

SEMEADURA DE MILHO EM SOLO SOB PREPARO REDUZIDO⁽¹⁾

W. BOLLER⁽²⁾, V. A. KLEIN⁽²⁾, & A. U. DALLMEYER⁽³⁾

RESUMO

Para avaliar a viabilidade da implantação da cultura do milho em solo sob preparo reduzido, em dezembro de 1988, instalou-se um experimento em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, no município de Passo Fundo (RS). Na testemunha, o preparo do solo foi realizado por meio de uma escarificação mais uma gradagem com grade leve. Nos demais cinco tratamentos, o solo foi preparado por meio de uma operação conjugada (escarificador equipado com rolo destorroador). Na testemunha e em um dos tratamentos sob preparo conjugado, não foram realizadas adaptações na semeadora-adubadora. Nos demais tratamentos, foram adaptados discos de corte ondulados, ou secções de rolos destorroadores, na frente das linhas da semeadora. A percentagem de cobertura do solo, dois dias após a semeadura, foi significativamente menor (Tukey ao nível de 5%) na testemunha, enquanto nos demais tratamentos, caracterizados como conservacionistas, não se perceberam diferenças. O diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados do solo não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, porém os agregados coletados nas linhas apresentaram DMG significativamente menores do que aqueles encontrados nas entrelinhas. A velocidade de absorção de água pelas sementes, o comprimento médio ponderado das radículas, o índice de velocidade de emergência e o estande inicial de plantas de milho não variaram significativamente em função dos tratamentos. Os resultados evidenciam que o preparo conjugado do solo por meio de um escarificador equipado com um cilindro destorroador permitiu implantar a cultura do milho, sem a necessidade de operações de preparo secundário (gradagens) e sem requerer adaptações na semeadora-adubadora.

Termos de indexação: preparo reduzido, escarificador, semeadura, milho.

SUMMARY: CORN PLANTING IN A SOIL UNDER REDUCED TILLAGE

In order to evaluate the viability of corn planting in a soil under reduced tillage, a field trial was conducted in Passo Fundo (Rio Grande do Sul, Brazil), in December, 1988. In the control plots, soil tillage consisted of chisel plowing and disking. In the other five treatments, tillage was done through a conjugated operation (chisel plow with a clod break roller). In the control and in one of the other treatments, the configuration of each line of the planter-fertilizer

⁽¹⁾ Trabalho parcialmente financiado pela FAPERGS. Recebido para publicação em outubro de 1995 e aprovado em dezembro de 1997.

⁽²⁾ Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo. Caixa Postal 611, CEP 99001-970 Passo Fundo (RS).

⁽³⁾ Professor do Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria. Caixa Postal 5015, CEP 97111-970 Santa Maria (RS).

consisted of two sets of double disks and a press-wheel. For the other four treatments, undulated disk colters, or sections of packer rollers, were adapted in front of the lines of the planter-fertilizer. Two days after planting, the percentage of soil cover by residues was significantly lower (Tukey test - 5%) in the control, whereas there were no differences between the treatments and hence the latter were characterized as conservation tillage. The geometric mean diameter (GMD) of the soil aggregates did not differ between treatments. However, the aggregates collected in the rows showed significantly lower GMD than those collected between rows. Water absorption speed of the seeds, radicle length, emergence velocity index and initial plant stand did not vary significantly as a function of the treatments. The results show clearly that reduced tillage through a chisel plow equipped with a clod break roller allowed the planting of corn without secondary tillage operations and without modifications on the planter-fertilizer.

Index terms: reduced tillage, chisel plow, planting, maize.

INTRODUÇÃO

O milho é o cereal mais importante em área cultivada e em produção no Brasil, ocupando pouco mais de um terço da área cultivada e respondendo por cerca de 45% da produção nacional de grãos. Apesar disso, a produtividade média nacional dessa cultura ainda deixa muito a desejar, ficando em torno de 2.000 kg ha⁻¹, quando a adoção da tecnologia disponível poderia triplicar ou quadruplicar esses níveis de rendimento de grãos. Os baixos rendimentos da cultura são atribuídos, em parte, à degradação dos solos, resultante do seu uso e manejo inadequados, ao preparo do solo insatisfatório e a problemas na semeadura (Viégas, 1978; Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

Visando proporcionar condições favoráveis para a semeadura, germinação e emergência de culturas anuais como o milho, os agricultores adotam, comumente, sistemas de preparo do solo caracterizados pela excessiva mobilização e desestruturação da camada superficial do solo. O uso intensivo e indiscriminado de arações e gradagens no preparo do solo e o excessivo tráfego de máquinas sobre o terreno ajudam a destruir a estrutura da camada superficial do solo e contribuem para a formação de uma camada compactada subsuperficial, favorecendo a erosão. Segundo Benatti JR. et al., (1983), nenhuma prática conservacionista será eficiente no controle da erosão, enquanto não forem modificados os sistemas de manejo do solo.

