988. O N contido na biomassa seguiu a mesma tendência da matéria seca, variando de 28 a 136 kg/ha. Os valores, tanto para matéria seca como para N absorvido estão abaixo dos relatados por MEDEIROS et al. (1987), MERTEN e MIELNICZUK (1992) e DERPSCH et al. (1985).

A contribuição das culturas de inverno, juntamente com a das culturas de verão, em relação a cobertura do solo, adição de resíduos vegetais, incorporando carbono e nitrogênio ao sistema, bem como reciclando os demais nutrientes é fundamental quanto ao entendimento dos efeitos do manejo do solo sobre a recuperação de áreas degradadas. No presente trabalho, as quantidades

de N contido na biomassa das culturas de inverno serão utilizadas para explicar os rendimentos do milho.

Os métodos de preparo de solo utilizados na implantação da cultura do milho não afetaram a produção de biomassa e a absorção de N pelas culturas de inverno (Figura 2). MERTEN e MIELNICZUK (1990) verificaram maior absorção de N pela aveia no preparo convencional precedendo a semeadura das culturas de inverno, em relação ao plantio direto, justificando este aumento pela maior oxidação da matéria orgânica e conseqüente liberação de N devido ao revolvimento do solo. Como na presente pesquisa o revolvimento do solo ocorreu em torno de oito meses antes da semeadura da aveia, os efeitos decorrentes desta prática provavelmente já cessaram no solo.

#### Matéria seca e N absorvido pelas culturas de verão

A produção de matéria seca e absorção de N pelo caupi consorciado com o milho variaram entre 0,9 e 2,7 t/ha e 20 e 73 kg/ha, respectivamente (Tabela 1). Estes valores estão abaixo daqueles relatados por NUTMAN (1976) para o caupi, que pode fixar entre 73 e 354 kg/ha de N. O rendimento de matéria seca e absorção de N pelo caupi foi semelhante, nos dois anos, sendo afetado somente pela aplicação de N no milho, tendo seu desenvolvimento reduzido provavelmente por sombreamento e ou competição por nutrientes, devido ao maior desenvolvimento do milho com a aplicação de N.

Por se tratar da consorciação milho+caupi, a média do rendimento de matéria seca e N absorvido pelo caupi nos três preparos de solo é aditiva aos valores de matéria seca e N absorvido pelo milho neste sistema. Isto significa aproximadamente 25 e 60 kg/ha de N a mais no sistema aveia+trevo/milho+caupi em relação ao aveia+trevo/milho, nos tratamentos com e sem N. Parte deste N está contribuindo para o aumento no rendimento e absorção de N pela aveia subsequente, sendo o restante imobilizado durante a decomposição dos resíduos do milho, de elevada relação C/N, acumulando no solo como constituinte da matéria orgânica.

As Tabelas 2 e 3, apresentam os rendimentos de matéria seca, absorção de N e N na folha índice do milho em relação aos sistemas de culturas e métodos de preparo de solo.

A produção de matéria seca e a absorção de N pelo milho foram maiores em 1988/89 do que em 1986/87, em ambas as doses de N aplicado. Em 1986/87, os sistemas de cultura não afetaram significativamente a produção de matéria seca e absorção de N pelo milho, variando a matéria seca entre 3,0 e 3,6 t/ha, e de 5,0 a 5,4 t/ha, sem e com N, respectivamente. O N contido na biomassa variou entre 26 e 32 kg/ha e de 70 a 80 kg/ha, respectivamente. Em 1988/89, a produção de matéria seca e N absorvido pelo milho sem aplicação de N foram superiores nos sistemas aveia+trevo/milho (7,2 t/ha e 78 kg/ha) e aveia+trevo/milho+caupi (8,0 t/ha e 81 kg/ha), comparados ao sistema aveia/milho (4,5 t/ha e 42 kg/ha). A maior diferença entre os sistemas de cultura

quanto à produção de matéria seca e absorção de N pelo milho em 1988/89 está relacionada com o melhor estabelecimento do trevo em 1988, comparado ao de 1986 (Figura 1), o qual propiciou além da maior quantidade de resíduos e N, provavelmente resíduos com menor relação C/N, favorecendo a liberação do nutriente pela mineralização para a cultura do milho subsequente (HEINZMANN, 1985).

