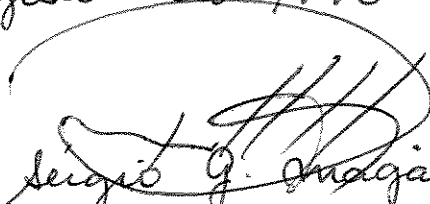


Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Altair Justino e aprovada pela Comissão julgadora em 21 de junho de 1990.

Campinas, 14 de Agosto de 1990


Paulo Sérgio G. Magalhães
Presidente da Banca

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ALGUNS
PARAMETROS OPERACIONAIS DE UM PROTOTIPO DE
MAQUINA DE PREPARO MINIMO DO SOLO

ALTAIR JUSTINO *A.J.*

Orientador: Prof. Dr. Paulo S. G. Magalhães *P.S.G.*

1990

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRICOLA
CAMPINAS - SAO PAULO
BRASIL

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ALGUNS
PARAMETROS OPERACIONAIS DE UM PROTOTIPO DE
MAQUINA DE PREPARO MINIMO DO SOLO

ALTAIR JUSTINO

Orientador: Prof. Dr. Paulo S. G. Magalhães

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia Agrícola da Universidade
Estadual de Campinas, como requisito
parcial para obtenção do título de
MESTRE em Engenharia Agrícola.

CAMPINAS - 1990

A minha esposa

Ana Inez

e a minha filha

Iara

OFEREÇO

Aos meus pais

Eusébio e Clarinda

e ao meu irmão

Nivaldo Justino (in Memoriam)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Paulo Sérgio Graziano Magalhães, pela orientação, apoio e amizade.

Ao professor Claudio Purissimo da UEPG, pelo inestimável auxílio, apoio e amizade.

Aos professores Claudio Bianor Sverzut e Luiz Antonio Daniel da FEAGRI e ao pesquisador Orlando de Melo Castro do IAC, pelas sugestões apresentadas e amizade.

Aos colegas Antonio Carlos Lino, Arsenio Sattler, Geraldo Ferreti, Heitor José Maretti, José Paulo Molin, Paulo Roberto Figueiredo e Pedro Henrique Weirich, pelo auxílio nas determinações de campo.

Aos funcionários Dércio, Francisco, Luiz Carlos, José Maria e Roberto, pelo esforço e dedicação na construção do protótipo.

A todos funcionários do Campo Experimental em especial ao Anésio Souza Nogueira, pelo esforço e dedicação demonstrados na condução dos experimentos.

Aos técnicos Célia Panzarim Gonçalves, Paulo J. R. Albuquerque e Dagoberto Favoretto Junior, pelo auxílio nas análises de laboratório.

Ao Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da UNICAMP, pelo empréstimo das máquinas agrícolas.

Ao coordenador da comissão de pós graduação da FEAGRI prof. Roberto Testezlaf e secretária Célia Teresa Bonatto Lessa, pelo apoio recebido.

A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da UEPG, pelo apoio recebido.

A funcionária Marcia Eurich Belinsky, pelos serviços prestados.

A Flávio Madaloso Vieira, pela correção gramatical do texto.

A minha esposa Ana Inez, pelos desenhos realizados.

Aos meus sogros Lavinia e Osmar e cunhados David, Francisco, Geraldo, Marcia, Moacir e Teresa, pelo auxílio, compreensão e estímulo.

A todos os colegas da pós graduação, pelo apoio e amizade.

A todos funcionários da FEAGRI, em especial a Maria Aparecida Padovani e Edgar Aparecido Lombardi, pelo auxílio e amizade.

Aos professores Gilvan Wosiak e Sandra Motti, pela correção do summary e ao professor Nestor Silva Moro, pela orientação no uso do programa super-calc4.

A bibliotecária Maria Etelvina Madalozzo Ramos, pela revisão no capítulo referências bibliográficas.

Ao fotógrafo Marilson de Paula, pelo auxílio no preparo do material utilizado na apresentação da presente dissertação.

Aos Departamentos de Água e Solo e de Pré-Processamento de Produtos Agropecuários da FEAGRI e de Engenharia de Transporte da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP pela colaboração nas análises de laboratório.

A Massey Ferguson pelo empréstimo do trator MF 292/4 Turbo.

A Sementes Semel Ltda, pela doação das sementes de soja; EMBRAPA, pela doação das sementes de milho e a CIBA GEIGY, na pessoa do engenheiro agrônomo Maurício Mattar pela doação do fungicida Tilt.

A CAPES, pela manutenção durante o curso.

A FAPESP, pelos recursos liberados para a construção do protótipo.

SUMARIO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMARIO.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE APENDICES.....	xiv
RESUMO.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISAO BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1 Preparo do solo.....	4
2.1.1 Preparo mínimo do solo.....	6
2.1.2 Preparo reduzido do solo.....	6
2.2 Condições de operação com arados escarificado- res.....	7
2.3 Cobertura do solo.....	11

2.4	Rugosidade superficial do solo.....	13
3	DESENVOLVIMENTO DO PROTOTIPO.....	17
3.1	Introdução.....	17
3.2	Partes componentes do protótipo.....	19
3.2.1	Rolo de corte.....	19
3.2.2	Chassi.....	19
3.2.3	Haste escarificadora.....	20
3.2.4	Rolo destorroador.....	20
3.3	Construção do protótipo.....	21
4	MATERIAL E METODOS.....	23
4.1	Local do experimento.....	23
4.2	Preparo do área experimental.....	23
4.3	Análise das propriedades físicas do solo.....	24
4.4	Propriedades mecânicas do solo.....	26
4.4.1	Resistência à penetração do solo.....	26
4.4.2	Angulo de atrito interno do solo e coesão.....	26
4.5	Delineamento experimental.....	27
4.5.1	Tratamentos.....	27
4.5.2	Delineamento estatístico.....	27
4.5.3	Análise Estatística.....	28
4.6	Preparo do solo.....	30
4.7	Velocidade de deslocamento no preparo do solo..	30
4.8	Cultura teste.....	30
4.8.1	Semeadura.....	32
4.8.2	Adubação.....	33
4.8.3	Tratamento fitossanitário.....	34
4.9	Parâmetros avaliados.....	34
4.9.1	Cobertura do solo.....	34

4.9.2	Rugosidade superficial do solo.....	36
4.9.3	Controle de plantas daninhas.....	37
4.9.4	Rendimento de grãos.....	37
4.10	Temperatura e umidade do ar, precipitação e insolação.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSAO.....	39
5.1	Cobertura do solo.....	39
5.2	Rugosidade superficial do solo.....	43
5.3	Controle de plantas daninhas.....	47
5.4	Semeadura.....	49
5.5	Rendimento de grãos.....	50
6	CONCLUSOES.....	53
7	RECOMENDAÇÕES.....	55
8	SUMMARY.....	57
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
	APENDICE.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA	PAGINA
1 - Cobertura do solo com resíduos antes e após o preparo do solo e proporção de cobertura mantida na superfície para o ensaio A (milho).....	40
2 - Cobertura do solo com resíduos antes e após o preparo do solo e proporção de cobertura mantida na superfície para o ensaio B (soja).....	40
3 - Quantidade de resíduos em quilo de matéria seca por hectare antes e após o preparo do solo no ensaio A (milho).....	42
4 - Quantidade de resíduos em quilo de matéria seca por hectare antes e após o preparo do solo no ensaio B (soja).....	42
5 - Rugosidade superficial do solo antes e após o preparo e seu aumento relativo para o ensaio A (milho)	44

6	- Rugosidade superficial do solo antes e após o preparo e seu aumento relativo para o ensaio (soja)...	44
7	- População de plantas daninhas das espécies monocotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio A (milho).....	47
8	População de plantas daninhas das espécies dicotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio A (milho).....	47
9	- População de plantas daninhas das espécies monocotiledôneas e antes e após o preparo do solo para o ensaio B (soja).....	48
10	- População de plantas daninhas das espécies dicotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio B (soja).....	48
11	- Rendimento de grãos da cultura de trigo para os ensaios A (milho) e B (soja).....	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1 - Desenho em perspectiva do protótipo.....	22
2 - Aspecto da área experimental com resíduos cultu- rais de milho antes do preparo do solo.....	25
3 - Aspecto da área experimental com resíduos cultu- rais de soja antes do preparo do solo.....	25
4 - Croqui da área experimental com sorteio dos trata- mentos para os ensaios A (milho) e B (soja).....	29
5 - Aspecto da área experimental com resíduos cultu- rais de milho após o preparo do solo e perfilôme- tro utilizado na avaliação de rugosidade superfi- cial do solo.....	31
6 - Aspecto da área experimental com resíduos cultu- rais de soja após o preparo do solo.....	31
7 - Demonstrativo do aumento relativo no índice de ru- gosidade superficial do solo para os ensaios A (milho) e B (soja).....	46

8 - Demonstrativo do rendimento de grãos de trigo para os ensaios A (milho) e B (soja).....	52
--	----

LISTA DE APENDICES

APENDICE

- 1 - Partes componentes do chassi e relação do material utilizado com as respectivas dimensões.
- 2 - Partes componentes do rolo de corte e relação do material utilizado com as respectivas dimensões.
- 3 - Partes componentes do rolo destorroador e relação do material utilizado com as respectivas dimensões.
- 4 - Especificações técnicas da versão final do protótipo de máquina de preparo mínimo do solo.
- 5 - Resultados médios das análises mineralógicas e físicas de amostras coletadas antes do preparo do solo.
- 6 - Propriedades mecânicas do solo e teores de umidade no momento de suas determinações.
- 7 - Características químicas das amostras de solo da área experimental.
- 8 - Velocidade média de deslocamento durante a operação de preparo do solo para os ensaios A e B.

- 9 - Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de julho de 1989.
- 10 - Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de agosto de 1989.
- 11 - Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de setembro de 1989.
- 12 - Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de outubro de 1989.
- 13 - Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de novembro de 1989.
- 14 - Análise de variância dos dados da tabela 1 - Cobertura do solo com resíduos antes do preparo para o ensaio A (milho).
- 15 - Análise de variância dos dados da tabela 1 - Proporção de cobertura mantida no solo após o preparo para o ensaio A (milho).
- 16 - Análise de variância dos dados da tabela 2 - Cobertura do solo com resíduos antes do preparo para o ensaio B (soja).
- 17 - Análise de variância dos dados da tabela 2 - Proporção de cobertura mantida no solo após o preparo para o ensaio B (soja).

- 18 - Análise de variância dos dados da tabela 3 - Quantidade de resíduos antes do preparo do solo para o ensaio A (milho).
- 19 - Análise de variância dos dados da tabela 4 - Quantidade de resíduos antes do preparo do solo para o ensaio B.
- 20 - Análise de variância dos dados da tabela 5 - Rugosidade superficial do solo antes do preparo para o ensaio A (milho).
- 21 - Análise de variância dos dados da tabela 6 - Rugosidade superficial do solo antes do preparo para o ensaio B (soja).
- 22 - Análise de variância dos dados da tabela 5 - Aumento relativo na rugosidade superficial após o preparo do solo para o ensaio A.
- 23 - Análise de variância dos dados da tabela 6 - Aumento relativo na rugosidade superficial após o preparo do solo para o ensaio B.
- 24 - Análise de variância dos dados da tabela 11 - ^F Rendimento de grãos de trigo para o ensaio A.
- 25 - Análise de variância dos dados da tabela 11 - Rendimento de grãos de trigo para o ensaio B.
- 26 - Dados calculados de percentual de cobertura do solo para os ensaios A e B.
- 27 - Dados calculados de quantidade de cobertura do solo em kg/ha de matéria seca para os ensaios A e B.
- 28 - Dados calculados de índice de rugosidade superficial do solo para os ensaios A e B.
- 29 - Dados calculados de rendimento de grãos em kg/ha para os ensaios A e B.

RESUMO

O uso intensivo de máquinas e implementos no preparo do solo tem provocado a desagregação das camadas superficiais e a compactação subsuperficial facilitando a ação dos agentes erosivos do solo. Visando reduzir tais problemas foi desenvolvido um protótipo de máquina de preparo mínimo do solo e avaliado seu desempenho através de dois ensaios de campo em Latossolo Roxo, sendo o ensaio A instalado em área com resíduos culturais de milho e o ensaio B em área com resíduos culturais de soja. O protótipo é composto de um rolo de corte para cortar os resíduos culturais, um conjunto de cinco hastes escarificadoras para mobilizar o solo visando aumentar sua capacidade de infiltração de água e incorporar parcialmente os resíduos culturais, e um rolo destorreador para reduzir o tamanho dos torrões e as irregularidades da superfície do solo deixando condições favoráveis para a semeadura. O solo foi preparado para a semeadura de trigo com uma única passagem do protótipo, onde foram adotadas duas profundidades e duas relações de transmissão entre o

rolo de corte e o rolo destorroador, num total de quatro tratamentos com três repetições. Foram efetuadas observações sobre a cobertura do solo, rugosidade superficial do solo e controle de plantas daninhas após o preparo do solo e o rendimento de grãos de trigo. Os resultados obtidos permitiram verificar maiores proporções de cobertura mantida na superfície do solo preparado na menor profundidade para os dois ensaios. O aumento relativo na rugosidade superficial foi similar para o ensaio A e significativamente superior na maior profundidade no ensaio B. Os tratamentos com a menor profundidade de trabalho apresentaram eficiência de controle de plantas daninhas de 27% a 58% para o ensaio A e de 33% a 44% para o ensaio B; no ensaio A observou-se uma eficiência de controle de 80% a 88% na maior profundidade. O rendimento de grãos apresentou comportamento similar nos dois ensaios, obtendo-se valores dentro e acima da produtividade média indicada para o cultivar. O preparo do solo realizado com uma passagem do protótipo mostrou ser suficiente para subsequente operação de semeadura, proporcionando condições de superfície do solo favoráveis para germinação, emergência e desenvolvimento da cultura teste e possibilitam obter benefícios em termos de proteção do solo contra os agentes erosivos.

1 INTRODUÇÃO

Com as alterações dos ecossistemas naturais pela eliminação de florestas e campos nativos, dá início ao desequilíbrio ambiental e com o uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas no preparo do solo, tem aumentado o processo erosivo do solo promovendo uma progressiva degradação da sua capacidade produtiva.

Nos Estados Unidos no início da década de 80 a erosão carregava 2 bilhões de toneladas de solo por ano e isso representava 10 bilhões de dólares, em termos de fertilizantes perdidos. No Brasil cerca de 500 milhões de toneladas de solos são erodidos por ano.

Para inverter esse quadro, novos sistemas de preparo do solo foram desenvolvidos, visando além de controlar as plantas daninhas e obter condições favoráveis para colocação de sementes e órgãos vegetativos, também reduzir as perdas de água e

solo através da manutenção de resíduos culturais na superfície e do aumento da rugosidade e porosidade do solo, com um mínimo de operações.

Essa tendência ficou evidenciada na 21ª Conferência Internacional de Mecanização Agrária, realizada em Zaragoza, Espanha, em 1989, onde entre as conclusões obtidas, destacam-se:

1- " As técnicas de preparação do solo, em sua contínua evolução, orientam-se pela progressiva redução de sua profundidade de trabalho, pelo número de operações mediante o uso de implementos combinados e por um controle de plantas daninhas que produza o mínimo de impacto ambiental";

2- "Através de sistemas de cultivo reduzido consegue-se maior controle da erosão por água e vento, aumento da capacidade de infiltração da água da chuva, assim como uma economia de tempo e energia" ABRAME (1989).

No Brasil, os chamados sistemas de preparo reduzido e preparo mínimo tem se caracterizado pela aplicação de técnicas onde são empregadas principalmente máquinas e implementos como o arado escarificador, subsolador, grade aradora, grade niveladora, grade de dentes e rolo destorroador, porém na grande maioria dos casos são, necessárias mais de uma operação para deixar o solo em condições para a semeadura.

Portanto, torna-se necessário, o desenvolvimento de novas máquinas e técnicas que além proporcionar benefícios em termos de reduzir as perdas de água e solo por erosão, possam preparar efetivamente o solo em uma única operação com maior economia de tempo e energia.

O presente trabalho tem por objetivos:

- 1- Desenvolver um protótipo que realize em uma única passagem as operações: corte dos resíduos culturais; escarificação do solo e incorporação parcial dos resíduos; e redução do tamanho dos torrões e irregularidades da superfície do solo.
- 2- Avaliar seu desempenho através de ensaios de campo, quando submetido a diferentes condições de regulagens, onde após o preparo do solo, serão verificados o percentual de cobertura mantida de dois tipos distintos de resíduos culturais, o aumento da rugosidade superficial do solo, a eficácia de controle de plantas daninhas e o rendimento de grãos de uma cultura teste.

2 REVISAO BIBLIOGRAFICA

2.1 Preparo do solo

Para ORTIZ-CANÁVATE (1980) "preparo do solo é o conjunto de operações realizadas com equipamentos mecânicos, destinados a conseguir um melhor desenvolvimento das sementes e das plantas cultivadas".

De acordo com ALVARENGA et al. (1987) "o preparo do solo consiste no conjunto de operações que antecedem ao plantio e tem por objetivo principal alterar algumas de suas propriedades físicas, deixando-o em condições de receber a semente e favorecer o crescimento inicial das plantas. Para cultura, o preparo do solo deverá fornecer as condições necessárias, até uma certa profundidade, ao bom arejamento e umidade, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, levando a uma produção máxima de grãos dentro das possibilidades de clima e nutrição da planta".

