

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**SEMEADURA CONJUGADA À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS
EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL, NA CULTURA DO
MILHO (*Zea mays* L.)**

HERMES GERALDO CORRÊA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia - Área de
Concentração de Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP

Outubro - 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**SEMEADURA CONJUGADA À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM
PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL,
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)**

HERMES GERALDO CORRÊA

Orientador: **Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia - Área de Concentração de
Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP.

Outubro - 2001

FICHA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
DIRETORIA DE SERVIÇO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP/LAGEADO -
BOTUCATU

C8240

Corrêa, Hermes Geraldo
Semeadura conjugada à aplicação de herbicidas em plantio direto e convencional, na cultura
do milho (*zea mays* l.) / Hermes Geraldo Corrêa. – Bocatú, 2001
xii, 123 f. : il. (algumas color.) ; 28 cm

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agronômicas, Botucatu, 2001
Orientador: Sérgio Hugo Benez
Bibliografia: f. 99-104

1.Semeadora – Pulverizadores - Defensivos agrícolas – 2. Plantio
direto - Milho I. Título

CDD(21) 632.94

Palavras-chave: Semeadura; Pulverização agrícola; Plantio direto; Defensivos agrícolas; Tecnologia de aplicação

Ao

CRIADOR E ETERNO

DEDICO

Para

**EUNICE
E FILHOS
OFEREÇO**

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, ao Instituto Agronômico, instituição a qual me vinculo profissionalmente, por terem me concedido realizar esse curso e o presente trabalho;

A FAPESP, pelo apoio técnico e financeiro ao projeto, sem o qual não seria possível a obtenção dos dados e levar a termo o presente trabalho;

Ao Professor Sérgio Hugo Benez pela orientação, ensinamentos, profissionalismo, dedicação e incentivo;

Aos Professores Nilson Salvador, Luiz Malcolm M. de Mello, Casimiro Dias Gadanha Junior e ao Pesquisador Robert Deuber, pelas sugestões apresentadas no exame da presente tese;

Aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, na Área de Concentração em Energia na Agricultura, Professores Sérgio Hugo Benez, Kléber Pereira Lanças e Paulo Rodolfo Leopoldo (in memoriam);

Aos Professores Kléber Pereira Lanças, José Armando Furlani Júnior, Lincoln Ghering Cardoso, do Departamento de Engenharia Rural/FCA, Ângelo Catâneo do Departamento de Economia e Sociologia Rural /FCA, pela colaboração e auxílio em diferentes etapas;

Aos demais docentes do Departamento de Engenharia Rural e do Curso de Pós-Graduação, pela boa vontade e proficiência;

Aos estatísticos Wilson Roberto de Jesus do Cinag-FCA/UNESP e Luís Alberto Ambrósio do Centro de Coordenação da Pesquisa do IAC pela execução e auxílio na interpretação das análises estatísticas;

Aos Colegas, Gessi Ceccon do Centro de Pesquisas do Vale do Paranapanema - IAC, Sérgio Augusto H. Kurachi, Cláudio Alves Moreira, Carlos A. S. Braga, Ila Maria Corrêa, Antonio Loureiro Lino, do Centro de Mecanização e Automação Agrícola – IAC, Jener Moraes, Hélio Prado, Marcio M. Valeriano, Antonio Odair, Jose Guilherme, Isabela C. DeMarie, Ricardo A.D. Kantack e a Paulo C. Reco, de outras unidades do IAC, Marli D. M. Oliveira , Alceu de A. Veiga Filho , do Instituto de Economia Agrícola desta Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo;

Aos funcionários de apoio a pesquisa no C.M.A.A., Antonio da Silva, José R. Rodrigues, Nairde Bento da Silva, João Batista, Maria do Carmo, Maria Luiza, Ivanir, Elaine Vera Regina, Dona Ester e Dona Wanda;

A Diretoria do C.M.A.A. pelas condições para execução do trabalho de pesquisa;

Aos proprietários da Fazenda Velha Lagoa, José Roberto Borges e Lúcio Borges pela inestimável apoio e colaboração, quando muitas vezes sobrecarregados com suas extensas lides, de uma administração sempre presente, ainda conseguiam tempo e pessoal para atender a demanda da pesquisa, um compromisso quase sempre exigente, em tempo e espaço, e por isso muitos se furtam de colaborar;

Aos operadores de máquinas da Fazenda Velha Lagoa, Célio, Reginaldo, Fernando, Ivan, Pedro, mas especialmente ao Reinaldo A. Xavier, pela expressiva colaboração prestada nas atividades de campo, mesmo antes da instalação, e depois da colheita do experimento objeto do presente trabalho;

A todos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, e em especial ao Técnico de Laboratório Maury Torres da Silva pela colaboração, e apoio quando foram solicitados durante o curso;

A todos os funcionários da Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos;

Aos companheiros do curso de Pós-Graduação, em especial a Rômulo Fujito Kobori, Ed Wilson Fontes, Rubens Siqueira, Suedêmio de Lima e Silva, Gilberto Gonçalves, Célia Regina Grego, José Roberto, João Paulo Marques, Renato Levien, Ricardo F.C.Amorim, e Walter Boller, pela amizade, sugestões e colaboração no decorrer do curso;

A todas as pessoas que, sob as mais diversas formas, colaboraram para a elaboração desta tese, o autor agradece.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.	1
2 SUMMARY.	3
3 INTRODUÇÃO.	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	7
4.1 Sustentabilidade da agricultura.	7
4.2 Manejo dos solos.	9
4.3 Características físicas dos solos cultivados.	12
4.4 Compactação, densidade do solo e avaliação da resistência à penetração.	14
4.5 Sistemas de manejo do solo.	18
4.6 Sistema de plantio direto.	20
4.7 Manejo químico da cobertura vegetal.	26
4.8 Conceitos para aplicação de defensivos agrícolas.	31
4.8.1 Definição do alvo na aplicação de defensivos agrícolas.	32
4.8.2 Variáveis operacionais diretamente relacionados com a aplicação de defensivos.	32
4.9 Ensaio de máquinas agrícolas.	33
5 MATERIAL E MÉTODOS.	36
5.1 Material.	36
5.1.1 Campo experimental.	36
5.1.2 Solo.	38
5.1.2.1 Descrição morfológica	38
5.1.2.2 Condições agrícolas.	39
5.1.3 Precipitação pluvial.	41
5.1.4 Máquinas e implementos utilizados.	43
5.1.4.1 Tratores para semeadura e tratos culturais.	43
5.1.4.2 Semeadora-adubadora de precisão.	43

5.1.4.3 Grades - aradora e a destorroadora-niveladora.	44
5.1.4.4 Pulverizador de produção industrial.	44
5.1.4.5 Pulverizador protótipo.	45
5.1.4.6 Cultivador para adubação em cobertura.	45
5.1.4.7 Colhedora autopropelida de cereais.	48
5.1.4.8 Trilhadora manual.	48
5.1.5 Outros materiais.	48
5.1.5.1 Balança com sistema automático de pesagem.	48
5.1.5.2 Equipamentos e material para ensaio de germinação das sementes. ..	49
5.1.5.3 Ensaio dos bicos de pulverização e pulverizadores da experimentação	49
5.1.5.4 Ensaio da semeadora-adubadora de precisão utilizada na experimentação.	49
5.1.5.5 Resistência do solo à penetração.	51
5.1.5.6 Densidade do solo e teor de água.	51
5.1.5.7 Biomassa existente sobre o solo.	53
5.1.5.8 Quantificação das plantas daninhas.	53
5.1.5.9 Percentagem de cobertura do solo.	53
5.1.5.10 Amostragem do solo para análise física e de fertilidade química. ...	53
5.1.5.11 Profundidade de semeadura da cultura.	55
5.1.5.12 Determinação da emergência e desenvolvimento da cultura do milho.	55
5.1.5.13 Velocidade de deslocamento das máquinas.	55
5.1.6 Insumos agrícolas.	55
5.1.6.1 Sementes.	55
5.1.6.2 Fertilizantes.	56
5.1.6.3 Herbicidas.	56
5.1.6.4 Inseticidas.	57
5.2 Métodos.	57
5.2.1 Demarcação de blocos e parcelas e delineamento experimental.	57
5.2.2 Tratamentos.	58
5.2.3 Instalação e condução do experimento.	60

5.2.4 Densidade do solo.	61
5.2.5 Densidade das partículas do solo.	62
5.2.6 Porosidade total do solo.	62
5.2.7 Teor de água no solo.	62
5.2.8 Resistência do solo à penetração.	63
5.2.9 Trânsito das máquinas na área do experimento.	64
5.2.10 Amostragem do solo para análise física e química.	65
5.2.11 Massa seca dos resíduos vegetais na área de cultivo.	65
5.2.12 Percentagem de cobertura do solo.	65
5.2.13 Regulagem dos Pulverizadores.	66
5.2.14 Ensaios de laboratório dos bicos utilizados na aplicação de defensivos. .	68
5.2.15 Avaliação do poder germinativo das sementes do milho.	70
5.2.16 Verificação do peso de 100 grãos de milho.	70
5.2.17 Ensaios da semeadora-adubadora de precisão.	71
5.2.18 Profundidade de colocação da semente.	73
5.2.19 Avaliação da população de plantas e altura da cultura.	73
5.2.20 Diâmetro médio do colmo das plantas de milho.	74
5.2.21 Avaliação do controle de plantas daninhas.	74
5.2.22 Avaliação da produtividade e rendimento de grãos da cultura.	75
5.2.23 Tratamento de dados e análise estatística.....	75
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	76
6.1 Cobertura do solo com resíduos vegetais anteriores a cultura do milho	77
6.2 Características físicas do solo na área de experimentação.	82
6.2.1 Medidas de resistência do solo à penetração.	83
6.3 Resultados com a implantação da cultura do milho.	88
6.3.1 Profundidade de semeadura na cultura do milho.	88
6.3.2 População inicial e final de plantas na cultura do milho.	89
6.3.3 Avaliação da altura das plantas na cultura do milho.	94
6.3.4 Diâmetro da base das hastes do milho.	96
6.3.5 Controle das plantas daninhas.	96

6.3.5.1 Controle das plantas daninhas no início da cultura do milho.	96
6.3.5.2 Controle das plantas daninhas no final do ciclo da cultura do milho.	102
6.3.6 Produtividade da cultura do milho.	104
6.3.7 Biomassa decorrente da cultura do milho.	107
6.4 Vantagens e possíveis desvantagens do protótipo desenvolvido.	109
6.4.1 Vantagens.	109
6.4.2 Possíveis desvantagens.	109
7 CONCLUSÕES.	110
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	112
APÊNDICES.	129

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Resultado da análise granulométrica do solo da área experimental, em cinco profundidades	39
2 Resultado da análise química do solo da área experimental em cinco profundidades.	40
3 Precipitação pluvial ocorrida no local do experimento, durante o período de sua realização.	41
4 Características das sementes de milho utilizadas nos ensaios de laboratório e na semeadura no campo.	56
5 Quantificação de trânsito das máquinas agrícolas nas parcelas do experimento na cultura do milho.	64
6 Cobertura do solo com resíduos vegetais remanescentes da cultura da soja. .	77
7 Resíduos vegetais (kg. ha ⁻¹) decorrentes da cultura da aveia antes da instalação da cultura do milho.	80
8 Cobertura do solo com resíduos vegetais decorrentes das culturas de soja e aveia.	81
9 Características físicas do solo, na camada de 0 – 0,20 m, por ocasião da implantação da cultura do milho.	81
10 Características físicas do solo, obtidas na camada de 0 – 0,20 m, após a colheita da cultura do milho.	82
11 Resistência do solo (MPa) na área da experimentação, no início da implantação da cultura do milho e após a sua colheita. Teor de água volumétrico médio de 0,362, 0,236 e 0,240 dm ³ .dm ⁻³ respectivamente.	87
12 Profundidade (m), de colocação das sementes na semeadura do milho.	88
13 Densidade de plantas inicial e final da cultura por metro de linha e correspondente população de plantas por hectare.	90
14 Comportamento de cada linha da semeadora, com relação a emergência das sementes.	93
15 Avaliação da altura (m) das plantas de milho aos 41 DDS.	94
16 Altura das plantas de milho (m) aos 114 DDS.	95
17 Diâmetro (mm), da base dos colmos de milho, submetido a diversos tratamentos.	97
18 Plantas daninhas, por metro quadrado, amostradas nos tratamentos aos 41 DDS.	99
19 Produção de resíduos secos (kg. ha ⁻¹), pelas plantas daninhas, no final do ciclo da cultura.	102
20 Produtividade da cultura do milho (kg. ha ⁻¹) com 13% de teor de água, considerando as entrelinhas transitadas e não transitadas pelas máquinas. ...	105
21 Produção de massa seca de resíduos vegetais da cultura do milho (kg. ha ⁻¹) considerando as entrelinhas transitadas e não transitadas pelas máquinas. ...	108

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Visualização da área onde o experimento foi instalado, mostrando biomassa vegetal presente em Dezembro 1999.	37
2	Visualização do perfil do solo na área experimental.	37
3	Semeadora-adubadora com protótipo de pulverizador montado na parte anterior da máquina.	46
4	Posicionamento posterior da barra de pulverização no protótipo pulverizador acoplado a semeadora-adubadora, em relação as rodas compactadoras.	46
5	Barra do pulverizador protótipo em operação.	47
6	Semeadora-adubadora em operação.	47
7	Mesa de canaletas utilizada no ensaio de distribuição dos bicos de pulverização.	50
8	Bancada de ensaio de semeadoras.	50
9	Vista complementar da bancada de ensaio de semeadoras, observando-se as sementes aderentes à esteira untada com graxa.	52
10	Penetrômetro de impacto, usado para avaliação da resistência do solo à penetração na área experimental.	52
11	Amostrador de solos motomecanizado.	54
12	Retirada de amostras de solo.	54
13	Visualização da biomassa cobrindo o solo após a lavoura da soja.	79
14	Variação na cobertura do solo com a biomassa resultante dos resíduos da cultura da soja.	79
15	Resistência do solo à penetração obtida na área antes da instalação do experimento, nos locais dos tratamentos A, B, C, D, e E. Teor de água volumétrico médio de $0,362 \text{ dm}^3.\text{dm}^{-3}$	85
16	– Resistência do solo à penetração nos tratamentos A, B, C, D e E nas entrelinhas nas quais transitaram as máquinas e depois que a cultura do milho foi colhida. Teor de água volumétrico médio de $0,240 \text{ dm}^3.\text{dm}^{-3}$	86
17	Resistência do solo à penetração nos tratamentos A, B, C, D e E nas entrelinhas nas quais não transitaram as máquinas e depois que a cultura do milho foi colhida. Teor de água volumétrico médio de $0,236 \text{ dm}^3.\text{dm}^{-3}$. .	86
18	Aspecto da biomassa remanescente da cultura da aveia, plântulas de aveia e outras invasoras dominadas.	101
19	Visualização da biomassa remanescente da cultura da aveia e contenção do desenvolvimento da sua sementeira aos 137 DDS.	101

20	Amostragem para obter a biomassa e produtividade de uma parcela do experimento.	106
21	Avaliação do peso da biomassa antes da separação e pesagem das espigas obtidas na amostragem de cada parcela.	106

APÊNDICES

Apêndice	Página
1 Análise do solo de cada parcela do experimento.	129
2 Ensaio do bico de pulverização agrícola Lurmark 03F 110.	130
3 Programa de computação desenvolvido em linguagem Turbo Basic para obter a sobreposição simulada dos depósitos de um bico associado a outros numa barra de pulverização. Utilizado no ensaio do bico de pulverização agrícola Lurmark 03F 110 (Adaptado de Corrêa, 1997).	148
4 Análise da germinação da semente de milho utilizada no experimento.	150
5 Ensaio de laboratório do componente dosador e distribuidor de sementes da semeadora-adubadora Jumil PD 2880 Magnun, direcionado à cultura do milho..	152
6 Dados obtidos no campo experimental, relacionados com os tratamentos.	184

1 RESUMO

O sistema plantio direto é influenciado por diversos fatores, mas quatro reconhecidamente se destacam: o solo, a biomassa existente sobre o solo e aquela em vias de incorporar-se a ele, máquinas adequadas ao sistema e herbicidas. É importante que esses fatores tenham o melhor desempenho ou estejam se adequando para esse fim, para que o sistema expresse todo seu potencial.

O presente trabalho analisa o que é conhecido e investiga novas proposições, como a associação da aplicação de herbicidas concomitante com a operação de semeadura. A redução do número de horas trabalhadas por hectare cultivado no plantio direto é realidade, mas este trabalho ainda considerou a possibilidade de maior redução das operações mecanizadas, pela conjugação das operações de aplicação de herbicidas dessecantes e de pré-emergência com a semeadura em uma única operação.

Com esse objetivo foi instalado no município de Campos Novos Paulista, Estado de São Paulo, um experimento abrangendo o sistema plantio direto e convencional da cultura do milho, realizado em solo Latossol Vermelho Escuro muito argiloso. O experimento incluiu três tratamentos executados no plantio direto: 1) aplicação dos herbicidas de dessecação e de pré-emergência concomitantemente à semeadura, 2) aplicação dos herbicidas de dessecação e de pré-emergência em operação separada da semeadura, 3) aplicação de herbicida dessecante por ocasião da semeadura e 20 dias após, foi realizada a aplicação do herbicida de pós-emergência. No plantio convencional foram realizados dois tratamentos: 4) a aplicação destes herbicidas separados da semeadura e no outro 5) a aplicação dos herbicidas de pré-emergência concomitantemente à semeadura.

Em algumas situações foi analisado o comportamento do solo nas entrelinhas transitadas pelas máquinas em relação às não transitadas. No início e no final da experimentação foram obtidas as principais características físicas do mesmo. Verificou-se alteração da resistência do solo à penetração nas entrelinhas transitadas e não transitadas pelas máquinas, o mesmo ocorrendo com relação à sua densidade. Para execução dos tratamentos conjugados com a semeadura, foi construído um protótipo de pulverizador, fixado sobre uma semeadora-adubadora de precisão.

Os tratamentos não apresentaram alterações significativas da população de plantas de milho, nas contagens realizadas no início e no final da cultura. Igualmente o desenvolvimento das plantas nos diferentes tratamentos, não apresentou diferença significativa quer aos 41 DDS (dias depois da semeadura) ou aos 114 DDS. O controle das plantas daninhas iniciais, avaliadas a 41 DDS quando considerada a sua soma e no final do ciclo da cultura não apresentou diferença significativa para qualquer dos tratamentos. A produtividade média de grãos da cultura foi de 8069 kg.ha^{-1} , e os tratamentos não mostraram diferenças significativas entre si. Os restos vegetais da cultura, proporcionaram a produção média de 7525 kg.ha^{-1} e os diversos tratamentos, também não apresentaram diferença significativa.

Em face dos resultados obtidos, a aplicação dos herbicidas concomitante à semeadura foi equivalente aos demais tratamentos tanto no plantio direto como no convencional, com a vantagem de reduzir o número de operações mecanizadas na área de semeadura.

SOWING CONJUGATED TO HERBICIDE SPRAYING IN NO-TILL AND CONVENTIONAL CORN PLANTING SYSTEMS. Botucatu, 2001. 187 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: HERMES GERALDO CORRÊA

Adviser: SÉRGIO HUGO BENEZ

2 SUMMARY

The no-tillage system is affected by many factors, but four are known to stand out: the soil, the existing biomass above the soil and that one in process of incorporation to it, adequate machines and herbicides. The best performance of these factors or its adequacy to the system is important, so that it can express all its potential.

The present research analyzes what is known about this subject and deals with new propositions, such as the application of the herbicides concomitant to the sowing. It is recognized that no tillage system reduces the number of hours of agricultural machines per hectare cultivated. The application of desiccants and pre-emergence herbicides conjugated with the sowing in one single operation was considered to improve this system.

The field experiments were carried out in Campos Novos Paulista, São Paulo. They included three treatments in the no-tillage system: 1) burn-down and pre-emergence herbicides application concomitantly to the sowing, 2) herbicides application in an operation separated from the sowing, and 3) sowing and post-emergence herbicide application. In the conventional disc tillage system, there were two treatments: 4) herbicides application separated from the sowing and 5) the herbicides application concomitantly to the sowing.

In some situations, the behavior of the soil in rows under traffic and no traffic by machines was analyzed. At the beginning and by the end of the experiment, the most important physical characteristics of the soil were obtained. Change in resistance of soil to penetration was observed in the rows under traffic by machines, the same was observed with the bulk density.

The treatments did not lead to significant alterations in the corn plant population. There were no significant differences between plant development in different treatments at 41 or 114 days after sowing. The weed plant control, didn't statistically influence the treatments, when all weeds present were considered. The average corn yield reached 8069 kg. ha⁻¹. The corn residues averaged 7656 kg. ha⁻¹. There was no significant difference for both factors in neither of the treatments.

After analysis of the results, the herbicide application conjugated with the sowing in a single operation was equivalent to other treatments, with the advantage of reducing the number of the mechanized operations in the planting area.

Keywords: Sowing and spraying, no-tillage, corn, pesticide, weed control.

3. INTRODUÇÃO

Por séculos o homem tem realizado o manejo dos solos para preparar o leito da semeadura das culturas, controlando plantas daninhas, incorporando fertilizantes químicos, orgânicos, corretivos e com frequência também aplicado defensivos. Em anos recentes aprendeu-se ainda, segundo o ponto de vista de Arshad (1999), a desbloquear os nutrientes incorporados na matéria orgânica, empregando novos sistemas de cultivo. Entretanto os cultivos convencionais continuam ainda a destruir persistentemente a matéria orgânica e a estrutura dos solos e desse modo mantém o impacto da erosão sobre os mesmos.

A desagregação do solo, com repetidas mobilizações, tem acelerado a decomposição da matéria orgânica e portanto afetado suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Nestes últimos trinta anos, o manejo dos solos tem se desenvolvido no sentido de minimizar e mesmo tornar desnecessária sua mobilização. Técnicas como as de plantio direto, preservam os resíduos vegetais na superfície do solo, protegendo-o da erosão. Extensa investigação confirma que essa prática aumenta o conteúdo de matéria orgânica nos solos, melhora sua estrutura controlando ainda a erosão.

Elevado número de trabalhos, demonstram que o plantio direto adotado de modo contínuo, é o mais efetivo e prático modo de promover a restauração e melhoria da qualidade dos solos. Isto é fundamental para uma agricultura local sustentável e comprometida com a preservação do ambiente.

O desenvolvimento atual da mecanização agrícola é resultante da necessidade do cultivo de grandes áreas, com a demanda de maior produção agrícola, inclusive tecnicamente destinadas ao aumento da produtividade. Nessas condições para satisfazer em tempo hábil as exigências operacionais da implantação e condução dessas culturas, impõe-se a mecanização. Isto gerou uma dependência crescente da motomecanização na agricultura moderna.

Ainda em razão do trânsito e uso intensivo das máquinas agrícolas no processo produtivo, as propriedades físicas dos solos têm se degradado e refletindo na sua compactação. Quando superficial, essa compactação pode ser eliminada pela mobilização periódica do solo, mas normalmente ela se tem transferido para as camadas subsuperficiais, constituindo as chamadas “soleiras”. Esse fenômeno se agrava quando os teores de água no solo ultrapassam limites estabelecidos para o processo de mobilização.

Esse trabalho tem como objetivo contribuir para redução do trânsito de máquinas nas áreas de cultivo. Investiga a possibilidade de menor emprego da motomecanização pela integração de práticas agrícolas de semeadura-adubação com a aplicação simultânea de herbicidas. Essa integração concorre para menor trânsito das máquinas nas áreas de cultivo, e como decorrência menor compactação dos solos. Isso significa que um menor número de horas máquina será despendido na área, originando maior capacidade operacional com uma mesma frota agrícola, menores gastos energéticos na área cultivada, e expectativa de maior produtividade com a agregação de todos esses fatores, que repercutem na economia operacional.

Para cumprir os objetivos da experimentação, um protótipo de equipamento pulverizador acoplado a uma semeadora-adubadora foi construído e ensaiado no campo, utilizando o sistema de plantio direto e no convencional na cultura do milho.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Sustentabilidade da agricultura

Em virtude da grande diversidade de conceitos sobre o tema, é necessário estabelecer uma definição de agricultura sustentável. Segundo o ponto de vista de Adelhelm & Kotoschi, (1985), é a agricultura que busca uma produtividade alta do solo, e ainda conserva ou restabelece o equilíbrio biológico do ambiente. Portanto esse conceito subentende a viabilidade econômica da produção agrícola ao passo que ocorre a melhoria de todo o ambiente produtivo inclusive da própria qualidade de vida. Isso subentende ainda a melhoria do sistema produtivo como um todo, de modo que as gerações futuras recebam um patrimônio conservado, preservado e melhorado, portanto de maior valor.

Ainda segundo os autores citados, é imprescindível preservar o solo como um recurso natural do qual depende a segurança alimentar da humanidade, daí o dever de preservá-lo e se possível torná-lo ainda melhor.

A erosão dos solos não só os degrada, mas também compromete a qualidade dos mananciais vizinhos. Segundo Derpsch, (1998), os sistemas de produção que se caracterizam pela mobilização intensa dos solos, resultando na sua exposição direta à ação da chuva, sol e ventos, devem ser substituídos por sistemas de produção sustentáveis, baseados no maior período possível de cobertura do solo com resíduos orgânicos.

Hoje com os conhecimentos disponíveis sabe-se que a mobilização do solo na implantação de culturas e no cultivo representa, no mínimo, um grande desperdício de energia. Mas segundo Phillips & Young (1973), não é esta a maior preocupação dos conservacionistas e ambientalistas. A maior preocupação é com os efeitos desta mobilização danosa sobre o ambiente. Solos arados e ou gradeados representam solos desprotegidos. E se isto ocorre durante o período anual de intensa precipitação, ou em áreas onde o vento é intenso, os danos acumulados em alguns anos podem se configurar como catastróficos para o ambiente.

Esta vulnerabilidade do solo à erosão causada pela água e pelo vento, na opinião de Phillips & Young (1973), dá origem poluição com o arrastamento das partículas do solo. Por outro lado a intensa utilização de produtos químicos na agricultura nas ultimas décadas, também tem concorrido, pelo arrastamento desses produtos sejam adsorvidos no solo ou veiculados na própria água, para poluição.

Phillips & Young (1973), ainda argumentam que em anos recentes a poluição no ar e na água tem sido a maior preocupação dos Estados Unidos da América do Norte. E os agropecuaristas tem sido apontados como os maiores responsáveis por essa poluição.

Droogers et al. (1996) colocam que o principal objetivo a ser perseguido é eleger critérios de sustentabilidade na agricultura. Segundo a FAO (1993) a sustentabilidade do manejo dos solos agrícolas combina tecnologias políticas e atividades colimadas com princípios da integração sócio-econômica com preocupações ambientais de maneira a simultaneamente: a) manter e melhorar a produção e serviços, b) reduzir o nível do risco de produção, c) proteger o potencial de recurso naturais, evitando a degradação dos solos e da qualidade da água e d) ser economicamente viável e socialmente aceitável.

Desde 1992 na conferência Internacional da Terra no Rio de Janeiro, segundo Urech (2000), o conceito de sustentabilidade já vem envolvendo três grandes dimensões: a) o impacto econômico, b) as necessidades sociais e c) o ambiente. Todos esses fatores são inter-relacionados e interdependentes. A sustentabilidade agrícola na opinião do autor citado ainda deve considerar as tecnologias de produção (incluindo sementes, máquinas agrícolas, nutrientes para as plantas, defensivos agrícolas) e fatores operacionais (práticas

agrícolas, informação educação, e cooperação) e ainda acrescenta que sem implementação de adequadas tecnologias e técnicas gerenciais altamente desenvolvidas, a agricultura ver-se-á impotente para alcançar a sustentabilidade.

4.2 Manejo dos solos

Manejo do solo segundo Jorge, (1986a), envolve as operações de subsolagem, aração, gradagem, semeadura e outras necessárias a produtividade econômica das culturas, incluindo, ainda a adubação e calagem. O objetivo do manejo correto, é manter alta a produtividade do solo, minimizando a erosão, a lixiviação ou volatilização de nutrientes e conservando a disponibilidade de água para as culturas em crescimento e produção. Segundo fontes do IBGE (2001) são cultivados atualmente no Brasil cerca de 50 milhões de hectares sem contar pastagens e florestas artificiais, e dessa área só na região do cerrado segundo Macedo (1996) existem mais de dez milhões de hectares ocupados com grãos, responsáveis pela produção, de nada menos que 21 milhões de toneladas. Estas áreas de cerrado de acordo com Jorge (1986a) demandam cuidados especiais de manejo, principalmente no controle da erosão, mecanização, irrigação e drenagem.

Cada tipo de solo, segundo Corrêa (1988), tem o manejo mais adequado, de acordo com as suas características e o clima local. Este manejo é o que permite a exploração do solo considerado, com o uso mais intensivo, sem que sofra qualquer redução no seu potencial produtivo ao longo do tempo.

O solo é um recurso natural valioso e de importância fundamental para a propriedade agrícola (Cury, 2000). Ainda presentemente é pequeno o número de agricultores que tem a devida consciência desse fato.

O solo é definido como um material mineral não consolidado da superfície imediata da terra, e serve como meio natural para suporte e crescimento das plantas terrestres. O solo portanto é uma substância complexa que difere física, química, biológica e morfológicamente do material que lhe deu origem, (Jorge, 1986b). A conceituação de solo apresentada por Deuber, (1992) mostra-se melhor adaptada neste trabalho porque faz

referência específica a presença e importância matéria orgânica no solo. O autor considera o solo como um corpo natural, um sistema aberto e disperso. É natural porque tem sua origem nas rochas sob a ação contínua do intemperismo. É aberto por estar continuamente sob ação do ambiente e disperso por ser constituído por três fases: uma sólida, uma líquida e outra gasosa. A fase sólida é constituída pelo material mineral e orgânico. Do ponto de vista agrônômico o constituinte orgânico do solo é dos mais importantes. Atua nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, (Kiehl, 1979).

Quando não é devidamente tratado, de acordo com as práticas conservacionistas, o solo se degrada e tem perdas, nesse caso a sustentabilidade da agricultura fica comprometida.

Ainda segundo Jorge, (1986b) o uso indiscriminado das práticas de manejo tem sido responsável pelo surgimento de uma série de problemas em nossos solos, com repercussão econômica de largo alcance. Entre esses problemas, os que mais se destacam são a erosão, a compactação e poluição, fatores que têm aumentado substancialmente com a maior mecanização e intensificação dos cultivos. Com relação à compactação, um dos fatores que mais tem preocupado aqueles que pesquisam soluções para os problemas agrícolas é o referente à intensa movimentação de veículos e implementos agrícolas sobre o solo durante as fases de preparo, semeadura, adubação, pulverização e colheita.

Em tempos remotos o solo era preparado para semeadura com o uso de instrumentos manuais, que apresentavam baixo rendimento operacional. Com o passar do tempo novos implementos foram desenvolvidos e melhorados, aumentando sua capacidade operacional, de modo que com as máquinas agrícolas hoje existentes, grandes extensões podem ser trabalhadas com menor esforço físico.

O arado primitivo, segundo Dacy (1916), é um instrumento de uso agrícola dos mais antigos, em tempos que remontavam há mais de 5.000 anos atrás. E tido como símbolo da agricultura, ainda é o principal equipamento utilizado no preparo do solo e a melhor ferramenta para sua desagregação e aumento da porosidade nas camadas superficiais onde se desenvolvem as raízes.

Muitos séculos se passaram entre o primeiro uso que o homem fez de um instrumento tosco de madeira para cultivo do solo, e o arado desenvolvido por Thomas

Jefferson e antes que Charles Newbold obtivesse a patente de seu arado de ferro fundido em 1796, (Phillips & Young, 1973).

Ainda segundo os autores acima citados, ao longo dos séculos os métodos de cultivo do solo fecharam o círculo aberto quando o homem iniciou usando os dedos da mão para preparo do leito da sementeira, depois empregando um tosco pedaço de pau, para posteriormente converte-lo em um implemento de madeira que foi o precursor do arado de metal. Com os implementos de mobilização do solo forjados em aço, se conseguiu atingir o grau máximo de desagregação do solo e poluição do meio. Na seqüência surgiu o cultivo mínimo, para atualmente com a combinação de tecnologias avançadas disponibilizar os conhecimentos do sistema plantio direto.

Faulkner (1943), criticou severamente o arado, argumentando que enterrando a vegetação e os restos das culturas isto contrariava princípios da natureza. Na ocasião ele recebeu pouco apoio dos meios científicos. Manifestou-se contra o princípio generalizado de que, quanto maior o revolvimento do solo, maior seria a produtividade das culturas. Este mesmo pesquisador reconhecia o arado como a maior causa da erosão do solo, chegando a afirmar que não havia nenhuma razão científica para se proceder a aração.

Phillips & Young (1973), argumentam que em realidade podia não haver razões científicas para o uso do arado, mas no início da agricultura americana havia razões econômicas para sua adoção. Estas divergências foram ponto de partida para as pesquisas determinadas a avaliar os argumentos dos que defendiam e daqueles que condenavam o arado.

De acordo com Kepner et al. (1978), com o preparo do solo tem-se entre outros propósitos principalmente proporcionar condições adequadas para germinação das sementes e desenvolvimento das raízes e promover o controle das plantas daninhas.

O preparo do solo segundo Salvador, (1992), raramente é efetuado com base em estudo objetivo. As justificativas empregadas em geral referem-se a: necessidade de controle de plantas daninhas, manejo dos resíduos vegetais existentes, melhoria da aeração e porosidade, preparo de um bom leito para semeadura, controle de pragas, auxiliar do controle de doenças, melhoria de suas condições físicas, incorporação de fertilizantes e corretivos, facilidade para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, elevação da

temperatura do solo, rompimento de horizontes compactados, melhoria da infiltração da água no solo. O autor citado ainda refere-se a utilidade do arado como instrumento auxiliar no controle da erosão, entende-se que para isto o solo seria mobilizado para construção de terraços e outras atividades conservacionistas.

Segundo Mondardo (1984) a agricultura de um modo geral tem sido uma atividade muito predatória em termos de conservação das áreas ocupadas, a começar pela eliminação da cobertura natural. Isso determinou no presente uma cobertura vegetal florestal inexpressiva nos estados do sul e sudeste onde a agricultura é atividade intensiva de longa data. No Paraná o autor cita que em 1984 existiam menos de 7% de áreas florestadas. Os solos agrícolas têm sofrido um processo acelerado de degradação de sua capacidade produtiva, uma decorrência do manejo inadequado mas principalmente em virtude da mecanização intensa e desordenada, associada a sistemas agrícolas baseados na monocultura, ou falta de sistemas de rotação adequados.

Nesse contexto em que se busca a qualquer custo maiores produções agrícolas, na opinião do mesmo autor, a erosão do solo passa a ser um dos maiores problemas da agricultura do Brasil e do Mundo. O resultado dessa degradação da capacidade produtiva dos solos, acaba repercutindo na área social, pela realização de uma agricultura cada ano menos rentável, que engrossa o êxodo rural.

4.3 Características físicas dos solos cultivados

A retirada da cobertura vegetal primária e mobilização do solo causam alterações nas suas características físicas, de acordo com Corrêa, (1988). Para esse autor a intensidade das alterações está relacionada com o sistema de manejo e utilização adotados. Essas ações naturalmente determinam a degradação dos solos e a perda das boas condições para desenvolvimento das culturas.

Jorge (1986b) relaciona a compactação entre as características físicas do solo que poderão ser alteradas quando o manejo do solo não é apropriado. As características químicas e biológicas também são alteradas quando a cobertura vegetal natural

é retirada, conforme registra Marques (1999). O autor citado ainda aponta que a manutenção dos resíduos das culturas na superfície dos solos, quando se adota o sistema plantio direto, reverte esse processo de degradação.

Benez, (1972) citando Page et al. (1946), aponta que as propriedades dos solos variam muito, e os resultados obtidos com as máquinas de preparo do solo dependem das condições em que elas são utilizadas, e não faz sentido análises generalizadas do seu desempenho. Recomendavam ainda que no preparo do solo os agregados não fossem destruídos.

Shear & Moschler (1969), mostraram que a densidade do solo no plantio direto e no plantio convencional não variou significativamente., porque encontraram valores da ordem de 1,43 e 1,48 g cm⁻³, respectivamente, para o plantio convencional e direto a profundidade de 0,10 m e 1,62 e 1,74 g cm⁻³, respectivamente, a 0,40 m de profundidade, demonstrando que o solo trabalhado durante vários anos com o plantio direto, não ficou mais compactado do que o cultivado com o plantio convencional. Os autores ainda concluíram que a calagem não afetou a densidade do solo. Mas Mannering et al. (1966) encontraram e relataram, por outro lado, diferença na densidade do solo com o cultivo mínimo e aqueles de preparo convencional sob efeito da compactação das rodas, apresentando respectivamente densidade com os valores de 1,1 g cm⁻³ e 1,4 g cm⁻³. Observou-se portanto uma redução de 7 a 10% na porosidade do solo de cultivo convencional em relação ao cultivo mínimo. Esse trabalho mostrou-se mais coerente com a realidade que pode estar ocorrendo, em virtude do maior trânsito das máquinas nas áreas de cultivo convencional.

O preparo convencional do solo, conforme observaram Bowers & Bateman (1960) apresenta muito boa germinação e mais rápido crescimento, mas a compactação decorrente da mobilização excessiva do solo diminuiu a aeração e a infiltração da água logo antes do florescimento. Ainda segundo esses autores, o efeito da compactação é mais acentuado nos solos argilosos. O cultivo mínimo apresentou ainda nesses solos, algumas vezes vantagem na produção agrícola, em virtude do menor efeito de compactação obtido com o sistema.

Meyer & Mannering (1961) realizaram trabalhos para determinar diferenças na taxa de infiltração no cultivo mínimo e convencional empregando a irrigação por

aspersão, os autores concluíram que o cultivo mínimo apresentou infiltração 1,5 vez maior que o segundo em três períodos sucessivos, o que também foi confirmado por Rao, et al. (1960).

Mannering et al. (1966), também encontraram para o cultivo mínimo uma taxa de infiltração 24% superior a aquela obtida no cultivo convencional.

4.4 Compactação, densidade do solo e avaliação de sua resistência à penetração

De acordo com Jorge (1986b) a compactação é basicamente definida como uma mudança de volume de uma massa de solo, uma alteração na sua densidade, refletida na porosidade do solo. Segundo esse mesmo autor, um solo considerado ideal terá 50 % de partículas sólidas, 20% de poros grandes que abrigam o ar contido no solo e 30% de poros pequenos que retêm a água. Quando o solo é submetido a uma pressão positiva, representada por um peso que atua sobre ele, ocorre uma deformação, com redução do volume do solo, aumentando a superfície de contato das partículas e diminuindo o tamanho dos poros. Com isso ocorre uma alteração da densidade do solo, ou de sua densidade aparente conforme era antigamente designada. A densidade do solo é obtida relacionando a massa de uma amostra de solo seca a 105 ° Celsius com seu volume.