O teor de N na folha índice foi afetado pelos sistemas de cultura somente na safra 1988/89 e quando não foi aplicado N, sendo superior no sistema aveia+trevo/

milho e inferior no aveia/milho, indicando o efeito dos sistemas na disponibilidade de N para o milho. Na safra 1986/87, quando o estabelecimento do trevo anterior ao milho não foi adequado (Figura 1), não houve diferenças entre os sistemas quanto ao teor de N na folha índice do milho. Segundo TESTA (1989), os teores foram baixos nos tratamentos sem N, e na faixa de suficiência com a aplicação deste nutriente.

Os preparos de solo não afetaram significativamente o rendimento de matéria seca e absorção de N pelo milho, havendo apenas tendência de menor produção

**TABELA 1 – Rendimento de matéria seca e N absorvido pelo caupi em consorciação com o milho no sistema aveia+trevo/ milho+caupi em três métodos de preparo do solo e duas doses de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Média de três repetições**

Preparos de Solo	Safras			
	1986/87		1987/88	
	0 N	120 N	0 N	120 N
	<b>-matéria seca (t/ha)-</b>			
Convencional	2,6	1,1	2,7	1,3
Reduzido	2,3	1,1	2,7	0,9
Sem preparo	2,5	1,2	2,5	1,0
Média	2,5a	1,1b	2,6a	1,1b
	<b>-N absorvido (kg/ha)-</b>			
Convencional	64	23	73	28
Reduzido	58	23	71	20
Sem preparo	56	31	64	24
Média	59a	26b	66a	24b

Números seguidos de letras iguais na mesma linha não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**TABELA 2 – Rendimento de matéria seca, N absorvido e N na folha índice do milho em três sistemas de cultura e duas doses de nitrogênio. Média de três métodos de preparo do solo e três repetições**

Sistemas de culturas	Safras			
	1986/87		1988/89	
	0N	120N	0N	120N
	<b>-matéria seca (t/ha)-</b>			
Aveia/milho	3,0 a	5,0 a	4,5 b	8,6 a
Aveia+trevo/milho	3,6 a	5,1 a	7,2 a	10,0 a
Aveia+trevo/milho+caupi	3,4 a	5,4 a	8,0 a	9,6 a
	<b>-N absorvido (kg/ha)-</b>			
Aveia/milho	26 a	80 a	42 b	134 b
Aveia+trevo/milho	32 a	70 a	78 a	169 a
Aveia+trevo/milho+caupi	30 a	78 a	81 a	168 a
	<b>-N folha índice (%)</b>			
Aveia/milho	1,1 a	2,4 a	1,3 b	2,4 a
Aveia+trevo/milho	1,2 a	2,4 a	1,6 a	2,5 a
Aveia+trevo/milho+caupi	1,1 a	2,4 a	1,5 ab	2,4 a

Números seguidos de letras iguais na mesma coluna não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

de matéria seca e de N absorvido no sistema sem preparo, comparado ao convencional e reduzido. Esta tendência deve estar relacionada à menor taxa de mineralização dos resíduos vegetais e da matéria orgânica do

solo e/ou, maior imobilização do N no sistema sem revolvimento. O teor de N na folha índice do milho não foi afetado pelos métodos de preparo sob nenhuma condição.