O preparo do solo é responsável por considerável parcela dos custos de produção do milho. Por isso, a tendência observada nas últimas duas décadas aponta em direção à redução da intensidade dessa prática (Olson & Sander, 1988). Os autores explicam que a combinação de diversos fatores é responsável por essa mudança, sendo importantes o advento de herbicidas eficientes, a valorização da cobertura do solo por resíduos no controle da erosão e as vantagens econômicas resultantes da redução do número de operações mecanizadas.

De acordo com Castro Filho et al. (1991), um sistema de preparo conservacionista é aquele que, além de produzir um leito de semeadura adequado

para a implantação da cultura a ser instalada, mantém consideráveis quantidades de resíduos na superfície do solo, protegendo-o contra o impacto direto das gotas de chuva. Nesse sentido, para Magleby & Schertz (1988), o sistema de preparo do solo que permita a manutenção de, no mínimo, 30% da superfície do solo coberta com resíduos, durante o período que sucede a colheita da cultura anterior até logo após a implantação da cultura seguinte, pode ser denominado preparo conservacionista.

Para realizar o preparo reduzido do solo em áreas de lavouras mecanizadas, Denardin (1984) propõe o uso de implementos de hastes (escarificadores), equipados com complementos niveladores-destorroadores. Segundo esse autor, os complementos podem ser compostos por cilindros dentados, uma secção de grade de discos ou outro acessório que possibilite a semeadura da cultura, após somente uma operação de preparo do solo.

Dallmeyer (1994) afirma que implementos providos de hastes (escarificadores) provocam a ruptura do solo nos pontos de menor resistência dos agregados, sendo menos agressivos à estrutura do solo, quando comparados com implementos de discos.

De acordo com Aldrich et al. (1975), um leito de semeadura ideal para a implantação da cultura do milho deve prover boas condições para a germinação e desenvolvimento inicial das raízes das plântulas, proporcionar adequado controle de plantas daninhas, permitir a operação sem problemas de máquinas para a semeadura e para o cultivo, preservar ou melhorar a agregação do solo e permitir a máxima infiltração de água possível.

Perdok & Kouwenhoven (1994) relatam que o principal objetivo do preparo de um leito de semeadura é a formação de uma camada de agregados suficientemente finos e úmidos, cuja função é assegurar um bom contato com as sementes, a fim de promover uma rápida germinação e uma pronta emergência das plântulas.

Ehrbach et al. (1983) enfatizam que o preparo conservacionista promove a mistura de restos de culturas em uma camada bem superficial do solo, além de proporcionar uma superfície do solo mais rugosa que o preparo convencional. Apesar de serem

desejáveis do ponto de vista conservacionista, tais efeitos prejudicam a uniformidade da sementeira, requerendo alterações nas máquinas destinadas a implantar culturas nessas condições de manejo do solo. Com o propósito de possibilitar a sementeira em solos sob preparo conservacionista, Larson (1962, 1964) já recomendava a adoção do conceito de “zonas de manejo”, em que uma faixa de solo, com largura aproximada de 15 cm sobre as linhas de sementeira, denominada “zona ambiental das plântulas”, é preparada com vistas em favorecer a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas cultivadas. Já, nas entrelinhas, denominada “zona de manejo da água”, o preparo do solo deverá favorecer a retenção superficial da água em depressões (rugosidade) e o armazenamento da água na camada arável.

Para semear após uma só operação de preparo primário do solo, Estler et al. (1971) recomendam o uso de grades de dentes flexíveis ou de rolos destorroadores, destinados a atuar sobre uma faixa de solo com largura de aproximadamente 20 a 30 cm na frente das linhas de sementeira. Wilkinson & Braunbeck (1977) indicam a adaptação de seções com algumas rodas dentadas semelhantes àquelas utilizadas em capinadoras rotativas, porém com o sentido de giro invertido, na frente das linhas da sementeira, para melhorar o seu desempenho em condições de solo sob preparo reduzido. Tais autores também citam o uso de discos de corte ondulados, que preparam uma faixa de solo com largura de 6 a 7 cm, onde serão depositados as sementes e os fertilizantes.