Para Chancellor (1971) a compactação tem dupla significação. A primeira delas é a significação “estática”, que representa como o solo se encontra adensado numa análise da sua densidade. Outra significação é a “dinâmica”, e caracteriza propriamente a deformação física que estaria ocorrendo com o solo, portanto trata-se de um processo ao passo que a primeira representa um estado. O autor argumenta que a densidade do solo é uma característica para medir sua compactação, mas a porosidade que esta relacionada com a densidade também deve ser considerada.

A compactação é geralmente afetada por diversos fatores, entre os quais: a) natureza, textura e estrutura dos solos, teor de água e matéria orgânica (Miles, 1978); b) impacto das gotas de chuva (Wilkinson & Braunbeck, 1977); c) pisoteamento de animais (Miles, 1978) e d) tráfego de veículos e outras máquinas agrícolas sobre os solos em consideração (Raghavan et al. 1977, Miles, 1978). E de acordo com Jorge (1986b), a

intensidade da compactação esta relacionada com uma série de fatores, principalmente o tipo de solo e seu teor de água, o peso ou esforços desenvolvidos sobre o mesmo e a frequência com que isto ocorre.

Segundo Ortolani et al. (1982), o solo como ambiente físico de desenvolvimento das plantas é modificado pela compactação. Para Bowen & Kratky (1985), a compactação diminui a capacidade da planta de absorver nutrientes do solo, concorrendo também para reduzir o estande e ocasionando crescimento retardado das plantas com menor resistência ao murchamento nos períodos de estiagem, acamamento mais fácil, com maior incidência de podridão das raízes e menor eficiência no uso dos herbicidas principalmente os de pré-emergência.

Jorge (1986b) e Voorhees et al. (1978) afirmam que a movimentação de máquinas agrícolas e caminhões sobre a área cultivada é o fator mais importante para compactação dos solos. Para Gill (1971) a mecanização agrícola tem um papel destacado na compactação dos solos. Ainda segundo o autor, contínuas forças aplicadas ao solo pelas rodas dos veículos agrícolas, tornam o seu uso potencialmente perigoso quanto a compactação, devendo o uso desses veículos ser bem administrado pelos usuários.

Raghavan et al. (1978), realizaram experimento em solo argiloso do Canadá, praticando várias passadas de trator na mesma entrelinha da cultura do milho. Do trabalho observou que o maior número de passadas promoveu: a) atraso na emergência das plantas e no pendoamento; b) maior teor de água nas plantas e nas espigas; c) decréscimo na produtividade de espigas e grãos e d) uma correlação inversa entre a densidade do solo e a produtividade, de modo que a produtividade colhida foi de 14.000 e 10.500 kg. ha⁻¹ respectivamente para a densidade de 0,85 e 1,3 g cm⁻³ de solo.

O escoamento da água na superfície do solo causa maior dano quando o mesmo foi compactado pelas rodas dos veículos agrícolas, (Jorge, 1986b). É uma situação freqüente segundo o autor citado, quando se utilizam herbicidas após a semeadura, o que pode ser agravado com a necessidade de outros trânsitos da máquina na mesma trilha de passadas anteriores, para realizar a aplicação de defensivos, ou outros cultivos, por exemplo, adubação em cobertura. Além do escoamento da água sobre o terreno pela redução normal da infiltração da água no solo, a compactação salienta o autor citado, interfere diretamente no

crescimento das raízes de modo que para uma maior compactação no solo, as plantas apresentarão maior dificuldade de penetração das raízes nesse solo.

A primeira passada com a máquina agrícola sobre o solo de acordo com Phillips & Young (1973) responde por 60 a 80% da compactação total que o solo poderá sofrer (depreende-se aqui que o solo tenha sido mobilizado e esteja em condições apropriadas para o cultivo). As demais passadas apesar de compactarem menos, causam outros distúrbios no solo, concorrendo para redução do sistema radicular da planta e da infiltração da água com conseqüente queda da produtividade agrícola. Os autores ainda afirmam que a maior ou menor compactação do solo, quando da passagem do veículo ou implemento, depende do teor de água no solo, número de passadas, textura, estrutura e cobertura vegetal do mesmo.

Os efeitos da compactação causada por múltiplas passagens nas entrelinhas da cultura, também foram estudados por Canarache et al. (1984) e concluíram que 10 e 30 trânsitos reduziram a produtividade da cultura do milho de 54 e 62% respectivamente em relação a aquelas parcelas não compactadas.

Taylor (1983) afirma que em virtude da deterioração das propriedades físicas do solo com o tráfego veicular, tem-se revelado novo interesse pelo tráfego controlado, o que também é preconizado por Cohron (1971). E segundo Carter (1985), essa modalidade de tráfego baseia-se no conceito de que todo deslocamento na área cultivada deve ser feito sobre a mesma trilha, com o propósito de reduzir a compactação generalizada da área.

Cooper (1971), depois de reconhecer incontestáveis vantagens da mecanização, considera a ênfase que nos recentes anos se tem colocado para a realização das operações de cultivo com o menor número possível de passadas sobre a área cultivada. Isto por duas razões: primeiro para reduzir a compactação dos solos, e depois para minimizar os custos operacionais.

Baker et al. (1982) apresentam uma contribuição que concorre para o menor trânsito das máquinas no solo cultivado. Testaram a associação de uma barra pulverizadora, junto com uma colhedora automotriz de soja. É verdade que o maior interesse deles na ocasião, era investigar a eficiência do herbicida aplicado sob a biomassa derivada da colheita, e a colocação do mesmo sobre a biomassa, mas a concepção é valiosa para a redução do trânsito das máquinas.

Com base na literatura especializada Daniel et al. (1990), argumentam que a profundidade máxima dos efeitos da compactação imposta por máquinas e implementos agrícola (independente do tipo de solo e do peso da maquinaria) não excede a 0,50m.

A compactação dos solos raramente é medida diretamente, (Freitag, 1971). O procedimento usual é determinar a mudança em uma das características ou algumas características como decorrência da força compactante. Ainda segundo o autor citado, os procedimentos para medir a compactação podem ser agrupados em poucas classes. O mais comum é determinar o volume e a massa do solo amostrado e com esses elementos sua densidade. Outro procedimento freqüentemente usado envolve a determinação da condutividade do solo a passagem de fluidos, líquidos ou ar, ou a radiação nuclear. Um terceiro grupo também bastante usado baseia-se na capacidade do solo transmitir tensões apresentando determinada resistência.

No primeiro grupo de procedimentos um método dos mais usados para medir a compactação dos solos, é a sua densidade (Freitag 1971). Mas segundo esse autor, a principal dificuldade para se determinar a densidade, é a obtenção de uma amostra com um preciso volume de solo. E na opinião do autor, a maneira mais simples de obter um volume determinado do solo, é introduzindo no mesmo um anel que amostrará um volume conhecido. Com o processamento da amostra em laboratório ter-se-á a densidade do solo (Culley 1993).

Penetrômetros são com freqüência utilizados para avaliar a compactação dos solos, relacionando-a com sua densidade. Mas segundo Chancellor (1971), o problema principal no uso desses aparelhos, esta na alteração das medidas para um mesmo solo com a variação do seu teor de água. A densidade do solo aumenta com seu teor de água, até certo ponto para depois voltar a cair ao passo que a resistência do solo a penetração diminui constantemente a medida que o teor de água do solo cresce. Para o autor citado a resistência à penetração cresce com a densidade do solo para amostras com mesmo grau de teor de água.

Fritton (1990) apresenta um trabalho que permite comparar medidas realizadas por penetrômetros diferentes, transformando as medidas, em medidas de um penetrômetro padrão com cone de 2 mm e ângulo de 60° e velocidade de penetração de 0,5 mm.min⁻¹

A utilidade do penetrômetro aplicado aos cultivos dos solos foi sumariada por O'Sullivan et al. (1987). Eles relacionam as seguintes aplicações: detecção de camadas compactadas no solo, avaliação de diferenças entre tratamentos no mesmo solo, detecção de mudanças na resistência a penetração com o tempo. Os penetrômetros também estão sendo usados para avaliar a adequação dos solos com diversos tratamentos ao desenvolvimento da raiz.

Segundo Bengough (1991) os penetrômetros fornecem as melhores estimativas para avaliar a resistência do solo ao desenvolvimento das raízes, mas superestima esses valores de duas a oito vezes. Argumenta ainda que a utilidade dos penetrômetros é limitada quando se faz uma comparação direta com o desenvolvimento das raízes, porque a ponta do penetrômetro segue uma trajetória retilínea, ao passo que uma raiz procura os bioporos, fendas e pontos menos resistentes no solo para seu alongamento.

4.5 Sistemas de manejo do solo

De acordo com o grau de mobilização dos solos, os pesquisadores utilizaram denominações para caracteriza-los.

Para Free (1953), três são os principais sistemas de manejo de solo na cultura do milho: a) convencional, que consiste na aração, gradagem, sulcagem do terreno, e cultivos subseqüentes necessários para o controle das plantas daninhas; b) cultivo mínimo, sistema este em que máquinas convencionais são usadas, porém as operações de revolvimento do solo são reduzidas; e c) plantio direto ou sem preparo (do inglês – no till).

Benez, (1972) julga necessária melhor conceituação do preparo convencional, porque na bibliografia existem diversos tipos de preparo do solo envolvendo sua mobilização e apresentados como preparo convencional. O autor citado, ainda aponta como principal característica do plantio convencional, o alto grau de mobilização e desagregação a que o solo é submetido, com o objetivo de reduzir em maior grau os obstáculos a sementeira.

Para Hansen (1996), o conceito de agricultura convencional torna-se muito mais amplo, e estabeleceu-se com o propósito de esclarecer ou justificar abordagens alternativas na agricultura. No seu conceito essa agricultura é caracterizada de larga escala, monocultura, altamente mecanizada, uso excessivo de fertilizantes minerais, herbicidas, inseticidas e fungicidas, intensivo capital.

Browning & Norton (1945), Page et al. (1946), Musgrave et al. (1955), Cook et al. (1958), Bowers & Bateman (1960), Meyer & Mannering (1961), Free et al. (1966), Shear (1968), Blevins et al. (1971), mostraram que as práticas tradicionais de manejo do solo (denominadas também de convencionais), em geral, destroem a estrutura do solo, promovem sua compactação, restringem a infiltração da água, aumentam o deflúvio e a remoção do solo, favorecem o aparecimento de plantas daninhas, e aumentam os custos em comparação com outros sistemas.

Com o propósito de reduzir o trânsito de máquinas na área cultivada, pela diminuição ou mesmo supressão de algumas operações, Browning & Norton (1945), Musgrave et al. (1955), Meyer & Mannering (1961), Jones et al. (1968), Shear (1968), entre outros pesquisadores, procuraram desenvolver novos métodos ou sistemas de manejo do solo, considerando as diversas condições de clima e solo.

Cooper (1971), defende a racionalização do tráfego sobre a área de cultivo, e aponta diversos nomes para isso: cultivo mínimo, cultivo “once-over”, cultivo de precisão, cultivo de arar e plantar entre outras designações.

Free (1960), relata que os primeiros trabalhos de cultivo mínimo na cultura do milho surgiram no Estado de Ohio nos EUA e se disseminaram para Michigan, Nebraska, e outras áreas do “Corn Belt” daquele país. Ele define o cultivo mínimo, como prática da menor mobilização possível do solo, para que se obtenha uma satisfatória, semeadura, germinação, desenvolvimento e produtividade na cultura. Com esse processo procura eliminar, ou reduzir os inconvenientes de algumas operações de preparo e quando possível executar duas ou mais operações simultâneas com o propósito de diminuir o trânsito de máquinas agrícolas no solo cultivado.

Benez (1972) baseando-se em extensa revisão, cita alguns tipos de cultivo mínimo para a cultura do milho: a) arar e semear (“plow and plant”)- neste método a

cultura é semeada logo após a aração do solo; b) aração e semeadura simultânea (“plow-plant”) – a semeadora é montada sobre o arado, lateralmente no trator ou atrás do arado; c) semeadura no sulco compactado pela roda do trator (“wheel track planting”) – a semeadura é realizada por onde passam as rodas do trator, deste modo a máquina semeadora deve ter somente duas linhas de distribuição de semente; d) semeadura em sulcos (profundos e rasos) – a semeadura em sulcos profundos é efetuada ao mesmo tempo que se abre os sulcos. O autor citado, aponta a situação em que podem proceder a abertura de sulcos em terrenos previamente arados, mas nesse caso a operação esta contrariando o conceito de cultivo mínimo. Na semeadura em sulcos rasos, uma ferramenta tipo enxadinha opera a pequena profundidade lançando o mato cortado e os restos de cultura para as entrelinhas; e) preparo de subsuperfície (“subsurface”) – o solo próximo da superfície é revolvido mas não é invertido, deixando a cobertura vegetal e os restos de cultura na superfície. A operação é realizada retirando-se a relha do arado de aiveca, ou com uma enxadinha extirpadora; f) preparo químico ou “plantio direto” (“no-till ou no-tillage”) – na ocasião o autor citado ressalta ser o mais recente sistema de preparo do solo para cultura do milho. Nele o milho é semeado em sulcos (estreitos o suficiente apenas para colocar a semente na posição adequada), no solo, em que as ervas serão ou foram mortas pela aplicação de herbicidas.

4.6 Sistema plantio direto

O continente americano segundo Pereira (1997), está passando por uma revolução tecnológica muito significativa na agricultura. Trata-se do grande incremento do sistema plantio direto que sem duvida redundará em profundas mudanças sociais econômicas, além das ambientais, nas áreas em que o sistema for adotado. As estimativas dão conta que cerca de 58 milhões de ha são cultivados com plantio direto no continente americano e, no Brasil estima-se que em 2000, essa área ficou perto de 14 milhões de ha (Derpsch 2000).

Com o aumento da preocupação de se proteger o ambiente inclusive o solo, o plantio direto e outras modalidades de cultivo reduzido, estão sendo adotadas em

diversas partes do mundo, especialmente naquelas em que a agricultura está em processo de desenvolvimento acelerado e enfrentam problemas de erosão do solo.

Lorenzi et al. (1984), argumentam que a boa conservação do solo, que se obtém com a adoção do sistema plantio direto, é um dos fatores mais importantes para aceitação do sistema. Alega ainda que a adoção do sistema não significa simplesmente o abandono do preparo do solo e a troca da semeadora convencional por outras mais especializadas. Mas significa primordialmente a evolução tecnológica da agricultura convencional e do próprio agricultor, que deverá conhecer bem o sistema e adquirir experiência para adota-lo em larga escala. Ainda segundo Lorenzi et al., um dos fatores mais importantes e decisivos para se obter sucesso no plantio direto, depende da identificação e controle das plantas daninhas existentes no solo por ocasião da implantação da cultura.

O plantio direto é apresentado como um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulco ou covas, com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e adequado contato da semente com a terra (Muzilli, 1985). Saturnino & Landers (1997) ao definirem o plantio direto, ainda salientam a importância de manter na área a cobertura vegetal residual. Segundo Jorge (1986a) no sistema plantio direto a mobilização do solo é mínima, limitando-se a colocação da semente no sulco ou cova. Considera ainda, como necessidade do sistema, o uso de herbicidas para controle das plantas daninhas.

Atualmente, conforme reportou Sá (1997), o conceito de plantio direto se estendeu e adquiriu características de um sistema envolvendo a integração de práticas culturais ou biológicas, tais como: o uso de produtos químicos ou práticas mecânicas e o manejo de culturas destinadas à adubação verde para formação de cobertura do solo, a manutenção de resíduos culturais na superfície do solo; a adoção de métodos integrados de controle de plantas daninhas por meio de cobertura do solo e herbicidas, e o não revolvimento do solo exceto nos sulcos de semeadura.

Sob o ponto de vista de Muzilli (1985), o plantio direto é um sistema que pressupõe três requisitos básicos:

- semeadura sobre os restos de cultura anteriores, ou seja sem a prévia eliminação ou incorporação dos mesmos ao solo.

- não movimentação do solo, exceto no sulco de semeadura.
- o emprego de herbicidas para controle das plantas daninhas.

Derpsch, (1984) também apresenta uma série de requisitos a serem satisfeitos para adoção do plantio direto: a) eliminação da compactação do solo ou camadas adensadas que afetem o rendimento das culturas; b) ausência de danos na estrutura do solo como os ocasionados por colhedoras ou caminhões carregados, trafegando em solos excessivamente úmidos; c) superfície uniforme dos solos onde os danos causados pela erosão (sulcos e valetas) foram agronomicamente tratados; d) a acidez deve estar corrigida e os teores de Al próximos de zero; e) os níveis de fertilidade devem se situar na faixa média ou alta. Atenção especial deve ser dada aos teores de fósforo quando estes forem baixos, necessariamente devem ser corrigidos; f) necessidade de cobertura morta sobre o solo cobrindo no mínimo 50% da área. Nunca queimar. Se necessário produzir essa cobertura com o uso de adubação verde; g) uso do picador e distribuidor de palha na colhedora; h) ausência de plantas daninhas perenes resistentes aos herbicidas de uso corrente nas culturas a serem implantadas, que afetam o rendimento dessas culturas; i) ausência de alta infestação de plantas daninhas muito agressivas, pois isso onerará a eliminação das mesmas; j) plantas daninhas e grãos perdidos na colheita devem achar teor de água no solo para germinar e serem eliminados antes da semeadura da cultura a ser instalada; k) adequado nível de conhecimentos sobre as limitações e requisitos da técnica do plantio direto e mão-de-obra com qualificação adequada.

Entre as principais vantagens do plantio direto, apresentadas por agricultores e citadas por Muzilli (1981) estão: o controle da erosão, economia de combustível, menor desgaste de máquinas, economia de mão-de-obra, retenção do teor de água no solo, ganho de tempo para semeadura, melhor emergência e desenvolvimento inicial das plantas. Outro trabalho do autor (1985), ainda aponta a ocorrência de maior economia de fertilizantes fosfatados. Cita ainda algumas vantagens sob o aspecto fitossanitário, e menores custos de produção.

Primavesi (1982), relaciona vinte e um pontos vantajosos para a adoção do plantio direto: a) conservação da água, dos nutrientes e do solo (80%); b) economia de combustível (50 - 80%) e lubrificantes; c) economia de tempo (57-77%) e mão-de-obra; d) semeadura em condições mais favoráveis de teor de água no solo; e) menos riscos na seca (por

maior retenção do teor de água do solo); f) melhor resposta às chuvas após seca; g) estande mais uniforme (15-70%, melhor germinação e emergência); h) maior efeito dos fertilizantes e defensivos (20 - 100%); i) menor oscilação da temperatura do solo e ar; j) menor perda na colheita; k) maior produtividade agrícola; l) aumento do teor de matéria orgânica e da vida do solo; m) menos encrostamento e compactação; n) maior infiltração de água/reposição de água subterrânea; o) redução de poluição de águas; p) redução de enchentes; q) menor número de passagem das máquinas na área e menor compactação; r) maior vida útil das máquinas; s) aumento do uso da terra (classe II e III); t) técnica viável para praticamente qualquer cultura e tipo de solo.

Kemper & Derpsch (1981) trabalhando com solos susceptíveis à erosão, mostram que solos com a superfície protegida por plantas, tem seus agregados protegidos do impacto direto das gotas, diminuindo a velocidade de escoamento superficial.

Muzilli (1981) também apresenta algumas limitações que os agricultores estavam encontrando na ocasião para o sistema: a) alto custo dos herbicidas, b) dificuldade de controle de plantas daninhas, c) ineficiência dos herbicidas, d) maquinário não apropriados, e) falta de assistência técnica. Gazziero (1984), coloca que a grande dependência dos herbicidas, é um dos maiores problemas da adoção do plantio direto. Os herbicidas por serem insumos de alta tecnologia, devem ser aplicados com tecnologia adequada, cobrindo a escolha do herbicida, a adequação dos equipamentos, requisitos da cultura e dos solos, atendendo também a ocasião mais apropriada para o tratamento. Tais fatores se bem considerados, concorrem para que os custos do controle químico do mato sejam menos onerosos.

O aumento generalizado da utilização de defensivos nas culturas, representa um maior risco de intoxicação do elemento humano relacionado com a cultura, fitotoxicidade da cultura e poluição ambiental.

Nos Estados Unidos da América do Norte (EUA) onde segundo se tem notícia, (Phillips & Young, 1973), apareceram os primeiros trabalhos de cultivo reduzido do solo e onde se pratica o plantio direto, desde 1970 a área explorada com esse sistema, tem aumentado rapidamente, passando de 1,21 milhões para cerca de 6,88 milhões de hectares até a ultima metade da década de 1980. No ano agrícola 1999-2000 estimava-se que a área já era

de 19 milhões e 750 mil hectares, (Derpsch, 2000). O uso desse sistema de cultivo esta crescendo tão rapidamente que o Serviço de Conservação do Solo do USDA, anteviu que pelo ano 2010, o amplo conceito de cultivo conservacionista empregando o plantio direto, deverá contar com 75% do total das terras agricultáveis. Mas como em qualquer novo processo de cultivo do solo, o plantio direto apresenta algumas dificuldades, uma delas é a maior dependência do uso de herbicidas. A decisão de continuar solucionando problemas e adquirindo experiência leva que se continue tentando encontrar meios mais seguros e mais eficientes para o controle de plantas daninhas, tais com herbicidas naturais (não agressivos ao ambiente e com alvo mais preciso nas pulverizações).

Com relação à extensão da adoção do plantio direto no Brasil, uma pagina da Internet (1998), informava que na safra de 1997 foram cultivados cerca e 6,8 milhões de hectares no plantio direto, sendo 2,3 milhões no Rio Grande do Sul, 2 milhões no Estado do Paraná, localizados especialmente nos campos gerais onde o sistema já ocupa quase 100% da área. O cerrado estava contribuindo com cerca de 2 milhões de hectares, abrangendo principalmente Mato Grosso do Sul e Goiás. Os últimos 500 mil hectares do total de 6,8 milhões estavam distribuídos entre os Estados de São Paulo e Santa Catarina. Deve ser ressaltada nessa estatística, a pequena área dedicada ao plantio direto no Estado de São Paulo. Na atualidade, segundo informa Derpsch (2000), o plantio direto no Brasil praticamente dobrou em quatro anos, pois já alcançou a cifra de 13 milhões e 500 mil hectares.

A rotação de culturas, é colocada por Vedoato (1985), como um dos princípios básicos do plantio direto. Ela deve ser estabelecida com três objetivos principais: a) propiciar um equilíbrio orgânico no solo; b) favorecer o controle da erosão; c) favorecer a produtividade, interrompendo o ciclo de pragas, doenças e diminuindo a infestação de plantas daninhas. Este autor ainda salienta, que as culturas escolhidas devem atender a características regionais, devendo esta peculiaridade ser atentamente considerada na escolha de um esquema de rotação de cultura. O autor assinala também a vantagem dessa consideração ao colocar que a produtividade da cultura da soja realizada depois da cultura de milho e aveia, pode aumentar 30%. Esse mesmo autor ainda realça a cobertura morta como grande aliada do plantio direto, apresentando grandes vantagens como: a) controle da erosão, b) controle de plantas daninhas, c) manutenção do teor de água no solo. Ainda destaca o aumento do nível de matéria orgânica

no solo, por causa da contínua decomposição da cobertura morta. O trabalho também afirma que muitos agricultores evoluídos reconhecem amplamente o valor da cobertura morta, a ponto de ocupar a área com uma leguminosa ou uma gramínea apenas com a finalidade de obter cobertura morta, mesmo que não haja interesse comercial pela semeadura de uma cultura de inverno. Peeten (1984), apresenta a necessidade do sistema receber na região Sul do país, cerca de seis toneladas por hectare e ano de resíduos de material vegetal.

Muitos estudos mostram que a prática do plantio direto aumenta o conteúdo de matéria orgânica nos solos, melhora sua estrutura controlando ainda a erosão. Com o tempo a produtividade aumenta substancialmente (Cannell & Hawes, 1994; Papendick & Parr, 1997; Reeves, 1997).

Para Saturnino & Landers (1997), a cobertura morta representa a essência do plantio direto. Esses autores enumeram as seguintes funções para palha: a) reduzir as perdas de solo e água pela erosão; b) diminuir o impacto da chuva, protegendo o solo contra a compactação e desagregação; c) aumentar a capacidade de infiltração da água no solo, minimizando os escoamentos superficiais e amenizando as enchentes; d) estabilizar a temperatura do solo, favorecendo os processos biológicos e a vida do solo; e) manter o teor de água do solo ao reduzir a evaporação (efeito mulch); f) agir como reciclador de nutrientes, assegurando alta atividade biológica; g) aumentar a matéria orgânica no perfil do solo, melhorando a CTC e a estrutura física do solo; h) ajudar no controle de plantas daninhas, seja por supressão, seja por alelopatia.

Bertoni & Lombardi Neto (1993), colocam o plantio direto entre as práticas conservacionistas e mostram situações em que o sistema apresentou vantagens, ao passo que em outras apresentou desvantagens. Ainda argumentam que o plantio direto não é necessariamente recomendado para todas as regiões e culturas. É preciso analisar os motivos e as condições existentes para sua implantação.

Benatti Junior et al. (1983), fazem uma revisão ampla da literatura sobre os primórdios do manejo reduzido dos solos, incluindo o plantio direto. Mostram que no Estado de São Paulo, as pesquisas com plantio direto remontam aos anos de 73/74. Os resultados mostram que a média de seis anos de produtividade na cultura do milho, não foi superior ao plantio convencional em quatro localidades do Estado (Campinas, Ribeirão Preto,

Mococa, Pindorama) sendo em duas delas, significativamente inferior. Mas em ensaios instalados para medir a perda de água e de solos o plantio direto na média de 5 anos de experimentação, foi nitidamente superior ao plantio convencional tanto no Latossolo roxo como no Podzolizado Lins e Marília var. Marília. O trabalho mostra ainda a sensível economia de combustível no sistema plantio direto, de modo que num dos ensaios ele foi 20% inferior ao gasto no plantio convencional. Depreende-se ainda do trabalho, que o Centro de Mecanização e Automação Agrícola - CMAA, antiga DEA (Divisão de Engenharia Agrícola) do IAC (Instituto Agrônomo) teve participação ativa nas primeiras pesquisas no Estado com o plantio direto, ao adaptar e/ou modificar máquinas para esse trabalho.

Sobre a relevância das práticas culturais Darolt (1997) destaca que uma boa população de plantas proporciona vantagem a cultura na competição com as plantas daninhas.

4.7 Manejo químico da cobertura vegetal

As plantas daninhas quando crescem juntamente com as plantas cultivadas, competem com estas na extração dos elementos vitais: água, nutrientes, luz e bióxido de carbono; conseqüentemente reduzem a produtividade agrícola. Lorenzi et al. (1984), estimam que só com a interferência das plantas daninhas nas culturas o Brasil está perdendo cerca de 20 – 30% da sua produtividade agrícola.

Segundo Deuber (1992) planta daninha é qualquer vegetal crescendo onde não é desejado. Leitão et al. (1982) preferem a designação de planta invasora para melhor caracterizar a presença de uma planta em lugar indesejado. Neste trabalho, preferiu-se usar o termo planta daninha para caracterizar toda planta em local indesejado, não importa se a planta é cultivada ou silvestre.

De acordo com Lorenzi et al. (1984) o próprio homem é responsável pela existência de plantas daninhas, através da seleção artificial e do processo de condução das plantas cultivadas ao retirar-lhes a agressividade para viverem sozinhas. As plantas daninhas, por outro lado, foram selecionadas pela natureza no sentido inverso, tornando-se muito mais

aptas dos que as anteriores, em adquirir os elementos vitais. A seleção imposta pela natureza, não somente dotou as plantas daninhas de uma grande agressividade, mas também de outros mecanismos que permitiram a sua sobrevivência sob as condições mais adversas: grande produção, eficiente mecanismo de dispersão e grande longevidade de suas sementes. Segundo o mesmo autor ao passo que uma planta cultivada como a soja ou o milho, produzem algumas centenas de sementes, uma única planta daninha, o caruru (*Amaranthus retroflexus*), é capaz de produzir 117 mil e a beldroega, (*Portulaca oleracea*), 52 mil sementes.

Ao passo que a maioria das plantas cultivadas pode manter no solo durante poucos meses sua viabilidade, mesmo em condições especiais, as sementes das plantas daninhas são capazes de sobreviver anos sem germinar (Lorenzi, 1984). As sementes da língua de vaca, (*Rumex crispus*), podem permanecer viáveis por um século, ao passo que o caruru e a beldroega 40 anos.

Ainda segundo o mesmo autor as plantas daninhas tem mais outro mecanismo de autopreservação que é a dormência. Isto significa que elas não germinam logo que caem no solo. A germinação só vai ocorrer em presença de alguma condição especial envolvendo a semente como, por exemplo, a mobilização do solo.

O solo agrícola é um grande depósito natural de sementes, podendo alcançar 2 a 50 mil sementes por m² (Lorenzi, 1984). Desse modo quando cultivado, apesar de a sementeira de plantas daninhas parecer demasiada, ela representa apenas uma pequena percentagem das sementes presentes no solo, principalmente decorrentes da emergência das sementes viáveis não dormentes que se encontravam na sua camada superficial.

Além da competição por elementos vitais, as plantas daninhas podem ainda exercer uma inibição química sobre o desenvolvimento das plantas cultivadas, um fenômeno conhecido como “alelopatia” (Deuber, 1992). A alelopatia é definida como a inibição química que uma planta (viva ou morta) exerce sobre a germinação e desenvolvimento de outras (Lorenzi, 1984).

O uso de cobertura verde ou morta proveniente dos vegetais, com o objetivo de controlar plantas daninhas, lembra Lorenzi (1984) é o exemplo mais antigo do aproveitamento da “alelopatia”. Segundo o autor citado, a alelopatia das espécies vegetais muitas vezes tem um caráter específico, inibindo mais algumas espécies do que outras. Nas

nossas condições, por exemplo, a cobertura morta da aveia é um forte inibidor para o capim marmelada, com fraca ou nenhuma ação sobre o capim colchão. A mucuna por sua vez exerce forte e persistente ação inibidora sobre a tiririca.

A resteva do milho, segundo Guenzi & Mccalla (1962, 1966), Guenzi et al. (1967), Mccalla & Norstadat (1974) e Rice (1974), é bastante eficiente como cobertura morta tendo em vista a contenção do desenvolvimento de certas plantas daninhas, mas por causa da sua lenta decomposição, libera compostos alelopáticos durante longo período, chegando mesmo a afetar a germinação e desenvolvimento inicial do trigo cultivado subsequente àquela cultura e no mesmo ano agrícola.

A resteva do trigo também exerce ação alelopática que se constitui em agente auxiliar de grande valor no controle de diversas plantas daninhas no plantio direto quando a soja sucede ao trigo, (Lorenzi, 1984).

Hoje com a falta de mão-de-obra agrícola, com a existência da agricultura de larga escala e problemas no cultivo mecânico, levaram a agricultura a adotar amplamente o cultivo químico, utilizando herbicidas. Mas um método racional de controle deverá considerar outras alternativas que contemplem aspectos ecológicos e econômicos como coloca Deuber (1992). Desse modo o uso da cobertura morta no controle das plantas daninhas não deve ser ignorado. O plantio direto satisfaz este requisito porque é realizado com a preservação sobre o solo, da cobertura vegetal obtida com a cultura anterior. Essa cobertura pode ser dessecada com antecedência a semeadura, ou vir a morrer logo depois da mesma.

Existem diversas modalidades de aplicação do herbicida, com relação a época de aplicação, sua distribuição no solo e o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. Gelmini (1988) relaciona a aplicação dos herbicidas em pré-plantio (PP); pré-plantio incorporado (PPI); aplicações de pré-emergência (PRE) e de pós-emergência (POS).

Herbicidas de pré-plantio (PP) - A aplicação se verifica antes da semeadura da cultura. É geralmente realizada com o objetivo de reduzir a população inicial das plantas daninhas, de modo a facilitar o preparo do solo, para obtenção de cobertura morta em plantio direto, substituindo nesse caso a operação de preparo do solo, ou ainda, dirigindo o controle para determinadas espécies que efetivamente poderão causar problema futuro. Alguns chamam essa aplicação de “manejo”.

Herbicidas de pré-plantio incorporados ao solo (PPI) - Esses herbicidas são aplicados antes da semeadura e incorporados ao solo, em profundidades recomendada pelo fabricante, de acordo com características do produto como sejam: volatilização, fotodecomposição, seletividade e outras.

Herbicidas de pré-emergência (PRE) - A aplicação é realizada logo após a semeadura antes da emergência da cultura e ou das plantas daninhas.

Herbicidas de pós-emergência (POS) - Esses agroquímicos são aplicados após a emergência da cultura e ou das plantas daninhas. No caso de herbicidas seletivos, a aplicação é realizada em área total. No caso de herbicidas não seletivos, a aplicação é realizada em jato dirigido às entrelinhas da cultura. Dependendo do modo de ação do herbicida se ele for de contato ou sistêmico vai requerer maior ou menor contato com as plantas ou o solo. Existem alguns detalhes que também devem ser considerados nesta modalidade de aplicação dependendo da ação dos herbicidas no estágio de desenvolvimento da planta daninha. Se sua ação for maior nas plantas ainda pequenas muito jovens diz-se que o herbicida é de “pós-emergência inicial” se sua ação for mais eficaz nas plantas já desenvolvidas ele é considerado de “pós-emergência tardia”.

Rodrigues (1985), abordando a utilização de herbicidas no plantio direto, refere-se aos herbicidas de manejo, como aqueles utilizados antes da semeadura da cultura. Em geral são produtos “dessecantes”, não seletivos (as culturas) de contato ou sistêmicos, aplicados nas folhas das plantas. Refere-se aos herbicidas “seletivos”, aqueles que exercem ação fitotóxica sobre determinadas plantas, não causando danos à planta cultivada, quando usado na dose recomendada. Coloca que os herbicidas aplicados em pré-emergência atuam como “residuais”, quer dizer que continuam a exercer o seu efeito no solo por algum tempo.

Dependendo do intervalo existente entre as entre safras (culturas de inverno e de verão) o autor citado recomenda uma ou mais aplicações de manejo para controle das plantas daninhas antes da instalação da cultura. Com relação à semeadura o autor ainda argumenta que, podem ser feitas aplicações de herbicidas residuais antes ou após essa operação. Haverá alguma implicação na eficiência do herbicida dependendo do seu modo de atuação. Por exemplo, no caso da semeadura realizada antes da aplicação do paraquat, seu

efeito poderá ser prejudicado, se a máquina utilizada na semeadura acarretar deposição de pó sobre as plantas que deverão ser controladas, considerando que este herbicida é retido pelos colóides do solo.

A escolha por parte dos agricultores da aplicação de herbicidas de pré ou pós-emergência da cultura e das plantas daninhas, esta condicionada a uma série de fatores de ordem econômica, pessoal, local e momentânea. O custo menor as vezes determina a seleção do herbicida utilizado, outras vezes a escassez de tempo para semeadura condiciona que o agricultor deixe para depois a operação de controle das plantas daninhas. Mas nesse caso a execução da operação corre o risco de passar do momento mais oportuno.

Com relação ao estágio em que os herbicidas são utilizados, Fancelli (2000) mostra que o controle das plantas daninhas, 19 dias após a germinação apresentou uma perda de 10% em relação à cultura mantida permanentemente no limpo, e 24% da produtividade quando o controle foi executado 26 dias após a emergência. Segundo o mesmo autor, a aplicação dos herbicidas na modalidade de pós-emergência depois da emissão da 4ª ou 5ª folha na cultura do milho, ocasiona redução da área foliar, do comprimento médio das espigas, do número médio de grãos por fileira e do rendimento final de grãos.

A essas considerações ainda se adiciona o fato de que, em algumas culturas como, por exemplo, a da soja, é difícil uma associação de herbicidas compatíveis para apenas com uma aplicação de herbicida de pós-emergência, controlar ao mesmo tempo plantas daninhas latifolioladas e monocotiledôneas (Christoffoleti¹).

Considerando que a aplicação de herbicidas pode ser realizada logo após a semeadura da cultura, numa aplicação caracterizada como de pré-emergência, ou seja, antes da germinação da cultura e das plantas daninhas e que existem muitos herbicidas recomendados para esta modalidade de aplicação no plantio direto e ainda muitos agricultores executam esta operação semeando e logo após entram com o pulverizador na área, verifica-se que a tese da semeadura e aplicação concomitante de herbicidas deveria ser melhor investigada, com o desenvolvimento de máquinas apropriadas e tecnologia adequada.

¹ CHRISTOFFOLETI, P.J Informação pessoal obtida no 3º Simpósio da Cultura da Soja, ESALQ-USP 16 a 19/05/00 Piracicaba, SP.

Existem citações de modificações realizadas nas semeadoras, para adapta-las a operação conjunta de colocar a semente no solo ao mesmo tempo que realiza a aplicação do herbicida (Peeten, 1983), mas a literatura consultada não apresenta nenhum trabalho investigando esta associação de práticas agrícolas.

Ainda ressalta-se que entre os princípios básicos do plantio direto, Vedoato (1985) reportou a necessidade de “investimentos diferenciados”. Portanto é reconhecido que esse sistema requer investimentos diferenciais em equipamentos, herbicidas e na qualificação da mão-de-obra. Nesse caminho é possível antever a possibilidade de um tratamento diferenciado ao sistema como um todo, adequando-o a “*agricultura de precisão*”. É possível que o plantio direto seja um sistema agrícola que esteja mais próximo ou em condições mais favoráveis para adoção da agricultura de precisão.

4.8 Conceitos para aplicação de defensivos agrícolas

Sem a ajuda do controle químico, as colheitas produto do trabalho agrícola segundo Matthews (1985), seriam severamente prejudicadas por doenças, insetos e plantas daninhas. Um exemplo de perda de até 350 kg. ha⁻¹ de grãos, na produtividade de cereais, é atribuída a uma espécie de aveia invasora nas culturas de cereais na Europa.

A historia da moderna proteção de culturas tem pouco mais de um século, (Lodeman, 1896), mas de acordo com Hislop (1993), enormes avanços e também muitos enganos foram feitos nesse período. Muitas pessoas esperavam que com o advento da sofisticada síntese dos modernos defensivos nestes últimos 50 anos, as pragas, doenças e plantas daninhas das culturas seriam virtualmente eliminadas. O autor reconhece que em áreas onde o defensivo foi usado abusivamente, isto gerou sérios problemas, inclusive resistência dos organismos combatidos aos produtos aplicados. Ainda o autor citado considera que a menos que a revolução biotecnológica em marcha obtenha sucesso na resistência aos organismos e seres vivo geradores de perda da produtividade agrícola, haverá necessidade de continuar a usar agentes químicos, biológicos e outros para proceder um controle integrado.

Ripper (1955), cita um adágio freqüentemente lembrado, que “a defesa fitossanitária será tão boa, como a tecnologia de aplicação utilizada”.