Para MAZUCHOWSKI, DERPSCH (1984) os objetivos e o modo de preparo do solo serão definidos de acordo com o grau de infestação de plantas daninhas, resíduos vegetais na superfície, culturas a plantar, umidade do solo, existência de camadas compactadas, riscos de erosão e máquinas de plantio disponíveis. Já para GILL, VANDEN BERG (1968) os objetivos mais comuns do preparo do solo são soltar, desagregar e mudar as condições do solo, controlar plantas daninhas, incorporar insumos e agilizar o processo de secagem ou aliviar as tensões internas do solo.

CASTRO (1989) comenta que "técnicas de preparo do solo desenvolvidas na Europa, sob clima temperado ou frio, em topografia pouco acidentada e chuvas caracterizadas por uma energia cinética baixa, foram introduzidas sem modificações nos trópicos. Estas técnicas, que consistem no enterrio de resíduos vegetais, deixando a superfície do solo nu por muitos meses (pousio no inverno com solo já preparado), mostraram, sob condições de altas temperaturas e chuvas intensas com alta energia cinética e relevo ondulado, efeitos desastrosos em termos de perdas de solo por erosão".

Segundo MANTOVANI (1987a) as causas mais comuns da má estrutura do solo incluem a drenagem inadequada, o preparo excessivo do solo, sistemas intensivo de exploração de cultura, operações impróprias no campo e os tipos de implementos agrícolas.

DALLMEYER et al. (1989) afirmam que "o sistema de preparo com discos favorece a ocorrência de erosão, agravada pela degradação física dos solos, com o surgimento de crostas superficiais e adensamento subsuperficiais. O número excessivo de

operações de preparo, sempre à mesma profundidade, em solos com elevados teores de umidade fica exposto a esta degradação".

MONDARDO (1978) classifica em quatro as técnicas de preparo do solo utilizadas no Brasil quanto ao manejo dos restos vegetais, a saber:

super preparo - restos vegetais são queimados;

preparo convencional - incorporação dos restos vegetais;

preparo reduzido - restos vegetais semi incorporado;

sem preparo - restos vegetais permanecem na superfície do solo.

2.1.1 Preparo mínimo do solo

Preparo mínimo, segundo ORTIZ-CANAVATE (1980) "é a realização simultânea de um conjunto de preparos, que normalmente se realizam separados, orientados a conseguir o preparo do terreno e a semeadura com o mínimo indispensável de movimento do terreno para o crescimento adequado das plantas".

Já HAYES (1982) define preparo mínimo como "um sistema que produz meio conveniente para o desenvolvimento de uma cultura, deixando uma cobertura protetora de resíduos na superfície do solo, durante o ano todo."

A American Society of Agricultural Engineers - ASAE (1989) define preparo mínimo como "a mínima manipulação do solo necessária para produção de uma cultura ou para atender as necessidades de um determinado tipo de solo".

2.1.2 Preparo reduzido do solo

A ASAE (1989) define como preparo reduzido "um sistema qualquer que consiste em menor ou menos energia em operações intensivas, comparadas com o preparo convencional".

Para MIRANDA (1986) "o preparo reduzido apresenta vantagens sobre o sistema convencional, por possibilitar uma menor inversão do solo, menor incorporação de resíduos, ocasionando as reduções do custo do preparo e nas perdas de solo e água".

FONTANA et al. (1986) relatam que "preparo reduzido, para ser eficiente, deve diminuir as perdas de solo e água através da manutenção dos resíduos das culturas na superfície do solo, a qual deve ser rugosa e porosa".

2.2 Condições de operação de arados escarificadores

"Escarificar significa romper o solo da camada arável, até o máximo de 25 a 30 cm, utilizando implementos chamados escarificadores", usados para o preparo primário do solo MAZUCHOWSKI, DERPSCH (1984).

"O arado escarificador tem a finalidade de quebrar a estrutura do solo a uma profundidade de 20 a 25 cm sem inversão da leiva, deixando o solo com bastante rugosidade e com uma apreciável quantidade de cobertura morta. Com isto, apresenta uma excelente capacidade de infiltração de água no solo" MANTOVANI (1987b).

MARTUCCI (1985) classifica os escarificadores quanto a profundidade de trabalho como: superficial de 5 a 15 cm, pesado de 15 a 30 cm e subsolador de 30 a 50 cm.

Conforme indicações de ORTIZ-CANAVATE (1980) a escarificação pode ser realizada por arados cinzél, que são mais rápidos que os subsoladores e trabalham à profundidades análogas dos arados de aivéas, revolvendo sem inverter o solo.

A ASAE (1989) define cinzelagem como "o preparo realizado através de uma ferramenta estreita, até a profundidade de 350 mm".

MAZUCHOWSKI, DERPSCH (1984) recomendam o uso de um destorroador e nivelador acoplado ao escarificador para reduzir o número de operações no preparo do solo.

Dentre as características do arado escarificador que atendam os objetivos da operação de preparo do solo com esse implemento, destacam-se os estudos realizados por PAYNE, TANNER (1959) em condições de campo e laboratório, com ponteiros retangulares, ângulo de ataque de 20° a 160° e razão entre profundidade e largura de 1,5:1 a 6:1. Concluem que:

- a eficiência das ponteiros medidas em termos de força por unidade de largura de solo mobilizado praticamente não variou com as proporções da ponteira, mas foi extremamente significativa ao ângulo de ataque, sendo em uma inclinação de 160° aproximadamente 8 vezes superior que a inclinação de 20° .
- a força de tração não sofreu alterações significativas para inclinação entre 20° e 50° , mas, além disso, o aumento foi muito rápido, sendo que ponteiros com 160° proporcionaram força de tração no mínimo 5 vezes maiores do que a correspondente ponteira com inclinação de 20° .
- com ponteiros inclinados em menos de 45° , o solo na condição de uma força componente, auxilia a penetração da ponteira, mas, com ângulos maiores, este opõe-se à penetração.

Kawamura¹ citado por GILL, VANDEN BERG (1968), mediu a força de tração de uma ferramenta inclinada operando em várias profundidades e com diferentes ângulos de ataque. Os resultados medidos mostraram que a força de tração mínima ocorreu em ângu-

los de ataque em torno de 25° para as profundidades superficiais e para operações mais profundas a força de tração mínima foi observada em ângulos de ataque em torno de 15° .

Resultados semelhantes foram obtidos por Soehne² citado por GILL, VANDEN BERG (1968), que analisou a ação de uma ferramenta simplificada e, através de cálculos, definiu uma curva que relaciona o ângulo de ataque com a resistência do solo. O ponto mínimo de resistência do solo foi atingido com um ângulo de ataque ao redor de 15° para as profundidades de 15 e 20 cm. Já para os valores medidos, a mínima resistência do solo, foi observada nas ferramentas com ângulo de ataque entre 15° e 20° para 20 cm.

SPOOR, GODWIN (1978) trabalhando em solos argilosos com densidade de $1,2 \text{ t/m}^3$, nas profundidades de 30 e 50 cm e utilizando ferramentas rígidas de formato diferentes, mas com as mesmas largura e ângulo de ataque da ponteira, 7,5 cm e 22° , respectivamente, observaram que na profundidade mais superficial (30 cm) o padrão de mobilização foi similar para todos os tipos de ferramentas, mas notaram diferenças na profundidade maior (50 cm). Observaram ainda que todas as ferramentas apresentaram a mesma profundidade crítica (profundidade máxima de

¹ KAWAMURA, N. Study of the plow shape (3) Study on soil cutting and pulverization (1). *Soc. Agr. Mach. Jour.* (Japan) 14 (3): 65-71, illus. 1952.

² SOEHNE, W. *Some principles of soil mechanics as applied to agricultural engineering*. Grundlagen der Landtechnik 7: 11-27, illus. (Natl. Inst. Agr. Engin. Translation 53.) 1956.

trabalho para cada tipo de haste, a partir da qual poderá ocorrer mais compactação e menos mobilização), e quando trabalharam abaixo desta, o padrão de ruptura próximo a superfície do solo ficava dependendo apenas da haste da ferramenta e não mais da ponteira. Outro teste, realizado em caixa de solo com lateral de vidro, mostrou que em subsolador com ponteira com ângulo de ataque de 25° , o solo movia-se para cima e com pouca compactação, mas quando o ângulo de ataque foi aumentado para 70° , ocorreram compactações severas.

NICHOLS, REAVES (1958) estudando a reação de diversos tipos de solo a equipamentos de subsolagem em condições de campo e laboratório, demonstraram que a haste que exigiu o menor esforço de tração foi a de formato parabólico, quando operada às profundidades entre 0,24 e 0,38 m.

SPOOR, GODWIN (1978) recomendam que o espaçamento entre hastes deve ser de 1 a 1,5 vezes maior que a profundidade de trabalho para subsoladores convencionais e que a largura da ponteira deve ser de 5 a 7 vezes menor que a profundidade crítica para uma mobilização completa do solo.

MAZUCHOWSKI, DERPSCH (1984) indicam que o espaçamento máximo entre hastes do escarificador deve ser entre 20 e 25 cm, para obter um bom controle de plantas daninhas e que espaçamentos maiores diminuem a eficiência do controle.

SILVEIRA (1988) cita como limitação do arado escarificador a menor eficiência no controle de plantas daninhas em comparação com arado e grade média devido a menor movimentação de solo.

FONTANA et al. (1986) observaram que os implementos de hastes (subsolador, escarificador e escarificador com complementos), apresentam controle de plantas daninhas semelhantes.

2.3 Cobertura do solo

Pesquisas tem demonstrado que um certo grau de mobilização do solo e a proteção com resíduos culturais são essenciais para obtenção e manutenção de boas produtividades das principais culturas.

Segundo LINDSTROM et al. (1984) "a cobertura do solo com resíduos tem a capacidade de dissipar a energia da chuva, mas em situações onde o horizonte superficial do solo torna-se relativamente impermeável para água, a enxurrada ainda pode ocorrer".

HARTWIG, LAFLEN (1978) comentam que "a percentagem de cobertura da superfície do solo com resíduos culturais é um importante fator na prevenção da erosão do solo. Devido a variabilidade na distribuição do resíduo, a estimativa de uma média de resíduos culturais para uma área, requer várias medições".

LOPES et al. (1987), analisaram a eficácia relativa de diversas quantidades de resíduos culturais de milho, trigo e soja espalhados uniformemente sobre o solo Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto distrófico petroférico com 7,5% de declividade na redução da erosão hídrica. Os resultados revelaram que, para uma mesma quantidade de massa, os resíduos culturais de trigo apresentaram um percentual de cobertura e de redução das perdas de solo superiores ao milho que, por sua vez, foi superior à soja, porém, todos foram eficazes no controle da erosão hídrica; dosagens de 3000 kg/ha de resíduos culturais foram sufi-

cientes para cobrir a superfície do solo em até 50%; o aumento da porcentagem de cobertura, diminuiu acentuadamente as perdas absolutas de solo por erosão nos três tipos de resíduos culturais principalmente nos níveis com até 40% de cobertura. Concluem que na cobertura do solo com resíduos culturais mostrou-se uma prática simples e eficaz no controle da erosão hídrica.

LOMBARDI NETO et al. (1988) em experimento conduzido em Latossolo Roxo distrófico com 13% de declividade, estudaram o efeito da quantidade de resíduo cultural de milho nas perdas de solo e água. Obtiveram que a cobertura de 2000 kg/ha reduziu em 50% as perdas de solo e em 40% as perdas de água em relação ao tratamento sem cobertura enquanto a cobertura com 8000 kg/ha reduziu em 90% as perdas de solo e 80% as perdas de água. Concluíram que a presença de resíduos culturais de milho sobre a superfície do solo reduziram acentuadamente as perdas de solo e água, existindo maior controle sobre as perdas de solo.

Segundo HAYES (1982), o percentual de resíduos mantidos na superfície do solo após o preparo, foi de 0-5% para arado de aivéas, operando a 18 cm de profundidade; 75% para arado cinzel com ponta de 2 polegadas, também operando a 18 cm de profundidade e de 50 a 60% para grades de discos, com todas as operações realizadas à velocidade de 6,4 km/h.

MIRANDA (1986) estudou diferentes condições de preparo reduzido, empregando diversos tipos de implementos e concluiu que os percentuais de cobertura foram semelhantes para os implementos de hastes (subsolador, escarificador e escarificador com complementos). A grade de dentes quando usado após os implementos de hastes, aumentou o percentual de cobertura e, nas mesmas condições a grade de discos diminuiu a cobertura.

LAFLEN et al. (1981) compararam três métodos de determinação da porcentagem de cobertura do solo com dez tipos de resíduos culturais em dez campos com preparo conservacionista. Os métodos comparados foram:

- método fotográfico;
- método da régua e
- método da linha transversal (trena).

Os resultados indicaram que o método da linha transversal é o mais adequado e preciso para o uso no campo e os autores recomendam cuidados nos treinamentos de técnicos, para que a cobertura do solo não seja superestimada.

RICHARDS et al. (1984) avaliaram a variação da cobertura do solo pelo método da linha transversal e concluíram que, para se obter resultados confiáveis, é mais importante ter múltiplas medidas do que múltiplos observadores.

SLONEKER, MOLDENHAUER (1977) mediram a quantidade de resíduos culturais resultantes após o preparo utilizando o método da trena. Os resíduos culturais de milho, após o preparo primário, no outono, apresentaram 84% de cobertura no tratamento sem preparo; 57% para grade de discos; 40% para arado cinzel com ponteira curva; 42% para arado cinzel com ponteira reta e 4% para arado de aivéas.

2.4 Rugosidade superficial do solo

LOPES et al. (1987) apresentam a rugosidade superficial do solo com um importante fator a ser considerado na redução da erosão e sugerem sua determinação para melhor descrever as condições físicas de superfície, induzidas pelos métodos de preparo do solo.

ALLMARAS et al. (1966) afirmam que "a rugosidade da superfície do solo preparado influencia a quantidade de água que pode ficar retida nas depressões durante uma chuva intensa". Segundo eles a análise das condições do solo para uma cultura e o manejo do solo e da água pode ser dividida em duas zonas: (1) zona entre linhas, onde o manejo da água é a maior preocupação e (2) zona da linha, onde a condição do solo, favorável para germinação e crescimento inicial são de suma importância. Dois parâmetros de condição do solo são importantes no manejo da água do solo na zona entre fileiras: "a porosidade da camada de solo preparado e a rugosidade da superfície do solo".

Ainda segundo ALLMARAS et al. (1966) a rugosidade aleatória são ocorrências ao acaso de picos e depressões, sendo impossível distinguir a direção em que a operação de preparo do solo foi realizada. Os autores citados propõem uma fórmula para estimar o índice de rugosidade aleatória, utilizando valores das elevações da superfície do solo, medidas através de um perfilômetro. O índice de rugosidade é definido como sendo o desvio padrão entre as elevações. Antes do desvio padrão ser calculado, os valores das elevações são expressos de forma logarítmica. A fórmula proposta é a seguinte:

$$\sigma_y = \sigma_x \cdot h$$

onde: σ_y é o erro padrão das elevações (mm);

σ_x é o erro padrão entre os logaritmos (mm) e

h é a média das elevações (mm)

LINDSTROM, ONSTAD (1984) em ensaios com três sistemas de preparo do solo, obtiveram valores baixos de rugosidade superficial, sendo 1,02 cm no preparo convencional, 0,93 cm no preparo reduzido e 0,87 cm no sem preparo. Resultados semelhantes foram obtidos por LINDSTROM et al. (1985) com diferenças relativamente pequenas entre os três sistemas de preparo, sendo que o preparo reduzido apresentou a maior rugosidade superficial e o sem preparo a menor.

MIRANDA (1986) analisou a rugosidade superficial em solos Podzólicos Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro distrófico submetidos a diferentes condições de preparo reduzido. Os resultados mostraram que no Podzólico o subsolador, escarificador e escarificador com complementos, aumentaram a rugosidade superficial em 2,1, 2,4 e 1,2 vezes respectivamente; no Latossolo os valores foram 2,4, 1,9 e 1,3 vezes. Já a grade de discos e a grade de dentes, como preparo secundário, reduziram a rugosidade deixada pelo subsolador e escarificador, sendo a maior após o escarificador (1,9 vezes) e a menor após o subsolador (1,4 vezes).

DALLMEYER et al. (1989) avaliaram o efeito de doze diferentes tipos de preparo em Latossolo Roxo álico sobre sua rugosidade superficial, verificando que o aumento na intensidade de manipulação do solo induz à correspondente redução na rugosidade. Concluíram que:

- "o índice de rugosidade, conforme proposto originalmente por ALLMARAS et al. (1966), pode ser aplicado para os estudos das relações máquina-solo";
- "os maiores índices de rugosidade ocorreram nos tratamentos com grade pesada e escarificadores, seguidos de arados discos.

Os menores índices ocorreram nos tratamentos com o uso mais intensivo de discos (gradagem pesada e duas gradagens leves)";

- "diferentes ferramentas de manipulação do solo podem trazer efeito similar na rugosidade superficial (subsolador com destorroador, isto é, dentes; grades discos; enxada rotativa e lâminas). Aplicando este conhecimento à seleção de implementos pode-se obter vantagens econômicas e de conservação do solo e da água".

3 DESENVOLVIMENTO DO PROTOTIPO

3.1 Introdução

No preparo do solo com implementos de discos, os resíduos culturais são facilmente cortados e quase que totalmente incorporados; a desagregação do solo é mais intensa, sendo comum o aparecimento de crostas superficiais e camadas compactadas na região de 15 a 25 cm de profundidade, o que facilita as perdas de água e solo por erosão, CASTRO (1985).