Atualmente, em virtude do estágio de degradação dos solos agrícolas e dos baixos preços alcançados pelo milho no mercado, torna-se evidente a necessidade do desenvolvimento de sistemas de manejo do solo que apresentem custos compatíveis com os preços que o produto poderá atingir no mercado e permitam obter elevados níveis de produção de grãos, sem comprometer a futura capacidade produtiva dos solos, a médio e longo prazo.

Com o objetivo de estudar a viabilidade da implantação de milho em um solo preparado com um escarificador conjugado com um cilindro destorroador de dentes de giro livre, avaliou-se o comportamento de variáveis dependentes, relacionadas com a qualidade do preparo do solo e com as respostas da cultura, considerando diferentes sistemas de preparo do solo e de sementeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado, em dezembro de 1988, na área experimental da Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, no município de Passo Fundo (RS), localizada a latitude 28° 15' sul, longitude 54° 24' oeste e altitude de 684 m. O solo do local, classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Unidade de Mapeamento Passo Fundo), e apresentou a seguinte composição granulométrica: 405,5 g kg⁻¹ de argila, 235,7 g kg⁻¹ de silte e 358,8 g kg⁻¹ de areia.

O limite inferior de plasticidade foi de 281,8 g kg⁻¹ de água no solo, enquanto a densidade do solo nas camadas entre 0 e 10 cm e entre 10 e 20 cm de profundidade foi, respectivamente, de 1,38 e 1,31 kg dm⁻³. A cobertura vegetal do solo antes do preparo era composta por 4.150 kg ha⁻¹ de matéria seca de palha triturada proveniente da colheita de uma consorciação com 80% de massa de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e 20% de ervilhaca (*Vicia sativa* L.), proporcionando níveis de cobertura do solo que variaram entre 80 e 85%.

No momento do preparo do solo, os teores médios de água no solo, para as camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, foram de 221,4 g kg⁻¹ e de 248,7 g kg⁻¹, respectivamente, correspondendo à faixa de consistência friável. Já, por ocasião da sementeira (três dias após o preparo), na camada de 0-8 cm de profundidade, o teor médio de água foi de 141,4 g kg⁻¹. Entre o preparo do solo e a sementeira não houve precipitação pluviométrica, ao passo que, aos 4, 5, 7, 9, 14, 15, 18, 19 e aos 22 dias da sementeira, ocorreram precipitações, respectivamente, de 6,1; 2,2; 90,2; 8,2; 2,9; 24,6; 18,2; 28,8 e 16,7 mm, acumulando 197,9 mm durante o período de 27 dias após a sementeira.

Na testemunha, o preparo do solo foi realizado com um escarificador, seguido por uma gradagem com grade de discos leve. Nos demais tratamentos, o solo foi preparado por meio de uma única operação (escarificador conjugado com um cilindro destorroador). O escarificador, marca JAN, modelo Jumbo AS-5/5, com cinco hastes retas, medindo 760 mm de comprimento, espaçadas em 300 mm e inclinadas 45° para frente, apresentava massa de 370 kg e foi regulado para operar a 200 mm de profundidade. As hastes estavam equipadas com ponteiros reversíveis, medindo 80 mm de largura e 430 mm de comprimento, que formavam um ângulo de 22° com a horizontal. A grade de discos, do tipo deslocada, era composta por duas seções de 13 discos com diâmetro de 508 mm e concavidade de 45 mm, espaçados em 180 mm. Sua largura útil foi de 2.350 mm e sua massa 635 kg. O cilindro destorroador de giro livre, montado na parte posterior do escarificador, media 450 mm de diâmetro e apresentava dentes curvos soldados em cantoneiras mantidas paralelas a um eixo, por meio de flanges (Figura 1) e foi desenvolvido no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/EMBRAPA, em Passo Fundo (RS).

O plantio do milho foi realizado por meio de uma sementeira-adubadora de precisão marca Turbo-Max, modelo TM-605, com dosador de sementes pneumático, utilizando quatro linhas espaçadas em 900 mm, descrita com mais detalhes por Boller (1990). Em cada linha da sementeira-adubadora, encontravam-se dois pares de discos duplos, destinados à abertura dos sulcos para a deposição dos fertilizantes e das sementes. Na extremidade posterior de cada linha, havia uma roda compactadora-limitadora de profundidade, com diâmetro de 460 mm e largura de 180 mm, com a função de acionar o dosador de sementes. A máquina foi regulada para distribuir seis sementes de milho por metro linear e 250 kg ha⁻¹ de