4.8.1 Definição do alvo na aplicação de defensivos agrícolas

A utilização de defensivos tem originado sérias preocupações, em vista do montante de produto aplicado e aquilo que efetivamente é requerido, mas a maior eficiência no seu uso somente será atingida, juntamente com a melhor definição e compreensão do alvo biológico proposto, pois só assim será possível adequar melhor a técnica e os equipamentos à tarefa a ser realizada, (Matthews, 1985). Com freqüência na aplicação de inseticidas as plantas são consideradas como alvo primário, quando analisando bem, o alvo é o inseto ou mais precisamente o seu sistema nervoso central. No controle de plantas daninhas a folhagem e mesmo os ramos podem ser o alvo ou ainda o próprio solo. Portanto importante é definir perfeitamente qual é o alvo, para obter uma aplicação eficiente dos defensivos. Em literatura detalhada considerando o *alvo* da aplicação de defensivos, Matthews, (1985), ainda discute a relevância dos itens como: a estratégia do controle, tipos de defensivos a serem utilizados, o *habitat* e comportamento da praga, tendo em vista obter maior eficiência nos tratamentos. O autor citado considera o tamanho das gotas utilizadas no tratamento fitossanitário de suma relevância para uma aplicação eficiente e mínima contaminação do ambiente. O autor em consideração ainda mostra como se relacionam a cobertura do alvo com volume de aplicação, tamanho das gotas e eficiência dos alvos na captação das gotas, para melhor resultado da aplicação.

4.8.2 Variáveis operacionais diretamente relacionados com a aplicação de defensivos

Os pulverizadores segundo ponto de vista de Wiles & Yamaoka (1981) são os equipamentos mais importantes para o sucesso do plantio direto, porque atuam

substituindo uma série de operações de preparo no solo. Daí a necessidade que essas máquinas estejam operando na sua melhor forma. Os autores ainda consideram que uma má aplicação pode comprometer totalmente a execução de um projeto de plantio direto.

A aplicação de defensivos em área total, realizada em culturas de porte reduzido como ocorre com as culturas anuais, tem variáveis determinadas pelas equações 1 e 2, (Matthews, 1985; Thornhill & Matthews, 1995 e Corrêa, 1997):

$$V = \frac{Q \cdot 600}{F \cdot v} \quad \text{eq. 1}$$

$$V = \frac{q \cdot 600}{f \cdot v} \quad \text{eq. 2}$$

Onde: V = volume de aplicação em L. ha⁻¹.

Q = vazão do equipamento em L. min⁻¹.

q = vazão média de um bico em L. min⁻¹.

F = largura da faixa de aplicação em metros.

f = espaçamento médio entre os bicos em metros.

v = velocidade do equipamento aplicador em km. h⁻¹.

4.9 Ensaio de máquinas agrícolas

Mialhe (1996) considera o ensaio de máquinas agrícolas, fundamental para tomada de decisões na área da mecanização. Em virtude da relevância desse item, a presente revisão não poderia ser concluída sem antes apreciar algumas referências ao ensaio de máquinas. A máquina para ser bem utilizada deve ter seu desempenho plenamente conhecido, caso contrário não se obterá dela seu melhor rendimento.

O autor citado ainda refere-se ao papel preponderante que o ensaio deve ter na gestão da qualidade na fabricação, na seleção racional das máquinas e dos equipamentos agrícolas e no uso otimizado dos mesmos. Segundo revela Mialhe (1996) o ensaio de máquinas agrícolas, apesar das políticas oficiais inconstantes na área, tem sua adoção para os países em desenvolvimento, recomendada por Donaldson, (1970) e Inns, (1995) especialistas reconhecidos. Mialhe (1996), ainda considera o ensaio como informação, e discorre sobre sua necessidade e importância. Fala da informação incompleta, mal usada e extrapolada, quando dados obtidos por mensuração são extrapolados para preencher catálogos de fabricantes de máquinas agrícolas nacionais.

Ainda segundo colocação do autor em consideração, ‘o ensaio é a base sobre a qual se assenta a avaliação do desempenho, a seleção e a gerência operacional’. Nesse contexto ele se aplica a ‘mensuração de grandezas caracterizadoras do comportamento de determinado espécime ‘ das máquinas agrícolas.

A realização do ensaio deverá pautar-se primeiramente em métodos estabelecidos em bases científicas, mas que ao longo de seu desenvolvimento tem mostrado três tendências metodológicas básicas (Mialhe 1996):

- a) de caráter individuante, em que se prioriza critérios de avaliação, para comparar o desempenho da máquina em face do seu projeto, isto pressupõe uma avaliação da ‘máquina pela máquina’, não contemplando basicamente suas condições operacionais reais,
- b) de fundo interativo, com a característica significativa de analisar o desempenho da máquina (adaptabilidade) em relação a sua aplicação e destinação e
- c) métodos comparativos, que tomam espécimes industriais como padrão de avaliação.

Mas independente das tendências e critérios, segundo argumenta o autor, o ensaio só poderá existir com base numa ‘metodologia de reconhecida coerência’, o que abre amplo espaço para a necessária ‘normalização’.

Na avaliação de semeadoras, já existem códigos nacionais divulgados, tendo em vista a execução dos trabalhos, (Kurachi et al. 1986). Também Kurachi et al. (1990) descrevem instalações e equipamentos essenciais numa avaliação laboratorial dessas

máquinas. Com relação aos pulverizadores, que também constam do escopo desse trabalho, a normalização dos ensaios ainda não contemplou a avaliação de espécimes, mas já existem métodos normalizados para avaliar componentes essenciais dos mesmos, como são os bicos de pulverização, (ABNT 1997).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material ¹

5.1.1 Campo experimental

Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Velha Lagoa localizada no município de Campos Novos Paulista distante cerca de 40 km de Ourinhos, Estado de São Paulo, região do Vale do Rio Paranapanema. A área experimental abrangeu aproximadamente 1,5 hectares, de uma gleba de 2,4 ha, totalmente destinada a experimentação, (Figura 1). A área se encontra localizada com as seguintes coordenadas geográficas: 22° 42' S e 49° 59' W. A altitude e declividade médias verificadas para o local foram 520 metros e 3,5% respectivamente. O clima da região é subtropical chuvoso, tipo Cwa segundo a classificação de Koeppen. Em 1990 a área foi terraceada com trator de esteiras e em 1995 teve os terraços reformados com arados de discos, quando também foi realizada uma subsolagem a profundidade de 0,5 metros. No ano de 1998 foi iniciada, pelos proprietários, a implantação do plantio direto na área com a sucessão soja e milho do inverno.

¹ As citações de marcas comerciais não implicam na recomendação de uso pelo autor.



Figura 1 – Visualização da área onde o experimento foi instalado, mostrando biomassa vegetal presente em Dezembro 1999.



Figura 2 – Visualização do perfil do solo na área experimental.

5.1.2 Solo

O solo da área experimental foi identificado por Prado², um Latossol Vermelho Escuro distrófico epieutrófico A moderado textura muito argilosa (Camargo et al. 1987). Na classificação do Soil Survey Staff, (1999) ele é um Rhodic Hapludox e a FAO, (1994) o tem como um Rhodic Ferrasol (Figura 2).

5.1.2.1 Descrição morfológica

Prado² apresentou a seguinte descrição morfológica para o solo utilizado no experimento:

Ap- 0-0,22 m- bruno avermelhado escuro (2,5YR $\frac{3}{4}$, úmido); muito argiloso; fraca média subangular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e plana.

AB- 0,22-0,40 m- bruno avermelhado escuro (2,5YR $\frac{3}{4}$, úmido); muito argiloso; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e plana.

Bw1- 0,40-0,72 m- bruno avermelhado escuro (2,5YR $\frac{3}{4}$, úmido); muito argiloso; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e plana.

Bw2- 0,72-1,30 m- bruno avermelhado escuro (2,5YR $\frac{3}{4}$, úmido); muito argiloso; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e plana.

Bw3- 1,30-2,00 m- bruno avermelhado escuro (2,5YR $\frac{3}{4}$, úmido); muito argiloso; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Observação: o teste do ímã mostrou que é fraca atração magnética do solo.

² PRADO, H. pesquisador do Centro de Solos e Recursos Ambientais do IAC, realizando investigação local e por informação pessoal em documento formal (2000).

As análises físicas e químicas desse solo, foram processadas nos laboratórios de análise de solos do IAC, do Departamento de solos da FCA-UNESP, (Campus de Botucatu) e no laboratório da Unithal – Campinas SP. Os resultados são apresentados nos Quadros 1, 2 e no Apêndice 1. No Apêndice são apresentadas as análises das parcelas agrupadas segundo os tratamentos. A profundidade da amostragem do solo foi de 0,05 a 0,20 m.

Quadro 1- Resultado da análise granulométrica do solo da área experimental, em cinco profundidades.

Partículas	Diâmetro (mm)	Profundidade (m)				
		0-0,22	0,22-0,40	0,40-0,72	0,72-1,30	1,30-1,60
		g.kg ⁻¹				
Cascalho	>2,0	0	0	0	0	0
Areia grossa	2,0 a 0,21	211	191	177	196	182
Areia fina	0,21 a 0,05	190	167	153	152	172
Silte	0,05 a 0,002	83	70	72	97	113
Argila	< 0,002	516	572	598	555	533

5.1.2.2 Condições agrícolas

Trata-se de solo com alto potencial nutricional no horizonte A, por causa da calagem e adubação, entretanto, os valores de saturação por bases (valor V) diminuem no horizonte B, onde ocorre o caráter distrófico. Deve-se considerar que embora ocorra essa diminuição em profundidade dos valores de saturação por bases, a saturação por alumínio (valor m) não ultrapassa o valor de 50%, eliminando a possibilidade de ser considerado como solo álico. Por esse motivo, quanto ao aspecto químico, não existe forte limitação de desenvolvimento radicular em profundidade.

Do ponto de vista físico esse solo é bastante favorável ao uso agrícola, pois é espesso, muito poroso, bem drenado; de textura muito argilosa bastante uniforme ao longo do perfil.

Quadro 2– Resultado da análise química do solo da área experimental em cinco profundidades.

Determinações	Profundidade em m				
	0-0,22	0,22-0,40	0,40-0,72	0,72-1,30	1,30-1,60
pH (KCl)	5,5	5,2	4,1	4,2	4,1
pH (H ₂ O)	6,1	5,9	4,6	4,8	4,7
H+Al mEq	2,0	2,8	4,8	4,0	3,6
Al mEq	Ald	Ald	0,8	0,5	0,6
Ca mEq	4,4	2,5	1,3	1,1	0,9
Mg mEq	1,8	1,5	0,7	0,5	0,3
K mEq	0,07	0,05	0,05	0,03	
Na mEq	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
P ppm (Resina)	37,0	5,0	4,0	3,0	2,0
C %	1,5	0,9	0,7	0,6	0,4
S mEq	6,29	4,07	2,07	1,65	1,24
CTC mEq	8,29	6,87	6,87	5,65	5,84
V %	75,87	59,24	30,13	29,20	25,62
m %	0,00	0,00	27,87	23,26	32,61
RC %	12,19	7,12	4,80	3,87	3,45

5.1.3 Precipitação pluvial

Os resultados da precipitação pluvial ocorrida no local do experimento, durante o período de sua execução, encontram-se tabulados no Quadro 3.

Quadro 3- Precipitação pluvial ocorrida no local do experimento, durante o período de sua realização.

Mês/Ano	Dia da ocorrência	Quantidade de chuva (mm)	Total mensal acumulado (mm)
Jul/2000	15	32	62
	22	30	
Ago/2000	03	2	74
	17	6	
	27	40	
	28	9	
	31	17	
Set/2000	01	32	135
	02	23	
	08	1	
	12	49	
	13	23	
	24	7	
Out/2000	04	45	140
	05	4	
	11	16	
	21	40	
	23	35	
Nov/2000	2	2	
	5	23	
	10	9	
	12	68	
	13	8	
	16	32	
	17	2	
	23	16	
	24	10	
	25	22	

	30	5	197
Dez/2000	4	4	
	13	3	
	14	13	
	15	29	
	16	8	
	22	9	
	24	13	
	25	3	
	26	16	
	27	32	
	28	46	176
Jan/2001	04	3	
	13	3	
	15	2	
	17	7	
	18	41	
	19	25	
	23	21	
	24	6	
	27	18	
	28	44	170
Fev/2001	01	17	
	02	13	
	03	48	
	04	55	
	05	26	
	06	20	
	08	3	
	09	65	
	10	22	
	13	114	
	14	17	
	15	42	
	17	24	
	20	9	425
Mar/2001	06	34	
	07	17	
	08	100	
	09	24	
	10	29	

	19	18	
	21	1	223
Abr/2001	01	14	
	21	12	
	23	28	54

Os dados foram coletados no local do experimento.

5.1.4 Máquinas e implementos utilizados³

5.1.4.1 Tratores para semeadura e tratos culturais

- Trator Valmet 1580 modelo TD 229, com tração dianteira auxiliar e potência nominal de 106,6 kW (NBR) no motor, com peso em ordem de marcha de 7550 kg, com pneus traseiros 23.1-30 e dianteiros 14.9-28, foi usado para tracionar a grade aradora e depois a niveladora, e também para tração da semeadora utilizada no ensaio. Para realizar a pulverização foi empregado um trator Valmet 880 modelo D229-4VR com 59,6 kW de potência nominal no motor e engate nos três pontos, com peso em ordem de marcha de 3150 kg, pneus traseiros de 12,4/11-38 e dianteiros 7,50-18.

5.1.4.2 Semeadora-adubadora de precisão

- Semeadora-adubadora de precisão marca Jumil modelo Magnum 2880 PD-10 de arrasto, acionada por controle remoto com capacidade para semeadura de até 10 linhas da cultura, com espaçamento mínimo entre linhas de 0,40m, ou então 4 linhas com espaçamento de 1,00/1,10m. Capacidade dos depósitos de adubo é de 990 litros, e o de sementes 39 litros por unidade. A máquina utilizada apresenta peso de 3.574 kg e largura máxima de 3,96m. Para corte da resteva utiliza discos lisos de 0,432 m (17"). Conjunto sulcador do tipo facão escamoteável (com parafuso fusível), regulado para atuar à profundidade média de 0,25 m, foi utilizado em lugar dos discos duplos desencontrados para

³ Especificações de acordo com os catálogos dos fabricantes.

colocação do adubo. Dispositivo para colocação das sementes no solo, do tipo discos duplos desencontrados com diâmetro de 0,356 m (14”), rodas limitadoras de profundidade de borracha com 0,254 m (10”) de diâmetro, rodas compactadoras em “V”, de borracha. Dotada de dosadores de adubo do tipo rotor horizontal helicoidal e dosadores de sementes com sistema de discos horizontais de 28 furos ovais de 11,0 por 16,0 mm, para distribuição de sementes. Os dispositivos de distribuição de adubo e sementes são acionados por duas rodas tracionadas, usando pneu militar de 7.00-16D. Para semeadura do milho operou com 6 linhas espaçadas 0,70 m. Segundo o fabricante, para tracionar a semeadora são requeridos cerca de 66 kW na barra. Aos ductos de saída das sementes foram adaptados sensores para detectar e registrar a descarga das sementes.

5.1.4.3 Grades - aradora e a destorroadora-niveladora

- Grade pesada Baldan, equipada com 20 discos (duas seções articuladas de 10 discos) com 0,762 m (30”) de diâmetro, largura total de corte de 2,7 metros, que demanda potência cerca de 88 kW no motor para ser tracionada em condições mais severas de trabalho.

- Grade leve excêntrica Baldan com seis seções (três anteriores e três posteriores), com um total de 42 discos, de 0,508 m (20”) de diâmetro e faixa operacional de 3,7 metros. Utilizada com ângulo de 30°.

5.1.4.4 Pulverizador de produção industrial

- Pulverizador Jacto modelo Condor S12, montado nos três pontos do trator. Tanque com capacidade de 600 litros, dotado de sistema de agitação mecânica, tendo uma barra de 11,5 m. Na barra existem 24 dispositivos porta bicos com válvula antigotejo. O pulverizador está equipado com uma bomba hidráulica de três êmbolos de cerâmica, também fabricada pela Jacto, cujo modelo é a MB 75 que apresenta a vazão máxima de 75 L.min^{-1} ,

sendo a pressão hidráulica máxima operacional de 3,45 MPa (500 psi) quando acionada pela TDP à velocidade angular normalizada em 540 rpm. Peso do pulverizador vazio 255 kg. Dotado de manômetro de 1,38 MPa, regulador de pressão e demais dispositivos necessários para funcionamento normal de um pulverizador.

5.1.4.5 Pulverizador protótipo

- Pulverizador projetado e desenvolvido para operar juntamente com a semeadora e instalado no cabeçalho da mesma, observar Figuras 3, 4, 5 e 6. O tanque é de plástico e com capacidade de 400 litros. Utiliza uma bomba hidráulica Jacto modelo MB 75 com capacidade de 75 L.min^{-1} , quando acionada pela TDP à velocidade angular normalizada de 540 rpm e pressão hidráulica operacional máxima de 3,45 Mpa (500 psi). Uma barra pulverizadora contendo 9 bicos com dispositivo antigotejo e espaçados a cada 0,5 metros, foi colocada atrás dos conjuntos compactadores da semeadora, portanto passou a ser o elemento derradeiro da máquina. Em decorrência do número e espaçamento dos bicos, a largura operacional da barra pulverizadora ficou sendo de 4,5m. O pulverizador protótipo inclui todos os dispositivos normais requeridos: sistema de filtragem, regulador de pressão, manômetro de 1,38 MPa, mangueiras, porta bicos com dispositivo antigotas, retorno para agitação hidráulica da calda. Peso do pulverizador vazio 152 kg.

- A estrutura foi projetada e montada pelo Centro de Mecanização e Automação Agrícola. Especial cuidado se teve em dotar o protótipo de resistência estrutural, sem perda da funcionalidade e ainda sem prejudicar as condições operacionais da semeadora-adubadora.

5.1.4.6 Cultivador para adubação em cobertura

- Distribuidor Baldan de fertilizantes em cobertura, utilizando disco para enterrio do adubo nas entrelinhas da cultura, com seis reservatórios com capacidade de



Figura 3 – Semeadora-adubadora com protótipo de pulverizador montado na parte anterior da máquina.



Figura 4 – Posicionamento posterior da barra de pulverização no protótipo pulverizador acoplado a semeadora-adubadora, em relação as rodas compactadoras.



Figura 5 – Barra do pulverizador protótipo em operação.



Figura 6 – Semeadora-adubadora em operação.

100 litros, ajustado para operar na cultura do milho, com espaçamento ajustado para seis saídas distanciadas de 0,70m. Montado nos três pontos do sistema hidráulico do trator.

5.1.4.7 Colhedora autopropelida de cereais

- New-Holland TC 57, adaptada na ocasião, para colheita do milho com espaçamento de 0,70m. Plataforma para 6 linhas (4,2m). Motor com potência máxima 125 kW a 2.100 rpm. Peso da colhedora vazia 7.960 kg. Capacidade do tanque graneleiro 5.000 litros. Bitola das rodas motoras 2,84 m, e das rodas traseiras 2,80 m. Dotada de picador e distribuidor de palha.

5.1.4.8 Trilhadora manual

- Produzida pela Fundação Corradi de Itaúna MG. Processa uma espiga por vez.

5.1.5 Outros materiais

5.1.5.1 Balança com sistema automático de pesagem

- Balança eletrônica para pesagem da produção agrícola, com capacidade para informar a tara, peso bruto e peso líquido. Indicador de peso ligado por cabo de 5 m a célula de carga e com display duplo (lado do operador e do observador) de LCD com seis dígitos. Teclado de manta selada. Alimentação com 12 Vcc. ou 110-220 Vca por meio de fonte adaptadora. Célula de carga com capacidade para pesar até 100 kg, com sensibilidade de 20g e fator de segurança até 300 kg. Disponibilidade de cabo para ligação em bateria automotiva. Saída serial RS-232C para captação da pesagem direta em computador. Com adequado programa de computador realizou-se a pesagem e armazenamento dos dados numa planilha Excel.

5.1.5.2 Equipamentos e material para ensaio de germinação das sementes

- Estufa de germinação com temperatura controlada
- Termômetro de 50° Celsius
- Dispositivo para contagem de 50 sementes.
- Papel de germinação 0,31 por 0,40 m tipo Gl-065
- Bandejas plásticas de 0,35 por 0,45 m, pinças, lápis cera.
- Formol, água destilada.

5.1.5.3 Ensaio dos bicos de pulverização e pulverizadores da experimentação

- Trator com tacômetro.
- Mesa com canaletas de 50 mm com paredes inclinadas (Figura 7). Extensão de 3,0m por 1,2 m com 5,0% de declividade.¹
- Manômetro com escala de 586 kPa e precisão de 2% do total da escala.
- Cronômetro com precisão de 0,10 segundo e escala de fundo de 15 minutos.
- Goniômetro com escala de 180 graus, e divisões de um grau.
- Microscópio binocular com objetiva 10 X e Ocular 10X e retículo calibrado
- Cartões kromicote para amostragem das gotas
- Conjunto motobomba elétrico, para obter pressão hidráulica
- Vinte bicos plásticos de um copolímero do acetato, marca Lurmark 03F 110,
- Nigrosina B em cristais, tinta vinílica
- Proveta plástica de 1 litro com divisões de 10 ml
- Balde plástico com capacidade de 10 litros

5.1.5.4 Ensaio da semeadora-adubadora de precisão utilizada na experimentação

- Bancadas para ensaio de semeadoras de precisão (Kurachi et al. 1986 e 1990), (Figuras 8 e 9).

¹ Foi realizado um ensaio comparativo da mesa de canaletas de 5 cm com faces inclinadas e a mesa de canaletas verticais afastadas 2,5cm entre si, obtendo-se diferenças não significativas.

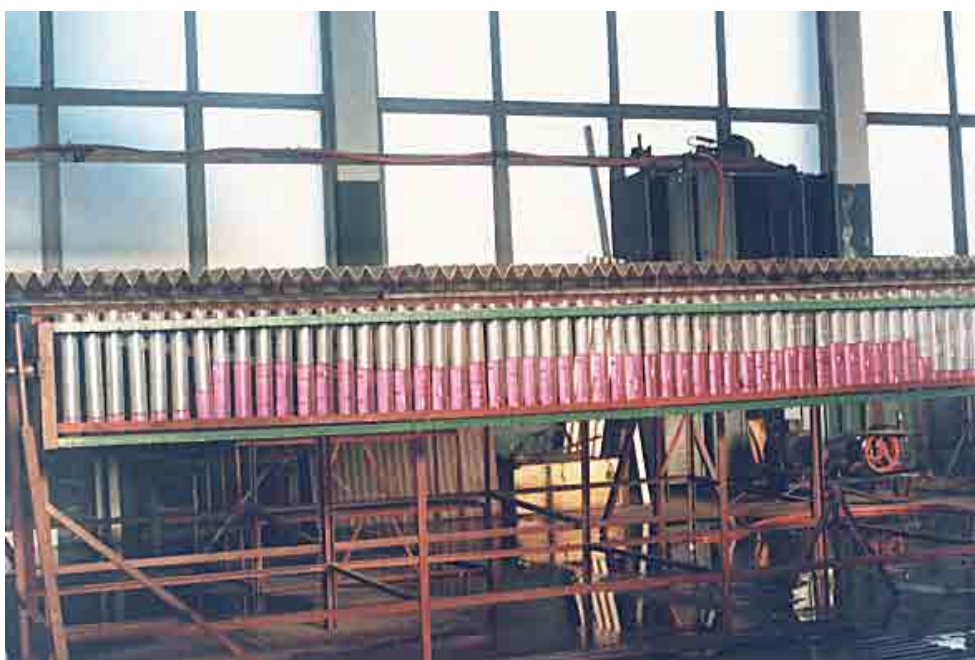


Figura 7 – Mesa de canaletas utilizada no ensaio de distribuição dos bicos de pulverização



Figura 8 – Bancada de ensaio de semeadoras

- Tacômetro ótico com precisão e 0,1 rpm. Trena 50m com subdivisão de centímetro. Cronômetro com precisão de 0,01 segundo. Balança de 2 kg, com precisão de 0,1 g. Balança analítica 100 g com precisão 0,0001g. Bandejas para recolher adubo e sementes. Trena de 10 m, com precisão de 1 mm embutida na guarda de madeira da bancada e régua “T” para medição das distâncias entre sementes. Planilhas de anotação. Microcomputador para processamento de dados. Programa de computador para cálculos (planilha Excel)

5.1.5.5 Resistência do solo à penetração

- Utilizou-se um penetrômetro de impacto, desenhado e desenvolvido por Stolf et al. (1983). Aparelho é dotado de uma peça com peso de 4 kg para geração de impacto ao cair 0,40 m (Figura 10). A ponta cônica de aço inoxidável (AISI 416) com ângulo sólido de 30°, apresenta 129 mm² de área basal. A haste do penetrômetro tem diâmetro de 9,5mm e extensão de 0,70 m, graduada de cm em cm para permitir avaliar a penetração a cada impacto ou série de impactos. Para facilitar a leitura utilizou-se uma trena de 0,90 m, presa a uma fita de aço inoxidável. Tanto a ponta como a haste, atendem as especificações da norma ASAE (1996) American Society of Agricultural Engineering. Planilhas apropriadas para as anotações das leituras.

5.1.5.6 Densidade do solo e teor de água

- Enxada, régua graduada de 300 mm, anéis de Kopeck (Claessen et al. 1997), com diâmetro de 57,1mm e altura de 41 mm, castelo para introdução do anel no solo, marreta de 2 kg, saca amostras, extrator, facas com corte serrilhado e reto para preparo dos anéis contendo a amostra de solo, espátulas, latas de alumínio com tampas numeradas e diâmetro de 75 mm com 55 mm de altura, fita gomada, balança eletrônica com capacidade 2 kg e precisão de 0,005% do fundo da escala, estufa elétrica com ventilação forçada e regulação de temperatura.



Figura 9 – Vista complementar da bancada de ensaio de semeadoras, observando-se as sementes aderentes à esteira untada com graxa.



Figura 10 – Penetrômetro de impacto, usado para avaliação da resistência do solo à penetração na área experimental.

5.1.5.7 Biomassa existente sobre o solo

- Quadrado de madeira com área interna de 0,25 m², facas, sacos plásticos, balança eletrônica com capacidade 2 kg e precisão de 0,005% do fundo da escala. Estufa elétrica com ventilação forçada e regulação de temperatura.

5.1.5.8 Quantificação das plantas daninhas

- O mesmo quadrado de madeira de 5.1.5.7, foi utilizado juntamente com demais materiais citados, facas, sacos plásticos, balança eletrônica com capacidade 2 kg e precisão de 0,005% do fundo da escala. Estufa elétrica com ventilação forçada e regulação de temperatura.

5.1.5.9 Percentagem de cobertura do solo

- Duas réguas de madeira cada uma com extensão de um metro e largura de 0,12 m, com um orifício de 0,05 m de diâmetro a cada 0,10 m (de centro a centro).

5.1.5.10 Amostragem do solo para análise física e de fertilidade química

- Amostrador motorizado (Figura 11 e 12), acionando um trado holandês com diâmetro de 0,05 m e 0,20 m de comprimento, para retirada das amostras, bandeja metálica de chapa galvanizada com 0,57 por 0,40 m e 0,08 m de altura para recolhimento das amostras retiradas do trado, balde, sacos plásticos e régua graduada de 0,30 m.



Figura 11 – Amostrador de solos motomecanizado.



Figura 12 – Retirada de amostras de solo

5.1.5.11 Profundidade de semeadura

- Estilete, colher de pedreiro, espátula, régua graduada de 0,30 m.

5.1.5.12 Determinação da emergência e desenvolvimento da cultura do milho

- Para avaliar o número médio de plantas por parcela, utilizou-se trena de 50 m com precisão de centímetro e estacas de madeira.

- Nas avaliações da altura das plantas utilizou-se primeiramente uma trena de 5 metros e posteriormente quando o milho excedia a altura do operador, uma régua de madeira graduada em centímetros, ao passo que o diâmetro do colo foi avaliado com um paquímetro com precisão de 0,1 mm.

- Para se determinar a produção de grãos das amostras, utilizou-se de uma trena com precisão de centímetro, sacos plásticos com capacidade de 40 kg, uma trilhadora manual, descrita no sub-item 5.1.4.8, balanças eletrônicas com precisão de 1 g e 0,01 g e cápsulas de alumínio com capacidade para 243 cm³.

5.1.5.13 Velocidade de deslocamento das máquinas

- Cronômetros, trena de 50 m e balizas.

5.1.6 Insumos agrícolas

5.1.6.1 Sementes

- 50 kg de sementes de milho (*Zea mays* L.) híbrido duplo da Agrocere, o AG1051, peneira C2-L. Utilizada na razão de 21,2 kg. ha⁻¹.

As sementes de milho utilizadas no experimento são caracterizadas no Quadro 4. Foram obtidas a densidade das sementes, peso de 100 sementes, dimensões dos grãos e germinação das sementes.

5.1.6.2 Fertilizantes

-300 kg. ha⁻¹ de fertilizante de formula (5-25-25), aplicado por ocasião da semeadura. Em cobertura foram aplicados 413 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio, correspondendo a fórmula (21-0-0) e mais 125 kg. ha⁻¹ da fórmula (25-0-25), aplicados numa segunda cobertura.

Quadro 4 – Características das sementes de milho utilizadas nos ensaios de laboratório e na semeadura no campo.

Características	Medidas	CV %
Densidade kg. L ⁻¹	0,730	1,15
Peso de 100 sementes g	36,92	0,80
Comprimento mm	13,03	7,57
Largura mm	8,74	5,70
Altura mm	4,32	11,69
Porcentagem de germinação	97,0	2,40

Dados obtidos em laboratórios do Centro de Mecanização e Automação Agrícola do Instituto Agrônômico.

5.1.6.3 Herbicidas

- 1,440 L. ha⁻¹ de glifosato (Roundup Transorb com 720ml.L⁻¹ de i.a.) para dessecação da área.

- 0,060 kg. ha⁻¹ de isoxaflutole (Provence 750 WG com 750 g.kg⁻¹ de i.a.) aplicado em pré-emergência das plantas daninhas de folhas estreitas.

- 2,0 kg. ha⁻¹ de atrazina (Atrazinax 500 com 500 g L⁻¹ de i.a.) aplicada em pré-emergência e depois (juntamente com nicosulfuron) em pós-emergência das plantas daninhas de folhas largas.

- 0,060 kg. ha⁻¹ de nicosulfuron (Sanson 40SC com 40 g L⁻¹ de i.a.) para aplicação em pós-emergência.

5.1.6.4 Inseticidas

- 0,70 kg de thiocarb para 100 kg de sementes (Semevin 350 com 0,350 kg. L⁻¹ de i.a.), para proteção de pragas do solo e iniciais da parte aérea.

- 0,0050 g.ha⁻¹ de betacyflutrim (Turbo com 0,050 kg. L⁻¹ de i.a.) para controle da lagarta do cartucho.

- 0,0125 kg.ha⁻¹ de lufenuron (Match CE 0,050 kg.L⁻¹ de i.a.) inseticida fisiológico para proporcionar maior eficiência ao controle da lagarta do cartucho.

- 0,0075 kg de alquil-feno-poliglicoleter (Extravon com 0,250 kg.L⁻¹ de i.a.) por 100 litros de calda

5.2 Métodos

5.2.1 Demarcação de blocos e parcelas e delineamento experimental

Para instalação do ensaio procurou-se dentro da propriedade uma área com características de solo (vegetação, topografia, fertilidade, textura e outras) que, à primeira

vista, apresentavam-se as mais uniformes. O talhão selecionado já vinha sendo utilizado no plantio direto e a última cultura foi a aveia de inverno.

As parcelas locadas tinham comprimento de 50 metros e largura de 12,6 metros. No início de cada parcela tomou-se uma bordadura de 10 metros para trânsito, manobra e estabilização operacional dos diversos conjuntos motomecanizados utilizados no experimento. A semeadora, sendo de seis linhas espaçadas de 0,70m, proporcionou faixas de 4,2 metros. Ela realizou três trânsitos paralelos sem sobreposição das faixas de semeadura, de modo que a largura total de cada parcela, ficou sendo de 12,6 metros.

A área útil da parcela foi de 168 m², em razão dos 40 m de comprimento e a largura de uma passada da semeadora. Cada parcela útil ficou ladeada por bordaduras de igual largura 4,2 metros. Na parcela útil, os primeiros dez metros foram reservados para amostragem de solo, tendo em vista as determinações físico-químicas.

O experimento foi constituído de cinco tratamentos delineados em blocos ao acaso, com cinco repetições.

5.2.2 Tratamentos

Foram realizados os tratamentos:

A - Sistema plantio direto com aplicação dos herbicidas realizada simultaneamente com a semeadura. A aplicação do herbicida dessecante é realizada juntamente com os herbicidas de pré-emergência. Desse modo a semeadora-adubadora opera simultaneamente com o pulverizador. Para tanto foi preparado para a execução desse trabalho um protótipo de pulverizador descrito em 5.1.4.5. Foi utilizado como dessecante o herbicida glifosate (Roundup Transorb) na razão de 2,0 L.ha⁻¹, aplicado juntamente com os herbicidas isoxafrutole (Provence 750 WG) a razão de 0,080 kg. ha⁻¹, mais atrazina (Atranex 500 SC) a razão de 4,0 L.ha⁻¹.

B - Sistema plantio direto com aplicação de herbicida logo em seguida a semeadura. Nesse tratamento foi realizada a aplicação do herbicida dessecante com os herbicidas de pré-emergência da cultura e das plantas daninhas, mas a pulverização foi realizada em operação subsequente à semeadura, com um pulverizador industrializado descrito em 5.1.4.4, de modo que serão necessários dois trânsitos de trator na mesma área, primeiro tracionando a semeadora-adubadora e depois o pulverizador. Nesse tratamento foram usados os mesmos herbicidas do tratamento A, - o herbicida dessecante glifosate (Roundup Transorb) na razão de $2,0 \text{ L.ha}^{-1}$, aplicado juntamente com os herbicidas isoxafrutole (Provence 750 WG) a razão de $0,080 \text{ kg. ha}^{-1}$ mais atrazina (Atranex 500 SC) a razão de $4,0 \text{ L.ha}^{-1}$.

C - Sistema plantio direto com aplicação de herbicidas em pós-emergência. A operação se desenvolveu em três etapas. Foi realizada a semeadura e logo a seguir quer dizer, no mesmo dia, outra máquina transitou na área fazendo a aplicação do dessecante e posteriormente, em tempo oportuno foi realizada a aplicação do herbicida de pós-emergência da cultura e das plantas daninhas. Portanto foram requeridos três trânsitos de tratores e implementos sobre a mesma área só para atender as operações de semeadura, dessecação e aplicação dos herbicidas de pós-emergência. Como dessecante utilizou-se o glifosate (Roundup Transorb) a razão de $2,0 \text{ L.ha}^{-1}$. Como herbicidas de pós-emergência (20 DDS) foram aplicados o nicosulfuron (Sanson 40 SC) a razão de $1,5 \text{ L.ha}^{-1}$ mais atrazina (Atranex 500 SC) a razão de $4,0 \text{ L.ha}^{-1}$.

D - Plantio convencional com aplicação de herbicida em operação subsequente. A aplicação de herbicida foi realizada em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas. Desse modo dois trânsitos de máquinas agrícolas na área também foram requeridos – um para semeadura e adubação da cultura e outro logo em seguida para aplicação dos herbicidas de pré-emergência. Foram utilizados como herbicidas de pré-emergência, o isoxafrutole (Provence 750 WG) a razão de $0,080 \text{ kg. ha}^{-1}$, mais a atrazina (Atranex 500 SC) a razão de $4,0 \text{ L.ha}^{-1}$.

E - Plantio convencional com aplicação de herbicida realizado simultaneamente com a semeadura. A aplicação de herbicidas nesse tratamento, foi realizada em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas. A semeadora-adubadora operou simultaneamente com o pulverizador. Utilizou-se o mesmo protótipo do tratamento A, mas em cultivo convencional. Os herbicidas de pré-emergência utilizados foram, o isoxafrutole (Provence 750 WG) a razão de $0,080 \text{ kg.ha}^{-1}$, mais a atrazina (Atranex 500 SC) a razão de $4,0 \text{ L.ha}^{-1}$.

5.2.3 Instalação e condução do experimento

- 11/04/00 – Avaliação da produtividade de grãos e da biomassa resultante da cultura da soja.
- 12/04/00 – Colheita da cultura da soja, efetivada com colhedora de grãos, autopropelida.
- 14/04/00 – Semeadura da cultura de aveia (*Avena sativa* L.) para ocupação do solo durante o inverno. utilizada semeadora-adubadora de fluxo contínuo, regulada para colocar a semente à profundidade de 0,04 a 0,05 m.
- 17/04/00 – Dessecação da biomassa remanescente da colheita da soja e semeadura da aveia. Foi utilizado o glifosate (Roundup Transorb 720ml .L⁻¹ de i.a. na dose de $2,0 \text{ L.ha}^{-1}$).
- 17/08/00 – Amostragem do solo para análise física e química.
- 05 e 06/09/00 – Uso do penetrômetro descrito em 5.1.5.5 para avaliação da resistência do solo à penetração e retirada de amostras do solo com anéis descritos em 5.1.5.6, para avaliação da densidade do solo e de suas partículas, porosidade total e teor de água no solo.
- 09/10/00 – Amostragem da biomassa existente na área decorrente da cultura da aveia.
- 11/10/00 – Preparo do solo nas parcelas do plantio convencional. Operação com grade pesada e com a destorroadora-niveladora descritas em 5.1.4.3. As grades foram tracionadas pelo trator Valmet 1580 descrito em 5.1.4.1.
- 13/10/00 – Semeadura da cultura do milho, com execução dos tratamentos.
- 18 a 20/10/00 – Germinação e emergência do milho.
- 25/10/00 – Verificação da profundidade de semeadura das sementes de milho.

- 03/11/00 – Aplicação do herbicida de pós-emergência nas parcelas do tratamento C especificado no item 5.2.2. Utilizou-se o pulverizador de produção industrial com o trator Valmet 880.
- 03/11/00 – Primeira aplicação dos inseticidas betacyflutrim e lufenuron conforme descrito em 5.1.6.4, para controle da lagarta dos cartuchos. Nessas aplicações de inseticidas, foi usado o pulverizador da linha industrial com o trator Valmet 880.
- 08/11/00 – Primeira avaliação da germinação e população de plantas.
- 09/11/00 – Primeira aplicação de adubação nitrogenada na cultura do milho, segundo item 5.1.6.2 (sulfato de amônio), com máquina adubadora de seis linhas montada no trator Valmet 880.
- 17/11/00 – Segunda aplicação de defensivos betacyflutrim e lufenuron conforme descrito em 5.1.6.4, para controle da lagarta dos cartuchos, utilizando as mesmas máquinas da primeira aplicação.
- 20/11/00 – Segunda aplicação da adubação em cobertura, 125 kg.ha^{-1} da fórmula 25-0-25. Utilizado o trator Valmet 880.
- 23/11/00 – Primeira avaliação do desenvolvimento do milho em altura.
- 24/11/00 – Primeira avaliação do controle de plantas daninhas na cultura do milho.
- 07/02/01 – Segunda avaliação da altura do milho e diâmetro do caule.
- 08/02/01 – Segunda avaliação da população de plantas de milho na cultura.
- 27/02/01 – Segunda avaliação das plantas daninhas na cultura.
- 28/02/01 – Avaliação da produtividade do milho por parcela, conforme descrito em 5.2.21.
- 01/03/01 – Colheita total do material remanescente na área do experimento.
- 20/03/01 – Segunda avaliação com penetrômetro descrito em 5.1.5.5 da resistência do solo à penetração e retirada de anéis do solo para avaliação da densidade do solo e de suas partículas, porosidade total e teor de água no solo.