Já com o uso de implementos escarificadores, o solo é menos mobilizado e os resíduos culturais são parcialmente incorporados, porém, apresentam problemas de embuchamento nas hastes, principalmente quando o preparo é realizado após culturas, como o milho (*Zea mays* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.), que produzem grande quantidade de massa vegetal, sendo necessário picar o material antes da operação MAZUCHOWSKI, DERPSCH (1984).

O sistema sem preparo confere ao solo maior proteção contra a erosão, pois há mobilização do solo apenas na linha de semeadura e os resíduos culturais são mantidos na superfície CASTRO (1989). O sistema tem demonstrado que, com o passar dos anos, há a tendência ao adensamento do solo, nos primeiros 15 cm de profundidade, sendo que este aspecto concorre para diminuição da infiltração de água VIEIRA (1981).

Com o intuito de eliminar ou reduzir alguns desses problemas e aproveitar os pontos favoráveis dos implementos e sistema estudados, foi elaborado o projeto do protótipo, visando cortar os resíduos culturais, escarificar do solo, reduzir o tamanho dos torrões e irregularidades da superfície do solo e minimizar o número de operações. O tipo de trabalho e condições pretendidas e os conceitos apresentados nas literaturas especializadas definiram o protótipo como sendo de uma máquina de preparo mínimo do solo.

Algumas características e regulagens desejáveis para o protótipo, como por exemplo tipo de haste escarificadora, ângulo de ataque das ponteiros etc., foram obtidas através da revisão bibliográfica, visando, entre outras, obter uma máquina leve, que exija menor esforço de tração, eficiente e com alta capacidade de trabalho.

O protótipo é formado pelo conjunto: rolo de corte, chassi, hastes escarificadoras e rolo destorreador, descritos a seguir.

3.2 Partes componentes do protótipo

3.2.1 Rolo de corte

Colocado à frente com o objetivo de cortar os resíduos culturais existentes na superfície do solo, evitando o embuchamento das hastes escarificadoras.

É formado de três módulos, onde estão dispostas, transversalmente, dezoito barras de aço "cantoneira de abas iguais", (seis em cada módulo), fixadas alternadamente a cada 20°, em quatro rodas de aço, sendo um dos lados da cantoneira colocado 0,05 m acima das rodas e afiado na extremidade. As barras de aço são envolvidas por oito aros planos e lisos, com 0,05 m de largura, espaçados em 0,24 m e afiados na borda superior.

A parte central das rodas de aço é atravessada por um eixo, sustentado por mancais de rolamentos, onde em sua extremidade esquerda está fixada uma engrenagem de trinta e três dentes, que transmite rotação ao rolo destorroador.

3.2.2 Chassi

Constituído por um quadro porta-ferramentas com três barras transversais, sendo a frontal acoplada ao sistema de engate de três pontos do trator e nas demais, estão dispostas as hastes escarificadoras.

O quadro porta ferramentas é sustentado por quatro barras verticais (duas de cada lado), com furos que regulam a profundidade de trabalho, e em suas extremidades inferiores estão fixadas nas barras longitudinais que ligam o rolo de corte ao rolo destorroador articuladas no terço posterior.

3.2.3 Hastes escarificadoras

Localizadas na parte central do conjunto com o objetivo de mobilizar o solo sem invertê-lo.

O tipo de haste selecionada é semi-rígida, fabricada pela Marchesan Implementos e Máquinas Agrícolas "TATU" S.A. que, de acordo com indicações de SILVEIRA (1988), apresenta, de uma forma geral, melhores resultados quando comparada com as dos tipo rígidas e de mola. Seu formato é parabólico, visando reduzir o esforço de tração, segundo estudos de NICHOLS, REAVES (1958).

A distribuição das hastes no quadro porta ferramentas ficou da seguinte forma: três na barra anterior e duas na barra posterior, espaçadas em 0,37 m entre si.

Na extremidade inferior, estão presas ponteiras intercambiáveis, com largura de 0,07 m e ângulo de ataque de 25°.

3.2.4 Rolo destorroador

Localizado atrás das hastes com o objetivo de reduzir o tamanho dos torrões e as irregularidades da superfície do solo.

Formado também por três módulos, onde estão dispostas transversalmente vinte e uma barras de aço "cantoneira de abas iguais" (sete em cada módulo), fixadas alternadamente a cada 17° e 8' em quatro rodas de aço.

A parte central das rodas de aço é atravessada por um eixo, sustentado por mancais de rolamentos, em cuja extremidade esquerda é fixada uma engrenagem de vinte e um ou dezessete dentes que, por meio de corrente de rolos, recebe transmissão da engrenagem do rolo de corte.

A maior rotação conferida ao rolo destorroador, visa aumentar sua ação no solo, sendo estabelecido no presente estudo, as relações de transmissão 1:1,57 e 1:1,94.

A Figura 1 mostra em perspectiva o desenho do protótipo. A relação de material utilizado com as respectivas dimensões e especificações técnicas encontram-se nos Apêndices de 1 a 4.

3.3 Construção do protótipo

Efetuada no laboratório de protótipos do Departamento de Máquinas Agrícolas da Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI da Universidade Estadual de Campinas -UNICAMP

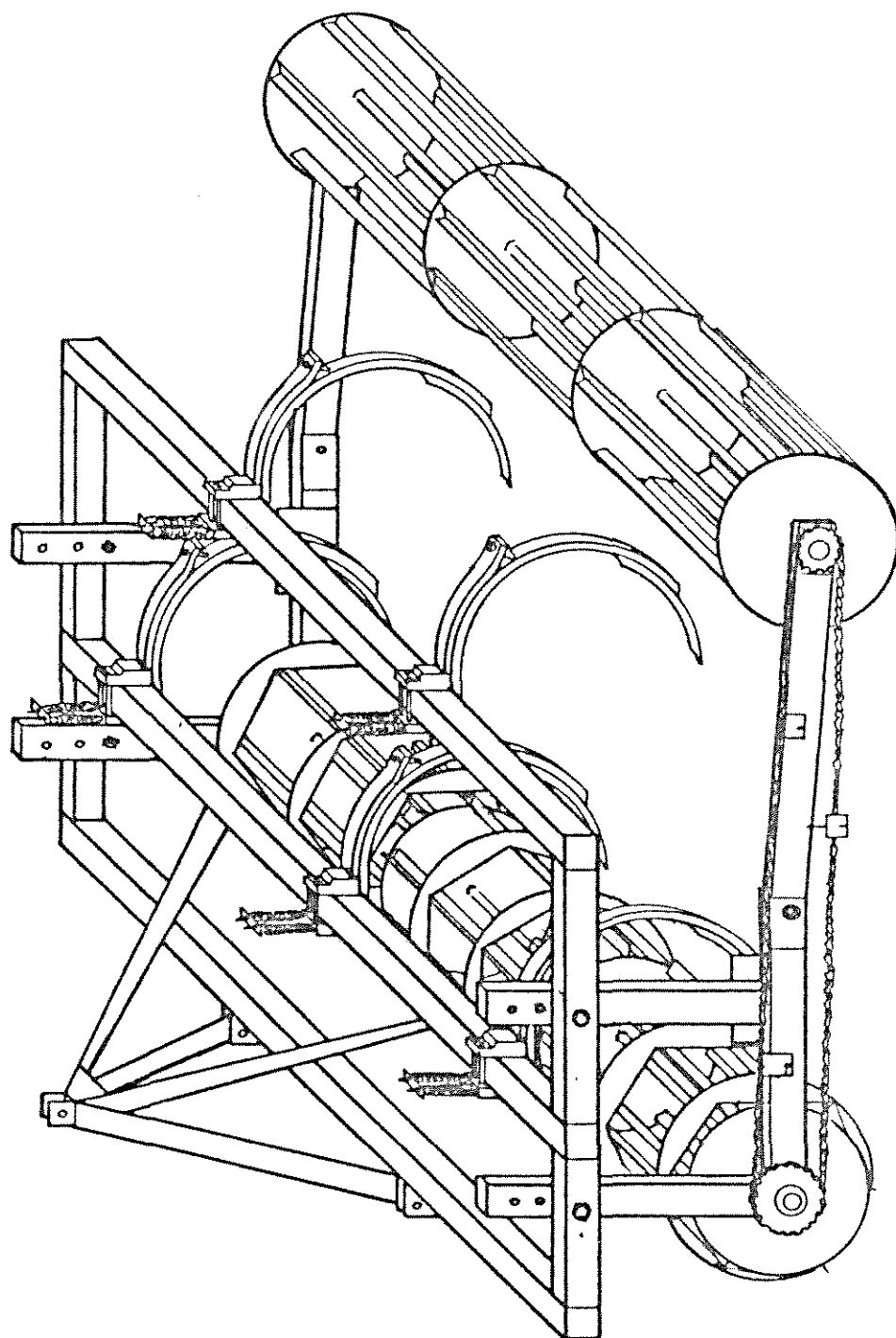


FIGURA 1 - Desenho em perspectiva do protótipo.

4 MATERIAL E METODOS

4.1 Local do experimento

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da FEAGRI-UNICAMP em Campinas, Estado de São Paulo. O clima da região, segundo a classificação de Koeppen é uma transição entre Cwa e Cwf, isto é, subtropical de altitude, seco no inverno, chuvoso e quente no verão, com precipitação anual em torno de 1370 mm e temperatura média anual de 20,6 °C.

O experimento foi instalado em área com 663 m de altitude, declividade de 8% e solo classificado como Latossolo Roxo, BRASIL (1960).

4.2 Preparo da área experimental

Para obter cobertura com resíduos culturais na área experimental, foi implantado através do sistema convencional de preparo do solo (uma aração + duas gradagens niveladoras), duas culturas em área de 0,5 hectare cada uma. O milho (*Zea mays* L.)

cultivar BR 126 foi semeado em 27-01-89 com espaçamento de 0,92 m entre fileiras, procurando atingir densidade de cinco plantas por metro linear. A soja (*Glycine max* L. Merrill) cultivar IAC Foscarin 31 foi semeada em 01-02-89 com espaçamento de 0,50 m entre fileiras, visando obter a densidade de vinte plantas por metro linear.

A colheita da soja foi feita em 14-06-89 com colhedora autopropelida de grãos da marca Lavrale, modelo 300, sem picador de palhas. Para o milho foi utilizada a colhedora rebocada da marca Penha, modelo CLM 350, com uma linha de colheita, realizada em 19-06-89.

Logo após a colheita das culturas, foi realizada com o protótipo uma sequência de três testes exploratórios, visando adequá-lo às condições da área experimental e detectar suas deficiências. A medida que os problemas se apresentavam as modificações eram realizadas e a versão final apresentada na Figura 1. As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, a vista da área experimental com resíduos de milho e soja.

4.3 Análise das propriedades físicas do solo

Foram retiradas seis amostras casualizadas, nas profundidades de 0 a 0,15 m e 0,15 a 0,30 m, para determinação das propriedades físicas do solo, conforme metodologia descrita no boletim número 106 - "Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas".

As análises foram feitas pelo laboratório de solos do Departamento de Água e Solos da FEAGRI e os resultados são apresentados no Apêndice 5.



FIGURA 2 - Aspecto da área experimental com resíduos culturais de milho antes do preparo do solo.

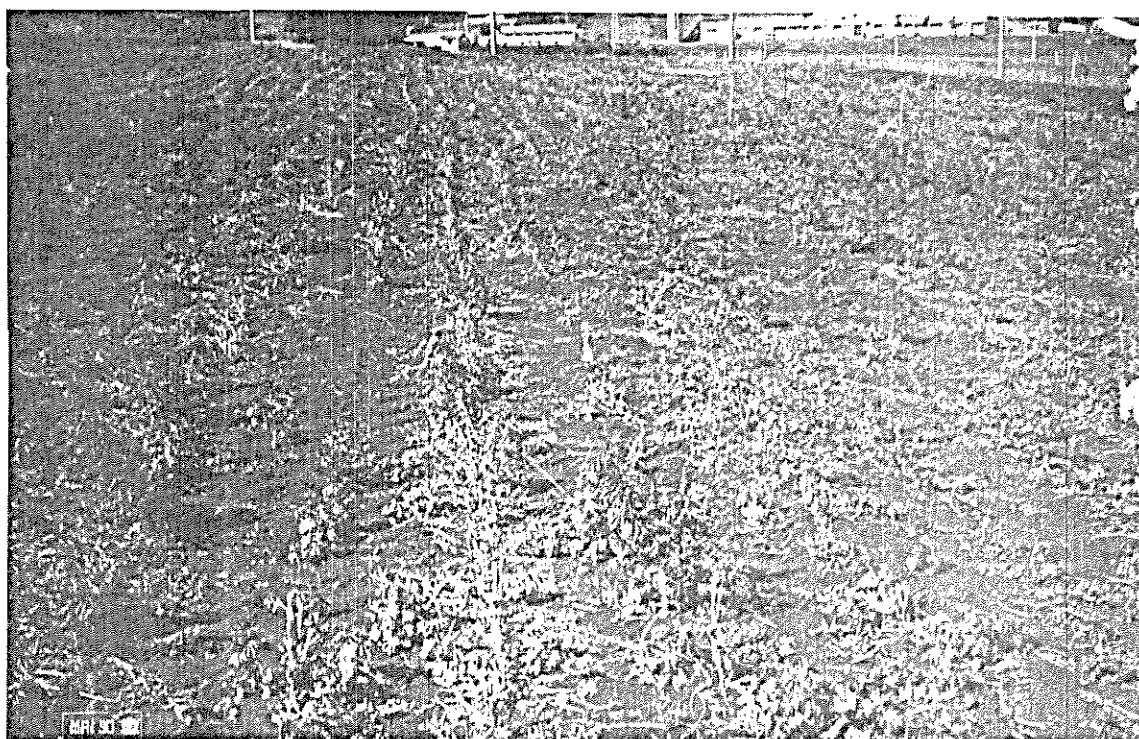


FIGURA 3 - Aspecto da área experimental com resíduos culturais de soja antes do preparo do solo.

4.4 Propriedades mecânicas do solo

4.4.1 Resistência à penetração do solo

Empregou-se um penetrógrafo de mola da marca Soil Control, modelo SC 60, consistindo de uma haste de 0,60 m, com ponta em forma de cone, com de 30° e área da base de $1,29 \text{ cm}^2$.

A haste é introduzida ao solo através da força do operador sobre duas empunhadeiras a uma velocidade aproximadamente constante.

Em cada parcela foram feitas cinco medições casualizadas no sentido diagonal da área sendo os resultados registrados em gráfico, tendo como abscissa a resistência à penetração (kgf/cm^2) e a ordenada profundidade (cm). Foi detectado uma camada compactada ao redor de 0,08 m de profundidade a partir da qual, não foi possível a penetração do cone.

4.4.2 Ângulo de atrito interno do solo e coesão

Foi coletada uma amostra inderformada, colocando-se no solo a 0,10 m de profundidade, uma caixa metálica quadrada de 0,20 m de lado e sem fundo. O solo, ao redor da caixa, foi retirado com cuidado, fazendo-se com que a mesma, descesse naturalmente até seu preenchimento total; em seguida o solo foi cuidadosamente cortado na base da caixa obtendo-se assim, uma amostra intacta no seu interior. A caixa foi colocada sobre uma base de madeira e desmontada, sendo então a amostra de solo protegida com parafina derretida e ataduras, para que sua estrutura não se alterasse durante o transporte para o laboratório.

As análises foram feitas pelo laboratório de Mecânica dos Solos do departamento de Engenharia de Transportes da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, utilizando-se o ensaio de cisalhamento direto devido a impossibilidade de extrair subamostras cilíndricas para a realização do ensaio triaxial.

No Apêndice 6 são apresentados os resultados das análises mecânicas do solo e os teores de umidade no momento de suas determinações.

4.5 Delineamento experimental

4.5.1 Tratamentos

Foram estabelecidas as combinações entre duas profundidades de preparo do solo (P) e duas relações de transmissão (R) entre os rolos de corte e destorroador, resultando em quatro tratamentos:

	Profundidade	Relação de Transmissão
Tratamento 1: P1R1	0,17 m	1:1,57
Tratamento 2: P1R2	0,17 m	1:1,94
Tratamento 3: P2R1	0,27 m	1:1,57
Tratamento 4: P2R2	0,27 m	1:1,94

4.5.2 Delineamento estatístico

Foi empregado o delineamento estatístico de blocos ao acaso com fatorial 2^2 , com os quatro tratamentos distribuídos em três repetições e dois tipos de resíduos culturais, perfazendo um total de vinte e quatro parcelas dispostas como segue:

Ensaio A: solo com resíduos culturais de milho.

Constituído de três blocos com quatro parcelas cada um, com as parcelas apresentando 25 m de comprimento por 8 m de largura, área de 200 m² e espaço de 7 m entre si para manobras de máquinas.

Ensaio B: solo com resíduos culturais de soja

Constituído de três blocos com quatro parcelas cada, com as parcelas medindo 30 m de comprimento por 6 m de largura área de 180 m² e 6 m entre si para manobras de máquinas.

A Figura 4 representa a disposição das unidades experimentais dos dois ensaios.

4.5.3 Análise estatística

Os parâmetros percentual de cobertura do solo, rugosidade superficial do solo e rendimento de grãos foram submetidos a análise estatística e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para melhor interpretação dos resultados, foram utilizadas as seguintes convenções na análise de variância:

- As letras ^{NS} indicam ausência de significância estatística aos níveis de 1% e 5% de probabilidades, enquanto que os símbolos (**) e (*) indicam que os resultados são significativos a 1% e 5% de probabilidades, respectivamente.

