

INFLUÊNCIA DOS SULCADORES DE SEMEADURA NO DIÂMETRO MÉDIO GEOMÉTRICO (DMG) DOS AGREGADOS E NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO SOLO APÓS ESCARIFICAÇÃO¹

OROMAR JOÃO BERTOL², JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER³

RESUMO - Uma alta rugosidade superficial e adequado diâmetro médio geométrico (DMG) dos torrões do solo são propriedades de superfície desejáveis para o controle da erosão hídrica. Por outro lado, ainda é pouco conhecido o efeito da operação de semeadura sobre estas propriedades. Em um solo Podzólico Vermelho Amarelo, avaliou-se o efeito dos sulcadores de semeadura duplo disco defasado, duplo disco e cinzel sobre a rugosidade superficial e a distribuição média geométrica dos torrões a seco, induzidas por uma escarificação na presença de três doses de resíduos vegetais de ervilhaca e aveia. O DMG dos torrões induzidos pelo escarificador não foi alterado pelos sulcadores de semeadura. A rugosidade superficial remanescente da escarificação foi alterada apenas pelo sulcador de cinzel.

Palavras-chave: solo, rugosidade de superfície, torrão de solo, sulcadores, semeadura, preparo do solo

INFLUENCE OF PLANTING FURROWS OPENERS ON AGGREGATES GEOMETRIC MEAN DIAMETER AND SURFACE ROUGHNESS AFTER SOIL TILLAGE BY CHIESELLING

ABSTRACT - A high surface roughness and appropriate Geometric Means Diameter (GMD) of soil clods are a desirable surface property to control soil erosion. However, the effect of seeding operation over these properties are not much known. In a Podzolic Vermelho-Amarelo soil, the effect of three planting furrow openers (modified double disk, double disk, chisel) on the surface roughness and the GMD of the clods was evaluated. Surface roughness and GMD were induced by chiselling operation in the presence of three amount of vegetal residues of vetch and oat. GMD of clods induced by scarifier was not affected by planting furrow openers. Surface roughness that remains from chiselling operation was affected by chisel furrow.

Key words: soil, surface roughness, planting, furrow, clod, soil tillage.

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica do solo é um processo dependente da combinação da capacidade erosiva da chuva com a habilidade do solo em resistir a ela (CARVALHO, 1986). As medidas mais eficazes para o seu controle são, entre outras, aquelas que visam aumentar a infiltração da água no solo e diminuir o escoamento superficial. Vários trabalhos tem evidenciado que um aumento da rugosidade superficial (SADEGHIAN e MITCHELL, 1990) e uma melhor distribuição do tamanho médio geométrico dos torrões do solo (BRAUNACK e DEXTER, 1988), são condições desejáveis para o alcance destes objetivos.

Os métodos de preparo reduzido do solo, especialmente aqueles executados com escarificadores, produzem superfícies mais rugosas (BERTOL et al., 1989). A operação de escarificação forma torrões que condicionam a criação de micro-depressões na superfície do solo, as quais armazenam temporariamente a água das chuvas permitindo, assim, controlar o escoamento superficial. Ocorre também um retardamento do movimento superficial da enxurrada e uma diminuição da sua turbulência a qual é gerada pelo impacto das gotas da chuva sobre o

fluxo (SADEGHIAN e MITCHELL, 1990), bem como um aumento na condutividade hidráulica saturada, ocasionada pela alteração na distribuição de tamanho dos poros (UNGER e CASSEL, 1991). A alteração na macroporosidade facilita a infiltração da água retida na superfície, bem como sua transmissão e estocagem no perfil do solo. Em decorrência, ALLMARAS et al. (1966), sugerem que é conveniente aumentar a rugosidade superficial e o tamanho dos torrões no solo, para manter elevada a taxa de infiltração da água da chuva.

Os resíduos culturais quando presentes na superfície do solo, semi-incorporados ou não, também podem participar da rugosidade superficial (McGREGOR et al., 1990). Nestas condições, os resíduos culturais formam pequenas bacias que, pelo efeito depressional semelhante a um grande número de pequenos lagos, têm um efeito substancial sobre o controle das perdas de água e solo (LAFLEN e COLVIN, 1981).