5.2.4 Densidade do solo

Determinada segundo o método do anel volumétrico, descrito em Camargo et al. (1986) e o resultado expresso em $\text{kg}.\text{dm}^{-3}$.

5.2.5 Densidade das partículas do solo

Do solo utilizado para determinação da sua densidade, utilizou-se uma amostra de 20 g de solo seco a 105° Celsius e peneirado, submetendo-o a técnica de imersão em volume conhecido de álcool etílico, conforme descrito por Camargo et al. (1986). Os resultados dessa análise foram expressos em kg. dm^{-3} .

5.2.6 Porosidade total do solo

Foi determinada com a ajuda da fórmula divulgada por Claessen et al. (1997) utilizada nos laboratórios de solos:

$$P = (a - b) \cdot a^{-1} \quad \text{eq. 3}$$

onde:

P = porosidade total do solo ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)

a = densidade das partículas do solo (kg. dm^{-3})

b = densidade do solo (kg. dm^{-3}).

5.2.7 Teor de água no solo

Com o material amostrado para determinação da densidade do solo, realizou-se a avaliação do teor de água existente no solo à profundidade média de 0,05 a 0,15 m. Utilizou-se o método descrito por Claessen et al. (1997), sendo o teor de água gravimétrico do solo, expresso em g.kg^{-1} . O teor de água volumétrico, também obtido de acordo com Claessen et al. (1997), é mostrado com resultados expressos em $\text{dm}^3 \text{ dm}^{-3}$.

5.2.8 Resistência do solo à penetração

Foram tomadas casualmente nas entrelinhas de cada parcela experimental, oito leituras do penetrômetro, sendo quatro na entrelinha selecionada para trânsito do pneu direito das máquinas motomecanizadas utilizadas e as outras quatro em entrelinhas adjacentes que não sofreram trânsito das máquinas. O penetrômetro utilizado foi descrito em 5.1.5.5. Posteriormente os dados da resistência a penetração foram analisados, processados e os resultados dos impactos convertidos em pressão (força por unidade de superfície) segundo a equação 4, adaptada e preparada por Stolf (1990), idealizador do penetrômetro usado nesta experimentação, e os resultados finais expressos em MPa, (Mega Pascal), a diversas profundidades.

$$R = 5,6 + 6,89N \quad \text{eq. 4}$$

R= resistência do solo a penetração em kgf. cm⁻²

N= número de impactos por decímetro

A compactação do solo causada pelo trânsito das máquinas agrícolas na área cultivada já é fato comprovado, (Barnes et al. 1971; Larson & Gill, 1973; Phillips & Young, 1973; Raghavan et al. 1977; Miles, 1978; Ashburner & Sims, 1984; Bowen & Kratky, 1985; Hånkansson et al. 1988; Salvador, 1992; Jorajuria et al. 1995; Siqueira, 1999). No trabalho desenvolvido foi verificado se as medidas de resistência do solo podiam fornecer alguma indicação beneficiando os tratamentos nos quais ocorreu uma redução do trânsito das máquinas na área do experimento (principalmente nos tratamentos A e E).

Como o trabalho visa a redução do trânsito na área de cultivo, procurou-se obter determinações, leituras e amostragens na entrelinha de trânsito contínuo das máquinas motomecanizadas utilizadas. Para isto foi marcada uma entrelinha na parcela (georeferenciada com a borda do campo) pela qual transitaram as máquinas na cultura para execução de todos os tratamentos. Como existe variação na bitola das máquinas motomecanizadas: tratores, colhedoras, semeadoras-adubadoras e outras utilizadas, as leituras

identificadas por “pneu”, referem-se ao pneu do lado direito, cuidando durante a experimentação, para que o mesmo sempre passasse na mesma posição ou entrelinha. Colocou-se também uma testemunha não transitada, denominada de “entrepneu” constituída de entrelinhas pelas quais os pneus das máquinas não transitaram.

5.2.9 Trânsito das máquinas na área do experimento

O trânsito realizado pelas diversas máquinas agrícolas nos tratamentos do experimento, são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Quantificação de trânsitos das máquinas agrícolas nas parcelas do experimento na cultura do milho.

Trat	Aração ¹	Grade ²	Semead ³	Pulv ⁴	Adub ⁵	Colhed ⁶	TOTAL
A			1	2	2	1	6
B			1	3	2	1	7
C			1	4	2	1	8
D	1	2	1	3	2	1	10
E	1	2	1	2	2	1	9

¹ Grade aradora descrita em 5.1.4.3 e trator Valmet 1580 descrito em 5.1.4.1

² Grade niveladora descrita em 5.1.4.3 e trator Valmet 1580 descrito em 5.1.4.1

³ Semeadora-adubadora de precisão apresentada no item 5.1.4.2. Nos tratamentos A e E como descrito ela portava o protótipo de pulverizador descrito em 5.1.4.5

⁴ Aplicações realizadas com pulverizador de produção industrial descrito em 5.1.4.4 , conforme a necessidade de defensivos da experimentação. Trator utilizado Valmet 880 descrito em 5.1.4.1

⁵ Foi utilizado o cultivador aplicador de fertilizantes em cobertura descrito em 5.1.4.6 , com o trator Valmet 880.

⁶ Utilizada a colhedora autopropelida de cereais descrita em 5.1.4.7

5.2.10 Amostragem do solo para análise física e química

Com o amostrador de solos descrito em 5.1.5.10 retirou-se, caminhando em diagonal em cada parcela, cinco sub amostras de solo na profundidade de 0-0,20 m. As vinte cinco amostras resultantes foram analisadas em laboratório do Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP.

Também foi cavada na posição central do talhão do ensaio, uma trincheira para caracterização do solo *in loco* e retirada de outras amostras.

5.2.11 Massa seca dos resíduos vegetais na área de cultivo

Essa análise foi realizada com as amostras da biomassa das plantas e resíduos obtidos dentro de um quadrado de 0,25 m², conforme descrito em 5.1.5.7. O quadrado era lançado casualmente sobre uma diagonal da parcela. Essa biomassa colocada em sacos plásticos, foi pesada e etiquetada e posteriormente levada à estufa a 105° Celsius por 24 horas, após o que foi novamente pesada em balança com sensibilidade de 0,01g. No processo de avaliação da massa de plantas daninhas, controladas pelos herbicidas, também se utilizou o mesmo método.

5.2.12 Percentagem de cobertura do solo

Determinada com utilização das réguas de madeira com orifícios, descritas em 5.1.5.9, as quais foram aplicadas cinco vezes em cada uma das diagonais que se cruzavam. Verificou-se o numero de orifícios, nos quais o solo apresentava-se coberto pela biomassa, em relação a aqueles orifícios em que o solo se apresentava desnudo. Os resultados foram expressos em percentagem de cobertura no solo.

5.2.13 Regulagem dos Pulverizadores

Conforme citação bibliográfica, em 4.8.2 as equações 1 (eq. 1) e 2, aqui reapresentadas, regulam as variáveis da aplicação de defensivos em área total, nas culturas de porte baixo, como são as culturas anuais.

$$V = \frac{Q \cdot 600}{F \cdot v} \quad \text{eq. 1}$$

ou

$$V = \frac{q \cdot 600}{f \cdot v} \quad \text{eq. 2}$$

Onde: V = volume de aplicação em L. ha⁻¹.

Q = vazão do equipamento em L. min⁻¹.

q = vazão média de um bico em L. min⁻¹.

F = largura da faixa de aplicação em metros.

f = espaçamento médio entre os bicos em metros.

v = velocidade do equipamento aplicador em km. h⁻¹.

O trabalho das máquinas no campo foi precedido de cuidadosa preparação, de modo que as condições operacionais intrínsecas e qualquer falha mecânica pudessem ser detectada.

A equação 2, é mais apropriada para trabalhar e proporciona os mesmos resultados da equação 1 que é mais laboriosa porque envolve cálculos com o volume de todos os bicos ao passo que na equação 2 se emprega a vazão média de um bico e seu espaçamento médio na barra. No planejamento de uma aplicação de defensivos, são definidos dois elementos da equação considerada, considerando que o terceiro, o espaçamento dos bicos na barra, já está praticamente definido, uma vez que a indústria entrega os pulverizadores com

espaçamento uniforme entre os bicos, (normalmente 0,50 m), e não é prática, a alteração freqüente dessa distância a cada vez que o pulverizador é regulado para nova aplicação. Ainda deve-se considerar, que o espaçamento entre bicos faz parte da sua característica operacional e tem uma interação com a altura operacional do bico. Tendo em vista a uniformidade da distribuição da pulverização, é mais fácil modificar a altura operacional do que o espaçamento dos bicos na barra, em face disto, prefere-se adotar um espaçamento padrão de 0,5 metros para os bicos na barra. Portanto na equação 2, restam ser definidos o volume de aplicação na área (V), a velocidade operacional (v), a quarta variável a vazão do bico, será obtida com o processamento da equação, e de posse desse valor pode-se escolher no catálogo de um fabricante, o bico que deverá ser instalado na barra.

No presente experimento, foi estabelecido com base nos ensaios de laboratório, 5 km.h^{-1} como a velocidade de deslocamento adequada da semeadora-adubadora, como a pulverização foi associada à semeadura, esta fica definida como velocidade operacional.

O volume de aplicação para o glifosate segundo a bibliografia especializada (Andrei, 1999), varia de acordo com os equipamentos utilizados e massa vegetal tratada, mas está delimitado (por recomendação técnica) entre 100 e 400 litros.ha⁻¹. Os demais defensivos utilizados também apresentam volume de aplicação nessa faixa. A definição precisa desse volume foi feita com cálculos da equação 2 e do ensaio do bico. Aceitando-se inicialmente para cálculo um volume de aplicação de 300 L.ha⁻¹, considerando que a velocidade devia ser de 5 km.h^{-1} , e como o espaçamento do bico está fixado em 0,50m, a vazão do bico deverá ser 1,25 L.min⁻¹. As tabelas dos fabricantes nesse caso recomendam o uso de um bico com vazão 03, isto quer dizer que o bico apresenta vazão de 0,3 Gpm (galões por minuto), operando na pressão hidráulica de 300 kPa (3 bar ou 43,5 psi), e nesse caso a vazão de catálogo do bico é 1,2 L.min⁻¹, portanto muito próximo da desejada. Depois de selecionado o bico ele foi ensaiado em laboratório para ter seu desempenho confirmado antes de ser utilizado no campo.

Esses cálculos servem de igual modo para o pulverizador protótipo adaptado à semeadora-adubadora como ao pulverizador industrializado, para que não sejam introduzidas variações estranhas propositais no experimento. Foi feita uma verificação da

vazão com os bicos colocados nos pulverizadores e obteve-se que o volume de aplicação de 288 L.ha⁻¹ considerando que os bicos operaram a 276 kPa (40 psi).

Depois de realizados esses ensaios, 9 bicos 03F 110, foram colocados na barra do pulverizador protótipo, e depois 24 bicos, do mesmo tipo e capacidade, foram colocados na barra do pulverizador industrial. A vazão de cada um dos bicos foi verificada nas condições de campo, à pressão operacional de 276 kPa, sendo obtida a média de 1,2 L.min⁻¹, de modo que, ao se manter a velocidade de 5,0 km.h⁻¹, o volume de aplicação ficou sendo 288 L.ha⁻¹.

A velocidade operacional em que as máquinas deveriam deslocar-se, foi conferida colocando-se duas balizas separadas por 50 m e ajustando o tempo despendido pelo trator no percurso. A equação 5 foi utilizada para obter o tempo necessário para percorrer os 50 metros.

$$t = 180.v^{-1} \quad \text{eq. 5}$$

onde: t é o tempo em segundos

v a velocidade do trator em km.h⁻¹.

O tempo calculado para o percurso dos 50m, foi 36 segundos. Assim foram selecionadas a marcha e a rpm (rotação por minuto) do motor do trator para fazer o percurso no tempo estabelecido. Nas parcelas experimentais existiam estacas nas parcelas de 50 em 50 metros, de modo que o tempo foi conferido na ocasião da aplicação dos tratamentos.

5.2.14 Ensaios de laboratório dos bicos utilizados na aplicação de defensivos

O resultado completo do ensaio dos bicos Lurmark 03F 110, utilizados nessa experimentação, é apresentado no Apêndice 2. Neste item, são enfocados apenas os dados mais significativos do ensaio.

Entre as muitas marcas de bicos existentes no mercado, por acaso, foi escolhido o bico plástico copolímero do acetal de marca Lurmark 03F 110, verificado que ele apresentava vazão compatível com a requerida dentro dos limites da pressão hidráulica adequado ao ensaio, ou seja cerca de 276 kPa (40psi). Uma vez definido o espécime de bico, a ser utilizado nas aplicações de defensivos do experimento, eles foram submetidos aos ensaios de laboratório.

Uma amostra de vinte bicos, conforme determina a norma de ensaios dos bicos, (ABNT 1997), apresentou vazão média de $1,17 \text{ L.min}^{-1}$ a pressão hidráulica de 276 kPa (40 psi) e um CV de 2,44. Empregando-se a equação 6 a seguir apresentada, outras vazões podem ser estimadas para esse bico, a partir da pressão operacional.

$$Y = 0,36273 + 0,00346x - 2,29134E^{-6}x^2 \quad \text{eq. 6}$$

Onde $R^2 = 0,9991$

Y - a vazão proporcionada pela pressão alterada

x - pressão na qual se deseja conhecer a vazão

Quando os bicos de pulverização Lurmark 03F 110, estão associados numa barra, e afastados entre si pela distância de 0,5m, o melhor desempenho foi obtido com o posicionamento deles na vertical, 0,50m acima do alvo. Nesse ensaio utilizou-se a pressão hidráulica de 276 kPa, e os bicos apresentaram a vazão correspondente a $1,17 \text{ L.min}^{-1}$. O coeficiente de variação observado para estas condições operacionais, foi o mais baixo, 5,7%. Pulverizações realizadas com a barra colocada 0,35m acima do alvo, mostraram os piores resultados, o coeficiente de variação subiu para 16%, mantendo-se a vazão média de $1,17 \text{ L.min}^{-1}$. Colocando os bicos na altura operacional de 0,65m acima do alvo, o CV ficou em 6,8%, a vazão média em $1,18 \text{ L.min}^{-1}$.

Uma simulação dessa sobreposição com técnica proposta por Corrêa (1997), e adaptada neste trabalho, pelo mesmo autor (Apêndice 2), obteve-se a vazão média de $1,10 \text{ L.min}^{-1}$ e coeficiente de variação de 4,6%.

Na pressão hidráulica de 276 kPa (40 psi) a média do ângulo dos bicos ficou em $104,4^\circ$, ou seja 5% abaixo do estabelecido pelo catálogo.

Utilizando calda aquosa, a análise das gotas obtidas à pressão hidráulica de 276 kPa (40 psi), apresentou um DMV (Diâmetro mediano volumétrico) de 472 micrometros (ABNT, 1988).

5.2.15 Avaliação do poder germinativo das sementes do milho

Inicialmente realizou-se a desinfecção da estufa de germinação, pulverizando seu interior com 0,5 litros de uma solução de formol diluída a 20%. A estufa permaneceu fechada com esse tratamento de 24 horas. Nos papéis de germinação umedecidos até a saturação nas bandejas plásticas, foram colocadas 4 repetições de 50 sementes. A seguir os papéis foram enrolados e os rolos colocados verticalmente na estufa para a germinação das sementes. Foram realizados 4 tratamentos com sementes obtidas após passarem pelo mecanismo dosador sendo: A – Semeadora-adubadora operando a 3 km.h^{-1} , B – Semeadora-adubadora operando a 5 km.h^{-1} , C – Semeadora-adubadora operando a 7 km.h^{-1} e D – Sementes que não passaram pelo mecanismo dosador da máquina. Após 7 dias foi realizada a contagem das sementes com germinação normal, obtendo-se a percentagem igual de 98% para os tratamentos A, B e C e 97% para a testemunha D (Verificar Apêndice 5).

5.2.16 Verificação do peso de 100 sementes de milho

Das sementes de milho adquiridas para semeadura, foram colhidas sub amostras, das quais depois de homogeneizadas retirou-se uma parcela equivalente a

aproximadamente, 1 kg. Dessa parcela foram contados e pesados 100 sementes inteiras. Repetiu-se esse processo seis vezes, obtendo-se a média.

5.2.17 Ensaio da semeadora-adubadora de precisão

Ensaioou-se o mecanismo dosador e distribuidor de sementes do tipo disco horizontal, da semeadora-adubadora de precisão JUMIL, Magnum 2880 PD, modelo MG 10, equipado com um disco de sementes de plástico, com diâmetro efetivo (circunferência dos centros das células) de 175 mm e dotado de 28 células oblongas de 10,5x14,7 mm (face superior do disco), dispostas, em uma fileira periférica.

Utilizou-se sementes chatas de milho, do cultivar Agrocere 1051, peneira C2L, tratadas com inseticida, fungicidas e grafitadas.

Os ensaios foram executados no CMMA/IAC-Jundiaí, com o auxílio de uma bancada de ensaios para semeadoras (Kurachi et al., 1990).

Uma unidade ou linha de semeadora foi montada na bancada de ensaios, que possui uma esteira coletora sem-fim, untada de graxa, sobre a qual as sementes são depositadas.

Ao passo que a unidade semeadora e/ou seu mecanismo dosador permanece estacionado numa das extremidades da bancada de ensaios, a esteira se move com velocidade ajustada para simular as diversas velocidades de operação da semeadora no campo (Figura 8 e 9).

Dos ensaios relacionados como “obrigatórios” para uma semeadora-adubadora, (Coelho, 1996), realizou-se a calibração do mecanismo dosador, avaliou-se a regularidade das razões de distribuição das sementes (sementes por metro de linha), e as regularidades de distribuição longitudinal de sementes (espaçamentos por distâncias entre sementes). Procedeu-se ainda um ensaio de danificação de sementes.

Para trabalhos no campo, foi feita uma verificação da regulagem da semeadora-adubadora, acionando suas rodas motrizes para a execução da regulagem. As sementes liberadas pelos mecanismos dosadores foram recolhidas e contadas em função do

número de voltas da roda acionadora. O câmbio da semeadora foi ajustado de modo que a velocidade do disco distribuidor de sementes atingisse 11,9 rpm. Os cálculos e os ensaios de bancada indicam que, no minuto deverão ser liberadas 333,3 sementes. Como nesse tempo, a semeadora percorre com a velocidade de 5 km.h⁻¹, 83,33 metros, colocando 4 sementes por metro ter-se-á a mesma quantidade de sementes. Na verificação da regulagem obteve-se em média a liberação de 4 sementes para os dispositivos distribuidores.

A semeadora-adubadora utilizada no experimento dispunha de um distribuidor de adubo sulcador profundo escamoteável, regulado para atuar a 0,20m de profundidade de modo que o adubo fosse depositado a profundidade de 0,10 a 0,15 m de acordo com a regulagem do condutor do adubo. O mecanismo dosador do adubo foi ajustado para distribuir 300 kg. ha⁻¹ de fertilizante com formula 5-25-25, o que corresponde a colocar 21,0 gramas do fertilizante, por metro de linha para cultura semeada no espaçamento de 0,7m .

A ajustagem dos sulcadores do tipo disco duplo desencontrado, foi realizada para colocar a semente a 0,05 m de profundidade e cerca de 0,03 m lateralmente em relação ao sulco do adubo. No campo foi usado na semeadora-adubadora, o mesmo disco plástico dosador de sementes com 28 células oblongas, de 10,5 por 15,0 mm utilizado nos ensaios de laboratório. Conforme os ensaios apresentados no Apêndice 5, verificou-se ser 5 km.h⁻¹ a velocidade operacional recomendável para essa semeadora-adubadora no campo, quando distribui 4 sementes por metro de linha, com as linhas espaçadas de 0,70m. O ensaio realizado a velocidade de 7,0 km.h⁻¹ mostrou que a eficiência da semeadora-adubadora diminuiu consideravelmente.

Os registros dos sensores das sementes liberadas pelos mecanismos dosadores durante a semeadura das parcelas acusaram uma liberação média de 54.286 sementes por ha. Em laboratório verificou-se que a medição dos sensores apresenta um erro negativo de 2,6% na leitura das sementes à velocidade de 5,0 km.h⁻¹. Foram colocadas no experimento em média 55.697 sementes por hectare, (verificar Apêndice 6 coluna V8), o que corresponde a uma média de 3,9 sementes por metro de linha.

Admitindo-se esse valor como básico, com o poder germinativo da semente em 98%, se pode esperar, nas condições mais favoráveis, uma população de plantas estimada em 54.583 plantas por hectare.

5.2.18 Profundidade de colocação da semente

Cerca de cinco dias após a germinação e emergência das plantas de milho, decepou-se rente ao nível do solo 5 plântulas por parcela, desenterrando-as até alcançar a semente germinada e medindo-se a distância desde a parte cortada até a semente. Esta distância foi considerada como a profundidade da sementeira.

5.2.19 Avaliação da população de plantas e altura da cultura

A primeira avaliação da germinação e população de plantas, foi realizada 26 DDS. Nas parcelas do experimento avaliou-se o número médio de plantas normais emergidas nas seis linhas centrais relativas à mesma passagem da semeadora. Com base no índice médio de plantas existentes na parcela obteve-se a população estimada por hectare. Ainda procurou-se com base nesses dados, fazer uma análise do comportamento da semeadora linha por linha, tentando detectar alguma falha operacional.

Na primeira avaliação da altura das plantas em 23/11/01, foi utilizada uma trena metálica de 5 metros, considerando que a altura era favorável para essa avaliação .

Foi medido em cada parcela do tratamento o desenvolvimento de vinte plantas, sendo dez na entrelinha por onde transitaram as máquinas e as outras dez em entrelinha adjacente, pela qual não passou o pneu das máquinas. Uma segunda avaliação da altura das plantas do milho foi realizada em 07/02/01, e procedeu-se de modo semelhante a primeira, mas utilizou-se nessa ocasião uma régua de madeira graduada em centímetros, considerando a altura das plantas, ao passo que o diâmetro do colo foi avaliado com um paquímetro com precisão de 0,1 mm.

Aproximando a colheita da cultura, na área útil de cada parcela, foi realizado o segundo levantamento dos espaçamentos das plantas remanescentes. Os dados foram colhidos junto as entrelinhas da cultura onde se deu o trânsito das máquinas motomecanizadas, (sempre na primeira linha de plantas localizada a direita da entrelinhada

pela qual transitou a máquina), e numa linha adjacente onde não ocorreu o trânsito das máquinas.

Foram contadas as plantas existentes na distancia de 15 metros em cada uma das 6 linhas da semeadora, utilizando trena de 50 m com precisão de centímetro e estacas de madeira.

5.2.20 Diâmetro médio do colmo das plantas de milho

O diâmetro do colmo das plantas de milho foi avaliado por meio de medidas realizadas próximo ao colo das plantas. Foram amostradas 30 plantas de milho por parcela sendo 15 na linha de tráfego e as demais em linha adjacente por onde não trafegaram as máquinas.

5.2.21 Avaliação do controle de plantas daninhas

A primeira avaliação do controle das plantas daninhas na cultura, foi realizada cerca de 41 DDS (dias depois da semeadura). Em 5 pontos diferentes da parcela útil, colocou-se o quadrado de madeira com 0,25 m² (descrito em 5.1.5.7), verificando a presença de plantas daninhas. Considerando a presença pequena das plantas daninhas na área da experimentação, uma decorrência do seu controle, foi feita nesse estágio, apenas contagem das plântulas, não havendo massa suficiente para a pesagem. Elas foram divididas em monocotiledôneas e dicotiledôneas e subdivididas respectivamente em plântulas com cerca de 0,10 m e plantas maiores. Também concomitantemente, foi realizada uma avaliação por contagem específica das plântulas da aveia, remanescente da cultura anterior.

Na segunda avaliação realizada em 27/02/01 (137 DDS) foi usada a mesma estrutura (descrita em 5.1.5.7), seguindo dentro da parcela útil de 6 linhas, utilizando um esquema de avaliação em que foram retiradas três amostras longitudinais na entrelinha de tráfego das máquinas e outras três transversais nas entrelinhas não submetidas a tráfego. Nessa

avaliação a presença de biomassa em quantidade suficiente, possibilitou uma amostragem, seu processamento e posterior pesagem. A água dos resíduos vegetais foi retirada com a secagem em estufa a 105° Celsius por 24 horas.

5.2.22 Avaliação da produtividade e rendimento de grãos da cultura

A produtividade foi avaliada por meio da colheita manual das plantas existentes em 3 metros demarcados nas 6 linhas da parcela útil. Com um facão, as plantas demarcadas da parcela, foram cortadas rente ao solo, removidas linha por linha e pesadas. A seguir as espigas correspondentes a cada linha foram retiradas, e pesadas.

O rendimento de grãos das amostras colhidas, foi feito utilizando-se de uma trena com precisão de centímetro, sacos plásticos com capacidade de 40 kg, uma trilhadora manual, descrita no subitem 5.1.4.8, balanças eletrônicas com precisão de 1 g e 0,01 g e cápsulas de alumínio com capacidade para 243 cm³.

Uma amostra da biomassa de cada parcela foi recolhida para avaliação do teor de água. Em laboratório, as espigas de cada linha amostrada, foram trilhadas com a trilhadora citada e também retiradas amostras, para caracterizar o teor de água dos grãos.

Após a determinação do teor de água dos grãos corrigiu-se o peso das amostras para 13 % (base úmida).

O remanescente da cultura foi colhido com a colhedora autopropelida de cereais descrita em 5.1.4.7, de modo que os resíduos fossem uniformemente picados e distribuídos sobre a área experimental. Nas avaliações da resistência do solo a penetração, foi também considerado o trânsito dessa máquina.

5.2.23 Tratamento de dados e análise estatística

Os dados obtidos nessa experimentação foram tabulados e submetidos a análise de variância com auxílio do programa SAS e MINITAB. Quando o valor do teste F foi significativo a 0,05 de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias dos tratamentos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados, por meio de Quadros e Figuras os resultados obtidos na pesquisa em consideração.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas ou de mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os dados originais, obtidos a campo ou calculados, em cada parcela experimental, são apresentados no Apêndice 6, nos resultados e discussão são apresentadas apenas médias de leituras, por questão de espaço.

Tendo em vista melhor fixação e facilidade de consulta, é inserido nesse item um sumário dos tratamentos descritos no item 5.2.2:

- A- Plantio direto com aplicação de herbicidas (para dessecação e pré-emergência) junto com a semeadura
- B- Plantio direto com aplicação de herbicidas (para dessecação e pré-emergência) logo após a semeadura
- C- Plantio direto com aplicação de herbicida dessecante após a semeadura e herbicida de pós-emergência aos 20 DDS
- D- Plantio convencional com aplicação de herbicidas (de pré-emergência) logo após a semeadura

E- Plantio convencional com aplicação de herbicidas (de pré-emergência) junto com a semeadura

6.1 Cobertura do solo com resíduos vegetais anteriores a cultura do milho

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e da aveia (*Avena sativa* L.), antecederam a cultura do milho, portanto julgou-se conveniente fazer um inventário do legado em termos de resíduos vegetais deixados por essas culturas. Na cultura da soja implantada no final do ano 1999 utilizou-se o mesmo delineamento empregado na cultura do milho a se instalar na área, conforme 5.2.2. A observação do Quadro 6 mostra que a avaliação quantitativa da distribuição dos resíduos da cultura da soja, não apresentou diferença significativa com relação aos tratamentos.

Quadro 6 - Cobertura do solo com resíduos vegetais remanescentes da cultura da soja.

Tratamentos	Peso da matéria seca kg. ha ⁻¹	Percentagem de cobertura
A	3742 a	82,6 a
B	4353 a	77,8 ab
C	4080 a	83,0 a
D	3423 a	64,0 c
E	3460 a	70,0 bc
Média	3811	75,5
CV	27,6	22,9
dms	1158,3	9,4

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado.

Os tratamentos A (plantio direto com aplicação de herbicida junto com a semeadura), B (plantio direto com aplicação de herbicidas logo após a semeadura) e C

(plantio direto com aplicação de herbicidas em pós-aplicação) apresentaram maior massa de resíduos da cultura da soja, do que os tratamentos D (plantio convencional com aplicação de herbicidas logo após a semeadura) e E (plantio convencional com aplicação de herbicidas junto com a semeadura), mas A, B e C não foram comprovados superiores estatisticamente.

A avaliação qualitativa da distribuição dos resíduos vegetais no solo, é observada no Quadro 6. Essa avaliação foi considerada qualitativa porque informa sobre a maneira ou o modo como os resíduos vegetais se encontram distribuídos sobre o solo, portanto informa sobre a qualidade da distribuição, mas não informa sobre a quantidade dos resíduos. Para obter esse conhecimento se usa um método quantitativo pesando os resíduos. O Quadro 6 mostra diferença significativa nas coberturas e revela que os resíduos depois da colheita da soja não cobriam o solo no plantio convencional com a mesma percentagem como ocorria no plantio direto, a ponto de os tratamentos C e A reconhecidamente mostrarem-se superiores a D e E. Verifica-se também que o tratamento B não diferiu significativamente de E mas diferiu de D. Essas diferenças podem em parte ser explicadas, pela maior massa de resíduos das parcelas do plantio direto, que apesar de não terem sido significativamente diferentes, mas em realidade foram em média 616 kg. ha⁻¹, (cerca de 18%) superior a média das parcelas do plantio convencional, com um ciclo da cultura de 118 dias. As Figuras 13 e 14, visualizam em parte a qualidade dessas coberturas. Segundo Siqueira (1999) mantendo-se após o preparo do solo, uma cobertura superior a 30%, o sistema deve ser considerado conservacionista. Como esses resíduos da soja, não foram incorporados ao solo em nenhuma das parcelas do experimento, com a implantação da cultura da aveia, considerando os dados de cobertura do solo apresentados no Quadro 6, e segundo o critério apontado por Siqueira (1999), o presente experimento se enquadra como conservacionista. A aveia (*Avena sativa* L.), foi utilizada como cultura de ocupação do solo e produtora de biomassa no período de inverno.

A cultura da aveia concorreu com a produção média de 2684 kg. ha⁻¹ de resíduos vegetais, após ciclo vegetativo de 184 dias (Quadro 7). É uma produção pequena considerando os dados médios de produção de 10 a 15 t.ha⁻¹ de matéria seca apresentados por Ferreira Filho et al. (1998) no Boletim 200 do IAC. Para esse fraco desempenho da cultura da aveia é preciso apontar que a soja, por condições climáticas anormais, foi semeada



Figura 13 – Visualização da biomassa cobrindo o solo após a lavoura da soja



Figura 14 – Variação na cobertura do solo com a biomassa resultante dos resíduos da cultura da soja.

Quadro 7 – Resíduos vegetais (kg. ha⁻¹) decorrentes da cultura da aveia antes da instalação da cultura do milho.

Tratamentos	Resíduos	grãos de aveia
A	2896 a	731 a
B	2562 a	660 a
C	2726 a	642 a
D	2658 a	736 a
E	2578 a	710 a
Média	2684,0	695,8
CV	11,5	22,3
dms	599,7	300,4

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado.

tardiamente, em 22/12/01 e só veio a concluir seu ciclo vegetativo permitindo a colheita em 12/04/00, com o que a implantação da cultura da aveia ficou retardada. A semeadura desse cereal foi realizada em 14/04/00 em condições climáticas que indicavam a ocorrência de precipitação pluvial, e de fato choveu o somatório de 15 mm nos dias que se seguiram a semeadura, (16, 18 e 19 de abril), mas o teor de água no solo, não foi suficiente para uma uniforme germinação da aveia. Quinze dias após a semeadura, choveu mais 8 mm concorrendo para mais um incremento na germinação. Mas apenas 25 dias mais tarde choveu mais 20 mm, o que permitiu a plena germinação da sementeira que ainda mantinha-se viável. Assim a aveia emergiu em três ocasiões, e apresentou densidade populacional bastante desuniforme na área do experimento, por existência de plantas de diferentes idades.

Logo antes da implantação da cultura do milho a aveia apresentava baixa produção e maturação desuniforme, com grãos em condições de serem colhidos ao lado de outros em estado ainda pastoso, em vista do que , optou-se por não proceder a colheita da

produção pendente, que na ocasião foi avaliada em 696 kg. ha⁻¹ em média. Esta produção é considerada baixa com base nas informações obtidas no Boletim 200 do IAC (Ferreira Filho et al. 1998) que considera para esta cultura normal uma produtividade entre 1500 e 2000 kg. ha⁻¹. Levien (1999) aponta como produtividade média das diversas espécies de aveia no Brasil, 1.100 kg. ha⁻¹.

A aveia foi semeada uniformemente em todas as parcelas do ensaio, sem nenhum tratamento diferencial. As amostras do Quadro 7, foram obtidas nos locais onde seriam colocados os tratamentos da cultura do milho conforme 5.2.2. Portanto a denominação de amostras A, B, C, D e E, tem mero significado de identificação e localização, mas sem nenhum valor de tratamento.

O somatório dos resíduos vegetais das culturas da soja e aveia, realizadas em sucessão na área, são mostrados no Quadro 8.

Quadro 8 – Cobertura do solo com resíduos vegetais decorrentes das culturas de soja e aveia.

Amostragens	Resíduos secos kg. ha ⁻¹	percentagem relativa a média
A	7369 a	102,5
B	7576 a	105,3
C	7447 a	103,6
D	6816 a	94,8
E	6748 a	93,8
Média	7191,2	100,0
CV	16,6	
dms	2318	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado.

A análise do Quadro 8 revela que no período de seis meses a área recebeu em média 7191 kg. ha^{-1} de resíduos vegetais (matéria seca). Como foi apontado por Peeten (1984) e Derpsch (2000), na região em que esses autores trabalharam, o sistema plantio direto deve colocar anualmente no solo cerca de 6 toneladas por hectare de resíduos vegetais. No caso presente com essas duas culturas foi satisfeita a premissa. Na análise do Quadro em pauta não se observa diferença significativa nos resíduos das diversas áreas dos tratamentos.

6.2 Características físicas do solo na área de experimentação

As características físicas do solo, levantadas 36 dias DAS (dias antes da semeadura) da cultura do milho são apresentadas no Quadro 9. A densidade média das partículas desse solo obtida na ocasião foi verificado ser $2,576 \text{ kg. dm}^{-3}$.

As condições de teor de água do solo na ocasião, revelam que havia em média $245,2 \text{ g}$ de água por kg de solo na camada de $0-0,20 \text{ m}$. Isto pode ser explicado pela precipitação ocorrida nos 10 dias que antecederam a amostragem do solo (05 e 06/09/01). Em 7 dias a precipitação somou 121 mm , como se pode ver no Quadro 3.

Após a colheita, essas características foram novamente levantadas e são apresentadas no Quadro 10. A parte identificada por “pneu”, refere-se às amostras colhidas em entrelinhas da cultura, pelas quais transitaram os pneus das máquinas. As médias identificadas por “entrepneu”, as leituras foram obtidas em entrelinhas por onde não transitaram os pneus das máquinas. A observação desse Quadro mostra a situação refletindo as condições climáticas por ocasião da colheita, quando se observa na camada de $0-0,20 \text{ m}$, em média menor teor de água no solo, $169,8 \text{ g.kg}^{-1}$.

A densidade do solo, uma característica utilizada para informar sobre o grau de compactação do solo por ocasião da implantação da cultura, apresentou a média de $1,358 \text{ kg. dm}^{-3}$. Após a realização da cultura, nas linhas transitadas pelas máquinas ela atingiu em média $1,433 \text{ kg. dm}^{-3}$, resultado estatisticamente diferente de $1,375 \text{ kg. dm}^{-3}$, obtido em entrelinhas não transitadas pelas máquinas. A densidade dos tratamentos A, B, C, D e E, após a realização da cultura, não apresentou diferença significativa nas entrelinhas transitadas.

Quadro 9 – Características físicas do solo, na camada de 0 – 0,20 m, por ocasião da implantação da cultura do milho.

Tratamentos	Teor de H ₂ O gravimétrico g.kg ⁻¹	Teor de H ₂ O volumétrico dm ³ .dm ⁻³	Densidade do solo kg.dm ⁻³	Porosidade m ³ .m ⁻³
A	263 a	0,390 a	1,37 a	0,49 a
B	247 b	0,360 bc	1,34 a	0,49 a
C	240 c	0,349 cd	1,34 a	0,48 a
D	231 d	0,345 d	1,37 a	0,47 a
E	245 bc	0,368 b	1,38 a	0,46 a
Média	245,2	0,362	1,358	0,478
CV	1,44	2,06	1,73	3,08
dms	6,82	0,014	0,046	0,028

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado.

A porosidade do solo no tratamento B foi maior do que os demais mas estatisticamente não se destacou. Estatisticamente não foi encontrada diferença entre a média da porosidade dos tratamentos na entrelinha de trânsito das máquinas com relação as entrelinhas não transitadas.

6.2.1 Medidas da resistência do solo à penetração

Os valores médios da resistência do solo à penetração, antes da implantação da cultura, são apresentados na Figura 15, e as Figuras 16 e 17, mostram os resultados obtidos nos tratamentos após a colheita, fechando o ciclo da cultura.

Quadro 10 – Características físicas do solo, obtidas na camada de 0 – 0,20 m, após a colheita da cultura do milho.

Tratamentos	Teor de H ₂ O gravimétrico g.kg ⁻¹	Teor de H ₂ O volumétrico dm ³ .dm ⁻³	Densidade do solo kg.dm ⁻³	Porosidade m ³ .m ⁻³
A	174 a	0,252 a	1,45 a	0,49 a
B	170 ab	0,240 a	1,41 a	0,49 a
C	165 ab	0,233 a	1,41 a	0,48 a
D	159 b	0,230 a	1,44 a	0,47 a
E	169 ab	0,245 a	1,46 a	0,46 a
Média	167,6 A	0,240 A	1,433 B	0,478 A
CV	5,8	7,1	4,4	3,08
dms tratamentos	13,4	0,023	0,087	0,028

Entrepneu

Média	172,1 A	0,236 A	1,375 A	2,642 A
CV	4,1	6,2	3,0	1,4
DMS médias	8,72	0,0186	0,053	0,056
Média de médias	169,8	0,238	1,404	2,635

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

Os valores médios da resistência a penetração são apresentados no Quadro 11 e os dados obtidos no campo em cada tratamento são apresentados nas colunas V26 a V43 do Apêndice 6.

A observação dos gráficos nas Figuras 15, 16 e 17, revela diferenças, mas segundo Ayers & Perumpral citados por Gamero & Lanças (1996), a análise dessas diferenças, nas leituras obtidas com teor de água diverso, só é possível com laboriosa modelagem matemática, levando em conta para correção das leituras, os diferentes teores de água dos solos. Campbell & Sullivan (1991) também se referem a esta dificuldade.