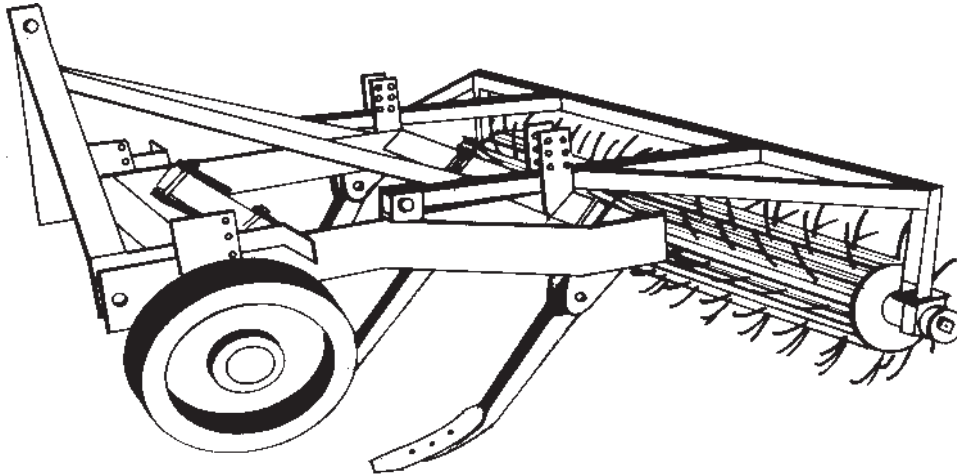


Figura 1. Escarificador jumbo AS 5/5, equipado com cilindro destorroador de dentes.

fertilizante formulado N-P-K 04-28-20. Utilizaram-se sementes do híbrido XL-605, com teor de umidade de 120 g kg^{-1} , poder germinativo de 93% e pureza de 99,2%. A profundidade da semeadura variou entre 50 e 70 mm, e o adubo foi depositado, lateralmente às sementes (50 mm), à profundidade de 80 a 100 mm.

No experimento, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos (Quadro 1) e quatro repetições. As parcelas apresentavam as dimensões de 4 m de largura x 30 m de comprimento e foram dispostas em nível, acompanhando os terraços. O preparo do solo com escarificador seguido por uma gradagem com grade leve de discos foi denominado E + G e foi considerado grupo de controle entre os sistemas de preparo. Nos demais tratamentos, o solo foi preparado somente com uma operação do escarificador conjugado com cilindro destorroador de dentes. Nos tratamentos denominados E + G e ESC, a semeadura do milho foi feita sem adaptações na semeadora-adubadora. Nos quatro tratamentos restantes, com a finalidade de preparar um leito de semeadura mais destorroado e localizado em uma faixa com largura de até 200 mm nas linhas destinadas às plantas de milho, foram adaptados diferentes mecanismos na frente das linhas da semeadora-adubadora. Esses tratamentos foram denominados OND (Disco ondulado, com diâmetro de 390 mm e nove ondulações com amplitude de 30 mm); ROS (Conjunto destorroador com largura útil de 150 mm e diâmetro de 430 mm, composto por duas rodas dentadas provenientes de uma capinadora rotativa de rosetas); CAM (Conjunto destorroador - secção de um rolo "Cambridge" - com 160 mm de largura e diâmetro de 400 mm, composto por duas rodas com superfície lisa e uma roda dentada, e CRU (Rolo destorroador com largura de 150 mm e diâmetro de 320 mm, constituído por nove barras dentadas transversais, montadas com inclinação em relação ao eixo sobre três anéis). Esses destorroadores encontram-se ilustrados e detalhadamente descritos em Boller (1990).

O escarificador foi tracionado por um trator de rodas com tração 4 x 2 e potência de 58,8 kW (80 cv) no motor, enquanto a grade de discos e a semeadora-adubadora foram tracionadas por um trator de rodas com tração 4 x 2 e potência de 46,3 kW (63 cv) no motor. A velocidade média da operação de escarificação foi de $5,0 \text{ km h}^{-1}$, da gradagem $6,5 \text{ km h}^{-1}$ e da semeadura $5,2 \text{ km h}^{-1}$.

A percentagem de cobertura do solo foi determinada dois dias após a semeadura, utilizando-se uma trena marcada - método da transecção, descrito em Laflen et al. (1981).

O diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados do solo a seco foi determinado, coletando-se amostras nas linhas e nas entrelinhas, imediatamente após a semeadura, com auxílio de um amostrador descrito em Boller (1990). As amostras foram cuidadosamente transferidas para caixas de madeira e secas ao ar. Posteriormente, os agregados foram separados, segundo nove classes de tamanho (< 2,2 a 5; 5 a 10; 10 a 15; 15 a 25; 25 a 50; 50 a 75; 75 a 100 e 100 a 150 mm), por meio de uma peneira rotativa construída e descrita por Krüger (1977). O cálculo do DMG dos agregados foi realizado de acordo com o método de Kemper & Chepil (1965).