A rugosidade está associada ao encrostamento superficial do solo e este, por sua vez, regula as trocas de ar, água e calor entre o solo e a atmosfera (WISCHMEIER, 1973). Assim pode-se inferir que, indiretamente,

1. Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, UFSM - Departamento de Engenharia Agrícola, em 1993.
2. Eng. Agr., M.Sc. - EMATER-PR, Caixa Postal 4328, 80035-270 Curitiba - PR/BRASIL.
3. Eng. Agr., M.Sc. - Professor Assistente do Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Caixa Postal 221, 97119-900 Santa Maria - RS/BRASIL.
Recebido para publicação em 27/11/1995.

a rugosidade superficial do solo interfere sobre estas trocas. Superfícies de solo mais rugosas normalmente necessitam maior energia de chuva para criar uma crosta superficial (FREEBAIRN e GUPTA, 1990). A rugosidade superficial participa, ainda, da transferência de energia radiante para o solo, por influir na reflectância da radiação solar (POTTER, 1990).

A distribuição de tamanho dos agregados do solo está também relacionada com a formação de crosta superficial (BRAUNACK e DEXTER, 1988). Estes autores sugerem que o aumento e a variação do tamanho dos torrões, corresponde a formação de uma crosta superficial mais fraca.

Em seus estudos JOHNSON e MOLDENHAUER (1979), mostraram que o preparo reduzido com escarificação, foi mais eficaz na redução do escoamento, do que a semeadura direta. Atribuíram os resultados ao aumento da rugosidade superficial pelo escarificador, ao aumento do macroporos e a formação de canais contínuos pela interligação dos mesmos.

Em outros estudos, RIGHES et al. (1990), observaram que o cinzel foi o mecanismo que mobilizou o maior volume de solo e, ainda, apresentou a maior suscetibilidade ao embuchamento e grande largura de faixa de semeadura, dentre todos os mecanismos sulcadores testados. O sulcador de disco duplo apresentou pequena largura da faixa de semeadura e, em consequência, mobilizou menor volume de solo, sendo o mecanismo sulcador de semeadura mais indicado do ponto de vista conservacionista.

Parece estar suficientemente comprovado que superfícies rugosas e com boa distribuição de torrões e poros, controlam eficazmente as perdas de solo e água. Porém, os efeitos da operação de semeadura sobre estas condições de superfície de solo, parece não serem ainda suficientemente conhecidos. Os sulcadores são, provavelmente, os dispositivos que melhor estabelecem a relação solo/máquina de semeadura. Assim, justifica-se a necessidade de avaliar o efeito que tais mecanismos produzem sobre a rugosidade superficial e a diâmetro médio geométrico dos torrões deixados pelo preparo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho, foi conduzido no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sobre um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, com profundidade e drenagem moderados e textura franca no horizonte A. A área experimental havia sido ocupada pelas culturas de aveia e milho nos últimos 2 anos, sob preparo do solo convencional. O clima da região se enquadra como Cfa 2 na classificação de Koeppen e a precipitação média anual varia de 1404 a 1769 mm, com chuvas de até 156 mm em 24 horas, segundo dados meteorológicos do serviço de meteorologia da UFSM.

Os tratamentos estudados consistiram de três diferentes mecanismos sulcadores: duplo disco defasado (DDD), duplo disco (DD) e cinzel (CZ) operando sobre resíduos culturais de ervilhaca (*Vicia vilosa*), nas doses de 3 e 6 t/ha e de aveia (*Avena strigosa*), nas doses de 4 e 8 t/ha, os quais foram semi-incorporados ao solo por preparo reduzido executado com uma escarificação. Nas parcelas, com dimensão de 20 x 3 m, foram estudadas as diferentes doses e tipos de resíduos vegetais e nas sub-parcelas, com dimensão de 20 x 1 m, foram estudados os diferentes mecanismos sulcadores de semeadura.