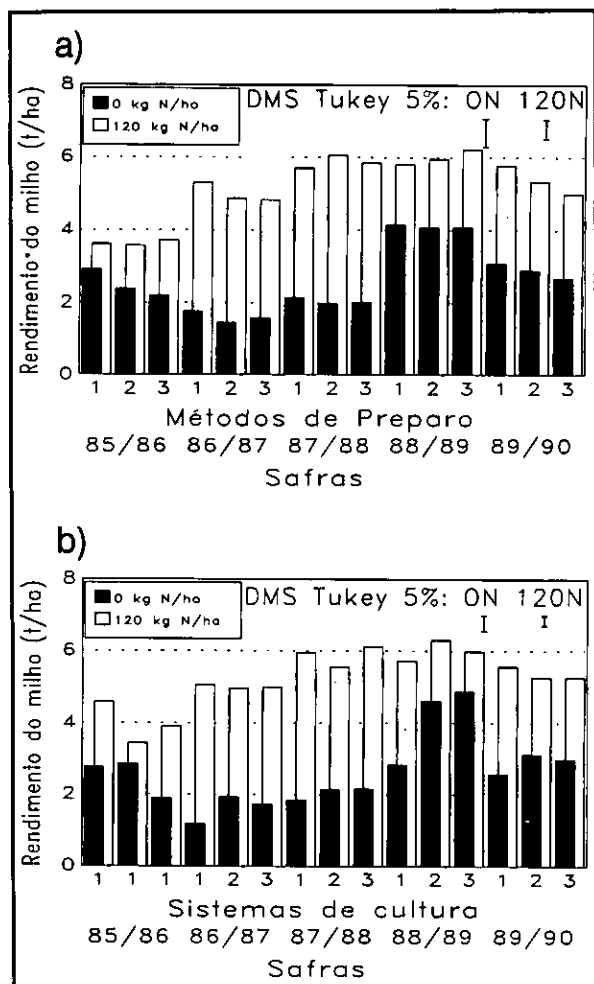
**TABELA 3 – Rendimento de matéria seca, N absorvido e N na folha índice do milho em três métodos de preparo do solo e duas doses de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Média de três sistemas de culturas e três repetições. EEA/UFRGS**

Preparos de Solo	Safras			
	1986/87		1988/89	
	0N	120N	0N	120N
	<b>-matéria seca (t/ha)-</b>			
Convencional	3,9	5,7	6,6	9,7
Reduzido	3,4	5,4	7,0	10,1
Sem preparo	2,7	4,3	5,8	8,3
Média	3,3 b	5,1 a	6,5 b	9,4 a
	<b>-N absorvido (kg/ha)-</b>			
Convencional	31	84	70	173
Reduzido	31	81	68	170
Sem preparo	26	64	62	127
Média	29 b	76 a	67 b	157 a
	<b>-N folha índice (%)-</b>			
Convencional	1,1	2,3	1,5	2,6
Reduzido	1,1	2,4	1,5	2,4
Sem preparo	1,2	2,5	1,5	2,5
Média	1,1 b	2,4 a	1,5 b	2,5 a

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha, por safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### Rendimento do milho

Os rendimentos do milho obtidos nos cinco anos em função dos preparos de solo e dos sistemas de cultura encontram-se na Figura 3.



**FIGURA 3** - Rendimento de grãos de milho em: a) três métodos de preparo de solo (1=convencional, 2=reduzido e 3=sem preparo) na média de três sistemas de cultura, e b) três sistemas de cultura (1=aveia/milho, 2=aveia+trevo/milho e 3=aveia+trevo/milho+caupi) na média de três métodos de preparo do solo, com e sem aplicação de N mineral. Médias de três repetições

Os métodos de preparo de solo não afetaram o rendimento do milho em nenhuma das safras, sistemas de cultura e doses de N. Apenas observou-se uma tendência de menor rendimento no método sem preparo, a semelhança do que ocorreu com a matéria seca e absorção de N. Estes resultados mostram que neste solo e sob as condições climáticas durante o período experimental de cinco anos, foi indiferente, quanto ao rendi-

mento do milho, incorporar, semi-incorporar ou deixar sobre a superfície os resíduos das culturas de cobertura de inverno. MARTIN e TOUCHTON (1983) relatam a mesma eficiência de suprimento de N por leguminosas com resíduos incorporados ou deixados sobre a superfície do solo. Segundo BLEVINS et al. (1983) a menor absorção de N e rendimento do milho em plantio direto comparado ao preparo convencional ocorre no período inicial de implantação do sistema, sendo resultante da menor mineralização do N orgânico. Com o passar dos anos ocorre um aumento gradual do rendimento e do N absorvido, conseqüência de um incremento do conteúdo de N do solo, enquanto que no preparo convencional, ocorre o contrário, ou seja, redução da disponibilidade de N decorrente da diminuição do conteúdo de N do solo. Nas primeiras cinco safras não foi possível detectar estas tendências nos respectivos métodos de preparo.