E para o teste de Tukey:

- As médias assinaladas com pelo menos uma letra igual não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

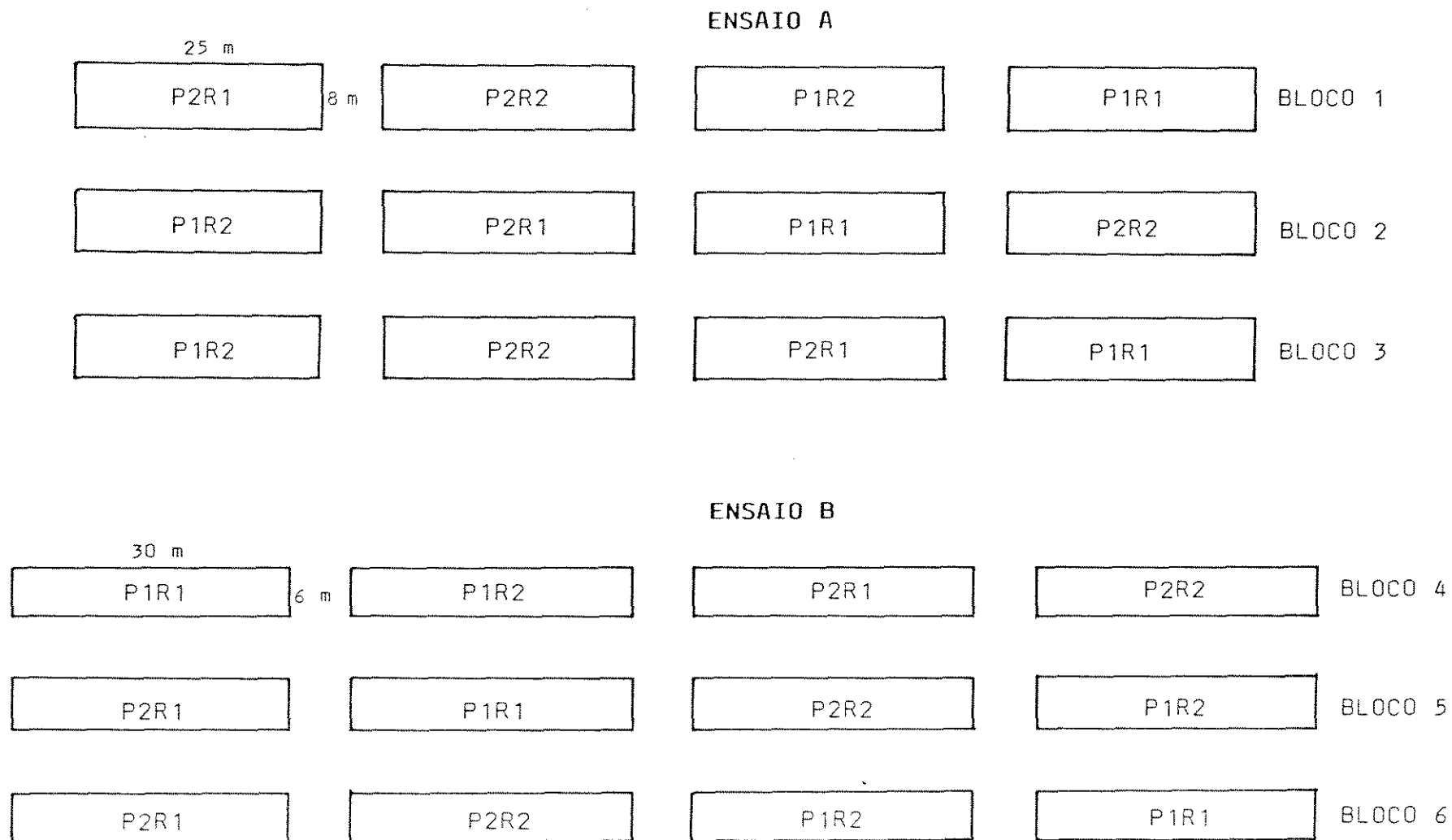


FIGURA 4 - Croqui da área experimental com sorteio dos tratamentos para os ensaios A e B.

4.6 Preparo do solo

Realizado em 21-07-89 com uma passagem do protótipo de máquina de preparo mínimo do solo, tracionado por trator da marca Massey Ferguson, modelo MF 292/4 turbo, potência máxima de 95 CV a 2200 rpm, com lastros dianteiros e traseiros, bitola de 1,70 m, trabalhando em 6ª marcha com o motor a 2100 rpm.

Seguindo indicações obtidas na literatura, alguns parâmetros foram mantidos constantes no presente trabalho:

espaçamento entre hastes: 0,37 m - SPOOR, GODWIN (1978).

ângulo de ataque das ponteiros: 25° - SPOOR, GODWIN (1978); PAYNE, TANNER (1959); Soehne e Kawamura citados por GILL, VANDEN BERG (1968).

velocidade de operação: faixa entre 7 e 8 km/h - ASAE (1989).

As Figuras 5 e 6 mostram, respectivamente a vista da área experimental dos ensaios A (milho) e B (soja) após o preparo do solo.

4.7 Velocidade de deslocamento no preparo do solo

O tempo gasto para percorrer o maior lado de cada parcela foi registrado em cronômetro eletrônico e os valores de velocidade de deslocamento no preparo do solo para os ensaios A (milho) e B (soja) são apresentados no Apêndice 8.

4.8 Cultura teste

Foi utilizada a cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivar IAC 24 Tucuruí com ciclo médio entre 125 e 130 dias.

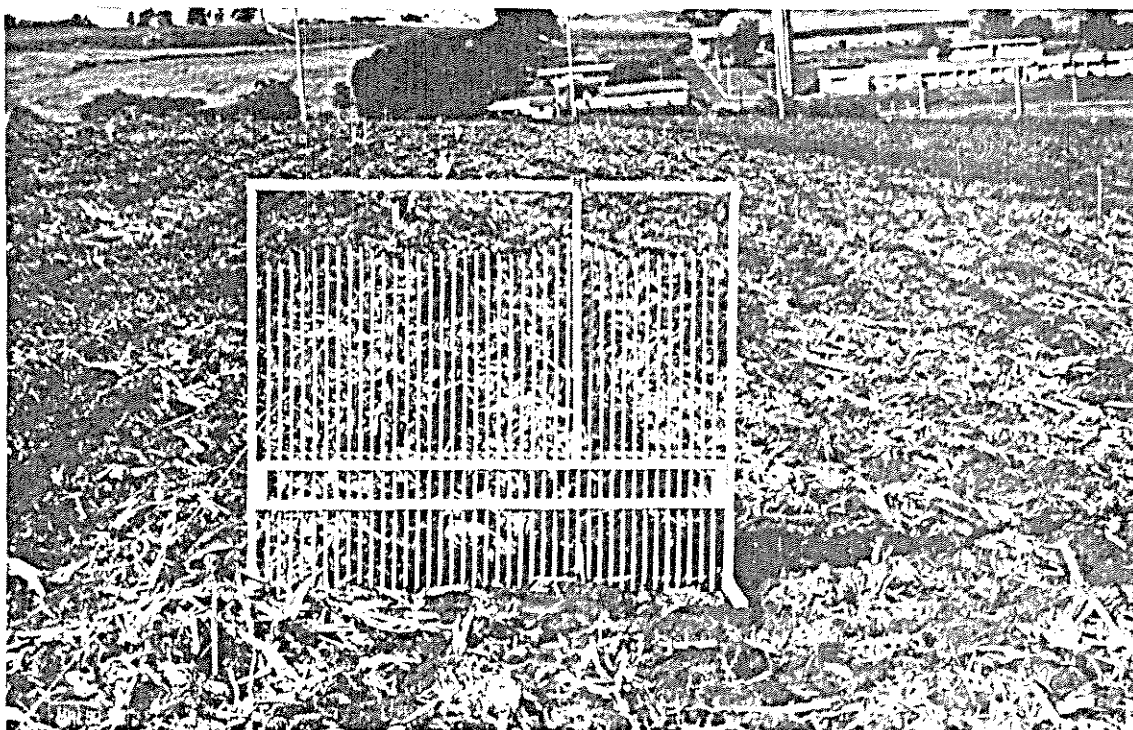


FIGURA 5 - Aspecto da área experimental com resíduos culturais de milho após o preparo do solo e perfilômetro utilizado na determinação da rugosidade superficial.

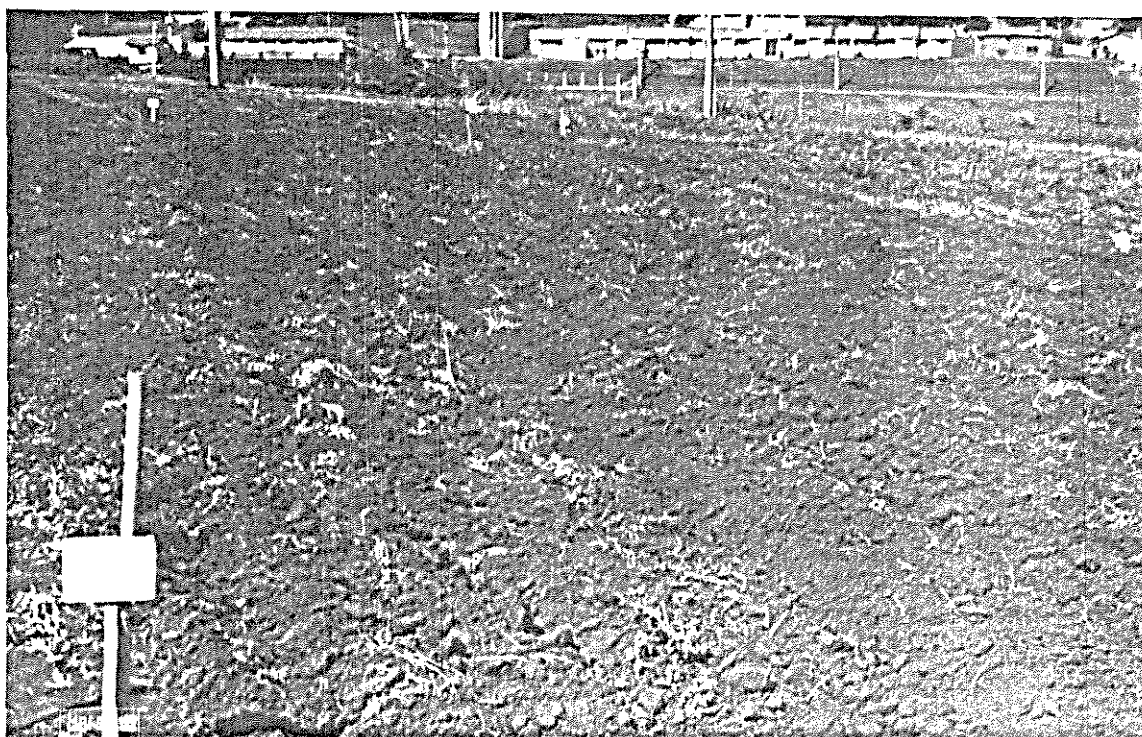


FIGURA 6 - Aspecto da área experimental com resíduos culturais de soja após o preparo do solo.

Segundo FELICIO et al. (1988), este cultivar apresentou sob condições de irrigação, em diversas regiões do Estado de São Paulo a média de 2589 kg/ha para solos com baixa acidez ($V\% > 60$) e 2842 kg/ha para solos com alta acidez ($V\% < 60$).

Durante o desenvolvimento da cultura, a irrigação da área experimental foi realizada através de aspersores, sendo controlada por tensiômetros de solo da marca Kactus, modelo TMC 050, vacuômetro com escala de 0 a 750 cm de água, instalados em três locais distintos às profundidades de 0,15 e 0,30 m.

O ponto de irrigação foi calculado utilizando-se a curva característica do solo, que mostra por meio de gráfico a relação entre a umidade de um solo e o potencial de pressão da água nele contido. Em seguida foi determinada a umidade do solo na capacidade de campo a 1/3 de atmosfera e no ponto de murchamento permanente do trigo a 15 atmosferas. Os cálculos revelaram a necessidade de iniciar a irrigação quando o ponteiro do vacuômetro se apresentava na faixa entre 400 e 450 cm de água e os aspersores eram desligados, ao se atingir a faixa entre 100 e 150 cm de água.

Durante o ciclo da cultura, a área foi irrigada quatro vezes: em 15 e 16 de agosto; 21 de agosto; 21 de setembro e a última em 16 e 17 de outubro de 1989.

4.8.1 Semeadura

Realizada em 02-08-89, após um período de chuvas, com o solo em condição friável, empregando-se uma máquina de semeadura direta da marca Lavrale, modelo SD 410 com as seguintes características técnicas, indicadas pelo fabricante:

- linhas de semeadura: 10
- espaçamento entre linhas: 0,17 m
- sistema de corte e abertura de sulco: tipo duplo-disco especial com discos diferenciados de 0,33 m e 0,38 m de diâmetro.
- peso: com contrapesos - 1220 kg
sem contrapesos - 1120 kg
- potência mínima do trator: 15 CV

A máquina foi regulada para uma densidade de 69 sementes por metro (120 kg/ha), na profundidade de 0,05 m.

Foi utilizado na operação o trator marca Massey Ferguson, modelo MF 290 com 79 CV de potência a 2200 rpm, trabalhando em 3ª marcha reduzida a 1900 rpm, atingindo velocidade média de 5,4 km/h.

4.8.2 Adubação

A quantidade de fertilizantes foi calculada com base nos resultados das análises químicas das amostras de solo da área experimental apresentados no Apêndice 7 e nas recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, boletim técnico nº 100 do Instituto Agronômico de Campinas - IAC.

Os resultados revelaram a necessidade de aplicar 20 kg/ha de N, 40 kg/ha de P_2O_5 e 20 kg/ha de K_2O e 40 kg/ha de N em cobertura, parcelados em duas vezes, aos 20 e 46 dias após a emergência das plantas.

Para obter as concentrações acima foram empregados como fontes o sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), nas quantidades de 100, 200 e 35 kg/ha, respectivamente, distribuídos manualmente nas entre linhas da cultura.

4.8.3 Tratamento fitossanitário

As sementes de trigo foram tratadas antes da semeadura com o fungicida Triadimenol, na dose de 125 g do produto comercial Baytan 150, por 100 kg de sementes.

As partes aéreas das plantas foram tratadas no dia 22-09-89, com uma aplicação do fungicida Propiconazole, na dose de 0,5 litro do produto comercial Tilt, por hectare.

As plantas daninhas que surgiram após a avaliação de controle (item 4.9.3), foram controladas mediante a pulverização de herbicidas específicos, em pós-emergência, utilizando pulverizador costal de acionamento manual, marca Jacto com capacidade para 20 litros usando a água como veículo.

Para controlar as plantas daninhas das espécies monocotiledôneas, a cultura foi pulverizada em área total no dia 29-08-89, com o herbicida Diclofop-methyl, na dose de 1,3 litros do produto comercial Iloxan 28 EC por hectare. Já para as espécies dicotiledôneas foi aplicado no dia 05-09-89 o herbicida 2,4-D amina, na dose de 1,5 litros do produto comercial DMA 806 BR por hectare.

Após a aplicação dos herbicidas, as eventuais plantas daninhas que surgiram foram controladas através de arranquio manual.

4.9 Parâmetros avaliados

4.9.1 Cobertura do solo

O percentual de cobertura do solo foi determinado, antes e após o preparo do solo, através do método adaptado de LAFLÉN et al. (1981).

O método adaptado consiste no uso de um barbante de 20 m de comprimento com marcas a cada 0,20 m. O barbante foi esticado ao longo do sentido diagonal de cada parcela e, em seguida, feita a contagem das marcas coincidentes com os resíduos culturais, que era considerado um ponto percentual; a operação foi repetida esticando o barbante na diagonal contrária a anterior, descontando-se um ponto, em virtude do cruzamento das diagonais no centro da parcela. O percentual de cobertura do solo foi calculado pela relação entre os pontos com e sem cobertura.

A cobertura mantida na superfície do solo foi calculada através da proporção entre o percentual de cobertura antes e o percentual de cobertura após o preparo do solo.

Já a quantidade de cobertura antes do preparo do solo foi determinada com o uso de um quadro de ferro de construção com 5 mm de diâmetro de 2,5 x 2,0 m, área de 5 m² em quatro locais distintos de cada parcela, sendo os resíduos culturais existentes dentro do quadro recolhidos, pesados e em seguida devolvidos ao mesmo local.

Uma pequena amostra de resíduos culturais de milho e soja, foi enviada ao laboratório de Matérias Primas do departamento de Pré-Processamentos de Produtos Agropecuários da FEAGRI, onde foi pesada em balança analítica e em seguida colocada em estufa com circulação de ar forçada a 105 °C, até peso constante, para a determinação do peso de matéria seca.

A quantidade de cobertura após o preparo do solo foi calculada através da relação entre os valores do percentual de cobertura obtidos antes e após o preparo com a quantidade de cobertura obtida antes do preparo. Como os valores foram rela-

cionados, os índices observados são os mesmos que na proporção de cobertura mantida, com isso a análise de variância torna-se redundante.

4.9.2 Rugosidade superficial do solo

Foram realizadas medições do perfil da superfície antes e após o preparo do solo, através de um perfilômetro de hastes, construído e descrito por SOUZA (1989), Figura 5, colocado transversalmente à passagem do protótipo em três locais distintos de cada parcela, seguindo um mesmo alinhamento.

O perfil da superfície após o preparo do solo foi levantado colocando-se o perfilômetro nos mesmos locais dos levantamentos anteriores.