Os resíduos culturais de aveia e ervilhaca utilizados no experimento foram colhidos de lavouras da região e distribuídos uniformemente sobre as parcelas experimentais. O resíduo da aveia foi fracionado pelo picador de palha da colhedora automotriz, previamente à sua distribuição.

O preparo do solo foi executado utilizando um trator MASSEY FERGUSON modelo MF 275, com 54 kW (73 cv) de potência no motor, operando a 2.200 rotações por minuto. O escarificador utilizado era de levante hidráulico contendo 5 hastes espaçadas 250 mm entre si, dispostas em duas linhas, na distribuição 2-3. O ângulo de ataque das hastes com o plano horizontal, era de 46° e a profundidade de trabalho de 220 mm. As ponteiros, do tipo cinzel, possuíam largura de 80 mm.

Os diferentes mecanismos sulcadores de semeadura utilizados, foram colocados simultaneamente a uma semeadora-adubadora de precisão marca IMASA, modelo PHD, ligada aos 3 pontos do sistema hidráulico. As linhas de semeadura foram espaçadas 500 mm entre si, perfazendo três linhas em cada passada da semeadora de tal forma que cada linha continha, um sulcador diferente estudado.

Após a operação de escarificação, executada em 21/01/92, a uma velocidade de trabalho de 5,4 km/h, foi executada a operação de semeadura, com os três diferentes mecanismos sulcadores a velocidade média de trabalho de 6,6 km/h. Nesta data a umidade gravimétrica do solo era de 9,6 % na camada de 0 a 12 cm.

A rugosidade superficial do solo foi determinada através de um perfilógrafo, construído conforme descrição de DALLMEYER (1986).

As amostragens foram feitas antes do preparo e após preparo do solo, com três repetições por parcela e, ainda, após semeadura, com uma repetição por sub-parcela. Para possibilitar a comparação entre tratamento, as amostragens foram feitas sempre nos mesmos locais em cada determinação. A interpretação dos gráficos da rugosidade foi feita conforme descrito por SCHLOSSER (1987).

O índice de rugosidade superficial do solo foi calculado conforme proposto por ALLMARAS et al. (1966), sem a correção estatística proposta para exclu-

são de pontos extremos. O índice (IR) foi calculado pela fórmula:

$IR = \frac{h}{\bar{h}}$, onde:

IR = erro padrão das alturas, em centímetros,

\bar{h} = média aritmética das alturas, em centímetros, e

h = desvio padrão do logaritmo neperiano das alturas.

O diâmetro médio geométrico (DMG) dos torrões a seco foi determinado por uma peneira rotativa, conforme descrito por KRÜGER (1977). As amostragens foram feitas após o preparo e após a semeadura, em três repetições. Os valores foram calculados através da seguinte expressão matemática citada por HILLEL (1980):

$DMG = e^{S \frac{\sum (M_i \cdot \ln D_i)}{\sum M_i}}$, onde:

DMG = diâmetro médio geométrico dos torrões, em centímetros,

M_i = Massa dos torrões de cada classe, em grammas,

D_i = diâmetro intermediário de cada classe, em centímetros

A massa dos torrões em cada classe foi também usada para calcular a sua distribuição percentual.

O delineamento experimental utilizado, foi um bifatorial com blocos ao acaso em três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição da massa dos torrões por classe de diâmetro, produzidos pelo escarificador na operação de preparo do solo, e o DMG, estão representados na Tabela 1. A escarificação produziu torrões com diâmetro médio geométrico (determinação à seco) de 8 mm. Esta operação gerou maior massa de torrões para as classe de menor diâmetro (0 a 3 e 3 a 5 mm), comparado a massa destes nas classes maiores (50 a 75, 75 a 100 e maior do que 100 mm). Este efeito pode ser atribuído a dois fatores: a) O histórico de ocupação da área experimental é de preparo intensivo para culturas temporárias, através de sistema convencional de preparo do solo. Tal sistema de manejo, colocou a camada arável, no momento da escarificação, com uma camada superficial já desestruturada, o que facilitou a formação de grande quantidade de pequenos torrões; b) A umidade gravimétrica do solo, no momento do preparo (15,39 %), propiciou boa friabilidade ao solo. Em decorrência, o implemento teve facilidade para desagregar a camada de solo mobilizada em um grande número de pequenos torrões.