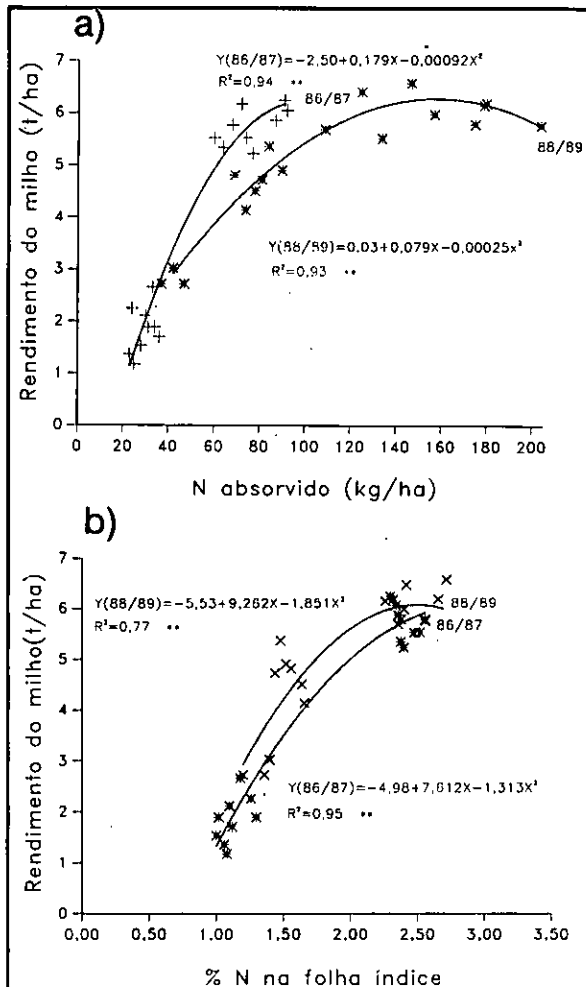
O efeito dos sistemas de cultura foi dependente do ano e da aplicação ou não de N no milho. Quando foi aplicado N, os sistemas de cultura não afetaram o rendimento do milho em nenhuma das safras, com exceção de 1985/86, em que a cultura precedente foi a aveia e as culturas consorciadas com o milho (lablab e caupi) foram implantadas logo após a emergência do milho, quando observou-se efeito negativo sobre o rendimento do milho, provavelmente devido à competição destas culturas com o milho. Nos anos seguintes, em que a semeadura do caupi foi efetuada 40 dias após a emergência do milho, não foi observado efeito negativo desta prática.

Sem aplicação de N, nas safras 1986/87 e 1988/89, o rendimento do milho foi maior quando cultivado após aveia+trevo em relação a aveia, chegando esta diferença a 2 t/ha em 1988/89 (Figura 3b), quando a absorção de N pelo trevo também foi mais alta (Figura 1b). Em experimento próximo a este, TESTA (1989) obteve rendimentos superiores em 3,0 t/ha e 4,7 t/ha de milho após aveia+trevo e gorga+trevo em relação a aveia, respectivamente.

Na safra 1988/89, a introdução do trevo juntamente com a aveia como cultura de cobertura, proporcionou no tratamento sem N, aproximadamente 80% do rendimento de grãos do milho obtido no tratamento com aveia e 120 kg/ha de N. Nestas condições, pequenas aplicações complementares de N seriam suficientes para atingir os máximos rendimentos, representando menor necessidade de capital para aquisição de adubos nitrogenados e maior lucro do agricultor. Neste sentido, a interpretação dos resultados obtidos por PONS et al. (1983), com milho e doses de N após aveia e ervilhaca, indicam que a aplicação de 55 kg/ha de N no milho após ervilhaca seriam suficientes para atingir o máximo retorno econômico, enquanto que para o milho após aveia seriam necessários 105 kg/ha, tornando o lucro

menor neste sistema.

Na Figura 4, são apresentadas as relações entre a quantidade de N absorvido (Figura 4a) e o teor de N na folha índice (Figura 4b) e o rendimento do milho. A significância dos coeficientes de determinação indica a dependência do rendimento do milho em relação a disponibilidade de N. As diferenças das curvas entre os anos são resultantes das diferentes condições climáticas anuais, variação na condução do experimento e ou diferentes cultivares utilizados.