O teor de água nas sementes de milho foi determinado pela coleta de 20 sementes (5 em cada linha) em cada parcela, nos tempos de 6, 12, 24, 48 e 72 h após a semeadura, adotando-se o método descrito em Righes et al. (1984). Com as sementes coletadas 48 e 72 h após a semeadura, calculou-se o comprimento médio ponderado das radículas. Para esse cálculo, determinou-se o número de sementes com radículas de comprimento < 5, de 5 a 10, de 10 a 20, de 20 a 40 e de 40 a 80 mm. O número de sementes em cada classe foi multiplicado pelo comprimento médio das respectivas radículas. O somatório desses produtos foi dividido pelo total de sementes que apresentavam radículas expostas.

Quadro 1. Tratamentos e respectivas operações de preparo do solo e de semeadura

Tratamento	Preparo solo ⁽¹⁾	Semeadura ⁽²⁾
E + G	Esc. + GL	Sem adaptações na semeadora-adubadora
ESC	Esc. conjugado	Sem adaptações na semeadora-adubadora
OND	Esc. conjugado	Adaptação de disco de corte ondulado
ROS	Esc. conjugado	Adaptação de destorroador tipo roseta
CAM	Esc. conjugado	Adapt. de destorroador tipo rolo Cambridge
CRU	Esc. conjugado	Adapt. de destorroador. c/ barras transversais

⁽¹⁾ Esc: Preparo primário com escarificador sem destorroador; GL: Gradagem com grade de discos leve; Esc. conjugado: Preparo conjugado com escarificador + cilindro destorroador de dentes. ⁽²⁾OND: Disco ondulado com diâmetro de 390 mm e 9 ondulações com amplitude de 30 mm; ROS: Conjunto destorroador com largura útil de 150 mm e diâmetro de 430 mm, composto por duas rodas dentadas de uma capinadora rotativa de rosetas; CAM: Conjunto destorroador (secção de um rolo "Cambridge"), com 160 mm de largura e diâmetro de 400 mm, composto por duas rodas com superfície lisa e uma roda dentada; CRU: Rolo destorroador com largura de 150 mm e diâmetro de 320 mm, constituído por nove barras dentadas transversais, montadas com inclinação em relação ao eixo, sobre três anéis.

Para determinar o índice de velocidade de emergência, foram contadas as plântulas que emergiram diariamente em 2 m de linha, nas 4 linhas de cada parcela, entre o quinto e o décimo oitavo dia após a semeadura, utilizando os cálculos descritos em Popinigis (1985). O estande inicial de plantas foi determinado pelo número de plantas em 2 m de linha, nas 4 linhas de todas as parcelas, 18 dias após a semeadura. Esses dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamentos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de cobertura do solo com resíduos, dois dias após a semeadura, encontra-se no quadro 2. Observa-se que o tratamento 1 (preparo do solo com escarificador + uma gradagem com grade leve) apresentou cobertura significativamente menor que os demais tratamentos, evidenciando a ação incorporadora de resíduos da grade leve, concordando com os relatos de Miranda (1986) e Boller (1990). Os demais tratamentos apresentaram percentagens de cobertura do solo acima de 30 % e estatisticamente semelhantes entre si, permitindo que o sistema de preparo conjugado do solo, por meio de um escarificador equipado com um cilindro destorroador de dentes com giro livre, fosse classificado como preparo conservacionista, com base em Magleby & Schertz (1988) e Castro Filho et al. (1991).

No quadro 2, encontram-se, ainda, os valores de DMG dos agregados, que não variaram significativamente entre os tratamentos. Esse comportamento foi observado, tanto para os agregados coletados nas linhas quanto para aqueles oriundos das entrelinhas. No entanto, comparando os valores do DMG dos agregados entre as duas posições de coleta,

verificou-se que os agregados coletados nas linhas de semeadura apresentavam DMG significativamente menores que os agregados provenientes das entrelinhas, concordando com os resultados observados por Boller (1990) e por Boller et al. (1993a). Esses resultados evidenciam que o destorroador adaptado ao escarificador foi eficiente, sendo o seu efeito comparável com o da grade de discos leve, sem apresentar o inconveniente do elevado grau de incorporação de resíduos que esta mostrou. Além disso, cabe enfatizar que a operação de preparo conjugado resultou na produção de um leito de semeadura com