TABELA 1 – Diâmetro Médio Geométrico (DMG), dos torrões determinados à seco e distribuição do percentual da massa dos torrões nas diferentes classes de diâmetro, existentes após a escarificação (PE) e após a semeadura, realizada por disco duplo defasado (DDD), cinzel (CZ), e duplo disco (DD)

ETAPA	% DOS TORRÕES POR CLASSE DE DIÂMETRO (mm)									DMG (mm)
	0-3	3-5	5-10	10-15	15-25	25-50	50-75	75-100	>100	
PE	21,7	23,4	14,6	9,2	9,7	14,4	2,6	2,0	2,5	8,01 a
DDD	22,2	28,0	15,4	9,9	9,6	8,5	1,5	5,0	0	7,24 a
CZ	30,0	14,0	11,6	7,5	8,5	15,0	4,5	7,9	0	9,16 a
DD	37,1	13,5	11,5	7,8	7,2	13,3	4,4	5,1	0	6,92 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente para o teste "T" ao nível de 95% de significância, e fazem comparação na coluna.

A operação de semeadura não alterou significativamente a distribuição do tamanho dos torrões produzidos pela escarificação, por nenhum dos mecanismos sulcadores de semeadura utilizados. Houve porém, tendência do cinzel produzir maior valor de DMG (9,16), em relação aos dois outros sulcadores testados (7,24 e 6,92). Esta tendência pode ser explicada pela forma de ação dos mecanismos sulcadores. O cinzel, ao se movimentar no interior do solo, rompe a camada mobilizada sem promover corte dos torrões existentes. Estes, são afastados para a lateral do sulco aberto pelo cinzel. Assim, os torrões foram preservados de um fracionamento

mais intenso. Já o duplo disco defasado e o duplo disco, em virtude de romperem o solo por pressão e pelo efeito do maior poder de corte que possuem, em relação ao cinzel, fracionaram os torrões formados pelo preparo do solo, contribuindo para diminuir o tamanho destes, alterando assim, a distribuição do tamanho dos torrões existentes anterior a semeadura.

Outro fator que favoreceu a manutenção quase inalterada na distribuição do tamanho dos torrões produzidos na escarificação foi a baixa umidade gravimétrica do solo no momento da semeadura (9,6%). A maior consistência dos torrões por efeito da baixa

umidade, protegeu-os de uma desagregação mais intensa.

Os resultados permitem inferir que os mecanismos sulcadores de semeadura testados, ao preservarem a distribuição do diâmetro médio geométrico dos torrões formados pelo escarificador, mantiveram uma situação desejável do ponto de vista da conservação da água e do solo. BRAUNACK e DEXTER (1988), afirmam que um leito de semeadura constituído de grandes agregados próximo ou na superfície será capaz de resistir a chuva por um longo período antes de gerar escoamento, em relação a um leito de semeadura formado apenas de finos agregados.

Os dados permitem ainda deduzir que o tipo de órgão ativo que compõe os mecanismos sulcadores e a sua forma de ação no solo podem influir na distribuição do tamanho dos torrões (determinados à seco) produzidos na semeadura. Todavia, outros trabalhos se fazem necessários para comprovar tal tendência.