**FIGURA 4** – Relações entre o rendimento de grãos de milho e a) N absorvido e b) teor de N na folha índice, do milho. Pontos no gráfico são valores médios de três repetições. \* e \*\* indica significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

Em relação a recuperação da capacidade produtiva do solo, pode-se observar na Figura 3, que está ocorrendo uma tendência de aumento no rendimento de grãos do milho com o passar dos anos. Este aumento observado na produtividade do milho é provavelmente decorrente da melhoria nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, resultantes das adições periódicas de material orgânico ao solo. Entretanto, a disponibilidade de N deve ser o fator preponderante, pois na dose de 120 kg/ha de N não se observa uma tendência clara de aumento no rendimento com o passar dos anos, sendo que as diferenças observadas são devido as condições climáticas durante o ciclo do milho e, possivelmente, pelos diferentes cultivares de milho utilizados.

Para uma diferenciação entre os métodos de preparo do solo e sistemas de cultura quanto aos seus efeitos sobre o rendimento do milho, decorrentes das alterações físicas, químicas e biológicas do solo, é necessário um maior número de anos para que seus efeitos se manifestem com maior magnitude.

## CONCLUSÃO

Os três métodos de preparo de solo apresentaram efeitos semelhantes sobre o suprimento de N e rendimento do milho, enquanto que estes parâmetros foram positivamente afetados pela presença de leguminosas nos sistemas de cultura.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BLEVINS, R. L.; THOMAS, M. S.; FRYE, W. W.; CORNELIUS, P. L. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.3, p.135-146, 1983.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito sequências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, p.369-374, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul*. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, p.99-105, 1990.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, n.133-142, 1990.
- COGO, N. P.; DREWS, C. R.; GIANELLO, C. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guafba, Ijuí e Passo Fundo, no Estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: CNPT, 1978. p.145-152.



- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, p.761-73, 1985.
- HEINZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, p.1021-30, 1985.
- LAL, R. Modification of soil fertility characteristics by management of soil physical properties. In: \_\_\_\_\_; GREENLAND, D. J., (Eds). **Soil physical properties and crop production in the tropics**. New York: J. Willey, 1979. Cap.7, p.397-405.
- LOPES, P. R. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.71-75, 1987.
- MARTIN, G. W.; TOUCHTON, J. T. Legumes as a cover crop and source of nitrogen. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.38, p.214-216, 1983.
- MEDEIROS, J. C.; MIELNICZUK, J.; PEDÓ, F. Sistemas de culturas adaptadas a produtividade, recuperação e conservação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.199-204, 1987.
- MERTEN, G. H.; MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo roxo sob dois sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.369-374, 1992.
- NUTMAN, P. S. IBP field experiments on nitrogen fixation by nodulated legumes. In: NUTMAN, R. S., (Ed.) **Symbiotic nitrogen fixation in plants, IBP synthesis**. Cambridge: Cambridge University, 1976. v.7, p.211-217.
- PALADINI, F. L. dos S.; MIELNICZUK, J., Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.135-140, 1991.
- PONS, A. L.; DHEIN, R. A.; NUSS, C. N.; ZAMBA, J. E. G.; COELHO, C. D.; ANTONINI, A. Efeito de quatro níveis de nitrogênio sobre o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão a diversas espécies de inverno - 1982/83. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 28., 1983, Porto Alegre. **Ata...** Porto Alegre, IPAGRO; EMATER-RS, 1983. p.76-78.
- SANCHEZ, P. A. Nitrogen. In: \_\_\_\_\_. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: J. Wiley, 1976. Cap.6, p.184-220.
- SALTON, J. C. **Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade do solo**. Porto Alegre, 1991. 91 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1991.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim Técnico, 5).
- TESTA, V. M. **Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro, nutrição e rendimento do milho**. Porto Alegre, 1989. 134p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1989.
- TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico vermelho-escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.107-114, 1992.
- TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J., Nitrogênio no solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.207-214, 1994.