Como os dados visualizados nas Figuras 16 e 17, foram obtidos na mesma ocasião é possível sua comparação, e graficamente revelam diferenças na compactação por causa do trânsito das máquinas. Na Figura 17, na qual são visualizados os resultados das entrelinhas transitadas, observa-se que o valor maior da resistência a penetração no solo atingiu 4,34 MPa à profundidade de 0,10 m. Karunatilake & Schindelbeck (2000), indicam 2 MPa o limite crítico da resistência à penetração, acima do qual estaria sendo comprometido o desenvolvimento das raízes.

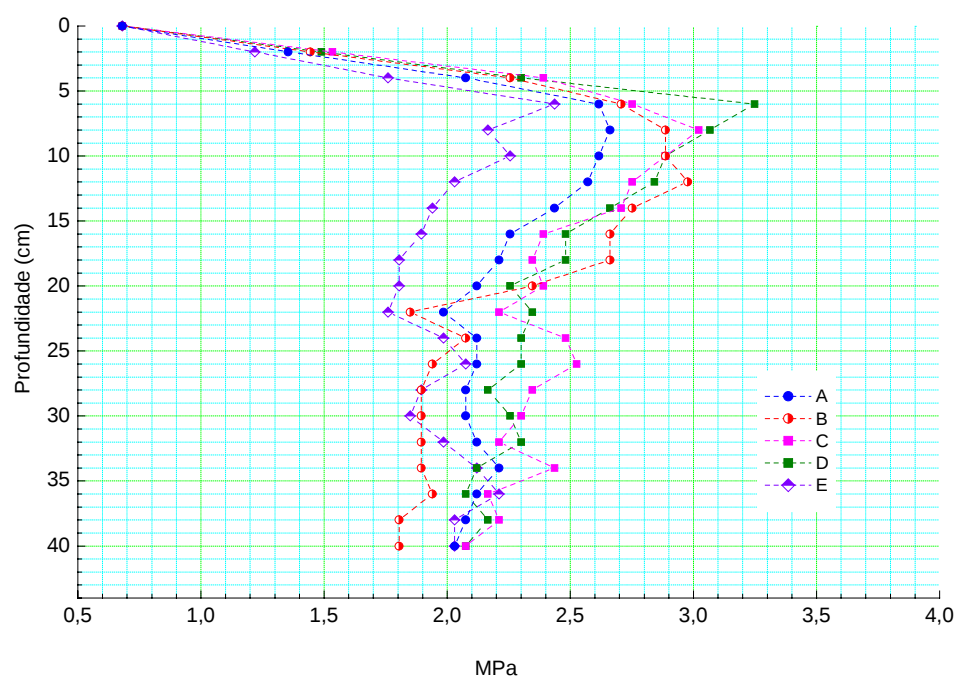


Figura 15 – Resistência do solo à penetração obtida na área antes da instalação do experimento, nos locais dos tratamentos A, B, C, D, e E. Teor de água volumétrico médio de $0,362 \text{ dm}^3.\text{dm}^{-3}$

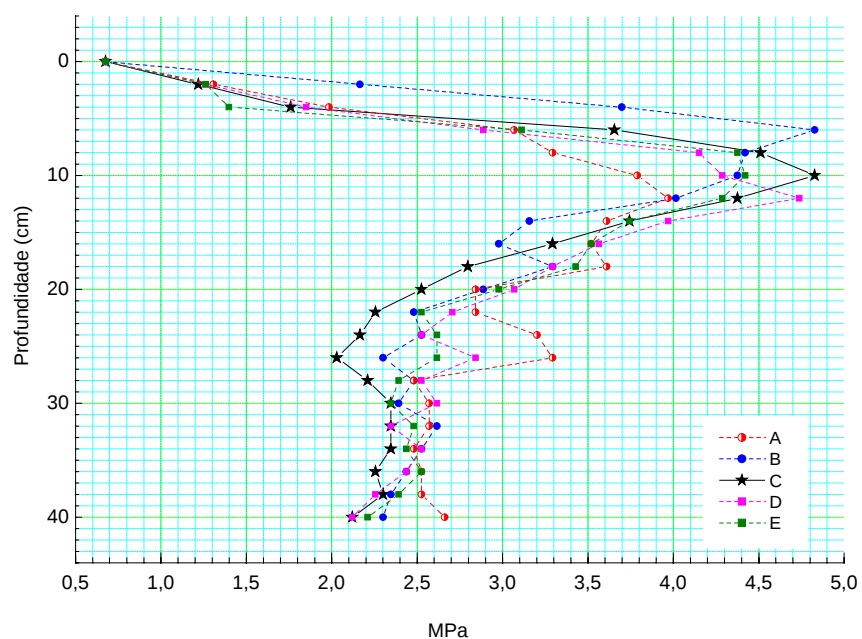


Figura 16 – Resistência do solo à penetração nos tratamentos A, B, C, D e E nas entrelinhas nas quais transitaram as máquinas e depois que a cultura do milho foi colhida. Teor de água volumétrico médio de $0,240 \text{ dm}^3 \text{ dm}^{-3}$

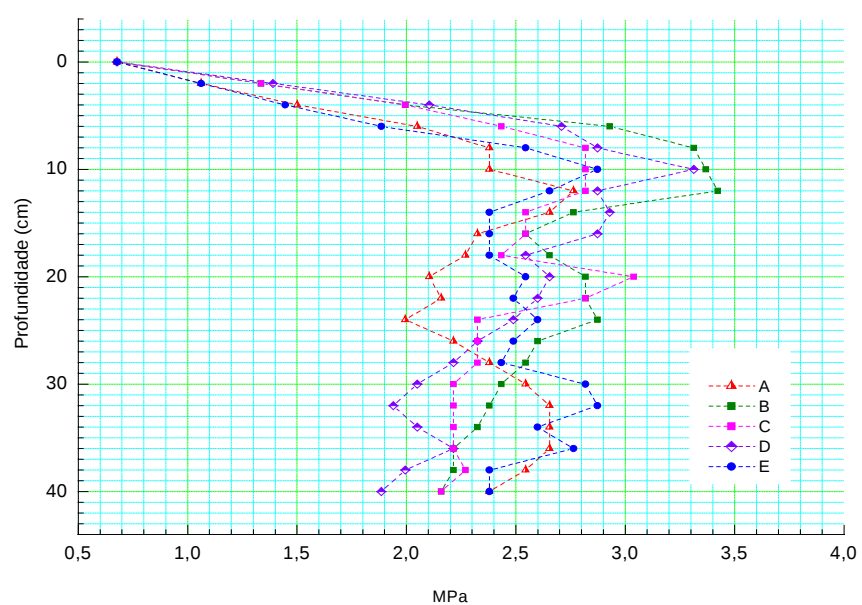


Figura 17 – Resistência do solo à penetração nos tratamentos A, B, C, D e E nas entrelinhas nas quais não transitaram as máquinas e depois que a cultura do milho foi colhida. Teor de água volumétrico médio de $0,236 \text{ dm}^3 \text{ dm}^{-3}$

Quadro 11 – Resistência do solo (MPa) na área da experimentação, no início da implantação da cultura do milho e após a sua colheita. Teor de água volumétrico médio de 0,362, 0,236 e 0,240 $\text{dm}^3.\text{dm}^{-3}$ respectivamente.

Profundidade cm	No início da cultura do milho	Após a colheita do milho	
		Entrepneu	Pneu
0	0,68	0,68	0,68
2	1,41	1,24	1,44
4	2,16	1,81	2,14
6	2,75	2,40	3,51
8	2,76	2,79	4,15
10	2,71	2,95	4,34
12	2,63	2,91	4,28
14	2,50	2,65	3,64
16	2,34	2,53	3,37
18	2,30	2,46	3,28
20	2,18	2,63	2,86
22	2,03	2,58	2,56
24	2,19	2,46	2,61
26	2,19	2,39	2,62
28	2,08	2,38	2,42
30	2,08	2,41	2,45
32	2,10	2,41	2,47
34	2,16	2,37	2,46
36	2,10	2,41	2,44
38	2,06	2,28	2,36
40	2,00	2,19	2,28

6.3 Resultados com a implantação da cultura do milho

6.3.1 Profundidade de semeadura na cultura do milho

As profundidades médias de semeadura dos diversos tratamentos aplicados, são apresentadas no Quadro 12. A média geral da profundidade, foi de 0,054 m e os tratamentos utilizados (conforme 5.2.2) apresentaram diferenças significativas.

Quadro 12 – Profundidade (m), de colocação das sementes na semeadura do milho.

Tratamentos	Profundidade (m)	CV dos tratamentos %
E	0,061 a	7,1
A	0,054 ab	11,5
C	0,053 ab	13,4
B	0,052 ab	13,3
D	0,049 b	9,4
Média	0,054	
CV da análise	11,12	
dms	0,012	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado.

Como se observa os tratamentos que mais se distanciaram da média foram os convencionais, E como o mais profundo e D o mais raso. Isto pode estar associado à mobilização do solo com precipitações posteriores a semeadura, removendo solo no caso do tratamento D e assoriando o sulco da semeadura no tratamento E. Em que pese esta significância estatística, observa-se todavia boa capacidade da máquina em manter uma dada regulagem porque as variações extremas foram em amplitude absoluta pequenas, (0,007 m

acima e 0,005 m abaixo da média), mesmo com desuniformidades comprovadas na distribuição da cobertura, como verificado na coluna percentagem de solo coberto, no Quadro 6. É necessário salientar que o resultado dos tratamentos A, B e C do plantio direto em média apresentaram valor de 0,053 m, isto significa que os resíduos vegetais existentes na área não impediram que a semeadora colocasse as sementes à profundidade desejada. Levien (1999), com relação a esse item realça a importância que as semeadoras tenham essa capacidade de, uma vez reguladas, operarem satisfatoriamente.

6.3.2 População inicial e final de plantas na cultura do milho

A população de plantas na cultura do milho, obtida aos 26 DDS e aos 118 DDS, é apresentada no Quadro 13. A avaliação aos 26 DDS foi obtida com base na densidade de plantas verificadas por metro de linha da cultura. Utilizando 0,7 m como espaçamento entre linhas da cultura, o hectare comportará 14286 metros de linha da cultura. Ao se colocar 4 sementes por metro de linha, deve-se fazer a semeadura de 57143 sementes por ha.

Considerando o Quadro 13, primeiramente não se observa diferença significativa entre os tratamentos, apesar de se verificar uma tendência de redução da população de plantas no plantio convencional em relação ao plantio direto tanto na população inicial como final. Em média na avaliação inicial, obteve-se nos tratamentos do plantio direto uma população de 43186 plantas contra 41083 do plantio convencional. O mesmo se repete na avaliação antes da colheita, no plantio direto obteve-se nos tratamentos referentes em média população de 43081 plantas, contra 41448 do plantio convencional. Comportamento similar do plantio direto em relação ao convencional, no que diz respeito à germinação e emergência das plantas de milho, já foi apontado por Perfect & McLaughlin (1996), Levien, (1999) e Marques (1999). Considerando que a população de plantas esteve cerca de 25%, abaixo do número previsto, admite-se que a competição planta a planta ficou reduzida, o que concorre para minimizar as perdas de plantas, com a presença de plantas dominadas e subdominadas no decorrer da cultura.

Com relação à população de plantas obtidas no experimento, havia sido planejada a população máxima de 56 mil plantas por hectare, (57143 sementes deveriam ser liberadas pela semeadora-adubadora, mas deve-se considerar seu poder germinativo, que era 0,98).

Quadro 13 – Densidade de plantas, inicial e final da cultura, por metro de linha e correspondente população de plantas por hectare.

Tratamentos	População inicial		População final	
	Plantas.m ⁻¹	Plantas.ha ⁻¹	Pneu Plantas.ha ⁻¹	Entrepneu Plantas.ha ⁻¹
A	3,05	43571 a	43760 a	45966 a
B	3,01	43048 a	40518 a	42799 a
C	3,01	42938 a	41965 a	43482 a
D	2,96	42238 a	41287 a	39563 a
E	2,80	39929 a	43101 a	41843 a
Média	2,96	42357	42126 A	42731 A
CV tratamentos	7,5	7,5	10,5	10,5
dms tratamentos	0,288	4114	6043	6043
CV nível	5,2			
DMS nível	2760			

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

O Boletim 200 do IAC (Fahl et al. 1988) recomenda para cultivares de porte baixo na cultura do milho, por ocasião do verão, uma população de até 62500 plantas por hectare, admitindo-se o uso do menor espaçamento entre linhas, 0,8m e a adoção de 5 sementes por metro de linha. Para cultivares de porte alto, também no verão, o autor recomenda uma população máxima de 55555 plantas e a mínima de 50000. Em publicação

técnica especializada da EMBRAPA sobre milho, Endres (1991), aponta os extremos dessa população se situando entre 40000 e no máximo 70000 plantas. O autor não faz referência ao tipo de material genético utilizado nem ao porte do milho, mas assevera que o número médio mais aceitável é 50000 plantas por hectare.

Todo o trabalho com o ensaio da semeadora em laboratório, foi feito no sentido de não só de conhecer o comportamento da máquina no que diz respeito a uniformidade ou regularidade de distribuição das sementes com a variação de alguns fatores, mas também para dar confiabilidade a operação da máquina no campo. Um cuidado adicional foi tomado ao se dotar a semeadora-adubadora de sensores detectores do numero de sementes liberadas nos ductos de descarga de sementes. Portanto, no campo verificou-se que foram liberadas, conforme registro dos sensores colocados nos tubos de descarga, em média 55697 sementes por ha (conforme observado no item 5.2.17). Considerando aqui também a redução imposta pelo poder germinativo que se sabe ser em média 0,98, deveria se ter em condições excepcionais, se houvesse plena emergência das sementes viáveis, 54.583 plantas por ha. Convém lembrar que foram tomados os cuidados fitossanitários para dotar as sementes das melhores condições de germinação, através do seu tratamento.

No experimento em discussão obteve-se em média uma população de 42000 plantas por hectare, reconhecidamente baixa em face do desejado. Alguns fatores podem ser apontados como possíveis de terem concorrido para redução da população esperada.

O milho foi semeado em 13/10/00, após ter chovido 16 mm no dia 11. A observação do quadro 3 mostra que entre 8 e 9 dias antes da semeadura já havia chovido 50 mm, e havia previsão de mais chuva, de modo que o quadro meteorológico era favorável. Mas a expectativa não se confirmou, dando lugar após a semeadura a uma estiagem de 10 dias, de modo que só voltou a chover 40mm no dia 21 do mesmo mês. Do ponto de vista operacional as condições também eram favoráveis a semeadura, porque nos solos nos quais o experimento foi instalado existe uma reconhecida dificuldade para execução das operações agrícolas quando a precipitação é intensa ou prolongada, porque impossibilita o trabalho por alguns dias, por causa da elevada percentagem de argila presente no solo, conforme Quadro 1. Portanto, em vista das precipitações ocorridas e perspectiva meteorológica favorável e também

das condições de campo favoráveis ao deslocamento das máquinas, decidiu-se pela implantação da cultura na ocasião.

Outro fator que pode ter contribuído nesse experimento, ainda que em pequena escala, para a redução do estande, foi a patinagem das rodas da semeadora-adubadora. Ensaio realizado na África do Sul (1971), com diferentes tipos de semeadoras, em diferentes tipos de solo e localidades, mostraram deslizamentos médios variando de 5,8 a 19,1%.

O National Institute of Agricultural Engineering (1965) aponta que o tamanho do pneu deverá estar de acordo com o peso e capacidade de carga da semeadora, e deverá ser o maior possível porque rodas grandes poderão reduzir a patinagem, o afundamento e o esforço de tração.

Com relação, à patinagem na semeadura em áreas de plantio direto não se encontrou dados na bibliografia especializada nacional. Supõe-se que, as condições de apoio oferecidas pelas superfícies cobertas por diferentes tipos de restos de cultura ou de vegetação nativa, as rodas motoras do conjunto podem não ser as melhores no que diz respeito à aderência, daí a possibilidade de maior ou menor patinagem das rodas motrizes das semeadoras-adubadoras e suas conseqüências. Nas condições do experimento executado em Campos Novos Paulista, cujos resultados estão sendo apresentados e discutidos, a patinagem possível de ter ocorrido, foi verificado através do número de sementes depositadas e aquelas que deveriam ser depositadas pela semeadora-adubadora. O valor obtido foi de 2,6%, porque a semeadora deveria liberar 57143 sementes (como já foi mostrado neste mesmo item) mas os sensores acusaram 55697 sementes depositadas por hectare da cultura do milho. Portanto a redução verificada na população de plantas da cultura do milho, deve ter ocorrido como anteriormente foi exposto, em virtude da estiagem justamente nos dias que se seguiram ao plantio, a qual atuou prejudicando a germinação.

Considerando os dados apresentados no Quadro 13, relativos aos tratamentos A e E, nos quais se fez a aplicação dos herbicidas juntamente com a semeadura da cultura, tanto no plantio direto como no convencional, verifica-se que eles não diferiram estatisticamente dos demais, de modo que isto permite sua equiparação. Mas o ganho advindo nos tratamentos A e E, são por conta da redução das horas das máquinas, e decorrente menor

gasto com combustível, menor utilização de mão de obra e menor trânsito na área. A associação das práticas de semeadura e aplicação de herbicidas pelo que se observou, em nada prejudicou, com base na análise estatística, esses tratamentos (A e E), no que refere à germinação e emergência das plantas.

O Quadro 14 revela diferença significativa no comportamento das unidades semeadoras, de modo que as linhas 1, 6 e 3 diferiram significativamente da linha 5, enquanto as linhas 2 e 4 não diferiram significativamente das demais.

Quadro 14 – Comportamento de cada linha da semeadora, com relação emergência das sementes.

Linhas da semeadora	Plantas.m ⁻¹	Plantas.ha ⁻¹
1	3,08	44057 a
6	3,02	43143 a
3	2,99	42743 a
2	2,98	42629 ab
4	2,90	41486 ab
5	2,80	40114 b
Média	2,965	42357
CV	7,48	7,48
dms		2604

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado.

Isto quer dizer que apesar das seis unidades semeadoras terem sido uniformemente reguladas, antes de serem colocadas em operação, o estande da semeadura analisado, linha por linha na média dos tratamentos, apresentou diferença significativa.

Não foi possível identificar nenhuma explicação alheia à máquina, a que se possa atribuir esse resultado.

6.3.3 Avaliação da altura das plantas na cultura do milho

Os resultados de duas verificações da altura da cultura, são apresentados nos Quadros 15 e 16.

Quadro 15 – Avaliação da altura (m) das plantas de milho aos 41 DDS

Tratamentos	S u b - p a r c e l a s	
	Pneu	Entrepneu
A	1,09 a	1,20 a
B	1,08 a	1,06 b
C	1,08 a	1,14 ab
D	1,05 a	1,07 b
E	1,05 a	1,09 b
Média	1,070 B	1,112 A
CV tratamentos	4,9	
dms tratamentos	0,072	
CV nível	1,5	
DMS nível	0,020	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

Os resultados dos Quadros 15 e 16, apresentam em estádios diferentes da cultura do milho (41 DDS e 114 DDS respectivamente) a altura das plantas nas linhas junto as quais, os pneus das máquinas trafegaram e identificadas como subparcela pneu , comparada com a altura das plantas em linhas junto as quais os pneus não trafegaram e identificadas como entrepneu.

A análise da altura das plantas aos 41 DDS, revelou diferença significativa somente nas sub-parcelas identificadas como entrepneu. O tratamento do plantio

direto, em que a pulverização foi realizada junto com a semeadura, se destacou significativamente dos demais, só equiparando-se estatisticamente com o tratamento do plantio direto no qual a semeadura foi executada em separado. Todavia, esse resultado não representa uma vantagem definitiva, porque na avaliação da altura, no final do ciclo vegetativo da cultura, apresentado no Quadro 16, não se observa nenhuma diferença significativa entre os tratamentos. A diferença existente aos 41 DDS, anulou-se aos 114 DDS.

Quadro 16 – Altura das plantas de milho (m) aos 114 DDS

Tratamentos	S u b - p a r c e l a s	
	Pneu	Entrepneu
A	2,38 a	2,49 a
B	2,36 a	2,42 a
C	2,34 a	2,45 a
D	2,35 a	2,36 a
E	2,38 a	2,42 a
Média	2,360 A	2,426 A
CV tratamentos	4,4	
dms tratamentos	0,144	
CV nível	2,3	
DMS nível	0,070	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

O híbrido AG 1051 da Agrocere, escolhido para realização deste trabalho, apresentou no ensaio de competição de cultivares da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (Duarte et al. 1999), desenvolvimento de 2,05 m, que o destacou dos demais como o segundo maior valor em altura dos cultivares analisados. Assim se justifica a

escolha desse híbrido, no presente trabalho com o plantio direto, porque o interesse foi de usar um híbrido que, além da boa produtividade, proporcionasse a maior massa de resíduos vegetais no final do ciclo.

A análise dos Quadros 15 e 16 também mostrou que, só aos 41 DDS a média dos tratamentos nas sub-parcelas identificadas como entrepneus, foram significativamente superiores as avaliações obtidas nas entrelinhas sobre as quais transitaram os pneus das máquinas.

Siqueira (1999), obteve para o híbrido XL 678 após 110 dias de semeadura, o desenvolvimento de 2,56 m, que se coloca bem próximo das médias apresentadas no Quadro 16, obtidas após 114 DDS.

6.3.4 Diâmetro da base das hastes do milho

A análise do diâmetro da base da haste das plantas do milho, com resultados apresentados no Quadro 17, não revelou diferença significativa entre os tratamentos.

O mesmo aconteceu com a média dos tratamentos das entrelinhas transitadas (identificadas com pneu), quando comparada com a média dos tratamentos aplicados sobre as entrelinhas não transitadas e identificadas como entrepneu, que também não mostraram diferença significativa. Os tratamentos D e E em que se promoveu a mobilização do solo, também não foram inferiores aos demais.

6.3.5 Controle das plantas daninhas

6.3.5.1 Controle das plantas daninhas no início da cultura do milho

Antes da implantação da cultura do milho já se tinha feito um levantamento das plantas daninhas de ocorrência mais freqüente na área. Desde a cultura da

soja e nos meses que antecederam a implantação da cultura do milho, foi verificada a presença das seguintes plantas daninhas: angiquinho ou pinheirinho (*Aeschynomene rudis*), beldroega (*Portulaca oleracea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-colchão ou milhã (*Digitaria spp*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), caruru (*Amaranthus spp*), corda-de-viola (*Ipomoea spp*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), leiteira (*Euphorbia heterophylla*), Maria-preta (*Solanum nigrum*), nabiça (*Raphanus raphanistrum*), picão-preto (*Bidens pilosa*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), trapoeraba (*Commelina bengalensis*).

Quadro 17 - Diâmetro (mm), da base dos colmos de milho, submetido a diversos tratamentos.

S u b - p a r c e l a s		
Tratamentos	Pneu	Entrepneu
A	29,1 a	29,4 a
B	30,4 a	30,1 a
C	30,3 a	28,9 a
D	29,4 a	28,8 a
E	29,4 a	29,0 a
Média	29,7 A	29,2 A
CV		3,40
Dms		1,38
CV		3,66
DMS		1,36

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

Com a cobertura da aveia ocupando o solo, logo em seguida a cultura da soja e com a aproximação da estação mais seca do ano, o desenvolvimento das plantas daninhas na área ficou restringido. A própria aveia exerce um efeito alelopático reduzindo o desenvolvimento das plantas daninhas, (Lorenzi, 1984). Derpsch (2000), registra eficiência da aveia-preta no controle de plantas daninhas na soja, de modo que a soja produziu 2600 kg. ha⁻¹ sem uso de herbicidas antes e durante o cultivo.

Por ocasião da semeadura do milho, uma verificação na área, constatou a presença de pequena incidência de plantas daninhas no final da cultura da aveia. Algumas áreas diminutas nas parcelas centrais do experimento, com a presença principalmente de: picão-preto (*Bidens pilosa*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), que na ocasião da avaliação, cobriam dispersamente cerca de 15% do solo.

O Quadro 18 obtido com um levantamento aos 41 DDS, mostra que todos os tratamentos com herbicidas na cultura do milho, mantiveram as plantas daninhas sob controle.

Nessa ocasião o milho já estava fechando, com altura média de 1,07 m, dificultando o desenvolvimento das plantas daninhas. Fancelli (2000) afirma que na primeira fase da cultura, melhor especificando, quando o milho emitiu a 4ª e 5ª folhas e se encontra no estágio fenológico 1, ele é susceptível a perda significativa da produção, em função da competição gerada pelas plantas daninhas com relação aos fatores de produção (água, luz, nutrientes) bem como a eventuais vegetais (vivos ou mortos) que liberem aleloquímicos no meio cultural exercendo sua ação alelopática. O autor constatou, em virtude da competição: redução da área foliar, do comprimento médio da espiga, do número médio de grãos por fileira, e do rendimento final de grãos.

Por ocasião desta avaliação (aos 41 DDS) o controle das plantas daninhas monocotiledôneas mostrava-se mais eficiente do que o controle das dicotiledôneas, de modo que não se teve registro das monocotiledôneas iniciais, (monocotiledôneas I), nem das mais desenvolvidas. O total das plantas daninhas, (ultima coluna do Quadro 18), não mostrou diferença significativa de nenhum tratamento. Todavia, ainda neste Quadro, a soma parcial quando se exclui o remanescente da cultura da aveia, apresentou diferença significativa

entre os tratamentos. Como se pode observar, predominam nos tratamentos as dicotiledôneas iniciais, (dicotiledôneas I) e as dicotiledôneas mais desenvolvidas. Onde ocorreu diferença significativa, o tratamento A foi melhor, mas não se destacou dos tratamentos D e E do plantio convencional. O tratamento C, realizado com aplicação de herbicida de pós-emergência destacou-se como o menos eficiente em termos de controle das plantas daninhas dicotiledôneas.

Quadro 18 – Plantas daninhas, por metro quadrado, amostradas nos tratamentos aos 41 DDS.

Tratamentos					Soma parcial			
	Dic I	Dic	Mono I	Mono	planta m ⁻²	Ave	Total	
							planta m ⁻²	
A	0,8 a	0,0 a	0,0	0,0	0,8 a	34,6	a	35,4 a
B	13,4 bc	2,1 a	0,0	0,0	15,5 bc	25,1	a	40,6 a
C	21,8 c	4,6 a	0,0	0,0	26,4 c	9,6	a	36,0 a
D	3,3 ab	0,7 a	0,0	0,0	4,0 ab	29,3	a	33,4 a
E	7,7 ab	2,1 a	0,0	0,0	9,8 ab	30,0	a	39,8 a
Média	9,4	1,9	0,0	0,0	11,3	25,7		37,0

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado. CV = 65,12% para dados transformados em raiz quadrada de X+0,5. Dms para DicI = 12,47; Dms para Dic = 8,28; Dms para soma parcial = 11,91; Dms para total = 18,09.

DicI – Dicotiledôneas iniciais com menos de 0,10 m de desenvolvimento

Dic – Dicotiledôneas com mais de 0,10 m de desenvolvimento

MonoI – Monocotiledôneas com menos de 0,10 m de desenvolvimento

Mono – Monocotiledôneas com mais de 0,10 m de desenvolvimento

Ave – Plântulas de aveia

Observando ainda o Quadro 18, constata-se que a aveia, em média é responsável por quase 70% da percentagem das plantas infestantes da área. Essa foi uma situação difícil de ser alterada, de modo a obter um quadro de controle mais favorável das

plântulas de aveia, porque o planejamento previa a instalação da cultura do milho logo no início de Outubro, mas pelas condições de clima adverso (como já foi relatado em 6.1), a aveia no início de Outubro, ainda não havia completado o seu ciclo, de modo que foi decidido não realizar sua colheita. Avaliou-se que as sementes que atingissem a maturação e portanto se encontravam em condições de germinarem, suas plântulas seriam dominadas por causa da temperatura desfavorável para a aveia e desenvolvimento mais rápido do milho, foi o que aconteceu.

Apesar da produção pendente da aveia ter sido avaliada em quase 700 kg. ha⁻¹, o que corresponde a mais de 17 vezes a quantidade de sementes (40 kg) recomendada para a semeadura de 1 hectare, segundo o Boletim 200 do IAC (Fahl et al. 1998), sua germinação foi pequena. Porque considerando a recomendação do referido boletim, de 40 sementes por metro de sulco, quando o espaçamento entre linhas é de 0,20 m, e admitindo uma germinação de 80% ter-se-ia cerca de 180 plantas m⁻². Com 41 DDS foram contadas nas parcelas da cultura, em média 25,7 plântulas de aveia m⁻², uma população de plântulas 7 vezes menor. Com o fechamento da cultura, a aveia foi perecendo como se pode ver pelas Figuras 18 e 19.

O aumento populacional da cultura, com a utilização de espaçamento reduzido (0,70 m na cultura do milho), é uma técnicas preconizada por Deuber (1997), considerando que isto propicia mais rápido fechamento da área, criando condições desfavoráveis para o desenvolvimento de plantas daninhas tardias. Com a adoção de espaçamento mais fechado, deve-se no entanto considerar a maior exigência da cultura no que diz respeito ao suprimento de água e nutrientes.

É necessário considerar que a escolha do espaçamento entrelinhas na implantação de uma cultura na propriedade, está condicionada a disponibilidade de máquinas e a outras espécies cultivadas do ciclo de culturas da propriedade. Por exemplo: se na área além da cultura do milho, também é semeada soja no espaçamento de 0,45m, é vantajoso na propriedade adotar para o milho o espaçamento de 0,90m, porque com isso não haverá necessidade alterar a bitola dos rodados das máquinas. Outra opção é o agricultor se dispor a realizar o trabalho de alterar a bitola de suas máquinas em cada estação de planta, nesse caso ele adota o espaçamento agronomicamente recomendado para cultura.



Figura 18 – Aspecto da biomassa remanescente da cultura da aveia, plântulas de aveia e outras invasoras dominadas



Figura 19 – Visualização da biomassa remanescente da cultura da aveia e contenção do desenvolvimento da sua sementeira aos 137 DDS.

6.3.5.2 Controle das plantas daninhas no final do ciclo da cultura do milho

No Quadro 19, tem-se o peso da matéria seca das plantas daninhas nos diferentes tratamentos aos 137 DDS. Observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos da sub-parcela pneu e da entrepneu. A grande variabilidade dos dados amostrados, não possibilitou maior discriminação na análise dos resultados, uma vez que o CV estava muito alto. Como foi visto no Quadro 18 havia pequena presença de plantas daninhas, aos 41 DDS, o que não ocorreu aos 137 DDS.

Quadro 19 – Produção de resíduos secos (kg. ha⁻¹), pelas plantas daninhas, no final do ciclo da cultura.

Tratamentos	S u b - p a r c e l a s	
	Pneu	Entrepneu
A	218,7 a	204,8 a
B	277,9 a	280,3 a
C	163,5 a	149,9 a
D	198,1 a	230,7 a
E	176,0 a	248,8 a
Média	206,8 A	222,9 A
CV tratamentos	65,4	
dms tratamentos	185,7	
CV nível	39,3	
DMS	106,6	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si no nível apontado. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

Sobre o método de aplicação dos herbicidas, e suas misturas, Fancelli (2000) registrou problemas com uma série deles, por causarem fitotoxicidade e conseqüente redução do rendimento da cultura, quando foram aplicados herbicidas de pós-emergência depois do milho ter adquirido a quarta folha. Quando se realizam aplicações em pré-emergência, incluindo a dessecação, os herbicidas são colocados no solo e sobre as plantas daninhas, de modo que a cultura que ainda não se desenvolveu, não é diretamente atingida. No caso da opção por essa modalidade, (aplicações em pré-emergência) é possível executá-la segundo a tese da aplicação concomitantemente com a semeadura. A esse argumento se aduz a informação de Christoffoleti registrada em 4.7, de que em certas culturas, a exemplo soja, a aplicação de herbicidas de pós-emergência apresenta problemas, pela dificuldade de encontrar produtos compatíveis para misturas de tanque e que controlem simultânea e eficientemente plantas daninhas latifolioladas e folhas estreitas. Nas misturas para realizar aplicações em pré-emergência esse problema é minimizado, pois existe larga gama de produtos compatíveis.

Analizando o resultado das aplicações dos herbicidas tendo em vista o controle das plantas daninhas, observa-se que nenhum tratamento se destacou, mas todos foram eficientes em reduzir a mato-competição especialmente na fase em que a cultura estava mais sensível a essa competição. Após 40 a 50 dias, tendo fechado a cultura e reduzido a luminosidade no solo sobre a qual a cultura se estabeleceu, o desenvolvimento das plantas daninhas foi inibido e ficou controlado até a final da cultura, quando foi realizado o levantamento mostrado no Quadro 19, as véspera da colheita. Nessa ocasião a média da matéria seca oriunda da biomassa das plantas daninhas, atingiu cerca de 215 kg. Esse valor é pequeno (cerca de 35 vezes menor) quando comparado com a biomassa proporcionada pela cultura do milho em média 7525 kg. ha⁻¹. Durigan et al. (1983) em área preparada para plantio da soja, mas onde as plantas daninhas foram deixadas crescer livremente até a colheita da cultura ocorrida cerca de 148 dias após sua implantação, registraram a média de 3645 e 6592 kg. ha⁻¹ de matéria seca das plantas daninhas, respectivamente, no latossol roxo e latossol vermelho escuro.

Em experimento na cultura de milho, comparando vários métodos de controle das plantas daninhas, Martucci Filho et al. (1984), registraram por ocasião da colheita (139 dias após a semeadura), a presença de 3440 kg em média, de matéria seca decorrente das

plantas daninhas, nas parcelas tratadas com defensivos e 3.880 kg em média, de matéria seca decorrente das plantas daninhas, nas parcelas testemunhas nas quais não foi realizado o controle das plantas daninhas. O experimento foi realizado em solo latossol vermelho escuro.

Na consideração dos resultados obtidos na experimentação objeto desse trabalho, deve-se ressaltar que o tratamento com herbicidas visando a pré-emergência e dessecação no plantio direto da cultura do milho, apresenta resultados iguais e em alguns casos até superiores aos demais tratamentos, quando a semeadura é concomitante com aplicação dos herbicidas.

6.3.6 Produtividade da cultura do milho

Os valores da produtividade de grãos são apresentados no Quadro 20. As Figuras 20 e 21 mostram condições da colheita e fase do processo de avaliação da produtividade, pesando amostras da cultura no campo.

No experimento em pauta, nas linhas sob efeito do trânsito das máquinas, o tratamento A com $7.631 \text{ kg. ha}^{-1}$, foi o segundo valor mais baixo, colocou-se inferior a média de $7.768 \text{ kg. ha}^{-1}$, mas não foi significativamente inferior aos demais. Nas entrelinhas não transitadas do tratamento A, obteve-se em média uma produtividade de $8.382 \text{ kg. ha}^{-1}$, valor que também não se diferenciou estatisticamente da média $8.371 \text{ kg. ha}^{-1}$ dos tratamentos das entrelinhas não transitadas pelas máquinas. No geral verificou-se que os tratamentos não influenciaram significativamente na produtividade da cultura do milho.

A média dos tratamentos A e E com trânsito reduzido, porque a semeadura é realizada juntamente com a aplicação de herbicidas, foi $8.021 \text{ kg. ha}^{-1}$, contra $8.102 \text{ kg. ha}^{-1}$ média dos tratamentos de maior trânsito (B, C e D).

Como foi analisado na discussão dos Quadros 18 e 19 verificou-se que não houve competição significativamente diferenciada de plantas daninhas nos diversos tratamentos que justificasse a redução da produtividade de qualquer dos tratamentos. Em todos os tratamentos, a população de plantas obtidas, tanto inicial como a final (verificadas no

Quadro 20 – Produtividade da cultura do milho (kg.ha^{-1}) com 13% de teor de água, considerando as entrelinhas transitadas e não transitadas pelas máquinas.

Tratamentos	S u b - p a r c e l a s	
	Pneu	Entrepneu
A	7631 a	8382 a
B	8433 a	8956 a
C	8280 a	8669 a
D	6459 a	7815 a
E	8038 a	8032 a
Média	7768,3 A	8370,8 A
CV tratamentos	18,9	
dms tratamentos	2015,1	
CV nível	8,0	
DMS nível	819,2	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

Quadro 13), também não induziram nenhuma variação significativa na produtividade da cultura.

Desde que a cultura emergiu, pode-se ver no Quadro 3 que ocorreu uma distribuição normal de chuvas, não dando margem à ocorrência de estresse hídrico que pudesse promover diferença nos tratamentos.

A adubação nitrogenada foi aplicada com o cultivador, de forma mais homogênea possível e em dose adequada para a produção atingida, portanto não foi também fator restritivo a produção de qualquer dos tratamentos.



Figura 20 – Amostragem para obter a biomassa e produtividade de uma parcela do experimento.



Figura 21 – Avaliação do peso da biomassa antes da separação e pesagem das espigas obtidas na amostragem de cada parcela.

Para uma meta de produtividade superior a 8 toneladas por ha na cultura do milho, segundo o Boletim 200 do IAC (Fahl et al. 1988) é recomendado para solos de alta resposta a nitrogênio aplicar 60 a 100 kg de N.

No experimento foi realizada aplicação 132 kg de N em três ocasiões. A primeira de 15 kg foi aplicada por ocasião da semeadura, 86 kg foram distribuídos na primeira aplicação da cobertura e 31 kg. ha⁻¹ na segunda aplicação em cobertura. As ocasiões das aplicações, também foram adequadas.

Segundo Yamada (1996) deveriam ser aplicados no plantio direto (para alto nível de produtividade) 195 kg. ha⁻¹ de N, considerando as necessidades da cultura.

No experimento em discussão foram aplicados 68% do valor proposto. Visualmente não se observou no milho cultivado em nenhum dos tratamentos, sintomas de deficiência.

Neste experimento, a produtividade dos tratamentos do plantio direto, A, B e C não foram significativamente diferentes daqueles do plantio convencional, tratamentos D e E. Estes resultados não conferem com aqueles obtidos por Blevins et al. (1983) que obtiveram menor produtividade no plantio direto quando a dose de N em cobertura foi inferior a 100 kg. ha⁻¹. Campbell et al. (1984), igualmente com dose menor de N, obtiveram maior produtividade no plantio convencional, quando a cultura do milho não sofreu deficit hídrico.

Também a amostragem realizada junto das entrelinhas em que trafegaram as máquinas, a produtividade não diferenciou daquela obtida nas entrelinhas não trafegadas pelas máquinas.

6.3.7 Biomassa decorrente da cultura do milho

A biomassa obtida nos tratamentos A, B, C, D e E, em entrelinhas transitadas e em entrelinhas não transitadas são apresentados no Quadro 21. Estatisticamente, a quantidade de biomassa obtida nos tratamentos junto as entrelinhas transitadas, não diferem entre si, do mesmo modo aqueles obtidos junto as entrelinhas não transitadas. Por outro lado

os tratamentos do plantio direto A, B e C, também não diferem daqueles do plantio convencional D e E.

Em média a produção de biomassa seca foi de 7332 kg. ha⁻¹ junto das entrelinhas por onde transitaram as máquinas. Nas entrelinhas não transitadas a produção média foi de 7718 kg.ha⁻¹, e estatisticamente também não diferem entre si.

Quadro 21 – Produção de massa seca de resíduos vegetais da cultura do milho (kg. ha⁻¹) considerando as entrelinhas transitadas e não transitadas pelas máquinas.