O índice de rugosidade da superfície do solo com as diferentes doses e tipos de resíduo testados, e para as etapas anterior a escarificação (inicial) e pós-preparo, está representado na Figura 1. Os valores da rugosidade superficial inicial do solo, não foram influenciados pelo tipo nem pelas diferentes dosagens de resteva utilizadas. No entanto foram significativamente alterados pela operação de escarificação. O incremento obtido na rugosidade pelo trabalho do escarificador, foi próximo ou superior a 100 %. Na ausência de resíduos ou com 3 t/ha de ervilhaca, 6 t/ha de ervilhaca, 4 t/ha de aveia e 8 t/ha de aveia, para 173, 178, 80 e 200 % respectivamente. COGO et al. (1984) encontraram aumento no índice de rugosidade, por efeito da escarificação, de 5 vezes o valor inicial. Os resultados obtidos neste trabalho, não são tão elevados quanto os encontrados por aqueles autores, possivelmente pelas seguintes razões: a) a escarificação foi utilizada como operação de preparo primário, e para tanto foi executada a uma menor profundidade média (22 cm). Operando a esta profundidade, as hastes do implemento mobilizaram uma camada de solo cuja espessura não permitiu a formação de grandes torrões, por consequência uma elevada alteração no micro-relevo da superfície; b) para o resultado obtido colaboraram a textura do solo e a umidade gravimétrica no momento do preparo. Tais condições permitiram ao implemento desagregar a camada do solo mobilizada, predominantemente em torrões de médio a pequeno diâmetro, conforme constatado na discussão do DMG. Para LEHRSCHE et al. (1988), a rugosidade do solo após o seu preparo é uma função não apenas dos fatores do solo, tais como textura, agregação, histórico de ocupação da área e conteúdo de água no solo no momento em que é mobilizado, mas também dos fatores do preparo, tais como, método, implemento utilizado e profundidade de

operação. Segundo os autores, muitos desses fatores estão correlacionados entre si.

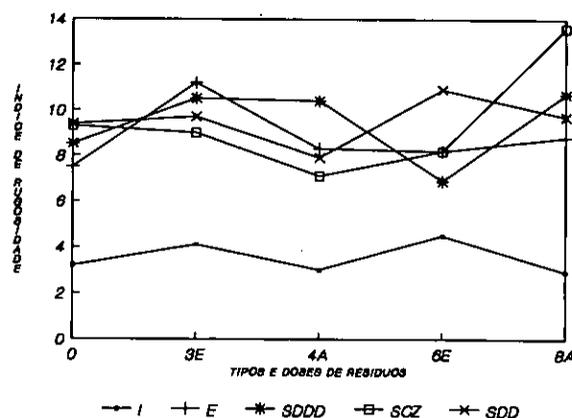


FIGURA 1 - Rugosidade superficial do solo nas etapas inicial (I), pós-escarificação (E) e E + semeadura (S) realizada pelos sulcadores testados (DDD, CZ e DD), sobre ausência de resíduos superficiais e na presença de 3 t/ha de ervilhaca (3E), 4 t/ha de aveia (4A), 6 t/ha de ervilhaca (6E) e, 8 t/ha de aveia (8A) semi-incorporados

Na operação de semeadura, os diferentes sulcadores não alteraram a rugosidade superficial do solo produzida pelo escarificador. Embora o cinzel tenha produzido uma maior largura e profundidade de trabalho em relação aos outros dois sulcadores testados, não foi suficiente para alterar significativamente a rugosidade superficial produzida pelo escarificador. Isto provavelmente se deve a distância entre sulco de semeadura ser de 50 cm, o que propiciou pouca alteração na configuração total do micro relevo superficial.

Quando os valores de rugosidade produzidos na etapa de semeadura, pelos diferentes sulcadores testados, são correlacionados com as diferentes doses e tipos de resteva utilizados, observa-se que estes afetaram significativamente os índices obtidos pelo sulcador de cinzel, não influenciando no entanto os demais. Para aquele sulcador, o valor mais alto de rugosidade foi produzido quando operou sobre 8 t/ha de resíduo de aveia. A maior rugosidade produzida pelo sulcador de cinzel em relação aos demais, pode ser explicado pela forma como age para formar o sulco. Por ter movimento deslizante, propicia o acúmulo de resíduo, que somado a maior largura e profundidade do sulco, produz maior rugosidade. Já os sulcadores cujo órgão ativo se constituem de discos (disco duplo defasado e disco duplo), rompem o solo por corte através do movimento giratório que possuem. Assim estão menos sujeitos a modificar acentuadamente o micro-relevo do solo pelo acúmulo de resíduos, por efeito do deslocamento.