Os dados de perfil foram medidos com régua graduada de - 0,20 m a + 0,20 m com o ponto zero correspondendo à superfície nivelada e em seguida convertidos em escala cujo menor valor é 1 milímetro e o índice de rugosidade superficial do solo foi calculado por micro computador eletrônico através do programa super-calc4, empregando-se a fórmula proposta por ALLMARAS et al. (1966).

O efeito destorroador e nivelador da superfície do solo pelo protótipo, nos diferentes tratamentos, foi avaliado através do aumento relativo ocorrido na rugosidade superficial do solo, calculado pela relação entre os índices de rugosidade obtidos antes do preparo e os índices obtidos após o preparo do solo.

4.9.3 Controle de plantas daninhas

Foi efetuada a contagem das plantas daninhas um dia antes e sete dias após o preparo do solo, nos mesmos cinco pontos de amostragem dentro da área útil de cada parcela, utilizando-se um quadro de ferro nas dimensões de 1 x 1 m. A eficácia do protótipo no controle de plantas daninhas foi avaliada através da comparação entre a leitura posterior com a inicial, transformando-se, após, em porcentagem de controle, com (zero)% equivalendo a ausência de controle e (cem)% a controle total.

Por ocasião da instalação dos ensaios, predominavam na área experimental as monocotiledôneas tiririca (*Cyperus rotundus* L.), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.) em menor proporção capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e grama-seda (*Cynodon dactylon* L.). As dicotiledôneas que mais predominavam eram rubim (*Leonurus sibiricus* L.), caruru (*Amaranthus* spp) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e, em menor proporção, guanxuma (*Sida* spp), poaia-branca (*Richardia brasiliensis* Gomez) e trapoeraba (*Commelina agraria* Kunth.).

4.9.4 Rendimento de grãos

Aos 110 dias após a semeadura, foi avaliado o rendimento de grãos, com a colheita de uma área amostral por parcela de 40 m² para o ensaio A e 30 m² para o ensaio B.

A colheita procedeu-se de forma manual, empregando ferramenta do tipo podão com bordos serrilhados. Após o corte, o material foi trilhado e pré-limpo em bateadeira de cereais da marca Nogueira, modelo BC 80, acionada pela TDP e acoplada ao trator MF 290 com o motor a 1700 rpm.

O material trilhado, sofreu um novo processo de limpeza, de forma manual, através de peneiras e ação do vento. Uma vez limpos, os grãos foram pesados em balança mecânica.

Amostras dos grãos colhidos foram enviadas ao laboratório de Matérias Primas, para a determinação do teor de umidade pelo método da estufa, PUZZI (1986).

Os pesos foram, então, uniformizados para 13% de umidade (umidade de armazenamento) e o rendimento de grãos expresso em kg/ha.

4.10 Temperatura e umidade do ar, precipitação e insolação

Dados diários levantados pelo posto meteorológico da FEAGRI, referentes aos meses de julho a novembro de 1989, encontram-se nos Apêndices de 9 a 13.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados originais de campo obtidos e calculados referente a cada uma das vinte e quatro parcelas, encontram-se nos Apêndices de 26 a 29.

Como no delineamento experimental não consta o tratamento testemunha, o desempenho do protótipo foi avaliado através do cálculo da relação entre os dados obtidos antes e após o preparo do solo para os parâmetros cobertura do solo, rugosidade superficial do solo e controle de plantas daninhas.

5.1 Cobertura do solo

A ação do protótipo sobre os resíduos culturais de milho e soja, foi avaliada em termos da proporção de cobertura mantida na superfície após o preparo do solo, expresso em porcentagem e apresentados nas Tabelas 1 e 2 e resultados das análises de variância nos Apêndices 15 e 17.

TABELA 1 - Cobertura do solo com resíduos antes e após o preparo e proporção de cobertura mantida na superfície para o ensaio A.

cobertura do solo (%)							
antes		após		mantida ⁽¹⁾			
Tratamentos	⁽²⁾ R1	R2	R1	R2	R1	R2	média
P1	85,2	83,4	53,1	55,0	62,28	65,90	64,09a
P2	74,7	80,7	39,0	42,2	52,70	52,20	52,45b

⁽¹⁾ A proporção de cobertura mantida foi calculada a partir das proporções de cada repetição.

⁽²⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

TABELA 2 - Cobertura do solo com resíduos antes e após o preparo e proporção de cobertura mantida na superfície para o ensaio B.

cobertura do solo (%)							
antes		após		mantida ⁽¹⁾			
Tratamentos	⁽²⁾ R1	R2	R1	R2	R1	R2	média
P1	35,8	27,8	13,9	12,4	41,27	44,82	43,04a
P2	33,3	30,3	6,8	8,0	21,62	27,94	24,78b

⁽¹⁾ A proporção de cobertura mantida foi calculada a partir das proporções de cada repetição.

⁽²⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

Na área com resíduos culturais de milho (ensaio A), constatou-se que, embora os percentuais de cobertura antes do preparo do solo (Tabela 1) tenham apresentado valores distintos

na maioria das parcelas, não foram registradas diferenças significativas (Apêndice 14). Já para a proporção de cobertura mantida (Apêndice 15), foram constatadas diferenças significativas para a profundidade de preparo, ao nível de 1% de probabilidade. Na profundidade P1 (0,17 m), as proporções de cobertura mantidas na superfície foram significativamente maiores que as obtidas com a profundidade P2 (0,27 m).

A proporção de cobertura de milho mantida na superfície do solo variou de 52,20% a 85,90%, valores bem próximos aos obtidos por SLONEKER, MOLDENHAUER (1977) com uma passagem de grade de discos.

O percentual de cobertura após o preparo do solo variou na faixa de 39% a 54,9%, valores estes que estão dentro do nível onde LOPES et al. (1987) obtiveram redução acentuada nas perdas de solo por erosão (40% de cobertura).

Na área com resíduos culturais de soja (ensaio B), a análise dos dados da Tabela 2, mostrou que também houve diferença significativa para a profundidade de preparo ao nível de 5% de probabilidade para a proporção de cobertura mantida (Apêndice 17). Os resultados indicaram que, com a profundidade P1 (0,17 m), as proporções de cobertura mantidas foram significativamente maiores que as obtidas com a profundidade P2 (0,27 m).

As maiores proporções de cobertura mantida na superfície do solo quando o protótipo foi operado na profundidade P1 (0,17 m), em relação a profundidade P2 (0,27 m) para os dois tipos de resíduos culturais, pode ser atribuído ao menor deslocamento de solo quando se trabalha com hastes escarificadoras em profundidades superficiais.

A quantidade de resíduos culturais antes e após o preparo do solo em quilograma de matéria seca por hectare para os ensaios A (milho) e B (soja), são apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

TABELA 3 - Quantidade de resíduos em quilo de matéria seca por hectare antes e após o preparo do solo no ensaio A.

Tratamentos ⁽¹⁾	quantidade kg/ha			
	antes		após	
	R1	R2	R1	R2
P1	4579,00	5093,00	2853,67	3357,33
P2	4290,00	5348,67	2242,33	2800,33

⁽¹⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

TABELA 4 - Quantidade de resíduos em quilo de matéria seca por hectare antes e após o preparo do solo no ensaio B.

Tratamentos ⁽¹⁾	quantidade kg/ha			
	antes		após	
	R1	R2	R1	R2
P1	1527,00	1227,00	659,67	552,33
P2	1465,33	992,33	307,00	275,33

⁽¹⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

Por ocasião da avaliação da cobertura do solo antes do preparo, os resíduos culturais de milho apresentavam umidade média de 22,13% e os resíduos culturais de soja 22,27%.

A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa e os coeficientes de variação foram de 11,94% para o ensaio A (milho) e 26,43% para o ensaio B (soja) (Apêndices 18 e 19).

Na área com resíduos culturais de milho (ensaio A), a quantidade de resíduos culturais após o preparo do solo, variou de 2240 kg/ha a 3350 kg/ha, valores acima do indicado por LOMBARDI NETO et al. (1988), que com 2000 kg/ha de resíduos de milho verificaram a redução de 50% das perdas de solo e 40% das perdas de água em relação ao tratamento sem cobertura.

Comparando os ensaios A (milho) e B (soja), observa-se que em proporção, as maiores médias de cobertura do solo mantida após o preparo foram obtidas no ensaio A, comprovando os resultados de LOPES et al. (1987), que o tipo e a quantidade de resíduos culturais influenciam o percentual de cobertura do solo.

5.2 Rugosidade superficial do solo

Os valores médios dos índices de rugosidade superficial para cada parcela experimental, antes e após o preparo do solo, calculados conforme descrito no item 4.9.2, são apresentados nas Tabelas 5 e 6 para os ensaios A (milho) e B (soja), respectivamente.

TABELA 5 - Rugosidade superficial do solo (mm) antes e após o preparo e seu aumento relativo (vezes) para o ensaio A.

	antes		após		aumento <1> relativo	
	<2> R1	R2	R1	R2	R1	R2
Tratamentos						
P1	8,2	9,8	21,1	21,2	1,6	1,2
P2	10,0	8,0	27,0	24,0	1,7	2,0

<1> O aumento relativo na rugosidade superficial foi calculado a partir dos aumentos relativos de cada repetição.

<2> P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

TABELA 6 - Rugosidade superficial do solo (mm) antes e após o preparo e seu aumento relativo (vezes) para o ensaio B.

	antes		após		aumento <1> relativo		
	<2> R1	R2	R1	R2	R1	R2	média
Tratamentos							
P1	10,7	9,0	20,2	16,9	0,9	0,9	0,9b
P2	9,0	7,9	21,4	23,0	1,4	1,9	1,6a

<1> O aumento relativo na rugosidade superficial foi calculado a partir dos aumentos relativos de cada repetição.

<2> P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

A análise de variância dos dados antes do preparo do solo demonstrou que, embora cada parcela apresenta valores distintos de rugosidade, não foram detectadas diferenças significativas e o coeficiente de variação foi de 9,96% para o ensaio A (milho) e 9,39% para o ensaio B (soja) Apêndices 20 e 21, respectivamente.

Os aumentos relativos ocorrido na rugosidade superficial após o preparo do solo são apresentados nas Tabelas 5 para o ensaio A (milho) e 6 para o ensaio B (soja). Sobre resíduos de milho, a análise de variância indicou que não houve diferenças significativas e o coeficiente de variação foi de 16,19% (Apêndice 22).

Comparando os tratamentos, foram notadas tendências que podem ser melhor visualizadas pela Figura 7. Considerando apenas a profundidade verificou-se que os tratamentos com menor profundidade (0,17 m) alcançaram aumento relativo inferior aos tratamentos com maior profundidade (0,27 m). Dentro da profundidade P1 (0,17 m) o aumento relativo na rugosidade superficial do solo preparado com rotação R1 (1:1,57) foi superior a rotação R2 (1:1,94). Isto é explicado pelo melhor efeito destorrador e nivelador da superfície na maior rotação. Já na profundidade P2 (0,27 m) ocorreu o inverso, com o aumento relativo na rugosidade superficial com rotação R2 (1:1,94) sendo superior a rotação R1 (1:1,57). Tal comportamento possivelmente ocorreu devido ao maior volume de solo movimentado na profundidade P2 (0,27 m) e ao peso relativamente pequeno do rolo destorroador (120 kg) que aliada a maior rotação, diminuiu o contato de suas barras (cantoneiras de abas iguais) com o solo.

No ensaio B (soja) ocorreram valores inferiores para o aumento relativo na rugosidade superficial, devido provavelmente, ao tipo e quantidade de cobertura do solo, mas o comportamento foi bastante semelhante ao ensaio A (milho). A análise

probabilidade para a profundidade de preparo e para blocos (Apêndice 23). Com a profundidade P2 (0,27 m) o aumento relativo na rugosidade superficial foi significativamente maior que o obtido com a profundidade P1 (0,17 m).

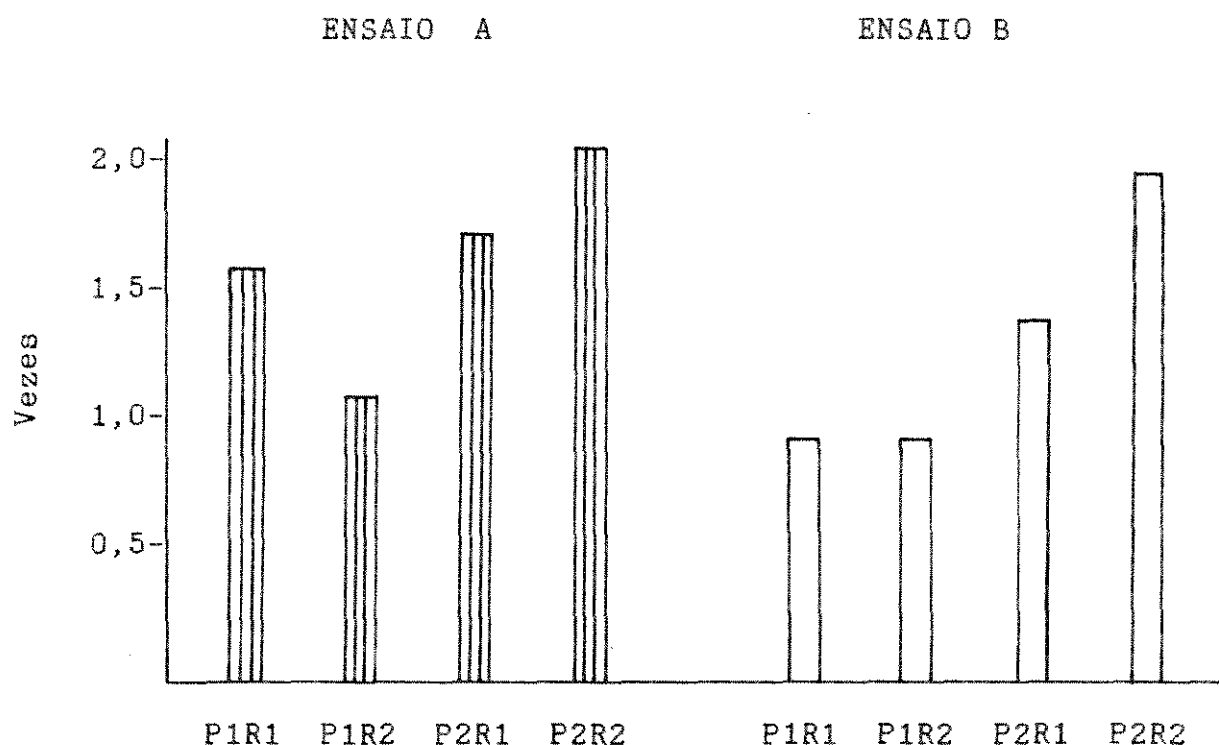


FIGURA 7 - Demonstrativo do aumento relativo do índice de rugosidade superficial do solo para os ensaios A e B.

Independente do tipo de residuo cultural, verificou-se as seguintes tendências: dentro da profundidade P1 (0,17 m) o aumento relativo na rugosidade superficial do solo preparado com rotação R1 (1:1,57) tem o mesmo comportamento da rotação R2 (1:1,94) e na profundidade P2 (0,27 m) o aumento relativo na rugosidade superficial com rotação R2 (1:1,94) foi superior à rotação R1 (1:1,57).

5.3 Controle de plantas daninhas

A população de plantas daninhas antes e após do preparo do solo e sua eficácia de controle são apresentados nas Tabelas 7 e 8 para o ensaio A (milho) e Tabelas 9 e 10 para o ensaio B (soja).

TABELA 7 - População de plantas daninhas (plantas/15 m²) das espécies monocotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio A.

		antes		após		eficácia ⁽¹⁾ (%)	
Tratamentos	⁽²⁾	R1	R2	R1	R2	R1	R2
P1		148	131	87	95	41,2	27,5
P2		106	145	17	20	84,0	86,2

<1> A eficácia foi calculada a partir das eficácias de cada repetição.

<2> P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

TABELA 8 - População de plantas daninhas (plantas/15 m²) das espécies dicotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio A.

		antes		após		eficácia ⁽¹⁾ (%)	
Tratamentos	⁽²⁾	R1	R2	R1	R2	R1	R2
P1		205	53	87	24	57,6	54,7
P2		114	242	23	28	79,8	88,4

<1> A eficácia foi calculada a partir das eficácias de cada repetição.

<2> P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

TABELA 9 - População de plantas daninhas (plantas/15 m²) das espécies monocotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio B.

		antes		após		⁽¹⁾ eficácia(%)	
		⁽²⁾					
Tratamentos		R1	R2	R1	R2	R1	R2
P1		261	388	171	260	34,5	33,0
P2		12	332	6	64	50,0	80,7

⁽¹⁾ A eficácia foi calculada a partir das eficácias de cada repetição.

⁽²⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

TABELA 10 - População de plantas daninhas (plantas/15m²) das espécies dicotiledôneas antes e após o preparo do solo para o ensaio B.

		antes		após		⁽¹⁾ eficácia(%)	
		⁽²⁾					
Tratamentos		R1	R2	R1	R2	R1	R2
P1		196	219	110	131	43,9	40,2
P2		273	283	104	146	61,9	48,4

⁽¹⁾ A eficácia foi calculada a partir das eficácias de cada repetição.

⁽²⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

Tendo em vista os altos coeficientes de variação obtidos nas análises de variância, os valores de população de plantas daninhas foram apresentados apenas como referência, sem resultados conclusivos.