S u b - p a r c e l a s		
Tratamentos	Pneu	Entrepneu
A	7156 a	8488 a
B	8029 a	9311 a
C	7724 a	6630 a
D	6124 a	7079 a
E	7631 a	7081 a
Média	7332,8 A	7717,7 A
CV tratamentos	14,9	
dms tratamentos	1504,7	
CV nível	12,5	
DMS nível	1187,3	

Tukey 5% , médias com letras iguais revelam que os tratamentos não diferem significativamente entre si. As letras maiúsculas referem-se às comparações entre médias da amostragem do nível pneu e entrepneu.

Essas médias de produção de resíduos vegetais da cultura são inferiores às produções obtidas por Levien (1999), 12390 kg. ha⁻¹ e Bertol et al. (1998), 10.400 a 12.900 kg. ha⁻¹. A obtenção de melhor estande na cultura, como foi discutido em 6.3.2, por certo incrementaria a massa seca de resíduos vegetais.

6.4 Vantagens e possíveis desvantagens do protótipo desenvolvido

6.4.1 Vantagens

1. Menor problema com a oscilação das extremidades da barra, (vertical e horizontal).
2. Requer menor número de horas máquinas, porque a aplicação de herbicidas é simultânea com a semeadura.
3. Redução dos gastos em máquinas e mão de obra.
4. Conclui a operação na área, evitando problemas com aplicações posteriores, quando precipitações intensas e contínuas ou a sua falta impediria a aplicação do herbicida ou reduziria a sua atuação (reduz custo de pontualidade).
5. Menor compactação do solo graças à redução do tráfego de máquinas na área
6. Como foi mostrado, existem culturas nas quais a aplicação de herbicidas de pós-emergência apresenta incompatibilidade das misturas dos latifolicidas com herbicidas para folhas estreitas, o que requer dupla aplicação como no caso da soja. Nas aplicações de pré-emergência, esta dificuldade é minimizada, portanto ela pode ser feita em uma só operação juntando herbicidas para plantas daninhas de folhas largas com herbicidas para plantas de folhas estreitas. Desde que tecnicamente esta modalidade seja mais favorável, isto favorece a aplicação concomitante a semeadura.

6.4.2 Possíveis desvantagens

1. Aplicando em pré-emergência, não é possível saber o grau de infestação das plantas daninhas ocorrerão e locais de maior concentração. Fazendo um controle em pré-emergência pode-se desse modo ter maiores gastos com herbicidas do que numa aplicação em pós-emergência, com melhor conhecimento da magnitude do problema.
2. Torna a operação de semeadura mais complexa, porque acresce o trabalho de abastecimento e manutenção operacional do pulverizador.

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- O número de plantas emergidas e a população de plantas por hectare tanto no tratamento do plantio direto como no convencional quando se fez a semeadura concomitante a aplicação dos herbicidas (tratamento A e E, respectivamente) foram estatisticamente iguais aos demais tratamentos nos quais a semeadura foi feita separadamente da aplicação de defensivos. O mesmo também se aplica as variáveis consideradas de desenvolvimento da cultura (altura das plantas e diâmetro do colmo).
- A aplicação de herbicidas foi eficiente para controle das plantas daninhas em todos os tratamentos.
- O controle das plantas daninhas, obtido no tratamento com a aplicação de herbicidas concomitante a semeadura, foi estatisticamente igual aos demais tratamentos e em algumas comparações foi mesmo superior.
- A produtividade média do milho nos tratamentos A e E em que a aplicação de herbicidas foi realizada em operação conjunta com a semeadura, portanto com redução do trânsito de máquinas sobre a área, foi de 7834,5 kg. ha⁻¹ estatisticamente esta

produção de, foi igual a média 7724,0 kg. ha⁻¹ dos demais tratamentos B, C e D nos quais ocorreu maior trânsito das máquinas (em ambos os casos, considerado apenas as entrelinhas nas quais os pneus das máquinas transitaram).

- Os resíduos vegetais resultantes da cultura do milho não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, quando se compararam os tratamentos em que se fez a semeadura concomitante a aplicação de herbicidas com os demais tratamentos.

- O experimento não permitiu obter diferença na compactação dos solos entre os tratamentos, mas ele revelou maior resistência à penetração nas entrelinhas nas quais os pneus das máquinas transitaram em relação às entrelinhas não transitadas.

- A experimentação de campo demonstrou que na implantação da cultura do milho é possível associar, numa única operação, a semeadura, adubação e aplicação de herbicidas, sem prejuízo para cultura do milho.

8..REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Semeadora de Fluxo contínuo – Ensaio de laboratório*. NBR9743. Rio de Janeiro, 1987. 16p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Aplicação de defensivos agrícola – Terminologia*: NBR 12541. Rio de Janeiro, 1988. 4p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de norma 04.015:6-004. Semeadora de precisão. Ensaio de laboratório – Método de ensaio*. São Paulo, 1989. 21p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Métodos de aplicação de defensivos agrícolas*: NBR 12542. Rio de Janeiro, 1991a. 2p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Máquinas e implementos aplicadores de defensivos agrícolas – Classificação*: NBR 11703. Rio de Janeiro, 1991b. 2p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Pulverizador agrícola – Terminologia*: NBR 12936. Rio de Janeiro, 1993. 5p.

- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Bico de pulverização agrícola – Método de ensaio*: NBR 13769. Rio de Janeiro, 1997. 16p.
- ADELHELM, R., KOTOSCHI, J. Development and introduction of self-sustaining agricultural practices in tropical smallholder farms. *Entwicklung und Ländlicher Raum*, v.4, 1985.
- ÁFRICA DO SUL. Division of Agricultural Engineering. *Official reports on planter tests*. Farming in South Africa, Pretoria, v.47 n.6 p.5-56, 1971.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Soil cone penetrometer. In: _____. *ASAE standards 1996: standards engineering practices data*. San Joseph, 1996. p.719. (ASAE S313.2 DEC94).
- ANDREI, E. *Compêndio de defensivos agrícolas*. 6.ed. São Paulo: Andrei, 1999. 672p.
- ARSHAD, M.A. Tillage and soil quality tillage practices for sustainable agriculture and environmental quality in different agroecosystems. *Soil & Tillage Research*, v.53, p.1-2, 1999.
- ASHBURNER, J.E., SIMS, B.G. *Elementos del diseño del tractor y herramientas de labranza*. San José: IICA, 1984. 483p.
- BAINER, R., KEPNER, R.A., BARGER, E.L. Crop planting. In: _____. *Principles of farm machinery*. New York, John Wiley, 1963.
- BAKER, G.L., BUEHRING, N.W., WHISLER, F.D., COLWICK, R.F. Application of herbicides in small grain stubble. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.25, p.1232-6, 1982.

- BARNES, K.K., CARLETON, W.M., TAYLOR, H.M., THROCKMORTON, R.I., ANDENBERG, G.E. *Compaction of agricultural soils*. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1971. 471p.
- BENATTI JUNIOR, R., FRANÇA, G.V., MOREIRA, C.A. *Manejo convencional e reduzido em quatro tipos de solos na cultura do milho em São Paulo*. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 68p.
- BENEZ, S.H. *Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (Zea mays L.) em solo podzólico vermelho amarelo var. Laras*. Piracicaba, 1972. 109p. Tese (Doutor em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BENGOUGH, G. The penetrometer in relation to mechanical resistance to root growth. In: SMITH, K.A., MULLINS, C.E. *Soil analysis*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991. p.431-45.
- BERTOL, I., CIPRANDI, O., KURTZ, C., BAPTISTA, A.S. Persistência dos resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.22, p.705-12, 1998.
- BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 3.ed. São Paulo: Icone, 1993. 355p.
- BLEVINS, R.L., COOK, D., PHILLIPS, S.H., PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agron. J.*, v.63, p.593-6, 1971.
- BLEVINS, R.L., THOMAS, G.W., SMITH, M.S., FRYE, W.W., CORNELIUS, P.L. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil & Tillage Res.*, v.3, p.135-46, 1983

- BOWEN, J.E., KRATKY, B.A. Compactacion del suelo: causas efectos y como reducir sus danos. *Agric. Am. , Kansas*, v.34, n.6, p.10-4, 1985.
- BOWERS, W., BATEMAN, H.P. Research studies of minimum tillage. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.3, p.1-3 e 12, 1960.
- BROWNING, G.M., NORTON, R.A. Tillage practices on selected soils in Iowa. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v.10, p.461-68, 1945.
- CAMARGO, M.N., KLANT, E., KAUFFMAN, J.H. Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. Campinas, *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo* v.12, n.1, p.11-33, 1987.
- CAMARGO, O.A., MONIZ, A.C., JORGE, J.A., VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física dos solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, *Boletim Técnico* n.106, 1986. 95p.
- CAMPBELL, R.B., KARLEN, D.L., SOJKA, R.E. Conservation tillage for maize production in the U.S. Southeastern Coastal Plain. *Soil & Tillage Res.*, v.4, p.511-29, 1984.
- CAMPBELL, D.J. & O'SULLIVAN, M.F. The cone penetrometer in relation to trafficability, compaction, and tillage. In: SMITH. K.A. & MULLINS. E.C. *Soil analysis-Physical methods*. Nova Iorque:Marcel Dekker,Inc., 1991. p.399-429.
- CANARACHE, A., TRANDAFIRESCU, T., COLIBRAS, I. et al. Effect of induced compactation by wheel traffic on soil physical properties and yeld of maize in Romania. *Soil & Tillage Res.*, v.4, n.2, p.199-213,1984.
- CANNELL, R.Q., HAWES, J.D. Trends in tillage pratices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research*, 30, p.245-82, 1994.

- CARTER, L.M. Wheel traffic is costly. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.28, p.430-4, 1985.
- CLAESSEN, M.E.C., BARRETO, W.O., PAULA, J.L., DUARTE, M.N. *Manual de métodos de análise de solos*. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- CHANCELLOR, W.J. Effects of compaction on soil strength. In: BARNES, K.K., CARLETON, W.M., TAYLOR, H.M. THROCKMORTON, R.I., VANDER BERG, G.E. *Compaction of agricultural soils*. St. Joseph: ASAE Monograph, 1971. p.190-212.
- COELHO, J.L.D. Ensaio e certificação das máquinas para semeadura. In: MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas – Ensaio e certificação*. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB-FEALQ, 1996. p.551-70.
- COHRON, G.T. Forces causing compaction. In: BARNES, K.K., CARLETON, W.M., TAYLOR, H.M. THROCKMORTON, R.I., VANDER BERG, G.E. *Compaction of agricultural soils*. St. Joseph: ASAE Monograph, 1971. p.106-22.
- COOK, R.L., MCCOLLY, H.F., ROBERTSON, L.S., HANSEN, C.M. Save money-water-soil with minimum tillage. *Michigan State University. Extension Bulletin*, n.352, 1958. 23p.
- COOPER, A.W. Effects of tillage on soil compaction. In: BARNES, K.K., CARLETON, W.M., TAYLOR, H.M. THROCKMORTON, R.I., VANDER BERG, G.E. *Compaction of agricultural soils*. St. Joseph: ASAE Monograph, 1971. p.315-64.
- CORRÊA, A.A.M. Influência do uso de máquinas nas características e na degradação dos solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, 1988, Iperó. *Anais...* Iperó: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Centro Nacional de Engenharia Agrícola, 1988. p.385-92.

- CORRÊA, H.G. Otimização da aplicação aérea de defensivos na cultura da banana, com a utilização da espectrofotometria de absorção atômica. Botucatu, 1997. 123p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- CULLEY, J.L.B. Density and compressibility. In: CARTER, R.M. (Ed) *Soil sampling and methods of analysis*. Boca Raton, Lewis Publishers, 1993. p.529-39.
- CURY, B. Porque fazer plantio direto. In: TUNDISI, V.E. (Coord.), MARONEZE, P.H., FERREIRA, T.S., VASCONCELOS, H.P., FISCHER, K.R., SANTOS, M.H.R., FRANCO, A., SCALÉA, M., PAGHI, I.D. *Guia para o Plantio Direto*. Ponta Grossa: Fed. Brás. de P.D., 2000. p.9-15.
- DACY, G.H. A história do arado. *La Hacienda*, v.12, p.15-21, 1916.
- DANIEL, L.A. & MARETTI, H.J. Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de plantas. In: PECHE FILHO, A., VERDADE, F.C., SILVEIRA, G.M., MENEZES, J.F., BERNARDI, J.A., COELHO, J.L.D., MAZIERO, J.V.G., CORRÊA, I.L. *IV Ciclo de Estudos sobre mecanização agrícola*. Campinas Fundação Cargil, 1990. p.22-33.
- DAROLT, M. R. Manejo do sistema de plantio direto na pequena propriedade. In: PEIXOTO, R. T. G. et al. *Plantio direto: o caminho para agricultura sustentável*. Ponta Grossa : Iapar PRP/PG. 1997. p.72-84.
- DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre o plantio direto no Brasil. In: Fundação Cargill. *Plantio direto no Brasil*. Campinas: Cargill. 1984. p.1-12.
- DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H.M., LANDERS, J.N.(Eds) *O meio ambiente e o plantio direto*. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. 1998. P.29-48.

- DERPSCH, R. Expansão mundial do plantio direto. *Revista Plantio Direto*, v.59 2000. da internet www.plantiodireto.com.br/publica/ver_59/expansao_mundial.htm, 20/06/2001.
- DEUBER, R. *Ciência das plantas daninhas - Fundamentos*. Jaboticabal: Funep, 1992. 431p.
- DEUBER, R. *Ciência das plantas infestantes - Manejo*. Campinas: Deuber, 1997. 285p.
- DONALDSON, G.F. *Farm machinery testing: scope and purpose in the measurement and evaluation of farm machinery*. Ottawa: Royal Comission on Farm Machinery, 1970. 91p.
- DROOGERS, P., FERMONT, A., BUOMA, J. Effect of ecological soil mamagement on workability and trafficability of a loamy soil in the Netherlands. *Geoderma*, v.73 p.131-45, 1996.
- DUARTE, A. P., PAVÃO, L.A., RECO, P.C., PATERNIANI, M.E.A.G.Z., SAMPAIO, M., PEREIRA, A.A., KANTHACK, R. Avaliação de cultivares de milho no médio Vale do Paranapanema. In DUARTE, A.P., PATERNIANI, M.E.A.G.Z. *Cultivares de milho no Estado de São Paulo, resultados das avaliações regionais, IAC/CATI/Empresas – 1998/99*. Campinas: Documentos IAC n.66, 1999. p.7-13.
- DURIGAN, J.C., VICTORIA FILHO, R., MATUO, T., PITELLI, R.A. Período de mato competição na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivares Santa Rosa e IAC-2. I- Efeitos sobre os parâmetros de produção. *Planta Daninha* v.6, p.86-100, 1983.
- ENDRES, V.C. Semeadura. In: EMBRAPA. *Milho – Informações técnicas*. Dourados: Embrapa Circular Técnica n.20, p.75-82, 1991.
- FAHL, J.I., CAMARGO, M.B.P., PIZZINATO, M.A., BETTI, J.A., MELO, A.M.T., DEMARIA, I.C., FURLANI, A.M.C. *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. 6 ed. Campinas: Boletim n.200, 1998. 399p.

- FANCELLI, A.L. Milho doente pelo uso de herbicidas? *Agroecologia Hoje*. a. 1 n. 4 p.16-7, 2000.
- FAO, FESLM. An international framework for evaluating sustainable land management. *World Soil Research Reports* 73, Rome, 1993. 74p.
- FAO. Soil map of the world. 1:500.000. Wageningen.ISRIC, 1994.140p
- FAULKNER, E.H. *Plowman's folly*. New York. Grosset and Dunlop. University of Oklahoma Press, 1943. 155p.
- FERREIRA FILHO, A.W.P., CAMARGO, C.E.O., CASTRO, J.L. Cereais- Aveia (*Avena sativa* L.) In: FAHL, J.I., CAMARGO, M.B.P., PIZZINATO, M.A., BETTI, J.A., MELO, A.M.T., DEMARIA, I.C., FURLANI, A.M.C. *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. 6 ed. Campinas: Boletim n.200, 1998. 399p.
- FREE, G.R. Mulch tillage in New York. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, v.17, p.165-70, 1953.
- FREE, G.R. Minimum tillage for soil and water conservation. *Agric. Engng.*, v.41, p.96-9, 1960.
- FREE, G.R., WINKELBLECH, C.S. WILSON, H.M., BAY, C.E. Time of planting in comparison of plow-plant and conventional seedbed preparation for corn. *Agron. J.* v.58, p.333-6, 1966.
- FREITAG, D.R. Methods of measuring soil compaction. In: BARNES, K.K., CARLETON, W.M., TAYLOR, H.M. THROCKMORTON, R.I., VANDER BERG, G.E. *Compaction of agricultural soils*. St. Joseph: ASAE Monograph, 1971. p.47-103.
- FRITTON, D.D. A standard for interpreting soil penetrometer measurements. *Soil Sci.*, v.150, p.542-51, 1990.

- GAMERO, C.A. & LANÇAS, K.P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. In: MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas – Ensaio e certificação*. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB-FEALQ, 1996. p.463-514.
- GAZZIERO, D. L. P. Controle de plantas daninhas no plantio direto. In: Fundação Cargill. *Plantio direto no Brasil*. Campinas: Cargill. 1984. p.47-52.
- GELMINE, G.A. *Herbicidas - Indicações básicas*. Campinas, Manual Cati nº 20. 1988. 333p.
- GILL, W.R. Economic assessment of soil compaction. In: BARNES, K.K., CARLETON, W.M., TAYLOR, H.M. THROCKMORTON, R.I., VANDER BERG, G.E. *Compaction of agricultural soils*. St. Joseph: ASAE Monograph, 1971. p.431-58.
- GUENZI, W. , McCALLA, T. Inhibition of germination and seedling development by crop residues. *Soil Science. Society of América Proceedings*. v.26, p.456-8, 1962.
- GUENZI, W. , McCALLA, T. Phenolic acids in oat, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. *Agronomy Journal*. V.58, p.303-4, 1966.
- GUENZI, W. , McCALLA, T., NORSTADAT, F. A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn and sorghum residues. *Agronomy Journal*. v.59, p.163-5, 1967.
- HÅKANSSON, I., VOORHEES, W.B., RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and response in different traffic regimes. *Soil and Tillage Res.*, Amsterdam, v.11, p.239-82, 1988.
- HANSEN, J.W. Is agricultural sustainability a useful concept? *Agricultural Systems*, v.50, p.117-43, 1996.

- HISLOP, E.C. Application technology for crop protection: An introduction. In: MATTHEWS, G.A. & HISLOP, E.C. *Application technology for crop protection*. Wallingford: Cab International, 1993. p.3-11.
- IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. *Levant. Sistem. Prod. Agríc.* Rio de Janeiro, v.13, n.08, p.1-77, 2001.
- INNS, F.M. *La seleccion, prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas*. Roma: FAO – Servicio de Ingeniería Agrícola (Boletín 115) 1995. 86p.
- INTERNET. *Brasil protege 6,8 milhões de hectares*. [Http://www.plantio direto.com.br/noticias/ n24_10_97_1.htm](http://www.plantio direto.com.br/noticias/n24_10_97_1.htm). 24 nov. 1998.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Equipment for crop protection – Spraying equipment. Part 1: Test methods of spraying nozzles*. ISO 5682-2 (revision of first edition) 1981. 14p
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Sowing equipment – methods of test: part 1. Single Drills (Precision Drills)*. ISO/DIS 7256/1 Genève, 1983. 14p.
- JOHN DEERE SERVICE PUBLICATIONS. *Planting: fundamental for machine operation*. Moline, ILL, Deere Company, 1975. 170p.
- JONES, J.N., MOODY, J.E., SHEAR, G.M., LILLARD, J.H. The no-tillage system for corn (*Zea mays*. L.). *Agron. J.*, v.60, p.17-20, 1968.
- JORAJURIA, D., DRAGHI, L., ARAGON, A. Compactacion del suelo bajo trafico repetido. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.*, v.10, p.473-83, 1995.

- JORGE, J. A. Sistemas de cultivos dos solos agrícolas - Manejo dos solos agrícolas. In: _____. *Física e manejo dos solos tropicais*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986a. p.271-92.
- _____. Compactação e subsolagem do solo. In: _____. *Física e manejo dos solos tropicais*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986b. p.87-118.
- KARUNATILAKE, H.M. & SCHINDELBECK, R.R. Soil and maize response to plow and no-tillage after alfalfa-to-maize conversion on a clay loam soil in New York. *Soil & Tillage Res*, v.55 p.31-42, 2000.
- KEMPER, B., DERPSCH, R. Results of studies made in 1978 and 1979 to control erosion by cover crops and no tillage techniques in Paraná Brasil. *Soil & Tillage Res*, v.1 n.3, p.253-67, 1981.
- KEPNER, R.A., BAINER, R., BARGER, E.L. *Principles of farm machinery* 3 ed Westport, Avi, 1978. 527p.
- KIEHL, E.J. Matéria orgânica. In: _____. *Manual de edafologia*. São Paulo: Ed. Ceres, 1979. 264p.
- KURACHI, S.A.H., SILVEIRA, G.M., COSTA, J.A.S., MORAES, R.A.D.M., BERNARDI, J.A, MOREIRA, C.A., PETRONI, A.C., SILVA, J.R., MESQUITA, C.M. *Código de avaliação de semeadoras e/ou adubadoras*. Campinas: Documentos IAC n.3, 1986. 138p.
- KURACHI, S.A.H., COSTA, J.A.S., PETRONI, A.C., RIBEIRO, M.F.S., SILVEIRA, G.M., BERNARDI, J.A. *Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: laboratório de ensaios e métodos*. Campinas: Documentos IAC n.19, 1990. 37p.

- LARSON, W.E., GILL, W.R. Soil physical parameters for designing new tillage systems. In: NATIONAL CONSERVATION TILLAGE CONFERENCE, Ankeny, 1973. *Proceedings...* Ankeny: Soil Conservation Society of America, 1973. p.13-22.
- LEITÃO FILHO, H. F., ARANHA, C., BACCHI, O. Introdução. In: *Plantas invasoras de culturas*. Campinas: Inst. Campineiro de Ensino Agric., 1982 v.1, p.5-9.
- LEVIEN, R. *Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (Zea mays L.)*. Botucatu, 1999. 306p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- LODEMAN, E.G. *The spraying of plants*. London: Macmillan, 1896. 334p.
- LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: Fundação Cargill. *Plantio direto no Brasil*. Campinas: Cargill. 1984. p.13-46.
- LORENZI, H., RODRIGUES, B.N., ALVES, C.H.L., GAZZIERO, D.L.P., ALMEIDA, F.L.S., SOUZA, I. F., SILVA, J.B., ABUD, J.K., VELLOSO, J.A.R.O., RUEDELL, J., COLETI, J.T., DURIGAN, J. C., LACA-BUENDIA J.P., CRUZ, L.S.P., VICTÓRIA FILHO, R. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. São Paulo: Bandeirantes SA, 1984. 237p.
- MACEDO, J. *Produção de alimentos – O potencial dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, Doc.59, 1996.
- MANNERING, J.V., MEYER, L.D., JOHNSON, C.B. Infiltration and erosion as affected by minimum tillage for corn (*Zea mays L.*). *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* v.30, p.101-5, 1966
- MARQUES, J.P. *Manejo da vegetação espontânea para a implantação da cultura do milho (Zea mays L.) em plantio direto e preparo convencional do solo*. Botucatu, 1999. 98p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

MARTUCCI FILHO, G., VIZEU, L.A.S., SOUZA, E.G., ORTOLANI, F.A. Comparação entre vários métodos de controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) híbrido HMD7974. *Engenharia Agrícola*, v.8 p.41-53, 1984.

MATTHEWS, G.A. *Pesticides application methods*. London: Longman, 1985. 336p.

McCALLA, T. M., NORSTADAT, F. A. Toxicity problems in mulch tillage. *Agric. And Environment*. V.1, p. 153-74, 1974.

MEYER, L.D., MANNERING, J.V. Minimum tillage for corn: its effect on infiltration and erosion. *Agric. Engng*. v.42, p.72-5 e 86-7. 1961

MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas – Ensaios e certificação*. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB-FEALQ, 1996. 722p.

MILES, J.A. Soil compaction produced by logging and residue treatment. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.21, p.61-2, 1978.

MONDARDO, A. Manejo e conservação do solo. In: TORRADO. P.V., ALOISI, R.R. (Coords) *Plantio Direto no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984.124p.

MUSGRAVE, R.B., ZWERMAN, P.J., ALDRICH, S.R. Plow-planting of corn. *Agric. Engng*, v.36, p.593-4, 1955.

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná. *Plantio direto no Estado do Paraná*. Londrina: Iapar. 1981. p.11-7.

- MUZILLI, O. O plantio direto no Brasil. In: Fundação Cargill. *Atualização em plantio direto*. Campinas: Cargill. 1985. p.3-16.
- NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING. *Explanatory notes for users on N.I.A.E. seed drills tests*. Report 451. Silsoe/England. 1965. 8p.
- ORTOLANI, A.F., COAN, O., SALLES, H.C. Influência da compactação do solo no desenvolvimento da soja (*Glicine max* (L) Merrill). *Eng. Agric., Botucatu*, v.6, n.1, p. 35-42, 1982.
- O’SULLIVAN, M.F., DICKSON, J.W., CAMPBELL, D.J. Interpretation and presentation of cone resistance data in tillage and traffic studies. *J. Soil Sci.*, v.38, p.137-148, 1987.
- PAGE, J.B., WILLARD, C.J., McCUEN, G.W. Progress report on tillage methods in preparing land corn. *Proc. Soil Sci. Am.* v.11, p.77-80, 1946.
- PAPENDICK, R.I., PARR, J.F. No-till farming: The way of the future for a sustainable dryland agriculture. *Annals of Arid Zone*, v.36, p.193-208, 1997.
- PEETEN, H. Plantio direto na região dos campos gerais do Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO,2, 1983, Ponta Grossa. *Anais...* Curitiba: Acarpa, 1983. p.18-47.
- PEETEN, H. O controle da erosão em 200.000 ha cultivados na região dos campos gerais do Paraná, pelo sistema de plantio direto. In: Fundação Cargill. *Plantio direto no Brasil*. Campinas: Cargill. 1984. p.79-91.
- PEREIRA, M.H. A revolução do plantio direto. *Plantio Direto*. ed.41, p.5,1997.
- PERFECT, E., McLAUGHLIN, N.B. Soil management effects on planting and emergence of no-till corn. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.39, p.1611-5, 1996.

- PHILLIPS, S.H., YOUNG JR, H.M. *No tillage farming*. Milwaukee: Reiman Associates, 1973. 225p
- PRIMAVESI, O. Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto. São Paulo: *Basf*, 1982. 56p.
- RAGHAVAN, G.S.V., McKYES, E., STEMSHORN, E. Vehicle compaction patterns in clay soil. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.20, p.218-20 e 25, 1977.
- RAGHAVAN, G.S.V., McKYES, E., GENDRON, G., BORGLUM, B., LEE, H.H. Effects of soil compaction on development and yield of corn (maize). *Can. J. Plant Sci.* v.58, p.435-43, 1978.
- REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research*. v.43, p.131-67, 1997.
- RICE, E. L. *Allelopathy*. New York: Academic Press, 1974.
- RIPPER, W.E. Application methods for crop protection chemicals. *Annals of Applied Biology*, v.42, p.288-324, 1955.
- RODRIGUES, B. N. Utilização de herbicidas em plantio direto. In: Fundação Cargill. *Atualização em plantio direto*. Campinas: Cargill. 1985. p.3-16.
- SÁ, J. C. M. Plantio direto em campos nativos. In: PEIXOTO, R.T.G. et al. *Plantio direto: o caminho para agricultura sustentável*. Ponta Grossa : Iapar PRP/PG. 1997. p.53-65.
- SALVADOR, N. *Consumo de energia na operação de subsolagem realizada antes e depois de sistemas de preparo periódico do solo*. Botucatu, 1992. 186p. Doutorado (Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas , Universidade Estadual Paulista.

- SATURNINO, H. M, LANDERS, J. N. Introdução. In: __. *O meio ambiente e o plantio direto*. Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado. 1997. p.13-8.
- SHEAR, G.M. The development of the no-tillage concept in the United States. *Outlook on Agriculture*, v.5, p.247-51, 1968.
- SHEAR, G.M., MOSCHLER, W.W. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods: A six-year comparison. *Agron. J.* v.61, p.524-26, 1969.
- SIQUEIRA, R. *Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo*. Botucatu, 1999. 187p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SOIL SURVEY STAFF. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2.ed. Washington, Natural Resources Conservation Service, USDA. 1999. 869 p.
- STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI NETO, V. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA / Planalsucar – Stolf. *Stab – Açúcar Álcool e Subprodutos*, v.1, p.1-9, 1983.
- STOLF, R. Fórmulas de transformação dos dados do penetrômetro de impacto em força/unidade de área. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19, 1990, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1990. p.825-36.
- RAO, A.A.S., HAY, R.C., BATEMAN, H.P. Effect of minimum tillage on physical properties of soils and crop response. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.3, p.8-10, 1960.

- TAYLOR, J.H. Benefits of permanent traffic lanes in a controlled traffic crop production system. *Soil & Tillage Res.*, v.3, p. 385-95, 1983.
- THORNHILL, E.W. & MATTHEWS, G.A. Tractor-mounted and trailed equipment. In: *Pesticide application equipment for use in agriculture*. Roma: FAO, 1995. v.2, p.41-55.
- URECH, P. Sustainable agriculture and chemical control: opposites or components of the same strategy. *Crop Protection*, v.19, p.831-6, 2000.
- VEDOATO, R. A. Princípios básicos de plantio direto. In: Fundação Cargill. *Atualização em plantio direto*. Campinas: Cargill. 1985. p.19-28.
- VOORHEES, W.B., SENST, W.B.C.G., NELSON, W.W. Compactation and soil structure modification by wheel traffic in the northern corn belt. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v.42, n.2, p.344-9, 1978.
- WILES, J.C. & YAMAOKA, R.S. Mecanização. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. *Plantio direto no Estado do Paraná*. Londrina: Iapar, 1981. p.59-99.
- WILKINSON, R.H., BRAUNBECK, O.A. Elementos de maquinaria agrícola. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1977. 253p.
- YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar? *Inf. Agron.*, n.74, p.1-5, 1996.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Análise do solo de cada parcela do experimento realizada antes da semadura.

Tratamentos com repetições	pH	M.O.	Presina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g.dm ⁻¹	mg.dm ⁻³	-----mmol _c .dm ⁻³ -----						
A1	6,5	38	48	17	1,8	49	31	81	99	82
A2	5,5	24	45	31	1,4	33	16	50	81	62
A3	5,5	22	34	26	2,3	34	18	54	81	67
A4	5,7	24	41	28	1,5	50	32	84	112	75
A5	5,1	24	48	31	1,8	26	14	41	72	57
B1	6,0	23	51	21	1,4	47	20	68	90	76
B2	6,6	39	73	16	2,3	49	25	76	93	82
B3	5,5	25	76	28	1,3	34	15	51	78	65
B4	5,9	40	67	22	3,0	45	22	70	92	76
B5	5,2	23	28	29	1,4	29	15	46	75	61
C1	6,0	26	38	21	1,2	42	19	62	83	74
C2	5,0	22	64	36	1,6	28	14	44	80	55
C3	5,8	40	47	22	2,8	50	29	82	104	78
C4	5,3	25	37	33	1,2	25	14	40	72	55
C5	6,0	19	36	19	2,6	39	19	61	80	76
D1	6,1	26	50	20	2,5	46	23	72	92	78
D2	5,4	24	46	26	1,9	30	17	49	76	65
D3	5,7	27	34	21	2,2	39	23	65	86	75
D4	5,8	26	36	24	1,6	33	19	53	77	69
D5	5,3	22	37	25	1,9	25	14	41	66	62
E1	5,6	26	38	22	2,3	35	19	56	78	71
E2	6,2	28	76	18	2,2	45	22	69	87	79
E3	5,5	26	32	22	2,6	36	23	62	84	73
E4	5,4	22	31	25	2,2	29	17	48	73	66
E5	5,6	22	29	20	1,5	27	15	43	64	68

APÊNDICE 2 - Ensaio do bico de jato plano de pulverização agrícola Lurmark 03F 110

1 INTRODUÇÃO

Na aplicação de defensivos, em especial quando se faz uso de herbicidas, o desempenho dos bicos da pulverização, está estreitamente relacionado com o resultado da operação.

O ensaio dos bicos Lurmark 03F 110 abrangeu os seguintes aspectos:

- 1 - Uniformidade da vazão de uma amostra de vinte bicos.
- 2 - Alterações na vazão dos bicos com uso de diversas pressões.
- 3 – Distribuições da pulverização na mesa de canaletas.
- 4 - Ângulos da pulverização emitida pelos bicos.
- 5 - Análise das gotas depositadas em cartões kromekote.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na tipificação dos bicos e nos seus ensaios, foram utilizadas normas da ABNT pertinentes: ABNT (1988), ABNT (1991a), ABNT (1991b), ABNT (1993), ABNT (1997). Do protocolo do ensaio contido na norma ABNT (1997), foi suprimido o ensaio de desgaste do bico, primeiro porque ele requer um tempo relativamente longo para ser realizado, depois porque o assunto desgaste dos bicos não afeta diretamente a experimentação desenvolvida na tese das operações conjugadas de semeadura e aplicação de herbicidas, uma vez que foram usadas pontas novas nos bicos e a quantidade de trabalho executado, não foi suficiente para causar desgaste e conseqüente alterações significativas da vazão dos bicos de pulverização utilizados.

2.1 Material

2.1.1 Mesa com canaletas de 50 mm com paredes inclinadas. Extensão de 3,0m por 1,2 m com 5,2% de declividade.¹

2.1.2 Manômetro com escala de 586 kPa e precisão de 2% do total da escala.

2.1.3 Cronômetro com precisão de 0,10 segundos e escala de fundo de 15 minutos.

2.1.4 Goniômetro com escala de 180 graus, e divisões de um grau.

2.1.5 Microscópio binocular com objetiva 10 X e Ocular 10X e retículo calibrado

2.1.6 Conjunto motobomba elétrico, para administração do líquido sobre pressão hidráulica aos bicos

2.1.7 Vinte bicos plásticos de jato plano de um copolímero do acetal, marca Lurmark 03F 110

2.1.8 Nigrosina B em cristais.

2.1.9 Cartões kromicote para amostragem das gotas

2.1.10 Proveta plástica de 1 litro com divisões de 10 ml

2.1.11 Balde plástico com capacidade de 10 litros

2.1.12 tinta vinílica

2.2 Métodos

O ensaio foi realizado com bicos de jato plano, confeccionados em plástico especial, copolímero do acetal, registrado como “kematal”. Uma amostra de vinte bicos foi obtida junto a um revendedor.

Determinou-se a vazão individual dos vinte bicos obtidos. O líquido utilizado neste ensaio foi água limpa (de torneira e potável), adicionada do corante nigrosina na proporção de 0,4 % (peso . volume⁻¹), quando necessário para amostragem de gotas.

¹ Foi realizado um ensaio de calibração da mesa de canaletas de faces inclinadas com a mesa de chapas divisórias verticais afastadas 2,5cm entre si, e verificado que as diferenças não eram significativas.

Na determinação da vazão, recolheu-se o líquido em balde plástico. O tempo utilizado na determinação da vazão foi de três minutos cronometrados. O volume coletado no balde e medido com proveta de 1.000 ml. Foram realizadas três repetições da vazão de cada bico.

Tendo em vista a verificação da vazão a quatro níveis de pressão operacionais normais, foram escolhidos cinco bicos ao acaso, dentro da amostra dos vinte, desde que sua vazão não ultrapassasse $\pm 10\%$ o valor da vazão média obtida para os vinte bicos. As pressões utilizadas foram 138, 207, 276 e 414 kPa (respectivamente 20, 30, 40 e 60 psi).

A distribuição do bico de jato plano, emitida individualmente pelos cinco bicos escolhidos conforme acima exposto, foi verificada na mesa de canaletas à pressão hidráulica de 276 kPa (40 psi). Os bicos foram posicionados a 0,50 m de altura da mesa.

Verificou-se também a distribuição da pulverização dos bicos associados na barra e posicionados à altura de 0,35, 0,50 e 0,65 m, em relação à mesa de ensaios.

A determinação do ângulo do jato pulverizado pelo bico, foi realizada pela técnica de coloração da calda (tinta vinílica branca) medindo-se o ângulo com o goniômetro e pelo cálculo do ângulo da deposição sobre a mesa de ensaios.

As gotículas emitidas pelos mesmos 5 bicos anteriormente citado, operando a 276 kPa, foram amostradas em cartões Kromekote de 7,5 x 2,6cm pela adição de nigrosina dissolvida a 0,4% na água pulverizada. Foram amostradas quatro repetições do jato pulverizado. As gotas impressas nos cartões, tiveram seus diâmetros medidos com microscópio de objetiva 10x e ocular 10x e foram agrupadas segundo seus diâmetros em classes com intervalos de 50 micrômetros. Esses diâmetros foram corrigidos pelo fator de espalhamento médio de 1,46 para se obter os diâmetros reais das gotas. A temperatura ambiente por ocasião da amostragem das gotas foi de 21° Celsius e a umidade relativa do ar 83%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ENSAIO

3.1 Uniformidade da vazão

Na obtenção da vazão dos bicos de pulverização, amostrou-se o volume liberado em três minutos, tendo em vista a precisão das determinações.

O lote de bicos do ensaio, (20 bicos), apresentaram a vazão média de $1,17 \text{ L.min}^{-1}$ à pressão hidráulica de 276kPa (40psi) com CV (coeficiente de variação) de 2,44%.

A Figura 1 e o Quadro 1, mostram que as vazões dos bicos situaram-se numa faixa inferior a $\pm 5,7\%$ da vazão média.

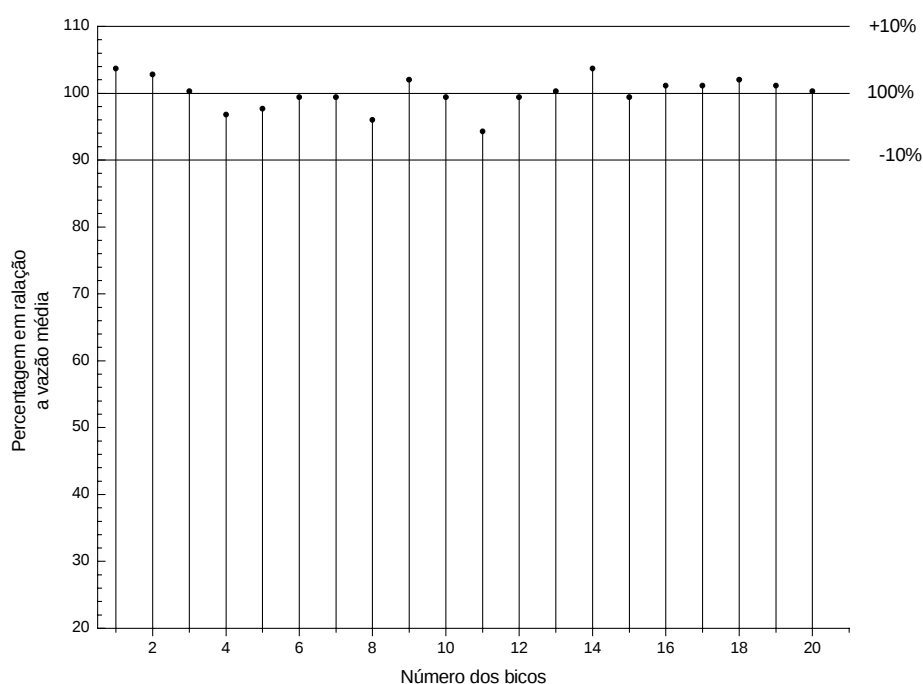


Figura 1 – Variação da vazão dos vinte bicos Lurmark 03F 110 em relação a média dos mesmos

Estes resultados são satisfatórios, considerando que a área técnica pertinente do CMAA e participante dos trabalhos de normalização da ABNT, recomenda nesta

fase de difusão das normas, como limite para descarte, um afastamento superior a $\pm 10\%$ da vazão média dos bicos.