Por ser a rugosidade superficial importante para o ambiente no leito de semeadura e controle das perdas de água e solo, pode-se afirmar que a não alteração por parte da semeadura, da rugosidade obtida pela escarificação, é desejável e altamente benéfica do ponto de vista conservacionista. LEHRSCHE et al. (1988), explicam que a rugosidade afeta, entre outros fatores, a infiltração e estocagem de água nas depressões da superfície, e a velocidade de escoamento da água da chuva. Para CARVALHO (1986), quanto maior for o índice de rugosidade superficial, menor será a quantidade total de enxurrada resultante das chuvas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- A rugosidade foi significativamente aumentada pela operação de escarificação porém, não foi modificada pelos sulcadores de semeadura, com exceção do sulcador de cinzel que a acresceu significativamente na condição de 8 t/ha de resíduos de aveia. A quantidade de resíduos não influenciou significativamente no resultado.

- O diâmetro médio geométrico dos torrões produzido pela operação de escarificação não foi alterado por nenhum dos mecanismo sulcadores de semeadura testados.

- Recomenda-se avaliar a influência do espaçamento dos sulcadores de semeadura no DMG e na rugosidade superficial, induzidos na etapa de preparo do solo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ALLMARAS, R.R.; BURWELL, R.E.; LARSON, W.E. et al. **Total porosity and random roughness the interrow zone as influenced by tillage**. Washington: USDA, 1966. 22p.

BRAUNACK, M.V.; DEXTER, A.R. The effect of aggregate size in the seedbed on surface crusting and growth and yield of wheat under dryland conditions. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, n.11, p.133-145, 1988.

BRASIL. Ministerio da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 439p. (Boletim Técnico, 30).

CARVALHO, F.L.C. **Relação da erosão hídrica do solo com doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo**. Porto Alegre, 1986. p.135. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.

COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C.; FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil**

Science Society of America Journal, Madison, v. 48, n.2, p.368-373, 1984.

DALLMEYER, A.U. et al. Mobilização do solo por mecanismos de semeadura direta: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., Botucatu, 1986. **Anais...** p.14.

FREEBAIRN, D.M.; GUPTA, S.C. Microrelief, rainfall and cover effects on infiltration. **Sols & Tillage Research**, Amsterdam, n.16, p.307-327, 1990.

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. 413p.

JOHNSON, C.B.; MOLDENHAUER, W.C. Effect of chisel versus moldboard plowing on soil erosion by water. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.43, p.177-179, 1979.

KRÜGER, E.J. **Relação entre os tratamentos dos agregados do solo e o modelo teórico de espessura de corte de enxada rotativa**. Santa Maria, 1977. 45p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Agronomia, UFSM, 1977.

LAFLEN, J.M.; COLVIN, T.S. Effect of crop residue on soil loss from continuous row cropping. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, p.605-609, 1981.

LEHRSCHE, G.A.; WHISLER, F.D.; RÖMKENS, M.J.M. Spatial variation of parameters describing soil surface roughness. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.52, p.311-319, 1988.

MCGREGOR, K.C.; MUTHLER, C.K.; RÖMKENS, M.J.M. Effectes of tillage whit different crop residue on runoff and loss. **Transaction of ASAE**, St. Joseph, v.3, n.5, p.1551 - 1555, 1990.

POTTER K.N. Soil Properties effect on random roughness decay by rainfall. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.6, p.1889-1892, 1990.

RIGES, A. A.; DALLMEYER, A. U.; SILVEIRA, D. R. et al. **Semeadura direta: comparação entre diferentes organismos sulcadores**. São Paulo: NSI/MA, 1990. 43p.

SADEGHIAN, M.R.; MITCHELL, J.K. Response of surface roughness storage to rainfall on tilled soil. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.6, p.1875-1881, 1990.

SCHLOSSER, J.F. **Comparação entre duas técnicas de aração: trator dentro e fora do sulco**. Santa Maria, 1987. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Agronomia, UFSM, 1987.

UNGER, P.W.; CASSEL, D.K. Tillage implement disturbance effects on soil properties related to soil and water conservation: a literature review. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.19, p.363-382, 1991.

WISCHMEIER, W.H. Conservation tillage to control water erosion. In: NATIONAL CONSERVATION TILLAGE CONFERENCE. **Soil Conservation America Society**, Ankeny, p.133-141, 1973.