Na área com resíduos culturais de milho (ensaio A) as dicotiledôneas predominaram em relação às monocotiledôneas. No

entanto, independente da classe botânica, constatou-se que a maior eficácia de controle foi alcançada quando o protótipo foi operado à maior profundidade (0,27 m), enquanto o efeito positivo da maior rotação (1:1,94), só foi observado sobre dicotiledôneas.

Na área com resíduos culturais de soja (ensaio B), constatou-se maior infestação de plantas daninhas, tanto monocotiledôneas como dicotiledôneas do que na área após milho (A), o que em parte pode justificar as menores eficácias de controle registradas para o ensaio B. Verificou-se maior eficácia de controle de ambas as classes quando o protótipo foi operado à maior profundidade (0,27 m).

Independente da natureza dos resíduos culturais, a maior eficácia de controle constatada quando o protótipo foi operado à maior profundidade (0,27 m), possivelmente, esta relacionada aos danos físicos causados ao sistema radicular das plantas daninhas quando do preparo.

Em geral, nos dois ensaios, os tratamentos com menor profundidade de operação (0,17 m), proporcionaram baixa eficácia de controle, devido, provavelmente, ao menor volume de solo movimentado e ao espaçamento entre hastes escarificadoras (0,37 m), confirmando as indicações de MAZUCHOWSKI, DERPSCH (1984).

5.4 Semeadura

A superfície do solo, após o preparo, apresentava, na área com resíduos culturais de milho, valores de cobertura do solo com percentuais que variaram de 39 a 54,9%, quantidade de resíduos de 2242,47 a 3357,42 kg/ha e rugosidade superficial do

solo com índices que variaram de 21,1 a 27,0 mm. Já na área com resíduos culturais de soja os valores variaram de 8 a 13,9% para o percentual de cobertura, de 275,21 a 659,69 kg/ha para a quantidade de resíduos e de 16,9 a 23,0 mm para a rugosidade superficial.

Considerando as condições acima apresentadas as seguintes observações foram destacadas na operação de semeadura do trigo:

- 1- O tipo de resíduos, a quantidade e o percentual de cobertura não causaram embuchamento do sistema de corte e abertura do sulco para a distribuição das sementes;
- 2- A rugosidade da superfície do solo não influenciou o desempenho e o rendimento da semeadora;
- 3- O sistema de corte de resíduos culturais e abertura de sulco da máquina utilizada mostrou ser eficiente para as condições da superfície trabalhada.

5.5 Rendimento de grãos

Os resultados mostrados na Tabela 11 indicam que o rendimento de grãos nos ensaios A (milho) e B (soja), estão dentro e acima da produtividade média da cultivar utilizada, apresentada por FELICIO et al. (1988).

Na área com resíduos culturais de milho, a análise de variância mostrou que não houve diferença significativa com coeficiente de variação de 13,13% (Apêndice 24). Notou-se leves tendências em se obter maior rendimento de grãos quando o solo foi preparado com rotação R2 (1:1,94).

Na área com resíduos culturais de soja (ensaio B), não houve diferença significativa, com coeficiente de variação de 13,60% (Apêndice 25).

TABELA 11 - Rendimento de grãos da cultura de trigo para os ensaios A e B.

Tratamentos ⁽¹⁾	rendimento de grãos (kg/ha)			
	Ensaio A		Ensaio B	
	R1	R2	R1	R2
P1	2918,5	3179,1	2542,2	2657,2
P2	2704,0	3162,4	2579,4	2503,0

⁽¹⁾ P1 = 0,17 m P2 = 0,27 m R1 = 1:1,57 R2 = 1:1,94

A Figura 8 retrata os valores obtidos na Tabela 11, e mostra que o rendimento de grãos foi bastante semelhante em todos os tratamentos, não sendo notadas tendências. Observou-se maior rendimento de grãos de trigo quando cultivado sobre resíduos culturais de milho (A) que sobre resíduos de soja (B). Isto pode estar relacionado à maior cobertura e quantidade de resíduos mantidos na superfície após o preparo do solo, proporcionando maior proteção contra os agentes erosivos e maior permanência de umidade no solo.

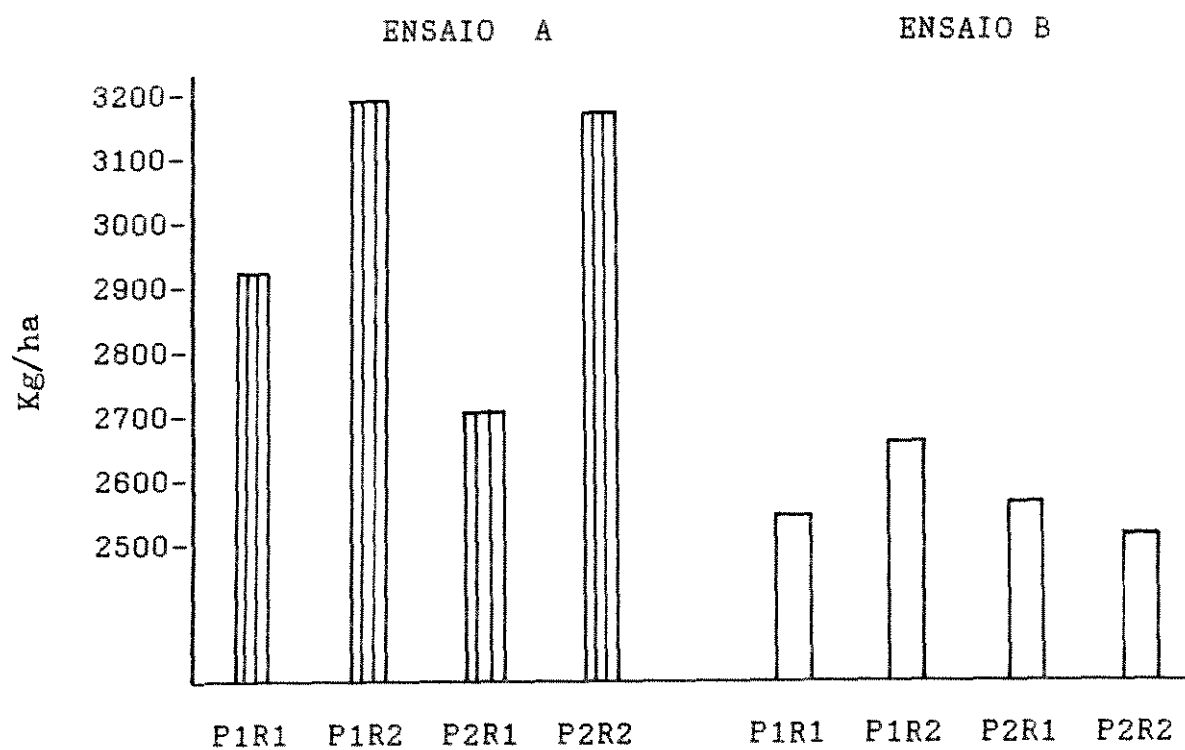


FIGURA 8 - Demonstrativo de rendimento de grãos de trigo para os ensaios A e B.

6 CONCLUSOES

Considerando as condições em que foram realizados os ensaios e os resultados obtidos, as seguintes conclusões se destacam:

1- A maior cobertura mantida na superfície do solo para ambos os ensaios foi obtida quando o protótipo foi operado na profundidade P1 (0,17 m), independente da rotação utilizada.

2- No ensaio com resíduos culturais de milho, após a passagem do protótipo, não se observou diferenças entre tratamentos na rugosidade superficial; no ensaio com resíduos culturais de soja o aumento relativo na rugosidade superficial foi significativamente superior na maior profundidade (0,27 m).

3- Observou-se que na profundidade P2 (0,27 m) apresentou maior eficácia no controle de plantas daninhas nos dois ensaios.

4- O rendimento de grãos apresentou comportamento semelhante em todos os tratamentos, tanto no ensaio A (milho) como no ensaio B (soja), e os valores obtidos estão dentro e acima da produtividade média indicada para o cultivar utilizado.

5- Aumentar a rotação do rolo destorroador através de transmissão por engrenagens e corrente, mostrou ser um meio eficiente para reduzir o tamanho dos torrões e as irregularidades da superfície do solo, porém devido ao peso relativamente pequeno do rolo, seu efeito foi reduzido dentro da maior profundidade (0,27 m) combinado com a maior rotação (1:1,94).

6- O preparo do solo realizado com uma única passagem do protótipo nos diferentes tratamentos mostrou ser suficiente para a subsequente operação de semeadura.

7- Verificou-se que as condições de superfície deixada pelo protótipo após o preparo do solo, possibilitam obter benefícios em termos de proteção do solo contra os agentes erosivos, sem efeitos negativos sobre as condições de germinação, emergência e desenvolvimento da cultura teste.

7 RECOMENDAÇÕES

1- Repetir a pesquisa em área com sistema de coletores de erosão para verificar a eficácia de redução das perdas de água e solo.

2- Estudar novos tipos de rolo destorroador e novas relações de transmissão, podendo aumentar seu efeito destorroador nivelador através da colocação de molas, encarregadas de fornecer pressão ao rolo e garantir um contato permanente com o solo.

3- Realizar estudos com o protótipo variando o tipo de haste escarificadora e seu espaçamento.

4- Realizar pesquisas com o protótipo avaliando a força de tração necessária, gasto de combustível e as características internas do solo após o preparo.

5- Realizar pesquisas comparando o preparo mínimo realizado com o protótipo com os sistemas de preparo convencional, preparo reduzido e sem preparo.

8 SUMMARY

A minimum tillage implement able to prepare the soil in a single operation, in a soil conservative manner, leaving the field in conditons for seedling, was designed, constructed and tested. The prototype consists of a front roller, (to cut residues crop), a set of five chisel tines, (to break trough and shatter compacted or otherwise impermeable sois layers and to improve rainfall penetration and incorporate part of the crop residue), and a rear roller (to reduce the clod size and the irregularities of the soil surface, leaving favorable conditions to seedling). The prototype was tested in two field experiments on clay loam soil; at the plot A, in an area of corn residues crop and at the plot B, in an area of soybean residues crop. The soil was preparated for seedling of winter wheat in a single operation of the prototype conducted at two working depth and two rear roller speed: cutting roller ratios, with four treatments in three replications. The parameters measured were cover on the surface, soil surface roughness and

weed control after tillage, and the grain yields of winter wheat. The analyses of results allowed to verify that greater ratio of cover remaining after tillage with working depth littler at both plots. The relative increase in soil surface roughness was similar at plot A and significantly higher in working depth greater at plot B. The treatments with working depth littler presented low weed control efficiency at both plots; at plot A was observated good weed control in the treatments with working depth greater. Grain yields presented similar behavior at both plots, with values above those indicated to the cultivar. The tillage with a single operation showed to be sufficient to subsequently seedling, leaving favorable conditions of soil surface for germination, emergence and development of winter wheat and advantage in terms of soil erosion control.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALLMARAS, R.R., BURWELL, R.E., LARSON, W.E. et al. *Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage*. Washington: Department of Agriculture, 1966. 41 p. (Research Report, 7).

ALVARENGA, R.C., CRUZ, J.C., PACHECO, E.B. Preparo do solo. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, ano 13, n. 147, p. 40-47, mar. 1987.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data. *Data*. D.230.4, p. 81-97, 1989.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships. *Engineering Practice*. EP. 291.2, p. 115-117, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA. Algumas conclusões da 21ª Conferência Internacional de Mecanización Agraria. *Informe*, Jundiaí, nº 4, jul./out. 1989.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim, 12).
- CAMARGO, O.A. de, MONIZ, A.C., JORGE, J.A. et al. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106).
- CASTRO, O.M. de. Manejo e preparo do solo e erosão. In: *ASPECTOS DE MANEJO DO SOLO*, Campinas: Fundação Cargill, 1985. 97 p. p. 45-70.
- CASTRO, O.M. de. *Preparo do solo para a cultura do milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41p. (Série Técnica, 3).
- DALLMEYER, A.U., SALVADOR, N., LAGE, G. et al. Avaliação da rugosidade do solo sob doze tipos de preparo em latossolo roxo álico. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1989, Recife. *Anais ...* Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola (notas não publicadas).
- FELICIO, J.C., CAMARGO, C.E.O., FERREIRA FILHO, A.W.P. et al. Tocantins (IAC-23) e Tucuruí (IAC-24) novos cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 47, n. 1, p. 93-107, 1988.
- FONTANA, C., MIRANDA, N.O., WEISS, A. et al. Efeito do preparo reduzido nas condições de superfície do solo e emergência de soja. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1986. 329p. p. 124-134.

- GILL, W.R., VANDEN BERG, G.E. Mechanics of tillage tools. In: *Soil dynamics in tillage and traction*. Washington: United States Department of Agriculture, 1968. 511p. p. 117-210. (Agriculture Handbook, 316).
- HARTWIG, R.O., LAFLEN, J.M. A meterstick method for measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, Iowa, v. 33, n. 2, p. 90-91, Mar./Apr. 1978.
- HAYES, W.A. *Minimum tillage farming*. Bookfield, Debbie Lessiter, 1982. 167p.
- LAFLEN, J.M., AMEMIYA, A., HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, Iowa, v. 36, n. 6, p. 341-343, Nov./Dec. 1981.
- LINDSTROM, M.J., VOORHEES, W.B., ONSTAD, C.A. Tillage system and residue cover effects on infiltration in northwestern Corn Belt soils. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, Iowa, v. 39, n. 1, p. 64-68, Jan./Feb. 1984.
- LINDSTROM, J.M., ONSTAD, C.A. Influence of tillage systems on soil physical parameters and infiltration after planting. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, Iowa, v. 39, n. 2, p. 149-152, Mar./Apr. 1984.
- LOMBARDI NETO, F., DE MARIA, I.C., CASTRO, O.M. de et al. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 12, n.1, p. 71-75, jan./abr. 1988.

- 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. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 71-75, jan./abr. 1987.
- MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, ano 13, n. 147, p. 52-55, mar. 1987.
- MANTOVANI, E.C. Máquinas e implementos agrícolas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, ano 13, n. 147, p. 56-63, mar. 1987.
- MARTUCCI, F.G. Escarificador no preparo do solo. *A Granja*, Porto Alegre, ano 6, n. 449, p. 44-46, jun. 1985.
- MAZUCHOWSKI, J.Z., DERPSCH, R. *Guia de preparo do solo para culturas anuais mecanizadas*. Curitiba: Acarpa, 1984. 68p.
- MIRANDA, N. de O. *Alterações físicas nos solos podzólico amarelo e latossolo vermelho escuro submetidos à diferentes condições de preparo reduzido*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria, 1986. 64p.
- MONDARDO, A. Conservação do solo. In: *MANUAL AGROPECUARIO PARA O PARANA*. Londrina: Fundação IAPAR, 1978. 742 p. p. 62-77.
- NICHOLS, M.L., REAVES, C.A. Soil reaction: to subsoiling equipment. *Agriculture Engineering*, v. 39, n. 6, p. 340-343, June 1958.
- ORTIZ-CANAVATE, J. *Las maquinas agricolas y su aplicación*. Madrid: Mundi-Prensa, 1980. 490p.

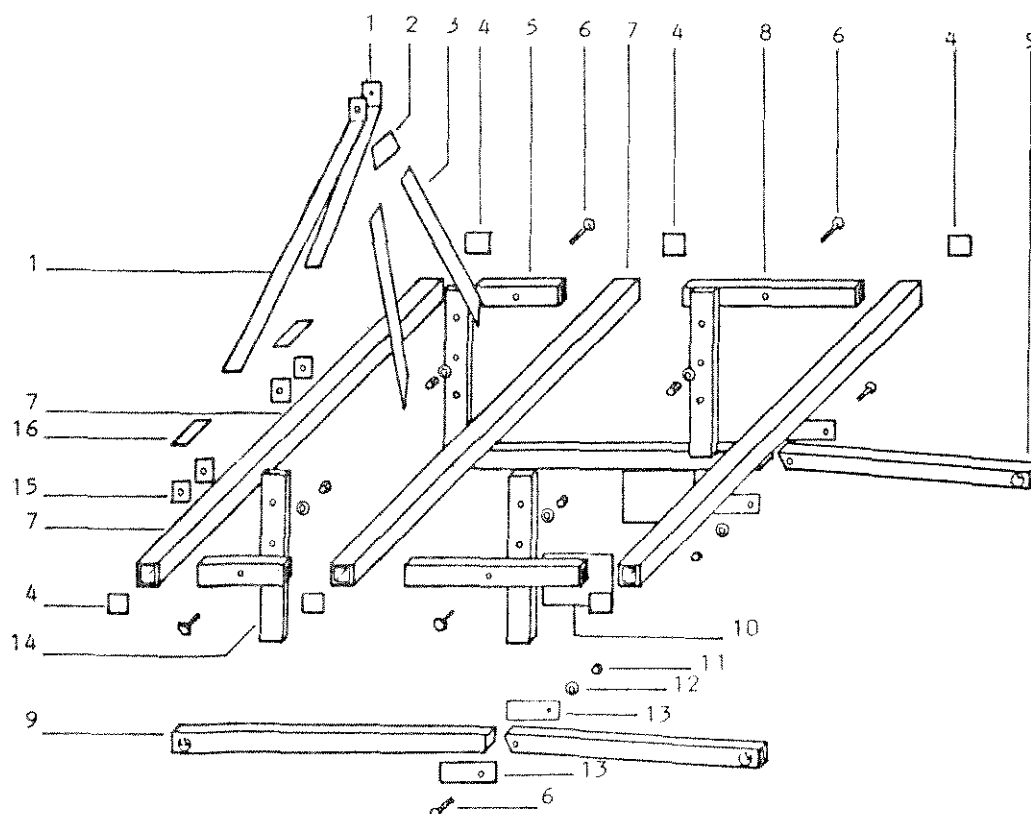
- PAYNE, P.C.J., TANNER, D.W. The relationship between rake angle and the performance of simple cultivation implements. *Journal Agricultural Engineering Research*, v. 4, n.4, p. 312-325, 1959.
- PUZZI, D. Determinação do teor de umidade dos grãos. In: *Abastecimento e armazenagem de grãos*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603p. p. 133-154.
- RAIJ, B.V., SILVA, N.M. da, BATAGLIA, O.C. et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 100).
- RICHARDS, B.K., WALTER, M.F., MUCK, R.E. Variation in line transect measurements of crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, Iowa, v. 39, n. 1, p. 60-61, Jan./Feb. 1984.
- SILVEIRA, G.M. da. *O preparo do solo: implementos corretos*. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 243p.
- SLONEKER, L.L., MOLDENHAUER, W.C. Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, Iowa, v. 32, n. 5, p. 231-236, Sept./Oct. 1977.
- SOUZA, W.R. de. *Subsolador: influência de parâmetros geométricos na distribuição das forças*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, 1989. 106p.