A vazão apresentada pelo fabricante nas mesmas condições operacionais, deveria ser de $1,14 \text{ L.min}^{-1}$, portanto, existe aí uma diferença negativa de 2,6% em relação à vazão obtida.

Quadro 1 – Vazão dos bicos 03F110 e análise da sua uniformidade.

Seqüência dos bicos	Vazão L.min^{-1}	Vazão Percentual
1	1,21	103,7
2	1,20	102,8
3	1,17	100,3
4	1,13	96,8
5	1,14	97,7
6	1,16	99,4
7	1,16	99,4
8	1,12	96,0
9	1,19	102,0
10	1,16	99,4
11	1,10	94,3
12	1,16	99,4
13	1,17	100,3
14	1,21	103,7
15	1,16	99,4
16	1,18	101,1
17	1,18	101,1
18	1,19	102,0
19	1,18	101,1
20	1,17	100,3
Média	1,17	CV 2,44

Pressão hidráulica de ensaio foi de 276 kPa (40psi)

A vazão apresentada no catálogo do fabricante é de $1,14 \text{ L.min}^{-1}$, 2,6% menor do que a obtida no ensaio.

3.2 Vazão dos bicos a diversas pressões

O Quadro 2 e a curva da Figura 2 mostram a variação da vazão segundo a pressão de pulverização. Com o auxílio da curva da Figura 2 é possível obter, para esse bico, a vazão numa pressão intermediária as relacionadas. Ainda empregando a equação polinomial 1, também é possível obter, vazões às pressões intermediárias, para esse mesmo bico, na faixa abrangida pela curva - 150 kPa (22 psi) a 450 kPa (65 psi).

$$Y = 0,36273 + 0,00346x - 2,2913E^{-6}x^2 \quad \text{eq. 1}$$

Onde $R^2 = 0,9991$

Y - a vazão proporcionada pela pressão alterada
x - pressão na qual se deseja conhecer a vazão

Quadro 2 - Variação da vazão do bico Lurmark 03F-110 com alterações da pressão hidráulica operacional

Pressão kPa	138	207	276	414
Pressão psi	20	30	40	60
Vazão L.min ⁻¹	0,8	0,97	1,15	1,40
N F*	0,0681	0,0674	0,0692	0,0688

* NF - Número de fluxo corresponde à razão entre a vazão e a raiz quadrada da pressão operacional (Matthews. 1985 p.106)

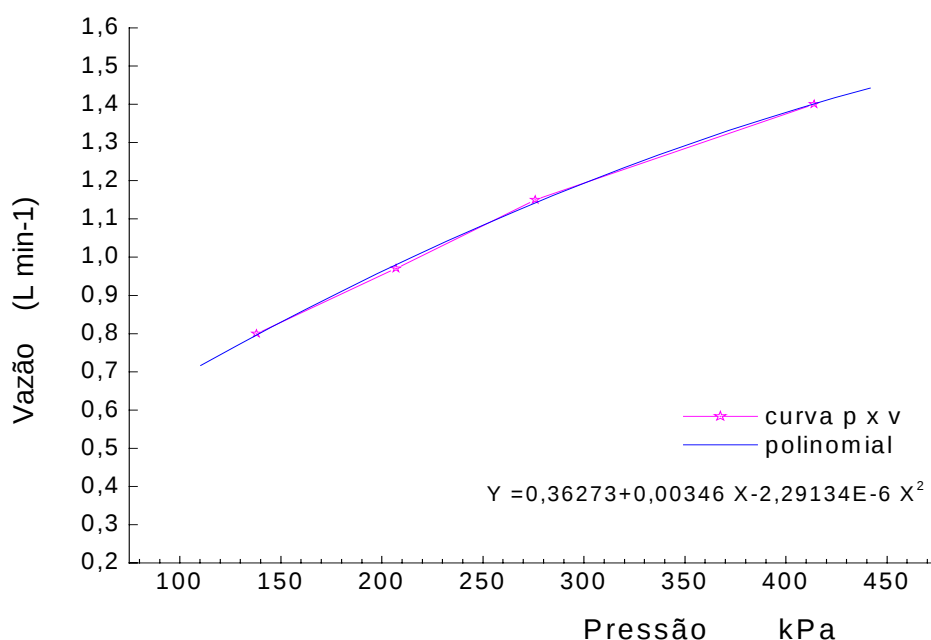


Figura 2- Alterações da vazão média dos bicos Lurmark 03F 110 em função das modificações da pressão hidráulica.

3.3 Distribuição do líquido pulverizado pelos bicos

3.3.1 Distribuição individual dos cinco bicos amostrados

O Quadro 3 e Figura 3 apresentam a distribuição de cada um dos bicos amostrados para esse ensaio. Nessa mesma Figura, se pode observar que não existe uma concentração anormal do volume depositado nas extremidades do leque de pulverização, de modo a causar inflexões neste ponto da curva o que é caracterizado no vernáculo inglês, como “horn” revelando um desempenho ruim, comum a muitos bicos de jacto plano.

A Figura 3 ainda observada com atenção, mostra que as curvas da distribuição, apresentam diferenças entre si, conforme confirma o CV colocado na última coluna do Quadro 3, mas que essas discrepâncias visuais nos valores das deposições no centro do jacto, uma análise acurada utilizando os recurso do cálculo estatístico (utilizando o CV), verifica-se que as discrepâncias não são significativas, porque proporcionalmente elas são

pequenas em relação ao volume depositado nesse ponto, enquanto que na extremidade do jato existem diferenças significativamente maiores, mas que também não são importantes, justamente porque o volume depositado aí, é irrelevante.

Quadro 3 – Distribuição da pulverização dos cinco bicos Lurmark 03F 110 operando na pressão hidráulica de 276 kPa (40psi) e altura de 0,5m

Distância (cm)	Bico 1	Bico 2	Bico 3	Bico 4	Bico 5	Média	CV %
-70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	-
-65	3,5	2,4	0,0	2,2	0,0	1,62	96,3
-60	6,4	5,6	4,7	5,7	3,1	5,10	24,9
-55	10,1	10,4	11,0	10,4	10,6	10,50	3,2
-50	14,1	15,2	14,7	15,3	15,5	14,96	3,8
-45	19,3	20,1	19,0	19,2	19,0	19,32	2,4
-40	28,3	27,9	28,5	28,2	27,3	28,04	1,7
-35	40,3	37,4	39,9	39,1	39,3	39,20	2,8
-30	47,3	47,8	49,4	50,9	49,7	49,02	3,0
-25	60,1	61,1	62,3	59,9	59,6	60,60	1,8
-20	70,5	71,6	71,8	69,0	69,3	70,44	1,8
-15	84,3	83,6	83,0	81,8	80,8	82,70	1,7
-10	92,6	91,4	89,8	87,8	89,2	90,16	2,1
-5	100,3	98,4	98,1	96,8	95,9	97,90	1,7
5	100,0	95,8	96,9	101,2	93,8	97,54	3,1
10	93,0	89,7	90,2	94,1	89,3	91,26	2,4
15	79,2	77,7	79,5	83,3	77,7	79,48	2,9
20	63,0	63,8	63,2	68,6	63,5	64,42	3,7
25	54,4	55,1	56,9	54,7	54,7	55,16	1,8
30	44,9	46,3	46,9	46,0	46,0	46,02	1,6
35	33,7	34,5	33,8	35,1	36,0	34,62	2,8
40	26,3	25,3	25,6	25,0	25,2	25,48	2,0
45	17,2	16,8	16,2	16,5	17,5	16,84	3,1
50	8,9	10,0	10,6	9,7	11,1	10,06	8,4
55	4,6	2,6	4,8	5,4	3,5	4,18	26,8
60	2,1	0,0	2,6	0,0	1,7	1,28	94,6
65	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	-
Soma Lado E	577,1	572,9	572,2	566,3	559,3	569,56	1,2
Percentagem	52,3	52,5	52,0	51,2	51,8	51,97	-
Soma lado D	527,3	517,6	527,2	539,6	520,0	526,34	1,6
Percentagem	47,7	47,5	48,0	48,8	48,2	48,03	1,0
TOTAL	1104,4	1090,5	1099,4	1105,9	1079,3	1095,90	0,9

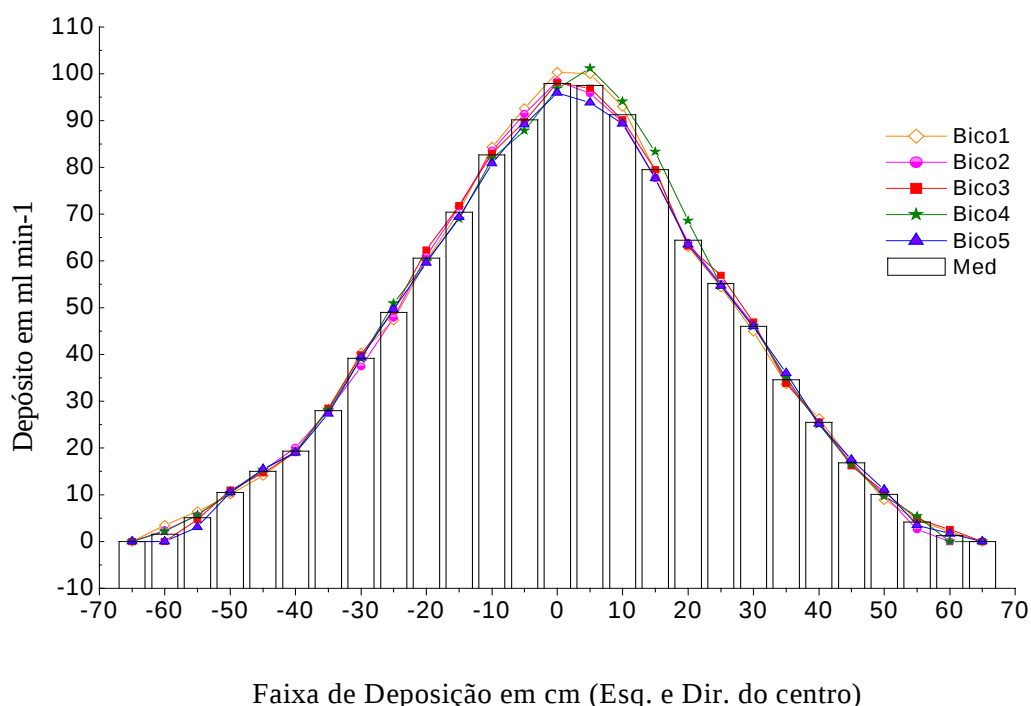


Figura 3 – Distribuições dos cinco bicos Lurmark 03F 110 escolhidos casualmente dentro da amostra e sua média representada pelo gráfico de barras.

Esta mesma Figura ainda permite observar a forma triangular e bastante regular da distribuição do jato, o que favorece muito a uniformidade da deposição, quando da sobreposição de certo número de bicos agrupados lado a lado numa barra de pulverização, o que é usual para o tratamento de culturas baixas.

Ainda nesse trabalho, se quer realçar a importância da observação da Figura 3 e dos parâmetros apresentados no Quadro3, para análise da qualidade no processo produtivo dos bicos. Quando esta figura apresenta discrepâncias acentuadas entre as curvas de distribuição da pulverização isto pode representar falhas no processo produtivo que não foram detectadas pelo controle de qualidade da empresa. Além das curvas, a Figura 3 mostra um gráfico de barras representando a distribuição média dos bicos. Na elaboração da norma do ensaio de bicos na ABNT (1997), foi introduzida esta forma de apresentação gráfica, (que não

constava da norma ISO 5682/1 (1981) então vigente na ocasião), por ser considerada esclarecedora, porque numa mesma Figura se tem informação da qualidade dos bicos e da geometria dos depósitos através do gráfico de barras representando a média dos bicos.

3.3.2 Distribuição da pulverização dos cinco bicos associados na barra

No Quadro 4 são apresentados os resultados da distribuição dos bicos associados numa barra de pulverização em laboratório, quando estão espaçados de 0,50 metros e operando nas alturas de 0,35 0,50 e 0,65 metros.

Neste mesmo Quadro pode-se observar que operando à altura de 0,35m o bico 03F 110, apresentou maior CV (15,2 %) na distribuição da pulverização, em relação as duas outras alturas. A ilustração desta distribuição é vista na Figura 4. A 0,65m acima do alvo o CV da distribuição atingiu 7,0% , conforme ilustra a Figura 5. Operando com o bico a altura de 0,50 m obteve-se o menor CV na distribuição (5,0%) dado que também pode ser visualizado na Figura 6. Apesar das alterações notáveis na distribuição, como era de se esperar a deposição média de cada uma das alturas não deferiram muito das demais, ou seja o depósito médio por canaleta na unidade de tempo, não se alterou para as três alturas (115,3, 114,3 e 114,9 ml.min⁻¹). Esses resultados não deveriam apresentar discrepâncias porque modificando a altura isto é compensado pela maior abrangência do jato, considerando que pelo menos teoricamente o ângulo do jato continua o mesmo.

Esses resultados ainda mostram que operando com o bico à altura de 0,35 m acima do alvo, a amplitude na variação dos depósitos atinge também o valor mais elevado, significando uma diferença 45% entre o menor e o maior depósito obtido na faixa de aplicação do bico. Isto é muito significativo especialmente quando se trabalha com herbicidas. Para as outras duas posições (0,50 e 0,65 m) essas diferenças foram respectivamente 16,9 e 22,1 %. Portanto 0,50 m é a altura operacional recomendável para os bicos utilizados nesse ensaio.

A Figura 7 compara no gráfico de linhas, visualmente a distribuição dos bicos operando as alturas de 0,35 0,50 e 0,65m.

Quadro 4 - Distribuições da pulverização emitida pelos bicos Lurmark 03F 110 separados na barra à distância de 0,5m. As amostragens foram realizadas às alturas de, 0,35, 0,5 e 0,65m e a pressão hidráulica operacional de 276 kPa (40PSI).

Faixa (cm)	Altura de 0,35 m		Altura de 0,50 m		Altura de 0,65 m	
	Volume	Vol. %	Volume	Vol. %	Volume	Vol. %
-50	138,4	120,1	116,7	102,1	114,2	99,3
-45	123,0	106,7	109,7	95,9	104,3	90,7
-40	110,9	96,2	110,3	96,4	106,2	92,4
-35	99,7	86,5	107,7	94,2	116,4	101,3
-30	92,4	80,1	112,4	98,3	127,4	110,8
-25	94,2	81,7	126,2	110,4	134,7	117,2
-20	104,4	90,5	114,9	100,5	123,8	107,7
-15	126,1	109,4	114,6	100,2	116,0	100,9
-10	127,5	110,6	117,8	103,0	109,4	95,1
-5	144,0	124,9	128,4	112,3	115,7	100,6
5	138,7	120,3	122,4	107,1	109,4	95,1
10	126,7	109,9	116,3	101,7	109,7	95,4
15	114,7	99,5	109,7	95,9	117,3	102,0
20	100,0	86,8	109,8	96,1	123,2	107,1
25	91,2	79,1	110,3	96,4	122,0	106,1
30	93,3	80,9	110,1	96,3	116,9	101,7
35	102,7	89,1	109,5	95,8	110,9	96,4
40	112,3	97,4	112,4	98,3	108,8	94,6
45	127,8	110,8	112,7	98,5	106,2	92,4
50	137,8	119,6	114,9	100,5	107,3	93,3
Vol médio (ml e %)	116,73	100,00	117,02	100,00	118,08	100,00
Vazão ml.min ⁻¹	1167,3		1170,2		1180,8	
CV %	16,0		5,7		6,8	
AM %		45,8		16,4		22,1

CV – Coeficiente de variação de –0,50 a 0,50 m

AM - Amplitude percentual máxima em relação à deposição média do bico na sua faixa de aplicação (0,50 m).

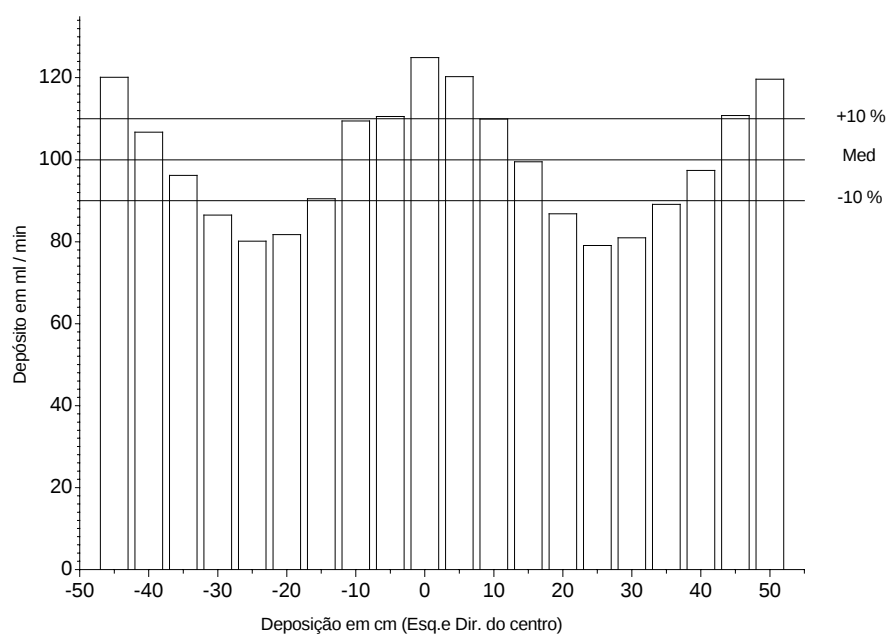


Figura 4 – Faixa de deposição percentual dos bicos Lurmark 03F 110 agrupados na barra e à altura de 0,35m.

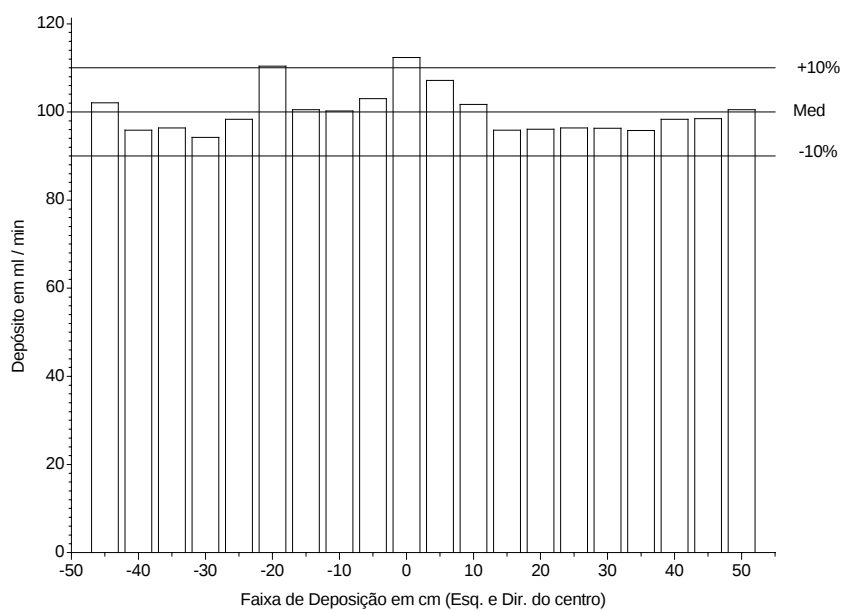


Figura 5 – Faixa da deposição percentual dos bicos Lurmark 03F 110 agrupados na barra e à altura de 0,50m.

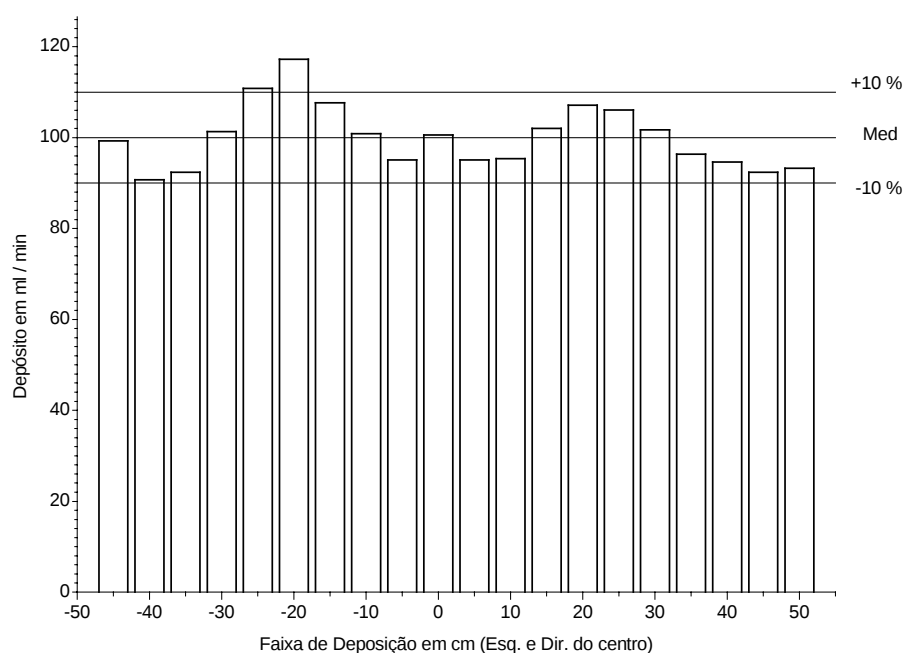


Figura 6 – Faixa da deposição percentual dos bicos Lurmark 03F 110 agrupados na barra e à altura de 0,65m.

O Quadro 5 e a Figura 8 apresentam uma simulação da deposição quando os bicos são colocados lado a lado na barra. Tomou-se como base a distribuição média obtida com os bicos no Quadro 3. Foi utilizada a técnica adaptada de Corrêa (1997) anteriormente empregada para analisar a uniformidade da distribuição dos depósitos da aplicação aérea. O programa completo utilizado na simulação está no Apêndice 3. Nessa simulação em lugar de variar a altura do bico, fez-se a alteração da distância de fixação dos bicos na barra, (0,40, 0,50 e 0,60 m) mantendo-se a altura do bico fixa em 0,50 m.

A observação das Figuras 7 e 8 sugere que a alteração na altura operacional do bico repercute mais do que a alteração do espaçamento dos bicos na barra. Deve-se no entanto lembrar que essa observação é baseada na comparação com uma simulação e ainda mais, as alterações no espaçamento dos bicos na barra não são usuais, pode ocorrer por descuido do operador, normalmente os pulverizadores já saem de fábrica com uma distância definida entre bicos que normalmente é 0,50m.

Quadro 5 – Depósitos simulados da pulverização emitida pelos bico Lurmark 03F 110 separados na barra à distância de 0,4 0,5 e 0,6m. As amostragens foram realizadas a altura de 0,5m e a pressão hidráulica operacional de 276 kPa (40PSI).

Faixa (cm)	Distância de 0,40 m		Distância de 0,50 m		Distância de 0,60 m	
	Volume	Vol. %	Volume	Vol. %	Volume	Vol. %
-50	139,7	101,4	116,7	106,5	94,4	105,4
-45	142,7	103,5	111,9	102,1	83,7	93,4
-40	142,4	103,3	107,5	98,1	83,2	92,8
-35	140,5	101,9	103,6	94,6	85,2	95,1
-30	132,7	96,2	104,2	95,1	83,6	93,3
-25	127,9	92,8	106,6	97,3	86,1	96,1
-20	130,7	94,8	105,1	95,9	87,3	97,4
-15	139,2	101,0	109,8	100,2	92,8	103,5
-10	139,7	101,4	112,1	102,3	94,3	105,3
-5	142,7	103,5	118,5	108,1	100,8	112,5
5	142,4	103,3	116,7	106,5	102,6	114,5
10	140,5	101,9	111,9	102,1	101,8	113,6
15	132,7	96,2	107,5	98,1	94,4	105,4
20	127,9	92,8	103,6	94,6	83,7	93,4
25	130,7	94,8	104,2	95,1	83,2	92,8
30	139,2	101,0	106,6	97,3	85,2	95,1
35	139,7	101,4	105,1	95,9	83,6	93,3
40	142,7	103,5	109,8	100,2	86,1	96,1
45	142,4	103,3	112,1	102,3	87,3	97,4
50	140,5	101,9	118,5	108,1	92,8	103,5
Vol médio ml	137,9		109,6		89,6	
Vazão ml.min ⁻¹	1095,9		1095,9		1095,9	
CV %	3,8		4,6		7,4	
AM %		10,7		13,5		21,7

CV – Coeficiente de variação no espaçamento do bico

AM - Amplitude percentual máxima em relação à deposição média do bico na sua faixa de aplicação respectivamente 0,4 0,5 e 0,6m.

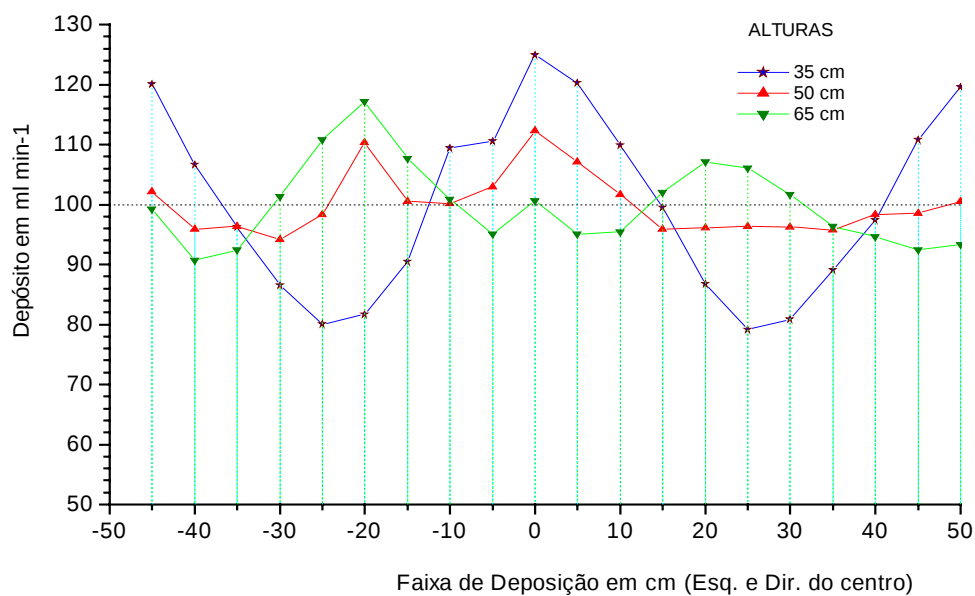


Figura 7 – Comparativo das distribuições percentuais do Bico Lurmark 03F 110 operando em três alturas (0,35 0,50 e 65m)

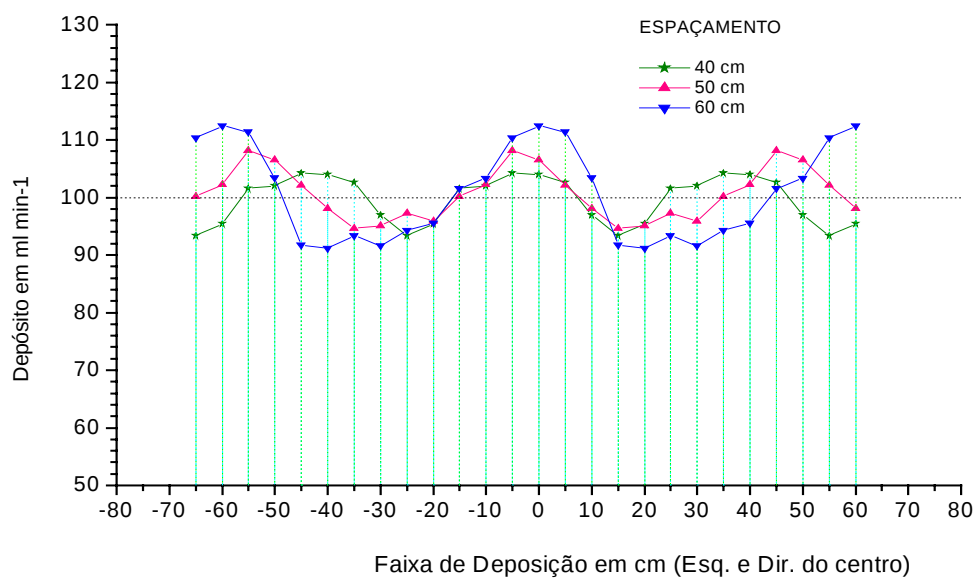


Figura 8 – Distribuições simuladas dos bicos Lurmark 03F 110 operando a altura fixa de 0,5 metros, mas variando o espaçamento entre os bicos de 0,40 0,50 e 0,60m

3.4 Ângulo do jato plano emitido pelos bicos

O Quadro 6 mostra os ângulos do jato de pulverização dos bicos Lurmark 03F 110 em início de operação.

Com o auxílio da Figura 9 se pode ver numa simulação que, associando numa barra de pulverização bicos com ângulo próximo de 110°, quando esses bicos estão separados pela distância de 0,50 m entre si, e operando a pressão hidráulica de 276 kPa, à altura de 0,50 m do alvo, a deposição resultante é formada pelo jato dos quatro bicos situados de ambos os lados, (dois de cada lado). Esta verificação com fundamento analógico, tem aplicação prática, pois significa que numa barra com esses bicos operando a 0,50 m do alvo, a deposição de um bico depende dele mesmo e dos quatro (dois de cada lado) que o ladeiam.

Quadro 6 - Análise dos ângulos de pulverização dos bicos Lurmark 03F 110 no início dos ensaios. Pressão hidráulica do ensaio: 276 kPa (40psi)

Bicos do ensaio	Ângulos (graus)	
	Observação visual	Deposição sobre a mesa
1	107	103
2	103	100
3	105	100
4	101	100
5	106	100
Média	104,4	100,7

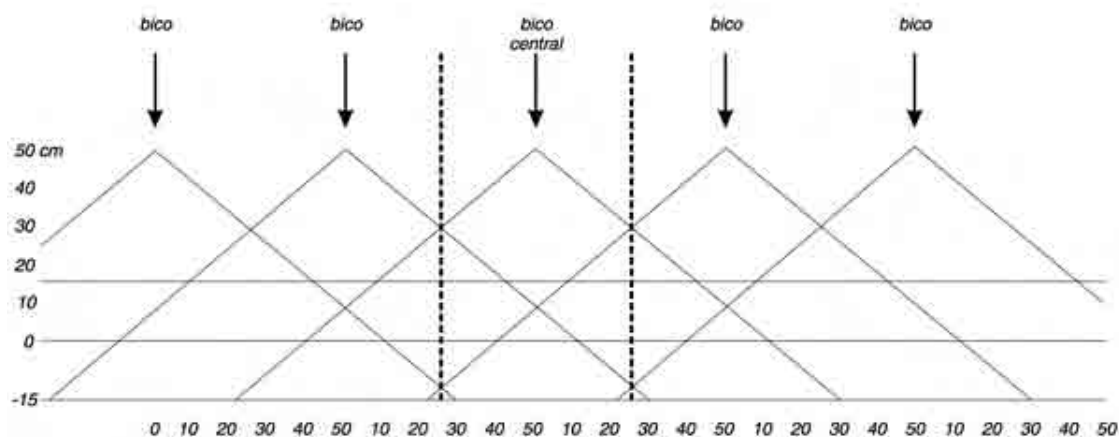


Figura 9 – Análise da associação dos bicos F110 03 na barra de pulverização separados pela distância de 0,50 m.

3.5 Análise de gotas da pulverização emitida pelos bicos ensaiados

A análise de gotas amostradas dos bicos Lurmark 03F 110 é apresentada no Quadro 7. Nas condições em que as gotas foram amostradas com os bicos operando a 276 kPa (40 psi) a análise revela que cerca de 25% das gotas produzidas tem diâmetro inferior a 100 micrometros, que correspondem a um volume inferior a 0,2% do pulverizado. Proporcionalmente esse volume é pequeno mas é preciso estar consciente que numa aplicação de herbicidas hormonais, do tipo 2,4 D e outros do mesmo gênero, pode ocorrer um risco muito grande para as culturas sensíveis vizinhas, se precauções operacionais que minimizem a deriva não forem tomadas.

O Diâmetro mediano volumétrico da população de gotas amostrada nesse ensaio foi de 472 micrometros.

Quadro 7 - Análise das gotas coletadas dos bicos Lurmark 03F 110 por ocasião do início dos ensaios. Calda consta de água adicionada de 0,4% (p/v) de nigrosina. A pressão hidráulica de amostragem foi de 276 kPa (40psi). Temperatura ambiente de 21^oC e umidade relativa de 83%. Valores em micrometros

Diâmetros	R E P E T I Ç Õ E S				Média
	I	II	III	IV	
Diâm. 25% do n ^o ¹	95	115	102	82	98,5
DMN ²	180	212	198	180	192,5
Diâm. 75 % do n ^o	336	360	330	296	330,5
DMV ³	460	440	510	480	472,5

¹ Diâmetro equivalente a 25% do número

² Diâmetro mediano numérico (ABNT, 1988)

³ Diâmetro mediano volumétrico (ABNT, 1988).

APÊNDICE 3- Programa de computação desenvolvido em linguagem Turbo Basic para obter a sobreposição simulada dos depósitos de um bico associado a outros numa barra de pulverização. Utilizado no ensaio do bico de pulverização agrícola Lurmark 03F 110 (Adaptado de Corrêa, 1997)

```

cls
REM Programa:BICFIN2.BAS=AIRPLICZ.BAS C/ALTERACOES
REM Programa p/ SOBREPOSICAO DOS DEPOSITOS DOS BICOS HIDRAULICOS DE
JATO PLANO
REM COLOCAR ESPACAMENTO NA BARRA EM cm
REM Autor:Hermes G. Corrêa
REM Data: Maio/2001 (CONCLUÍDO)
    D=0
    DIM A(600)
    FOR I=100 TO 600
        A(I)=0
    NEXT I
    INPUT "Deseja Entrada de Dados por Teclado (S/N)";M$
    IF M$="S" OR M$="s" THEN 40
    INPUT "Coloque o Numero de Dados do Arquivo Importado";C
    INPUT "Quantos Dados Tem Início Até o Meio da Faixa-incluso";MF
    INPUT "Coloque Nome do Arquivo";L$
    OPEN "I",#2,L$
    FOR I=(300-MF+1) TO (300-MF+C)
        INPUT #2,A(I)
    NEXT I
    CLOSE
    GOTO 50
40  INPUT "Quantos dados tem a faixa de aplicacao";C
    INPUT "Quantos Dados Tem do Inicio ate o do Meio da Faixa-incluso";MF
    FOR I=(300-MF+1) TO (300-MF+C)
        INPUT "Valor do Dado na Faixa=";A(I)
        PRINT USING "#####.##";I,A(I)
    NEXT I
50  INPUT "Deseja Alterar Algum Dado(S/N)";MK$
    IF MK$="N" OR MK$="n" THEN 65
60  INPUT "Posicao a Verificar=";I
    PRINT USING "#####.##";A(I)
    INPUT "Valor do Dado";A(I)
    GOTO 50
65  LPRINT; "PROGRAMA BICFIN2.BAS p/ sobreposicao dos depositos dos BICOS
de JATO PLANO"
    LPRINT; "Nome do Arquivo - ";L$
    INPUT "Faixa de Aplicacao INICIAL DO BICO em cm...";FI
    INPUT "Faixa de aplicacao FINAL DO BICO em cm...";FF
70  F%=FI/5
80  H%=(C*4)/F%
    J=0:E=0
    S=0:S2=0:T=0
    B%=-F%*2

```

```

        IF -B%<C/2 THEN B%=-C/2
        D=-B%
        FB=F%*5
        LPRINT; "RESULTADO DA DEPOSICAO COM SOBREPOSIÇÃO DE
FAIXAS";FB,"cm"
90      E=E+1
        A=A(300+B%)
        S=S+A
        FOR G=1 TO H%
        A=A(300+(G*F%)+B%)
        S=S+A
        A=A(300-(G*F%)+B%)
        S=S+A
        NEXT G
100     BB%=(B%)-1
        IF BB%=0 OR BB%>0 THEN BB%=B%
        BC%=5*BB%
        LPRINT USING"#####.##";E,A(300-MF+E),BC%,S

110     B%=B%+1
        FT%=F%/2
        IF B%=- (FT%-2) OR B%>-(FT%-1) THEN GOSUB 500
        S=0
        IF B%<D+1 THEN 90

150     M=T/J
        SD=SQR((S2-(T*T/J))/(J-1))
        CV=SD*100/M
        LPRINT "MEDIA=", USING"#####.##";M:LPRINT "CV=", USING"###.##";CV
        FI=FI+5
        IF FF>=FI THEN 70
        INPUT " QUER FINALIZAR (S/N)";M$
        IF M$="N" OR M$="n" THEN 65
        PRINT"PROGRAMA FINALIZADO"
        END

500     IF B%=FT%+2 OR B%>FT%+1 THEN RETURN
        J=J+1
        T=T+S
REM     LPRINT "B=";B%:LPRINT S
        PRINT "FAIXA=";FJ:FJ=FI
        PRINT "S=", USING"#####.##";S
        S2=S2+S*S
        RETURN

```

APÊNDICE 4 –Análise da germinação da semente de milho utilizada no experimento

Semente utilizada: Milho híbrido duplo Agrocerec cultivar AG 1051 tipo C2-L correspondente à peneira 20 a 22 longo.

Utilizada a técnica de laboratório segundo item Material e Métodos 5.2.14. Foram realizados 4 tratamentos, de modo que foram recolhidas sementes dos discos horizontais operando com as seguintes velocidades da máquina: A – Semeadora-adubadora operando a 3 km.h⁻¹, B – Semeadora-adubadora operando a 5 km.h⁻¹, C – Semeadora-adubadora operando a 7 km.h⁻¹ e D – Sementes que não passaram pelo mecanismo dosador da máquina. Foram utilizadas 50 sementes em cada repetição com a estufa regulada na temperatura média de 25° Celsius.

Quadro da germinação obtida com 50 sementes e da percentagem de germinação.