Quadro 2. Percentagem de cobertura do solo dois dias após a semeadura e diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados coletados nas linhas e nas entrelinhas, considerando diferentes sistemas de preparo do solo e de semeadura, em Passo Fundo (RS), 1989

Tratamento ⁽¹⁾	Cobertura do solo %	DMG dos agregados	
		Entrelinhas mm	Linhas mm
E + G	13,50b	11,41aA	4,89aB
ESC	34,00a	13,67aA	5,55aB
OND	37,50a	10,63aA	5,40aB
ROS	44,50a	11,85aA	5,80aB
CAM	33,75a	11,34aA	7,66aB
CRU	49,50a	18,12aA	5,03aB
DMS (Tukey 5%)	16,0	13,7	3,7
CV (%)	19,6	46,4	27,8

⁽¹⁾ Esc: Preparo primário com escarificador sem destorroador; GL: Gradagem com grade de discos leve; Esc. conjugado: Preparo conjugado com escarificador + cilindro destorroador de dentes. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas linhas, e pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

DMG dos agregados semelhante ao produzido pela escarificação seguida por uma gradagem, porém com uma operação mecanizada a menos, o que se traduz em economia de tempo e de energia, redução de tráfego de máquinas e minimização da compactação do solo, conforme relataram Benatti Jr. et al. (1983), Denardin (1984), Olson & Sander (1988), Derpsch et al. (1991) e Dallmeyer (1994). No que diz respeito ao DMG dos agregados nas linhas de semeadura, nota-se que em todos os tratamentos este foi significativamente menor do que nas entrelinhas, mostrando que, mesmo sem a adaptação de mecanismos destorroadores na frente das linhas, a semeadora-adubadora utilizada foi capaz de melhorar as condições do leito de semeadura, proporcionando menores quantidades de agregados grandes na faixa de solo próxima daquela em que foram depositadas as sementes. Tal observação reafirma a viabilidade das "zonas de manejo", propostas por Larson (1962, 1964), e mostra que a máquina utilizada, em sua configuração original, estava suficientemente bem adaptada para operar em condições de preparo conservacionista, superando as dificuldades que esse sistema de preparo do solo impõe à operação de semeadura, conforme descreveram Ehrbach et al. (1983).

Os resultados apresentados no quadro 3 demonstram como a velocidade de absorção de água pelas sementes de milho foi semelhante entre os tratamentos, concordando com os resultados obtidos por Boller (1990) e por Boller et al. (1993b). Analisando os dados do quadro 3, em conjunto, verifica-se que em todos os tratamentos, a qualidade do leito de semeadura apresentou-se muito semelhante, no que diz respeito às condições que influem na germinação das sementes de milho, atendendo aos requisitos qualitativos apresentados por Aldrich et al. (1975) e por Perdok & Kouwenhoven (1994).

No quadro 4, são apresentados os resultados do comprimento médio ponderado das radículas, 48 e 72 horas após a semeadura, do índice de velocidade de emergência e do estande inicial de plantas de milho.

Observa-se que, apesar de as diferenças absolutas entre os valores apresentados pelas variáveis comprimento médio ponderado das radículas e índice de velocidade de emergência serem consideráveis, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Esse fato é explicado pelos elevados valores do coeficiente de variação, que aponta para um tamanho insuficiente das amostras e para a desuniformidade das condições encontradas pelas sementes, nas diferentes parcelas. É possível que, a distribuição dos fragmentos de palha triturados por ocasião da colheita das culturas anteriores não tenha sido suficientemente uniforme, podendo ter ocorrido contato insuficiente entre parte das sementes e o solo (isolamento parcial por ação da palha), conforme explicaram Ehrbach et al. (1983). Para evitar esse problema, sugere-se que, em futuros experimentos, sejam usados mecanismos capazes de retirar o excesso

Quadro 3. Teor de umidade nas sementes de milho, coletadas 6, 12, 24, 48 e 72 h após a semeadura, em resposta a diferentes sistemas de preparo do solo e semeadura

Tratamento ⁽¹⁾	Tempo após a semeadura (hora)				
	6	12	24	48	72
	————— g kg ⁻¹ —————				
E + G	176,9	203,5	260,5	273,7	299,7
ESC	187,7	229,8	215,5	267,0	356,3
OND	175,5	214,9	245,9	259,9	294,8
ROS	192,6	192,2	275,5	303,4	341,7
CAM	202,8	232,4	257,8	306,9	336,4
CRU	201,6	179,7	210,2	229,8	271,1
CV (%)	11,72	8,63	10,68	14,15	16,34

⁽¹⁾ Esc: Preparo primário com escarificador sem destorroador; GL: Gradagem com grade de discos leve; Esc. conjugado: Preparo conjugado com escarificador + cilindro destorroador de dentes. As diferenças entre as médias, nas colunas, não foram significativas (teste de Tukey a 5%).

de palha e os torrões maiores da frente das linhas da semeadora.