SPOOR, G., GODWIN, R.J. An experimental investigation into the deep loosening of soil by rigid tines. *Journal Agricultural Engineering Research*, v. 23, n. 3, p. 243-258, 1978.

VIEIRA, M.J. Propriedades físicas do solo. In: *PLANTIO DIRETO NO ESTADO DO PARANA*, Londrina: Fundação IAPAR, 1981. 243 p. p. 19-32. (Circular, 23).

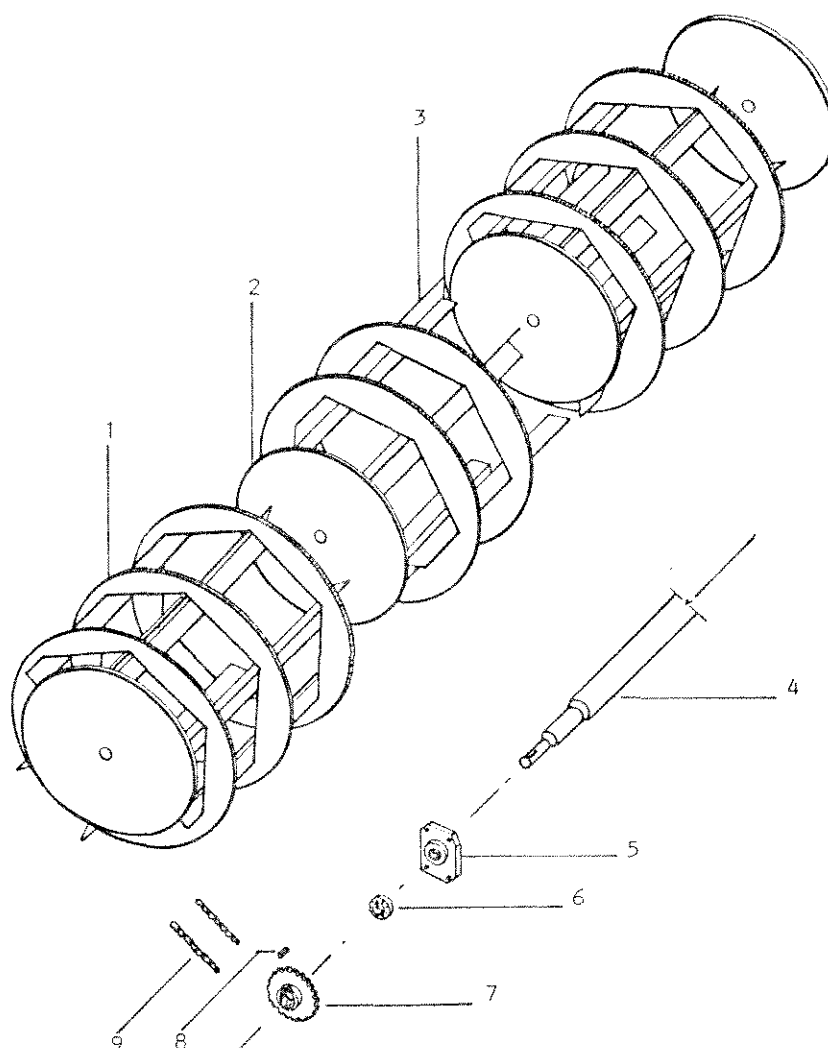
APENDICE

Partes componentes do chassi, relação do material utilizado com as respectivas dimensões.



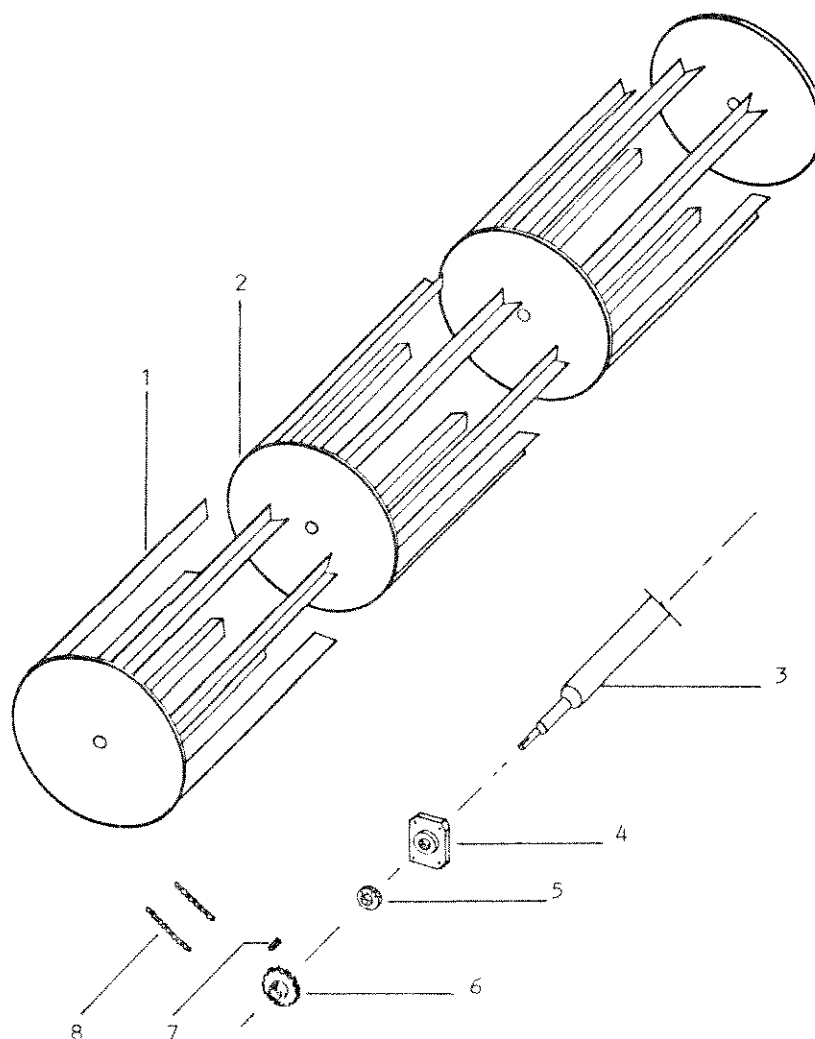
REF.	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Barra de aço retangular 70 x 647,3 mm x 5/8" com furo de 25,9 mm de diâmetro.	2
2	Chapa de aço trapezoidal de 5/8" com base menor de 54 mm, base maior de 70 mm e lados de 60 mm.	1
3	Barra de aço retangular 70 x 660,7 mm x 5/8"	2
4	Chapa de aço quadrada de 4" x 4" x 1/4"	6
5	Barra de aço de secção retangular 4" x 2" x 1/4" comp. de 400 mm e furo de 20 mm de diâmetro	2
6	Parafuso sextavado M20 x 200 mm	6
7	Barra de aço de secção quadrada de 4" x 4" x 1/4" comp. de 1960 mm	3
8	Barra de aço de secção retangular 4" x 2" x 1/4" comp. de 600 mm	2
9	Barra de aço de secção retangular 4" x 2" x 1/4" comp. de 2000 mm, articulada	2
10	Chapa de aço quadrada de 200 x 300 mm x 1/4"	2
11	Arruela lisa de 7/8"	6
12	Porca sextavada 20 mm	6
13	Chapa de aço retangular de 100 x 200 mm x 1/4" com furo de 7/8" de diâmetro	4
14	Barra de aço de secção retangular de 4" x 2" x 1/4" comp. de 550 mm e furo de 7/8" de diâmetro	4
15	Chapa de aço quadrada 100 x 100 x 13 mm com um furo na parte central de 29 mm de diâmetro	4
16	Chapa de aço retangular 70 x 81,75 mm x 5/8"	2

Partes componentes do rolo de corte e relação do material utilizado com as respectivas dimensões.



REF.	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Aro de chapa de aço de 2" x 1/8" afiado na extremidade superior	8
2	Roda de aço de 1/4", diâmetro de 400 mm e furo na parte central de 1"	4
3	Perfil "L" 3" x 3" x 1/4" espaçados de 60° entre si em cada módulo do rolo e 20° entre si no conjunto todo com comp. de 570 mm com um dos lados do perfil fixado 2" acima do nível da roda	18
4	Eixo de aço de 1" de diâmetro e comp. de 2000 mm	1
5	Mancal UCF-205	2
6	Rolamento com diâmetro interno de 1"	2
7	Roda dentada simples passo de 1" com 33 dentes e diâmetro primitivo de 200,4 mm	1
8	Chaveta de aço de 5/16" x 35 mm	1
9	Corrente simples passo 1" x 5/8" ref. ABNT 16A-1 com comp. de 4 m	1

Partes componentes do rolo destorreador e relação do material utilizado com as respectivas dimensões.



REF.	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Perfil "L" 2" x 2" x 1/4" espaçados de 51° e 26' entre si em cada módulo do rolo e 17° e 8' entre si no conjunto todo com comp. de 570 mm	21
2	Roda de aço de 1/4", diâmetro de 400 mm e furo na parte central de 1"	4
3	Eixo de aço de 1" de diâmetro e comp. de 2000 mm	1
4	Mancal UCF-205	2
5	Rolamento com diâmetro interno de 1"	2
6	Roda dentada simples passo 1" com 21 dentes e diâmetro primitivo de 127,82 mm e roda dentada de 17 dentes e diâmetro primitivo de 103,67 mm	1
7	Chaveta de aço de 5/16" x 3/4"	1
8	Corrente simples passo 1" x 5/8" ref. ABNT 16A-1	1

Especificações técnicas da versão final do protótipo de máquina de preparo mínimo do solo.

NUMERO DE HASTES	-	5 de 1" x 2" x 28" c/ ponteira
ESPAÇAMENTO ENTRE HASTES		0,37 m
LARGURA DE TRABALHO		1,75 m
PROFUNDIDADE MAXIMA DE TRABALHO		0,27 m
PESO		710 Kg

Resultados médios das análises mineralógicas e físicas de amostras coletadas antes do preparo do solo.

Parâmetros	Unidades	Profundidades (cm)	
		0-15	15-30
Densidade do solo	g/cm ³	1,36	1,38
Densidade de partícula	g/cm ³	2,84	2,76
Porosidade total	%	53,13	51,33
Macroporosidade	%	8,44	7,31
Microporosidade	%	44,69	44,02
Granulometria - (USDA)			
- Areia Fina	%	14	13
- Areia Grossa	%	11	11
- Silte	%	09	08
- Argila	%	57	60
Limite de liquidez (NBR 6451)	%	47,1	
Limite de plasticidade (NBR 7180)	%	33,8	
Índice de plasticidade (NBR 7180)	%	13,3	

APENDICE 6

Propriedades mecânicas do solo e teores de umidade no momento de suas determinações.

Parâmetros	Unidades	Valores obtidos
Resistência à penetração	kPa	5100,9
Teor de umidade:		
0 - 15 cm	%	19,87
15 - 30 cm	%	23,54
Teor de umidade da amostra indeformada		
	%	19,44
Angulo de atrito interno	graus	20
Peso específico do solo	kg/m ³	1654,58
Coesão do solo	kPa	24,5

APENDICE 7

Características químicas das amostras de solo da área experimental.

Amostra	pH	%C	ppm		meq/100 cm ³			V%	
	CaCl ₂		P	Pres	K	Al+++	Ca++		Mg++
1	5,0	2,4	19,0	32,0	0,65	zero	4,7	1,7	64,9
2	5,2	2,3	18,0	29,6	0,70	zero	5,1	1,8	69,0

Velocidade média de deslocamento durante a operação de preparo do solo para os ensaios A e B.

Tratamentos	velocidade (km/h)	
	Ensaio A	Ensaio B
P1R1	7,88	7,72
P1R2	7,87	7,44
P2R1	7,58	7,18
P2R2	7,36	7,12

Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de julho de 1989.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Insolação (hora)
	Máx.	Min.	Méd.			
1	27.4	9.8	21.2	61.6	0.0	10.0
2	28.0	12.8	22.8	57.0	0.0	7.9
3	22.0	15.6	19.5	74.7	0.0	8.4
4	27.0	14.2	21.4	62.7	0.0	8.7
5	27.2	16.0	20.4	64.3	0.0	5.5
6	13.4	11.4	12.5	64.0	0.2	2.0
7	18.4	9.6	14.4	64.7	0.0	3.2
8	18.8	10.2	14.6	66.7	0.0	7.5
9	19.8	9.8	15.8	52.7	0.0	10.2
10	21.4	10.0	15.6	61.0	0.0	8.1
11	21.4	9.2	16.0	62.0	0.0	8.1
12	22.0	9.2	16.6	58.0	0.0	7.5
13	24.2	6.6	18.4	51.0	0.0	9.5
14	25.0	8.4	18.0	48.0	0.0	9.0
15	23.8	10.4	17.2	58.0	0.0	10.1
16	23.4	10.2	17.3	57.0	0.0	9.9
17	25.4	9.6	17.7	56.3	0.0	9.3
18	25.6	7.8	18.9	52.7	0.0	9.8
19	25.2	7.6	18.7	49.7	0.0	9.4
20	23.8	9.2	18.6	48.0	0.0	9.8
21	25.8	7.8	18.3	48.3	0.0	9.7
22	25.6	6.8	18.2	47.7	0.0	10.1
23	26.8	7.2	19.5	43.7	0.0	10.3
24	28.8	10.6	21.9	42.3	0.0	8.5
25	23.6	14.2	19.6	61.7	0.0	0.6
26	22.2	15.2	17.7	91.7	6.2	0.7
27	27.2	15.4	21.7	77.0	13.2	5.9
28	22.0	15.6	19.2	83.7	20.8	1.4
29	26.4	14.2	22.2	79.7	0.8	6.6
30	20.0	15.4	16.7	98.0	19.2	0.0
31	23.2	15.2	18.4	63.3	50.8	7.4
Média	23.7	11.1	18.3	61.6		
TOTAL					111.2	225.1

Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de agosto de 1989.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Insolação (hora)
	Máx.	Mín.	Méd.			
1	23.8	10.6	18.9	66.0	0.0	10.1
2	25.2	12.0	19.2	62.6	0.0	10.1
3	25.6	11.2	20.7	54.6	0.0	10.4
4	25.0	10.0	19.9	51.3	0.0	10.6
5	24.6	12.0	19.2	63.6	0.0	1.2
6	23.8	12.2	17.9	70.0	0.2	10.5
7	25.6	10.8	18.8	59.0	0.0	9.4
8	27.0	11.4	20.0	63.0	0.0	9.9
9	26.2	12.8	20.6	62.6	0.0	3.5
10	23.2	15.0	18.6	55.0	0.0	7.7
11	21.0	7.8	16.8	59.6	0.0	10.2
12	21.4	12.4	16.9	63.0	0.0	9.8
13	23.2	11.8	17.8	58.0	0.0	10.8
14	26.4	11.4	19.8	44.3	0.0	10.1
15	26.2	10.4	20.8	47.6	0.0	10.5
16	27.0	13.8	21.4	49.0	0.0	10.5
17	28.6	12.0	23.0	46.0	0.0	10.4
18	29.6	15.8	24.4	49.3	0.0	10.3
19	29.4	16.8	25.0	43.6	0.0	10.5
20	30.0	14.6	22.9	52.0	0.0	8.6
21	27.8	17.6	23.0	63.0	0.0	3.1
22	30.0	17.6	22.7	74.3	5.8	4.5
23	24.4	15.8	21.3	70.3	2.4	2.8
24	31.4	14.8	25.2	54.0	0.0	9.2
25	26.4	17.2	19.4	80.0	0.0	3.2
26	27.2	14.6	21.6	66.6	19.0	10.1
27	30.4	15.6	22.2	62.6	0.0	7.9
28	20.6	14.4	17.4	69.6	3.0	10.6
29	26.4	13.2	20.4	62.0	0.0	10.8
30	28.4	15.0	24.2	51.3	0.0	10.6
31	30.0	16.6	25.4	52.3	0.0	10.0
Média	26.3	13.4	20.8	58.9		
TOTAL					30.4	267.9

Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de setembro de 1989.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Insolação (hora)
	Máx.	Min.	Méd.			
1	20.8	15.4	18.1	90.6	1.8	0.0
2	21.6	11.2	18.2	59.0	5.8	10.8
3	22.8	12.8	19.2	60.0	0.0	10.8
4	27.2	13.2	21.2	57.0	0.0	6.5
5	22.0	13.8	19.0	85.0	0.0	1.5
6	26.0	12.2	19.1	85.0	0.8	5.5
7	26.8	17.4	21.1	72.0	0.4	4.3
8	32.0	17.4	26.3	58.3	0.0	9.9
9	26.2	18.4	22.3	81.0	7.2	2.1
10	27.6	18.6	24.2	70.0	4.4	4.4
11	31.2	18.0	26.2	68.3	0.0	6.6
12	30.6	20.8	25.5	73.0	5.2	3.5
13	25.0	19.0	22.4	82.3	14.2	0.7
14	21.8	18.6	20.6	93.0	0.4	0.0
15	22.2	17.6	19.4	70.6	1.4	5.2
16	23.6	10.8	18.2	62.6	0.0	10.4
17	21.4	9.4	16.9	54.0	0.0	10.3
18	23.8	12.2	20.0	54.6	0.0	10.7
19	27.4	11.6	21.0	58.6	0.0	10.6
20	27.8	14.6	21.4	64.6	0.0	9.7
21	30.0	14.4	23.7	58.0	0.0	10.1
22	30.4	16.8	25.9	48.0	5.8	10.2
23	32.4	16.6	28.1	41.6	2.4	9.8
24	32.6	20.6	26.8	54.3	0.0	7.7
25	19.6	15.8	17.8	69.6	3.8	0.0
26	15.6	12.4	15.0	82.6	1.6	0.0
27	23.6	14.0	19.0	70.6	3.8	4.3
28	24.2	15.4	20.4	67.3	0.0	6.2
29	27.0	15.8	22.0	63.0	0.0	6.5
30	25.4	16.2	20.6	61.0	0.0	10.1
Média	25.6	15.4	21.3	67.2		
TOTAL					59.0	188.4

Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de outubro de 1989.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Insolação (hora)
	Máx.	Min.	Méd.			
1	28.4	16.8	22.0	60.0	0.0	8.5
2	30.8	15.2	25.4	45.6	0.0	9.8
3	31.4	15.6	24.8	61.0	0.0	10.0
4	24.4	16.6	20.6	77.3	0.4	2.5
5	27.8	13.8	22.5	54.6	0.0	11.4
6	30.0	13.2	22.0	55.6	0.0	10.8
7	29.6	13.8	23.2	55.6	0.0	10.0
8	28.2	12.6	22.6	58.6	0.0	7.6
9	25.6	16.8	21.3	71.6	0.0	0.2
10	31.0	16.6	24.0	62.0	0.0	8.5
11	27.4	18.0	22.6	74.0	0.0	2.3
12	24.6	18.4	22.1	69.6	0.2	0.6
13	24.2	13.2	19.5	50.3	0.2	10.1
14	24.4	12.6	18.9	51.0	0.0	10.3
15	19.8	12.8	16.8	80.3	0.0	0.5
16	27.2	14.4	21.6	65.0	1.4	9.0
17	28.4	13.4	22.1	57.3	0.0	11.4
18	25.6	13.4	20.1	49.6	0.0	11.2
19	26.8	11.6	20.8	56.0	0.0	11.2
20	28.6	13.6	22.5	55.3	0.0	11.8
21	27.6	16.4	22.2	64.6	0.0	9.6
22	28.2	16.0	22.1	66.3	0.0	7.7
23	29.2	15.2	22.6	52.6	0.0	11.1
24	31.6	15.2	24.9	51.6	0.0	10.4
25	34.2	16.2	28.6	42.3	0.0	11.1
26	33.6	14.0	22.5	59.0	0.0	4.1
27	24.8	17.8	20.4	73.6	26.2	0.4
28	25.2	14.8	19.6	65.0	0.0	12.2
29	30.0	14.6	24.4	53.6	0.0	12.1
30	32.8	16.6	25.2	55.0	0.0	8.5
31	33.0	18.2	26.2	50.0	0.0	7.0
Média	28.2	15.2	22.4	59.5		
TOTAL					28.4	251.9

Dados diários de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar, precipitação e número de horas de insolação para o mês de novembro de 1989.

Dia	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Insolação (hora)
	Máx.	Mín.	Méd.			
1	24.0	14.6	19.0	56.6	0.0	10.0
2	27.4	11.8	21.0	52.6	0.0	10.3
3	29.4	13.4	20.0	80.6	0.0	9.8
4	23.4	17.6	20.2	94.6	0.6	1.7
5	28.8	17.2	24.0	49.6	1.4	10.2
6	30.2	14.6	23.6	47.3	0.0	10.4
7	30.4	15.2	24.2	52.3	0.0	10.5
8	33.6	17.2	26.8	56.0	0.0	11.4
9	27.8	19.0	23.6	73.6	0.0	0.8
10	27.0	19.0	23.1	73.3	0.4	1.1
11	28.8	19.4	24.9	69.3	0.6	4.4
12	22.0	17.6	20.1	95.3	10.2	0.1
13	27.2	18.2	22.5	52.3	49.4	9.6
14	25.8	12.6	20.9	56.3	0.0	10.1
15	29.4	15.8	23.9	54.3	0.0	9.8
16	30.4	16.6	25.4	55.0	0.0	10.4
17	30.6	19.2	26.4	61.0	0.0	8.1
18	29.4	19.6	25.6	65.0	0.0	3.3
19	27.2	21.6	24.6	76.0	0.0	0.9
20	30.4	20.8	25.7	73.6	2.4	5.1
21	25.0	19.8	21.8	89.0	42.2	3.0
22	29.2	20.0	25.0	80.6	24.4	4.2
23	30.6	19.8	24.8	79.6	9.8	4.2
24	30.4	20.4	25.8	78.0	8.6	4.1
25	27.6	18.6	23.3	57.3	20.6	11.8
26	29.8	14.0	24.8	40.3	0.0	12.2
27	33.0	16.6	27.4	63.6	0.0	6.0
28	29.8	17.4	25.0	71.0	51.4	7.7
29	29.8	20.2	26.8	67.6	0.0	6.8
30	29.6	18.2	24.6	64.3	0.0	10.7
Média	28.6	17.5	23.8	66.2		
TOTAL					222.0	208.7

Análise de variância dos dados ⁽¹⁾ referentes à cobertura do solo com resíduos culturais de milho antes do preparo do solo (ensaio A).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	60,3281	60,3281	2,51 NS
Rotação (R)	1	4,1836	4,1836	0,17 NS
Interação (P x R)	1	19,7656	19,7656	0,82 NS
Tratamentos	3	84,2773	28,0924	1,17 NS
Blocos	2	99,1172	49,5586	2,06 NS
Resíduo	6	143,9609	23,9935	
Total	11	327,3554		
		s = 4,8983	CV = 7,59%	

⁽¹⁾ dados originais em porcentagem (Tabela 1), analisados após transformação para $\text{ARC SEN DA RAIZ DE } X + 0$

Análise de variância dos dados ⁽¹⁾ referentes à proporção de cobertura mantida no solo após o preparo, para o ensaio com resíduos culturais de milho (A).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	138,1406	138,1406	80,58 **
Rotação (R)	1	2,6269	2,6269	1,53 NS
Interação (P x R)	1	4,5059	4,5059	2,63 NS
Tratamentos	3	145,2734	48,4245	28,25 **
Blocos	2	2,6230	1,3115	0,76 NS
Resíduo	6	10,2852	1,7142	
Total	11	158,1816		
s = 1,3093		CV = 2,63%		

⁽¹⁾ Dados originais em porcentagem (Tabela 1), analisados após transformação para $\text{ARC SEN DA RAIZ DE } X + 0$

Análise de variância dos dados <1> referentes à cobertura do solo com resíduos culturais de soja antes do preparo (ensaio B).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	3,9062E-03	3,9062E-03	1,71E-04 ^{NS}
Rotação (R)	1	32,8281	32,8281	1,44 ^{NS}
Interação (P x R)	1	6,6602	6,6602	0,29 ^{NS}
Tratamentos	3	39,4922	13,1640	0,58 ^{NS}
Blocos	2	120,9883	60,4941	2,65 ^{NS}
Resíduo	6	136,8232	22,8039	
Total	11	297,3037		
s = 4,7753		CV = 13,97%		

<1> Dados originais em porcentagem (Tabela 2), analisados após transformação para $\text{ARC SEN DA RAIZ DE } X + 0$

Análise de variância dos dados ⁽¹⁾ referentes à proporção de cobertura mantida no solo após o preparo, para o ensaio com resíduos culturais de soja (B).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	385,0664	385,0664	13,05 *
Rotação (R)	1	28,5752	28,5752	0,97 NS
Interação (P x R)	1	2,7754	2,7754	0,09 NS
Tratamentos	3	416,4170	138,8057	4,70 NS
Blocos	2	34,1436	17,0718	0,58 NS
Resíduo	6	177,0449	29,5075	
Total	11	627,6055		
s = 5,4321		CV = 15,39%		

⁽¹⁾ Dados originais em porcentagem (Tabela 2), analisados após transformação para $\text{ARC SEN DA RAIZ DE } X + 0$

Análise de variância dos dados ⁽¹⁾ referentes à quantidade de resíduos culturais de milho antes do preparo do solo (ensaio A).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Profundidade (P)	1	800	800	2,41E-03	NS
Rotação (R)	1	1.852.384	1.852.384	5,57	NS
Interação (P x R)	1	222.112	222.112	0,67	NS
Tratamentos	3	2.075.296	691.765,3	2,08	NS
Blocos	2	1.350.656	675.328	2,03	NS
Resíduo	6	1.993.856	332.309,4		
Total	11	5.419.808			
		s = 576,4628	CV = 11,94%		

⁽¹⁾ Dados originais em kg/ha de matéria seca (Tabela 3)

Análise de variância dos dados ⁽¹⁾ referentes à quantidade de resíduos culturais de soja antes do preparo do solo (ensaio B).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	65.726	65.726	0,55 NS
Rotação (R)	1	447.682	447.682	3,77 NS
Interação (P x R)	1	22.518	22.518	0,19 NS
Tratamentos	3	535.926	178.642	1,51 NS
Blocos	2	147.388	73.694	0,62 NS
Resíduo	6	711.818	118.636,3	
Total	11	1.395.132		
		s = 344,44	CV = 26,43%	

⁽¹⁾ Dados originais em kg/ha de matéria seca (Tabela 4)

Análise de variância dos dados <1> referentes à rugosidade superficial do solo antes do preparo para o ensaio com resíduos culturais de milho (A).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	9,6702E-04	9,6702E-04	0,11 NS
Rotação (R)	1	4,7111E-04	4,7111E-04	0,05 NS
Interação (P x R)	1	2,2355E-02	2,2355E-02	2,54 NS
Tratamentos	3	2,3793E-02	7,9310E-03	0,90 NS
Blocos	2	2,6592E-02	1,3296E-02	1,51 NS
Resíduo	6	5,2784E-02	8,7973E-03	
Total	11	10,3169		
s = 0,0938		CV = 9,96%		

<1> Dados originais em mm (Tabela 5), analisados após transformação para LOG X

Análise de variância dos dados (1) referentes à rugosidade superficial antes do preparo do solo para o ensaio com resíduos culturais de soja (B).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	1,0961E-02	1,0961E-02	1,37 NS
Rotação (R)	1	1,4017E-02	1,4017E-02	1,75 NS
Interação (P x R)	1	1,0280E-03	1,0280E-03	0,13 NS
Tratamentos	3	2,6006E-02	8,6689E-03	1,08 NS
Blocos	2	2,7023E-02	1,3511E-02	1,69 NS
Resíduo	6	4,8047E-02	8,0078E-03	
Total	11	10,1076		
		s = 0,2830	CV = 9,38%	

(1) Dados originais em mm (Tabela 6), analisados após transformação para LOG X

Análise de variância dos dados (1) referentes ao aumento relativo na rugosidade superficial após o preparo do solo para o ensaio com resíduos culturais de milho (A).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	0,1146088	0,1146088	1,63 NS
Rotação (R)	1	9,6E-07	9,6E-07	1,3E-04NS
Interação (P x R)	1	4,804E-02	4,804E-02	0,68 NS
Tratamentos	3	0,1626497	5,422E-02	0,77 NS
Blocos	2	8,981E-02	4,490E-02	0,63 NS
Resíduo	6	0,4224510	7,048E-02	
Total	11	0,6749107		
s = 0,2655		CV = 16,19%		

(1) dados originais em porcentagem/100 (Tabela 5), analisados após transformação para $RAIZ DE X + 1$

Análise de variância dos dados (1) referentes ao aumento relativo na rugosidade superficial após o preparo do solo para o ensaio com resíduos culturais de soja (B).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	0,1801567	0,1801567	10,24 *
Rotação (R)	1	2,457E-02	2,457E-02	1,40 NS
Interação (P x R)	1	1,201E-02	1,201E-02	0,68 NS
Tratamentos	3	0,2167367	7,224E-02	4,11 NS
Blocos	2	0,2007008	0,1003504	5,70 *
Resíduo	6	0,1055660	1,759E-02	
Total	11	0,5230035		
s = 0,1326		CV = 8,77%		

(1) Dados originais em porcentagem/100 (Tabela 6), analisados após transformação para $\text{RAIZ DE } X + 1$

Análise de variância dos dados ⁽¹⁾ referentes ao rendimento de grãos de trigo IAC-24, cultivado sobre resíduos culturais de milho (ensaio A).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	40.096	40.096	0,26 NS
Rotação (R)	1	387.616	387.616	2,51 NS
Interação (P x R)	1	29.368	29.368	0,19 NS
Tratamentos	3	457.080	152.360	0,99 NS
Blocos	2	2.900.440	1.450.220	9,41 *
Resíduo	6	924.944	154.157,3	
Total	11	4.282.464		
s = 392,63		CV = 13,13%		

⁽¹⁾ Dados originais em kg/ha (Tabela 11)

Análise de variância dos dados (1) referentes ao rendimento de grãos de trigo IAC-24, cultivado sobre resíduos culturais de soja (ensaio B).

F.variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Profundidade (P)	1	10.088	10.088	0,08 NS
Rotação (R)	1	1.176	1.176	0,01 NS
Interação (P x R)	1	27.192	27.192	0,22 NS
Tratamentos	3	38.456	12.818,7	0,10 NS
Blocos	2	873.208	436.604	3,57 NS
Resíduo	6	733.272	122.212	
Total	11	1.644.936		
s = 349,59		CV = 13,60%		

(1) Dados originais em kg/ha (Tabela 11)

Dados calculados de porcentual de cobertura do solo para os Ensaio A e B.

BLOCO ⁽¹⁾	TRATAMENTO							
	P1R1		P1R2		P2R1		P2R2	
	antes	após	antes	após	antes	após	antes	após
1	85,9	54,3	85,4	57,3	58,3	33,2	73,9	37,2
2	82,9	50,7	78,9	51,8	79,4	39,7	82,9	44,7
3	86,9	54,3	85,9	55,8	86,4	44,2	85,4	44,7
4	23,1	12,6	25,1	11,6	21,6	6,0	33,1	6,0
5	41,2	15,1	29,6	13,6	34,2	6,5	20,6	8,0
6	43,2	14,1	28,6	12,1	44,2	8,0	37,2	10,0

<1> Blocos de 1 a 3 = Ensaio A e de 4 a 6 = Ensaio B

Dados calculados de quantidade de cobertura do solo em Kg/ha de matéria seca para os Ensaio A e B.

BLOCO ⁽¹⁾	TRATAMENTO							
	P1R1		P1R2		P2R1		P2R2	
	antes	após	antes	após	antes	após	antes	após
1	4.539	2.869	5.070	3.402	3.402	1.937	4.403	2.216
2	4.219	2.581	5.614	3.686	4.716	2.358	5.759	3.105
3	4.979	3.111	4.595	2.984	4.754	2.432	5.884	3.080
4	1.933	1.054	1.659	767	1.126	313	1.017	184
5	1.519	557	947	435	1.826	347	957	372
6	1.129	368	1.075	455	1.444	261	1.003	270

(1) Blocos de 1 a 3 = Ensaio A e de 4 a 6 = Ensaio B

Dados calculados de índice de rugosidade superficial do solo para os Ensaios A e B.

BLOCO ⁽¹⁾	TRATAMENTO							
	P1R1		P1R2		P2R1		P2R2	
	antes	após	antes	após	antes	após	antes	após
1	7,92	19,90	8,92	22,13	7,36	21,62	6,11	28,78
2	8,25	20,36	11,50	22,15	12,81	26,90	6,53	24,39
3	8,46	23,19	8,97	19,47	9,40	32,36	11,22	18,94
4	11,07	21,04	10,25	15,57	11,05	22,64	8,06	21,10
5	8,78	17,58	10,57	18,43	9,02	18,47	8,97	21,48
6	12,35	22,09	6,08	16,75	6,98	22,97	6,82	26,53

(1) Blocos de 1 a 3 = Ensaio A e de 4 a 6 = Ensaio B

Dados calculados de Rendimento de grãos em kg/ha para os Ensaaios A e B.

BLOCO ⁽¹⁾	TRATAMENTO			
	P1R1	P1R2	P2R1	P2R2
1	2.332,8	2.468,6	1.508,3	2.895,9
2	3.197,6	3.665,1	3.637,5	3.149,8
3	3.225,2	3.403,7	2.966,3	3.441,4
4	3.029,0	2.941,2	2.568,3	2.430,7
5	2.937,8	2.542,2	2.941,2	2.697,8
6	1.659,9	2.488,2	2.227,8	2.383,4

(1) Blocos de 1 a 3 = Ensaio A e de 4 a 6 = Ensaio B