O estande inicial de plantas apresentou valores muito baixos, atingindo uma média geral de 3,35 plantas por metro de linha, ou seja, 3,72 plantas m⁻², correspondendo à emergência de apenas 62% das sementes distribuídas. Tal fato, comum a todos os tratamentos, deve ser atribuído à intensa precipitação pluviométrica (90,2 mm), ocorrida no sétimo dia após a semeadura. A chuva causou erosão de solo para dentro das linhas de semeadura nas parcelas e formação de crosta superficial, o que acabou dificultando a emergência das plântulas e fazendo com que o período semeadura-emergência apresentasse uma duração de aproximadamente dezessete dias.

Analisando o conjunto dos dados obtidos durante a realização deste experimento, verifica-se que nenhuma das variáveis analisadas depôs contra a implantação da cultura do milho em um solo sob preparo reduzido, preparado com um escarificador conjugado com um cilindro destorroador de dentes com giro livre. Tal constatação concorda com as observações de Benatti JR. et al. (1983), Denardin (1984), Olson & Sander (1988), Castro (1989), Castro Filho et al. (1991), Derpsch et al. (1991) e Lal (1991) e evidencia que, nas condições edafoclimáticas do Sul do Brasil, utilizando máquinas já conhecidas pelos agricultores e reduzindo o número de operações mecanizadas, é possível implantar uma cultura anual como o milho, por meio de um sistema de preparo reduzido, capaz de reverter as tendências degradativas das propriedades do solo e contribuir para a sustentabilidade da atividade agrícola.

Quadro 4. Comprimento médio ponderado das radículas 48 e 72 horas após a semeadura, índice de velocidade de emergência e estande inicial de plantas de milho, em resposta a diferentes sistemas de preparo do solo e semeadura

Tratamento ⁽¹⁾	Comprimento médio ponderado radículas		Índice de velocidade de emergência de plântulas	Estande inicial do milho
	Semeadura			
	48 h após	72 h após	mm	
E + G	12,11	28,86	2,09	3,38
ESC	17,57	35,97	4,18	3,30
OND	8,92	46,94	3,59	3,35
ROS	9,96	33,21	2,33	3,38
CAM	14,37	29,40	3,00	3,28
CRU	6,88	39,74	2,91	3,41
CV (%)	61,57	56,05	53,79	3,80

⁽¹⁾ Esc: Preparo primário com escarificador sem destorroador; GL: Gradagem com grade de discos leve; Esc. conjugado: Preparo conjugado com escarificador + cilindro destorroador de dentes.

As diferenças entre as médias, nas colunas, não foram significativas (teste de Tukey a 5%).

CONCLUSÕES

1. O preparo reduzido do solo com escarificador + cilindro destorroador de dentes foi classificado como conservacionista e manteve níveis significativamente mais elevados de cobertura vegetal morta na superfície do solo do que o preparo do solo realizado pelo mesmo equipamento sem o destorroador, seguido por uma gradagem com grade de discos leve.

2. O cilindro destorroador de dentes foi eficiente, reduzindo o tamanho dos agregados em níveis semelhantes àqueles verificados quando foi utilizada uma gradagem com grade leve após a escarificação, tendo a vantagem de reduzir o número de operações no preparo do solo.

3. As variáveis relacionadas com a germinação e com a emergência de plântulas de milho não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos, mostrando que a semeadora-adubadora utilizada operou satisfatoriamente em condições de preparo reduzido do solo, mesmo quando não foram introduzidas adaptações na frente de suas linhas.

4. A implantação da cultura do milho em uma condição de preparo reduzido do solo, obtida por meio da conjugação de um escarificador com um cilindro destorroador de dentes com giro livre, foi uma alternativa viável, quando comparada com a mesma operação em solo preparado com escarificador seguido por uma gradagem leve.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/EMBRAPA, pelo empréstimo do

escarificador conjugado com cilindro destorroador; à empresa Irmãos Thönings Ltda, pelo empréstimo da semeadora-adubadora; à Universidade Federal de Santa Maria, pelo empréstimo da peneira rotativa, e à FAPERGS, pelo custeio parcial das despesas decorrentes da adaptação dos destorroadores à semeadora-adubadora.

LITERATURA CITADA

- ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O. & LENG, E.R. Seedbed preparation. In: ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O. & LENG, E.R. eds. Modern corn production. Champaign, A & L Publications, 1975. cap.5, p.53-75.
- BENATTI JR., R.; FRANÇA, G.V. & MOREIRA, C.A. Manejo convencional e reduzido em quatro tipos de solos na cultura do milho em São Paulo. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 68p.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- BOLLER, W. Desenvolvimento de complementos para semeadoras em solo sob preparo reduzido. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria 1990. 146p. (Tese de Mestrado)
- BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; SCHONS, P.; DALLMEYER, A.U. & GAMERO, C.A. Cobertura do solo e distribuição do tamanho de agregados nas entrelinhas e linhas de soja em preparo conservacionista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. Anais. Ilhéus, SBEA / CEPLAC, 1993a. v.3. p.1565-1575.
- BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; SCHONS, P.; DALLMEYER, A.U. & GAMERO, C.A. Resposta da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) em preparo conservacionista e diferentes sistemas de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. Anais. Ilhéus, SBEA/CEPLAC, 1993b. v.3. p.1685-1695.

- CASTRO, O.M. Preparo do solo para a cultura do milho. Campinas, Fundação Cargill, 1989. 41p.
- CASTRO FILHO, C.; HENKLAIN, J.C.; VIEIRA, M.J. & CASÃO JR., R. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. *Soil Til. Res.*, 20:271-283, 1991.
- DALLMEYER, A.U. Avaliação energética e desempenho operacional de equipamentos de preparo do solo. Botucatu, Universidade Estadual de São Paulo, 1994. 156p. (Tese de Doutorado)
- DENARDIN, J.E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1; SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, 3, Passo Fundo, 1983. Anais. Passo Fundo, PIUCS / UPF, 1984. p.107-123.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N. & KÖPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn, GTZ, 1991. 272p.
- EHRBACH, D.C.; MORRISON JR., J.E. & WILKINS, D.W. Equipment modification and innovation for conservation tillage. *J. Soil Water Conserv.*, 38:182-185, 1983.
- ESTLER, M.; FEUERLEIN, B. & VOGT, O. Gerätekoppelung bei der bodenbearbeitung. Bonn, AID, 1971. 32p.
- KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis. Part I.* Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.499-510.
- KRÜGER, J.I. Relações entre os tamanhos dos agregados do solo e o modelo teórico de espessura de corte de enxada rotativa. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1977. 45p. (Tese de Mestrado)
- LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, M. & HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *J. Soil Water Conserv.*, 36:341-343, 1981.
- LAL, R. Tillage and agricultural sustainability. *Soil Til. Res.*, 21:133-146, 1991.
- LARSON, W.E. Tillage requirements for corn. *J. Soil Water Conserv.*, 17:3-7, 1962.
- LARSON, W.E. Soil parameters for evaluating tillage needs and operations. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 28:118-122, 1964.
- MAGLEBY, R.S. & SCHERTZ, D.L. Conservation tillage chalks up steady gains. *Agric. Eng.*, 67:14-16, 1988.
- MIRANDA, N.O. Alterações físicas nos solos Podzólico Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro submetidos a diferentes condições de preparo reduzido. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1986. 64p. (Tese de Mestrado)
- OLSON, R.A. & SANDER, D.H. Corn production. In: SPRAGUE, G.F. & DUDLEY, J.W. eds. *Corn and corn improvement.* 3.ed. Madison, American Society of Agronomy / Soil Science Society of America, 1988. cap.11, p.639-663.
- PERDOK, U.D. & KOUWENHOVEN, J.K. Soil-tool interactions and field performance of implements. *Soil Til. Res.*, 30:283-326, 1994.
- POPINIGIS, F. Avaliação da qualidade fisiológica: testes de vigor. In: POPINIGIS, F. ed. *Fisiologia da semente.* Brasília, ABRATES, 1985. cap.9, p.249-288.
- RIGHES, A.A.; DALLMEYER, A.U.; SILVEIRA, D.R.; FARRET, I.S.; POZZERA, J.; FERREIRA, O.S. & SILVEIRA, T.C. Inovação tecnológica de mecanismos para semeadura direta. Santa Maria, FATEC/MIC/STI, 1984. 100p.
- VIÉGAS, G.P. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E. ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil.* Campinas, Fundação Cargill, 1978. p.376-428.
- WILKINSON, R.H. & BRAUNBECK, O.A. Equipos no convencionales de siembra. In: WILKINSON, R.H. & BRAUNBECK, O.A. eds. *Elementos de maquinaria agrícola.* Roma, FAO, 1977. v.2. cap.15, p.111-116.