Tratamentos	R E P E T I Ç Õ E S				Média	Germinação %
	I	II	III	IV		
3 km	49	48	50	49	49	98
5 km	50	49	49	48	49	98
7 km	49	48	49	50	49	98
Testemunha	48	50	47	49	48,5	97

APÊNDICE 5 – Ensaio de laboratório do componente dosador e distribuidor de sementes da semeadora-adubadora Jumil PD 2880 Magnun, direcionado à cultura do milho.

1 Condições de ensaio

As seguintes condições de ensaio foram utilizadas, para a simulação em laboratório das diferentes situações de trabalho da semeadora no campo, conforme as recomendações gerais da norma ISO (1983) e do projeto de norma ABNT (1989):

- . tipo de sementes: milho, Agroceres 1051, C2-L, com tratamento fitossanitário da firma produtora da semente;
- . razão de distribuição de sementes: 4 sementes por metro de linha da cultura; espaçamento entre sementes de 25cm;
- . disco de sementes empregado: horizontal, com 28 furos internos (células de sementes), distribuídos em duas fileiras na periferia do disco;
- . velocidades de operação simuladas: 3,0; 5,0 e 7,0 km. h⁻¹;
- . velocidades de operação do disco de sementes: 7,14; 11,90 e 16,67 rev. min⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório da unidade de semeadura: 25% (mínimo) e 100% da altura interna (cheio) da altura interna do reservatório;
- . 4 repetições, com amostras de 250 leituras de espaçamentos.

2 Aferição da velocidade de operação da esteira

Na aferição da velocidade da esteira, foram considerados três níveis de velocidade operacional para o campo (3,0; 5,0 e 7,0 km. h⁻¹). As velocidades simuladas, foram calculadas segundo o tempo gasto pela semeadora-adubadora para percorrer a distância de 1 m. Por exemplo, à velocidade de 3,0 km.h⁻¹, a semeadora percorre 1 m., em 1,39 s aproximadamente. Em seguida, mediu-se o comprimento total da esteira, que foi de 13,57 m. Determinou-se o tempo gasto pela esteira para completar

uma volta, que no caso exemplificado, resultou em 18,9 s. Verificou-se o número de voltas da esteira, correspondente ao percurso de 100m, conferindo a velocidade da esteira por meio do tempo gasto para atingir esse percurso. Na velocidade de 3,0 km h⁻¹, o tempo requerido para perfazer os 100 m, é 120 s. Com um medidor de rotação foi acertada a velocidade angular do disco dosador de sementes da semeadora, em 7,14 rev. min⁻¹(revoluções por minuto), associando este valor ao número de rotações do cilindro da esteira untada com graxa, de modo que os dois valores operavam solidariamente. Esse mesmo procedimento foi adotado para as outras duas velocidades simuladas de operação.

Foram necessárias cerca de 6 a 7 ciclos operacionais da esteira, ou “corridas” para perfazer as 250 leituras de espaçamento de sementes requeridas em cada repetição.

3 Velocidades de operação do disco de sementes

Para se obter a razão de distribuição, preestabelecida, em 4 sementes de milho por metro de linha, com a velocidade de deslocamento da semeadora de 3,0 km.h⁻¹, a velocidade de operação do disco de sementes, de 28 células (furos), foi de 7,14 rev. min⁻¹, mantendo-se a relação de transmissão de acionamento do mecanismo dosador indicada pelo fabricante da semeadora-adubadora. As velocidades de rotação do disco, correspondentes ao deslocamento de 5,0 e 7,0 km.h⁻¹, foram 11,90 e 16,67 rev. min⁻¹, respectivamente. Para manter no campo as velocidades e rev.min⁻¹ do disco de sementes e do dosador de fertilizantes, procurou-se na caixa de transmissão do mecanismo dosador de sementes e de fertilizantes a seleção de engrenagens apropriadas.

4 Obtenção de dados da razão de distribuição de sementes

Foram contadas as sementes, depositadas pelo mecanismo dosador sobre a esteira coletora da bancada de ensaio, considerando-se 50 secções consecutivas,

cada uma com 1 m. de comprimento, totalizando um espaço correspondente a uma linha de semeadura de 50m.

Embora, o mecanismo dosador-distribuidor em avaliação seja o sistema de disco horizontal de uma semeadora de precisão, utilizou-se a contagem do número de sementes por metro de linha, como forma de se obter mais um parâmetro na análise do ensaio, para ser confrontado com os resultados da regularidade da razão de distribuição, obtidos conforme recomendação de normas técnicas específicas.

Normalmente, esse procedimento de contagem do número de sementes existentes num determinado espaço de avaliação, subdividido em secções menores de comprimentos iguais, é recomendado por normas técnicas ISO (1983) e ABNT(1987) para as sementes depositadas em filetes contínuos, bem próximas entre si. Esse tipo de distribuição de sementes é característico das semeadoras de fluxo contínuo, mas quando adotado para as semeadoras de precisão, fornece uma informação mais fácil de ser assimilada pelo usuário da máquina, da variação do número de sementes por unidade de linha da semeadura. Além disso, foi realizada, a avaliação da razão de distribuição pelo método tradicional de determinação da vazão do mecanismo dosador, coletando-se o material liberado em 60s. Esta quantidade de sementes, posteriormente será utilizada na execução dos testes de germinação , calculando-se com base nesse valor as quantidades de semente distribuídas por unidade de área (kg.ha^{-1}), ou o número de sementes por unidade de linha da cultura (sementes.m^{-1}), convertendo-se a unidade de peso em número de sementes, por meio do seu peso médio individual.

5 Determinação da regularidade de distribuição longitudinal de sementes

Para avaliar a regularidade da distribuição longitudinal das sementes foram medidas as distâncias entre 250 sementes depositadas sobre a esteira coletora da bancada de ensaio. Quatro repetições de 250 leituras foram realizadas e a seguir distribuídas em classes de frequência (ocorrência).

O processamento dos dados, foi feito, conforme recomendado pela ISO, (1983) e projeto de norma ABNT, (1989), usando-se o intervalo de classe de 0,1 Xreferência, correspondente a 2,5cm.

Assim, com relação ao milho, considerando-se o espaçamento entre sementes de 25 cm (Xreferência), o valor preestabelecido para a execução dos ensaios (razão de distribuição igual a 4 sementes por metro de linha da cultura), os espaçamentos inferiores ou iguais a 0,5 Xreferência (12,5cm) caracterizam os “duplos”. Espaçamentos maiores que 0,5 e menores ou iguais a 1,5 Xreferência (12,5 a 37,5cm) são considerados “aceitáveis”. E os espaçamentos maiores que 1,5 Xreferência (37,5cm) significam “falhas”. Quanto ao cálculo do CV (coeficiente de variação) dos espaçamentos medidos, considerou-se toda a “população de sementes” correspondente a cada determinação realizada e, não apenas as sementes com espaçamentos também definidos por normas técnicas, como aceitáveis (KURACHI et al. 1996).

6 Resultados obtidos

6.1 Razão de distribuição de sementes de milho (sementes por metro de linha da esteira).

Os resultados obtidos, contando-se o número de sementes em secções sucessivas de 1 metro, ao longo da esteira de coleta da bancada de ensaio, totalizando a distância de 50m de verificação, para cada uma das condições de ensaio preestabelecidas, são apresentados a seguir em Quadros e Figuras.

6.1.1 Primeira condição de ensaio (Quadro 1 e Figura 1)

- . velocidade simulada de deslocamento: 3,0 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade angular do disco de sementes: 7,2 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 1 – Número médio de sementes por metro de semeadura. Espaço total de medição 50m. Bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna.

Espaço m.	Média Sem m ⁻¹	Espaço m.	Média Sem m ⁻¹
0 a 1	3,75	25 a 26	3,75
1 a 2	4,00	26 a 27	4,00
2 a 3	4,00	27 a 28	4,00
3 a 4	4,25	28 a 29	4,25
4 a 5	3,75	29 a 30	4,00
5 a 6	4,25	30 a 31	3,50
6 a 7	4,00	31 a 32	5,00
7 a 8	4,00	32 a 33	3,75
8 a 9	4,25	33 a 34	4,25
9 a 10	4,50	34 a 35	3,75
10 a 11	4,50	35 a 36	4,00
11 a 12	3,75	36 a 37	4,00
12 a 13	4,00	37 a 38	4,00
13 a 14	4,25	38 a 39	4,00
14 a 15	4,50	39 a 40	4,00
15 a 16	3,75	40 a 41	4,00
16 a 17	4,25	41 a 42	4,00
17 a 18	3,50	42 a 43	3,75
18 a 19	4,50	43 a 44	4,00
19 a 20	5,00	44 a 45	3,67
20 a 21	4,25	45 a 46	4,50
21 a 22	4,50	46 a 47	4,00
22 a 23	4,25	47 a 48	3,75
23 a 24	4,00	48 a 49	3,75
24 a 25	4,25	49 a 50	4,25
		Média	4,08
		Desvpad	0,32315
		C.V.	7,92

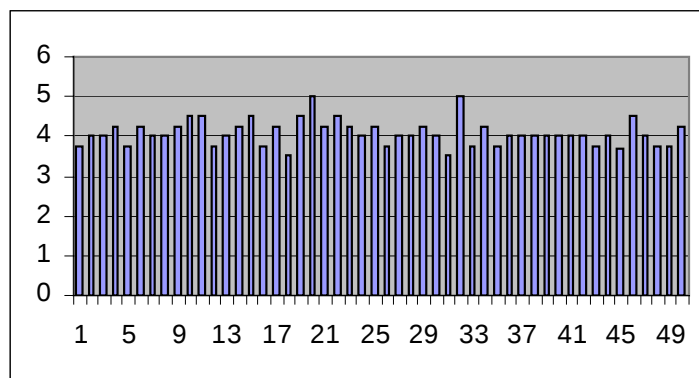


Figura 1: Gráfico de barras mostrando a variação no número médio de sementes por metro de linha da esteira na bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna.

6.1.2. Segunda condição de ensaio (Quadro 2 e Figura 2):

- . velocidade simulada de deslocamento: 3,0 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade do disco de sementes: 7,14 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocerec 1051, C2-L.

Quadro 2 – Número médio de sementes por metro de semeadura. Espaço total de medição 50m. Bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna da altura interna.

Espaço m.	Média Sem m ⁻¹	Espaço m.	Média Sem m ⁻¹
0 a 1	3,75	25 a 26	4,25
1 a 2	4,25	26 a 27	4,00
2 a 3	4,25	27 a 28	4,00
3 a 4	4,00	28 a 29	3,75
4 a 5	4,50	29 a 30	4,00
5 a 6	4,00	30 a 31	4,25
6 a 7	4,00	31 a 32	3,75
7 a 8	4,00	32 a 33	4,25

8 a 9	4,00	33 a 34	4,00
9 a 10	4,00	34 a 35	3,75
10 a 11	4,00	35 a 36	3,75
11 a 12	4,00	36 a 37	4,50
12 a 13	4,00	37 a 38	4,00
13 a 14	4,50	38 a 39	4,00
14 a 15	3,75	39 a 40	4,75
15 a 16	4,00	40 a 41	4,00
16 a 17	4,50	41 a 42	3,25
17 a 18	4,00	42 a 43	4,25
18 a 19	4,00	43 a 44	4,00
19 a 20	3,75	44 a 45	4,00
20 a 21	4,25	45 a 46	4,00
21 a 22	4,25	46 a 47	4,5
22 a 23	4,00	47 a 48	4,00
23 a 24	4,00	48 a 49	4,00
24 a 25	4,25	49 a 50	4,00
		Média	4,06
		Desvpad	0,25535
		C.V.	6,29

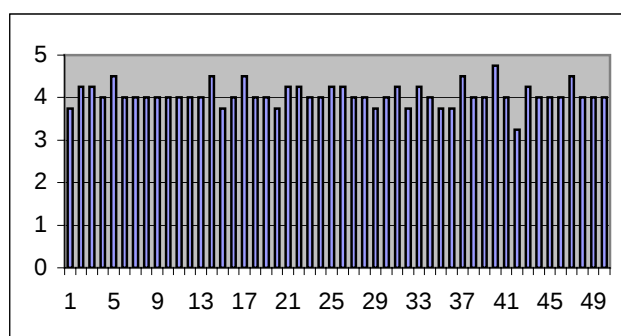


Figura 2: Gráfico de barras mostrando a variação no número médio de sementes por metro de linha da esteira na bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna.

6.1.3 Terceira condição de ensaio (Quadro 3 e Figura 3):

- . velocidade simulada de deslocamento: 5,0 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna;

- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade do disco de sementes: 11,90 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 3 – Número médio de sementes por metro de semeadura. Espaço total de medição 50m. Bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 5 km. h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna.

Espaço m.	Média Sem m ⁻¹	Espaço m.	Média Sem m ⁻¹
0 a 1	4,00	25 a 26	3,75
1 a 2	4,25	26 a 27	4,00
2 a 3	4,00	27 a 28	4,25
3 a 4	4,00	28 a 29	3,50
4 a 5	4,00	29 a 30	4,25
5 a 6	3,75	30 a 31	5,00
6 a 7	4,00	31 a 32	3,75
7 a 8	4,50	32 a 33	4,00
8 a 9	4,00	33 a 34	4,00
9 a 10	4,75	34 a 35	4,00
10 a 11	3,75	35 a 36	4,25
11 a 12	4,50	36 a 37	3,50
12 a 13	3,50	37 a 38	4,00
13 a 14	3,75	38 a 39	4,25
14 a 15	4,25	39 a 40	4,50
15 a 16	4,50	40 a 41	4,25
16 a 17	4,00	41 a 42	4,25
17 a 18	3,50	42 a 43	4,00
18 a 19	3,75	43 a 44	4,00
19 a 20	4,00	44 a 45	4,00
20 a 21	4,00	45 a 46	4,00
21 a 22	4,50	46 a 47	4,00
22 a 23	3,75	47 a 48	4,25
23 a 24	4,75	48 a 49	4,50
24 a 25	4,50	49 a 50	4,50
		Média	4,10
		Desvpad	0,33881
		C.V.	8,26

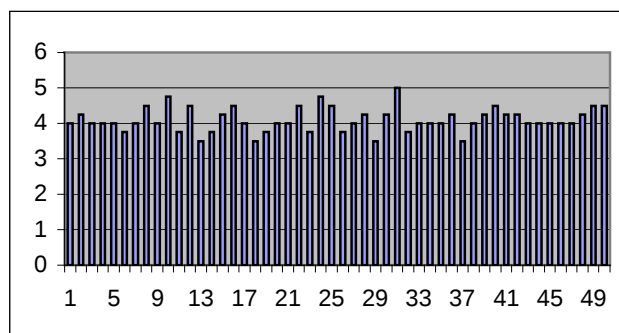


Figura 3: Gráfico de barras mostrando a variação no número médio de sementes por metro de linha da esteira na bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 5 km. h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna.

6.1.4 Quarta condição de ensaio (Quadro 4 e Figura 4)

- . velocidade simulada de deslocamento: 5,0 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade do disco de sementes: 11,9 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 4 – Número médio de sementes por metro de semeadura. Espaço total de medição 50m. Bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna.

Espaço m.	Média Sem m ⁻¹	Espaço m.	Média Sem m ⁻¹
0 a 1	4,50	25 a 26	4,00
1 a 2	3,75	26 a 27	3,75
2 a 3	4,25	27 a 28	4,00
3 a 4	4,25	28 a 29	4,00
4 a 5	3,50	29 a 30	4,25
5 a 6	4,75	30 a 31	4,00
6 a 7	4,00	31 a 32	4,00
7 a 8	4,00	32 a 33	4,25
8 a 9	3,75	33 a 34	4,25
9 a 10	4,50	34 a 35	3,75
10 a 11	4,00	35 a 36	3,75
11 a 12	4,00	36 a 37	4,00

12 a 13	4,00	37 a 38	4,00
13 a 14	4,25	38 a 39	3,75
14 a 15	4,00	39 a 40	3,50
15 a 16	4,00	40 a 41	4,00
16 a 17	3,75	41 a 42	4,00
17 a 18	3,75	42 a 43	4,75
18 a 19	4,00	43 a 44	3,50
19 a 20	4,25	44 a 45	4,50
20 a 21	4,00	45 a 46	3,75
21 a 22	4,00	46 a 47	3,75
22 a 23	4,25	47 a 48	4,50
23 a 24	3,75	48 a 49	5,25
24 a 25	3,75	49 a 50	4,75
		Média	4,06
		Desvpad	0,35196
		C.V.	8,67

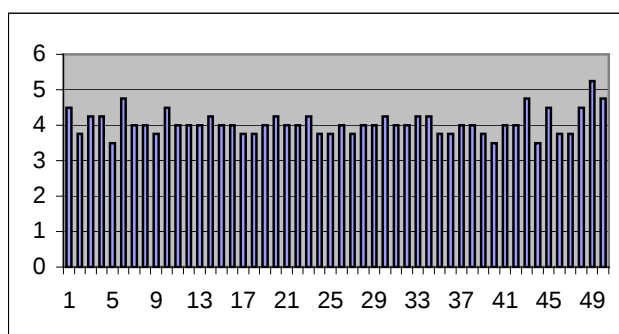


Figura 4: Gráfico de barras mostrando a variação no número médio de sementes por metro de linha na esteira na bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna.

6.1.5 Quinta condição de ensaio (Quadro 5 e Figura 5):

- . velocidade simulada de deslocamento: 7,0 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;

. velocidade do disco de sementes: 16,67 rev. min⁻¹;

. semente: milho híbrido, Agrocerec 1051, C2-L.

Quadro 5 – Número médio de sementes por metro de semeadura. Espaço total de medição 50m. Bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 7,0 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna.

Espaço m.	Média Sem m ⁻¹	Espaço m.	Média Sem m ⁻¹
0 a 1	3,75	25 a 26	4,75
1 a 2	4,25	26 a 27	3,25
2 a 3	3,25	27 a 28	3,75
3 a 4	4,25	28 a 29	4,50
4 a 5	4,25	29 a 30	3,75
5 a 6	4,00	30 a 31	4,00
6 a 7	3,75	31 a 32	4,25
7 a 8	4,00	32 a 33	4,25
8 a 9	4,00	33 a 34	4,75
9 a 10	4,75	34 a 35	3,25
10 a 11	4,00	35 a 36	3,75
11 a 12	4,00	36 a 37	3,75
12 a 13	5,00	37 a 38	4,25
13 a 14	3,50	38 a 39	3,50
14 a 15	3,75	39 a 40	4,25
15 a 16	3,75	40 a 41	3,75
16 a 17	4,25	41 a 42	4,00
17 a 18	4,25	42 a 43	4,00
18 a 19	4,50	43 a 44	4,25
19 a 20	4,00	44 a 45	4,00
20 a 21	4,25	45 a 46	3,75
21 a 22	4,25	46 a 47	4,00
22 a 23	3,50	47 a 48	3,50
23 a 24	4,25	48 a 49	4,00
24 a 25	4,00	49 a 50	3,75
		Média	4,01
		Desvpad	0,38393
		C.V.	9,57

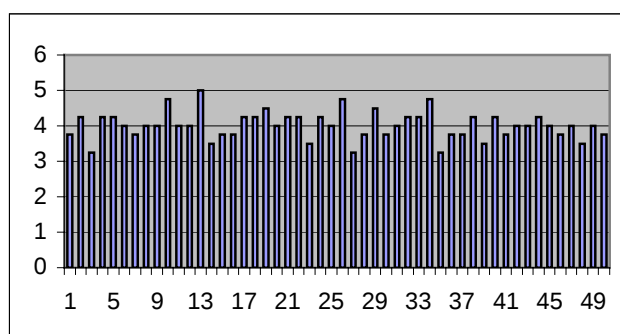


Figura 5: Gráfico de barras mostrando a variação no número médio de sementes por metro de linha da esteira na bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna.

6.1.6 Sexta condição de ensaio (Quadro 6 e Figura 6)

- . velocidade simulada de deslocamento: 7,0 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade do disco de sementes: 16,67 rev. min⁻¹
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 6 – Número médio de sementes por metro de semeadura. Espaço total de medição 50m na esteira da bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 7 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna.

Espaço m.	Média Sem m ⁻¹	Espaço m.	Média Sem m ⁻¹
0 a 1	4,25	25 a 26	4,00
1 a 2	3,25	26 a 27	3,75
2 a 3	4,00	27 a 28	3,75
3 a 4	4,00	28 a 29	4,50
4 a 5	4,00	29 a 30	4,25
5 a 6	3,50	30 a 31	3,50
6 a 7	4,75	31 a 32	3,50

7 a 8	3,00	32 a 33	4,25
8 a 9	4,00	33 a 34	3,75
9 a 10	4,00	34 a 35	3,50
10 a 11	3,50	35 a 36	3,50
11 a 12	4,00	36 a 37	4,00
12 a 13	3,25	37 a 38	4,25
13 a 14	3,75	38 a 39	4,00
14 a 15	4,25	39 a 40	4,25
15 a 16	4,75	40 a 41	4,00
16 a 17	3,75	41 a 42	4,25
17 a 18	3,50	42 a 43	4,25
18 a 19	4,25	43 a 44	3,75
19 a 20	3,75	44 a 45	4,25
20 a 21	3,50	45 a 46	4,50
21 a 22	4,25	46 a 47	4,75
22 a 23	3,75	47 a 48	3,50
23 a 24	3,25	48 a 49	4,50
24 a 25	3,50	49 a 50	3,50
		Média	3,91
		Desvpad	0,421398
		C.V.	10,76

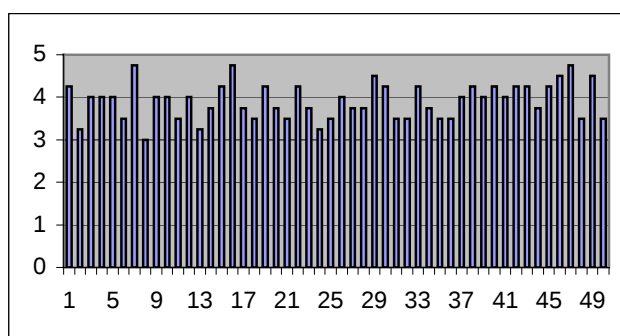


Figura 6: Gráfico de barras mostrando a variação no número médio de sementes por metro de linha da esteira na bancada de ensaio. Velocidade simulada de operação 7,0 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna.

À velocidade simulada de 3,0 km.h⁻¹ e níveis de sementes no reservatório de 25% e 100% da altura interna, conforme os Quadros 1 e 2, os valores

médios de razão de distribuição em sementes.m⁻¹ foram respectivamente 4,08 e 4,06 e seus coeficientes médios de variação (C.V.) 7,92% e 6,29%.

À velocidade simulada de 5 km h⁻¹ e níveis de sementes no reservatório de 25% e 100% da altura interna, conforme os Quadros 3 e 4, os valores médios de razão de distribuição em sementes.m⁻¹ foram respectivamente 4,10 e 4,06 e seus coeficientes médios de variação (C.V.) 8,26% e 8,67%.

À velocidade simulada de 7 km.h⁻¹ e níveis de sementes no reservatório de 25% e 100% da altura interna, conforme os Quadros 5 e 6, os valores médios de razão de distribuição em sementes.m⁻¹ foram respectivamente 4,01 e 3,91 e seus coeficientes médios de variação (C.V.) 9,57% e 10,76%.

Quanto às razões médias de distribuição, verifica-se, pelos dados acima, que praticamente não houve diferenças entre elas. Por isso, se pode concluir que o preenchimento das células de sementes não sofreu grandes alterações em função da velocidade de operação do disco de sementes e, portanto da velocidade de deslocamento da semeadora; do nível de sementes no reservatório; das características de projeto do mecanismo dosador-distribuidor ou das características físicas das sementes.

Porém, quanto aos coeficientes de variação (C.V.) dos espaçamentos obtidos nos ensaios de regularidade de distribuição longitudinal, eles mostram que ocorreram irregularidades nas deposições das sementes (Quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6). A confirmação dessa variação pode ser visualizada pelo C.V. dos espaçamentos das sementes contidas em cada segmento medido.

Tais resultados mostram que apenas razões de distribuição, não podem caracterizar o desempenho de um mecanismo dosador-distribuidor de sementes. É preciso analisar a variação da distribuição longitudinal. No ensaio em pauta obteve-se em média a razão de 4,04 sementes por metro de linha da esteira, com as velocidades de 3,0, 5,0 e 7,0 km.h⁻¹, o que resulta uma distribuição média de 24,77 cm entre as sementes, mas é o C.V. que discrimina as melhores distribuições daquelas apontadas como inferiores.

As vazões (volume ou massa de sementes por unidade de tempo) do mecanismo dosador-distribuidor passaram, por incrementos suficientes para a manutenção de praticamente a mesma razão de distribuição, quando a velocidade simulada de deslocamento passou de 3 para 5 e de 5 para 7 km.h⁻¹. Isso significa, que o

preenchimento das células (furos), também, não sofreu alterações com o aumento de velocidade simulada de deslocamento ou com a diminuição no nível de sementes no reservatório.

As velocidades lineares de deslocamento das células de sementes, posicionadas na periferia do disco de sementes, foram de $15,3\text{cm.s}^{-1}$ para a velocidade de deslocamento de 7 km.h^{-1} da semeadora; de $10,9\text{ cm.s}^{-1}$, para 5 km.h^{-1} e $6,58\text{ cm.s}^{-1}$ para aquela de 3 km.h^{-1}

Estudando os fatores que influenciariam no preenchimento das células (variação dos tamanhos de semente em relação ao tamanho da célula; os percentuais dos diferentes tamanhos de semente dentro da sua amplitude de variação ou da amostra considerada; o formato da semente e a velocidade linear das células) e, usando sementes selecionadas de beterraba açucareira, BAINER (1963) verificou que em velocidades lineares das células acima de 25cm.s^{-1} , a percentagem de preenchimento (número total de sementes dividido pelo número total de células passando pelo orifício de descarga) caía de 100% para aproximadamente 60%, quando na velocidade aumentou para 50cm.s^{-1} .

Nestes ensaios, combinações de tamanho de sementes, tamanho da célula (furo) e velocidade do disco de sementes, que deram cerca de 95% a 100% de preenchimento das células também deram padrões mais uniformes de distribuição de sementes e houve também uma tendência para mínima danificação mecânica das sementes. No caso das sementes de beterraba, BAINER (1963), ressaltou que 100% de preenchimento das células, não significa necessariamente que cada célula deva conter uma única semente, mas, que as falhas produzidas por eventuais células vazias seriam corrigidas pelo carregamento (preenchimento) múltiplo de outras células.

No ensaio em pauta, o disco de sementes foi escolhido levando-se em conta o tamanho das sementes, com o objetivo de se reduzir o carregamento múltiplo das células. Assim, as baixas velocidades lineares das células de sementes devem ter contribuído para que o seu preenchimento se mantivesse relativamente constante nas diferentes condições de ensaio. Porém, como veremos adiante as curvas de distribuição dos espaçamentos entre sementes começaram a apresentar desvios relevantes com velocidade de 7 km.h^{-1} . Ainda, com relação à razão de distribuição de sementes (sementes ou gramas por metro de linha), uma segunda série de ensaios foi realizada. Nesse caso, o

método tradicionalmente recomendado pelas normas de ensaio ABNT e ISO foi executado, determinando-se a vazão do mecanismo dosador (semente ou gramas/unidade de tempo), nas diferentes condições definidas para a execução dos ensaios. As sementes foram coletadas durante o espaço de tempo de 60 segundos e, a partir daí, por meio de cálculos determinou-se os diversos valores da razão de distribuição, que são apresentados a seguir:

Quadro 7: Vazão e razão de distribuição do mecanismo dosador-distribuidor do tipo disco horizontal. Velocidade simulada de deslocamento da semeadora - 3 km.h⁻¹. Nível de semente no reservatório - 25%;. Razão de distribuição recomendada - 4 sementes por metro. Semente de milho híbrido Agrocere 1051, C2-L.

Repetição	Vazão (g.min ⁻¹)	Razão de distribuição (kg.ha ⁻¹)
A	77,61	22,17
B	77,35	22,10
C	78,41	22,40
D	78,97	22,56
E	78,24	22,35
F	79,60	22,74
Média	78,36	22,39
C.V. (%)		1,07

Considerando-se o espaçamento entre linhas de 0,70m, em 1 hectare, o comprimento total de linhas a ser semeado é igual a $10.000\text{m}^2 \cdot 0,70\text{m}^{-1} = 14.285,71\text{m}$. A quantidade média de sementes por metro de linha da cultura, calculada com base na média da razão de distribuição obtida no Quadro 7, será igual a $22390\text{g} \cdot 14.285,71\text{m}^{-1} = 1,56\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$ ou 4,25 sementes por metro, com peso médio de 0,369g de cada semente. Para os dados da razão média de distribuição mostrados no Quadro 8, a quantidade média de sementes calculada por metro é igual a $21.610\text{g} \cdot 14.285,71\text{m}^{-1} = 1,51\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$ ou 4,10 sementes por metro, com peso médio de 0,369g de cada semente.

Quadro 8: Vazão e razão de distribuição do mecanismo dosador-distribuidor do tipo disco horizontal. Velocidade simulada de deslocamento da semeadora - 3 km.h⁻¹. Nível de semente no reservatório - 100% da altura interna. Razão de distribuição recomendada - 4 sementes por metro. Semente de milho híbrido Agrocerees 1051, C2-L.

Repetição	Vazão (g.min ⁻¹)	Razão de distribuição (kg.ha ⁻¹)
A	77,13	22,11
B	75,62	21,68
C	76,08	21,33
D	75,69	21,71
E	75,75	21,65
F	74,71	21,19
Média	75,83	21,61
C.V. (%)		1,49

Quadro 9: Vazão e razão de distribuição do mecanismo dosador-distribuidor do tipo disco horizontal. Velocidade simulada de deslocamento da semeadora - 5 km.h⁻¹. Nível de semente no reservatório - 25%. Razão de distribuição recomendada - 4 sementes por metro. Semente de milho híbrido Agrocerees 1051, C2-L.

Repetição	Vazão (g.min ⁻¹)	Razão de distribuição (kg.ha ⁻¹)
A	122,45	20,99
B	126,92	21,76
C	128,31	22,00
D	129,00	22,11
E	123,25	21,13
F	123,97	21,25
Média	125,65	21,54
C.V. (%)		2,21

Utilizando a razão de distribuição apresentada no Quadro 9, a quantidade média de sementes por metro será igual a $21.540\text{g} \cdot 14.285,71\text{m}^{-1} = 1,51\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$ ou 4,09 sementes por metro, com peso médio de 0,369g de cada semente.

Para o Quadro 10 procedendo-se o mesmo cálculo com a razão média de distribuição, obteve-se a quantidade média de sementes por metro igual a $21270\text{g} \cdot 14.285,71\text{m}^{-1} = 1,49\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$ ou 4,03 sementes por metro, com peso médio de 0,369g de cada semente.

Quadro 10 - Vazão e razão de distribuição do mecanismo dosador-distribuidor do tipo disco horizontal. Velocidade simulada de deslocamento da semeadora - 5 km.h⁻¹. Nível de semente no reservatório - 100% da altura interna (completo). Razão de distribuição recomendada – 4 sementes por metro. Semente de milho híbrido Agrocerees 1051, C2-L.

Repetição	Vazão (g.min ⁻¹)	Razão de distribuição (kg.ha ⁻¹)
A	122,90	21,13
B	123,59	21,25
C	124,03	21,33
D	126,37	21,75
E	119,62	20,63
F	125,67	21,55
Média	123,70	21,27
C.V. (%)		1,80

Para o Quadro 11 ter-se-á uma quantidade média de sementes por metro igual a $20.700\text{g} \cdot 14.285,71\text{m}^{-1} = 1,45\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$ ou 3,92 sementes por metro, com peso médio de 0,369g de cada semente.

A quantidade média de sementes por metro, com os dados do Quadro 12 é igual a $20.280\text{g} \cdot 14.285,71\text{m}^{-1} = 1,42\text{g m}^{-1}$ ou 3,85 sementes por metro, com peso médio de 0,369g de cada semente.

Quadro 11 - Vazão e razão de distribuição do mecanismo dosador-distribuidor do tipo disco horizontal. Velocidade simulada de deslocamento da semeadora - 7 km.h⁻¹. Nível de semente no reservatório - 25%. Razão de distribuição recomendada - 4 sementes por metro. Semente de milho híbrido Agrocere 1051, C2-L.

Repetição	Vazão (g.min ⁻¹)	Razão de distribuição (kg.ha ⁻¹)
A	168,63	20,65
B	165,74	20,29
C	171,55	21,01
D	174,26	20,86
E	172,20	21,09
F	165,64	20,28
Média	169,67	20,70
C.V. (%)		1,69

Quadro 12: Vazão e razão de distribuição do mecanismo dosador-distribuidor do tipo disco horizontal. Velocidade simulada de deslocamento da semeadora - 7 km.h⁻¹. Nível de semente no reservatório - 100% da altura interna. Razão de distribuição recomendada - 4 sementes por metro. Semente de milho híbrido Agrocere 1051, C2-L.

Repetição	Vazão (g.min ⁻¹)	Razão de distribuição (kg.ha ⁻¹)
A	165,27	20,24
B	166,11	20,34
C	166,04	20,33
D	164,50	20,14
E	164,92	20,17
F	167,25	20,44

Média	165,86	20,28
C.V. (%)		0,56

O número médio de sementes por metro, obtido com o processamento dos dados dos Quadros 7, 8, 9, 10, 11 e 12, foi de 4,04 sementes por metro de linha, o mesmo valor foi obtido com a média do número de sementes apresentados nos Quadros 1 a 6.

6.2 Regularidade de distribuição longitudinal de sementes de milho (frequências acumuladas)

Os resultados obtidos nas diversas repetições, 4 por condição de ensaio, foram totalizados para a confecção dos histogramas de frequência e eles são resumidos e apresentados em Quadros e Figuras.

6.2.1 Primeira condição de ensaio (Quadro 13 e Figura 7)

- . velocidade simulada de deslocamento: 3 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade de operação do disco de sementes: 7,2 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 13: Ocorrências acumuladas dos espaçamentos entre sementes, em 4 repetições. Distribuição em classes de frequência. Velocidade de deslocamento simulada - 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 25% da altura interna.

Classe	Amplitude -	Total	Porcentagem
1	0-2,5	13	1,3
2	2,5-5	9	0,9
3	5-7,5	2	0,2
4	7,5-10	2	0,2

5	10-12,5	4	0,4
6	12,5-15	15	1,5
7	15-17,5	11	1,1
8	17,5-20	48	4,8
9	20-22,5	135	13,5
10	22,5-25	423	42,3
11	25-27,5	190	19,0
12	27,5-30	87	8,7
13	30-32,5	13	1,3
14	32,5-35	13	1,3
15	35-37,5	5	0,5
16	37,5-40	2	0,2
17	40-42,5	1	0,1
18	42,5-45,0	3	0,3
19	45,0-47,5	4	0,4
20	47,5-50	14	1,4
21	50-52,5	4	0,4
22	52,5-55	2	0,2
23	55-130	0	0
Total		1000	100

Para melhor interpretação dos dados obtidos nos Quadros 13 a 18, a sugestão é dividir a terceira coluna dos Quadros por 10, de modo que se tenham os dados em percentuais. Como ilustração apresenta-se no Quadro 13 uma demonstração da sugestão.

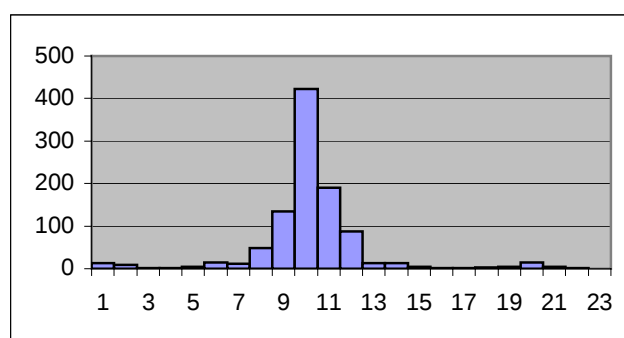


Figura 7: Histograma de frequência. Distribuição dos espaçamentos entre sementes em classes. Velocidade simulada de deslocamento 3 km.h^{-1} . Nível de sementes no reservatório - 25% da altura interna. Espaçamento médio - 24,5 cm; espaçamento mínimo - 1 cm; espaçamento máximo - 54 cm; C.V. - 25,09%.

6.2.2 Segunda condição de ensaio (Quadro 14 e Figura 8)

- . velocidade simulada de deslocamento: 3 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 5 centímetros;
- . velocidade de operação do disco de sementes: 7,2 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 14: Ocorrências acumuladas dos espaçamentos entre sementes, em 4 repetições. Distribuição em classes de frequência. Velocidade de deslocamento simulada - 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 100% da altura interna.

Classe	Amplitude -	Tota
1	0-2,5	10
2	2,5-5	18
3	5-7,5	10
4	7,5-10	12
5	10-12,5	7
6	12,5-15	24
7	15-17,5	10
8	17,5-20	31
9	20-22,5	132
10	22,5-25	429
11	25-27,5	176
12	27,5-30	52
13	30-32,5	14
14	32,5-35	11
15	35-37,5	7
16	37,5-40	6
17	40-42,5	5
18	42,5-45,0	17
19	45,0-47,5	8
20	47,5-50	10
21	50-52,5	2
22	52,5-55	3
23	55-130	6
Total		1000

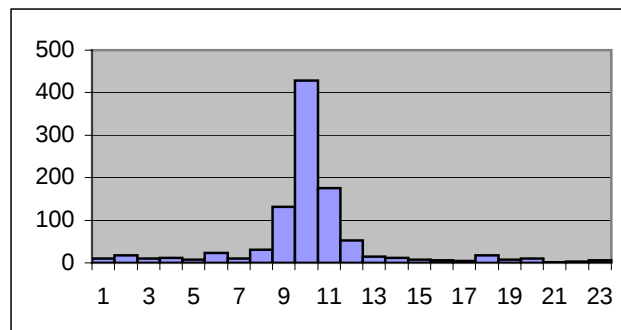


Figura 8: Histograma de frequência. Distribuição dos espaçamentos entre sementes em classes. Velocidade simulada de deslocamento - 3 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna. Espaçamento médio - 24,9 cm. Espaçamento mínimo - 1 cm; espaçamento máximo - 115 cm e C.V. - 34,14%.

6.2.3 Terceira condição de ensaio (Quadro 15 e Figura 9)

- . velocidade simulada de deslocamento: 5 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade de operação do disco de sementes: 11,90 rev. min⁻¹.
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 15: Ocorrências acumuladas dos espaçamentos entre sementes, em 4 repetições. Distribuição em classes de frequência. Velocidade de deslocamento simulada - 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 25% da altura interna.

Classe	Amplitude -	Tota
1	0-2,5	8
2	2,5-5	12
3	5-7,5	4
4	7,5-10	3
5	10-12,5	9
6	12,5-15	16
7	15-17,5	14
8	17,5-20	62

9	20-22,5	143
10	22,5-25	397
11	25-27,5	190
12	27,5-30	82
13	30-32,5	19
14	32,5-35	12
15	35-37,5	1
16	37,5-40	2
17	40-42,5	1
18	42,5-45,0	3
19	45,0-47,5	4
20	47,5-50	11
21	50-52,5	2
22	52,5-55	2
23	55-130	3
Total		1000

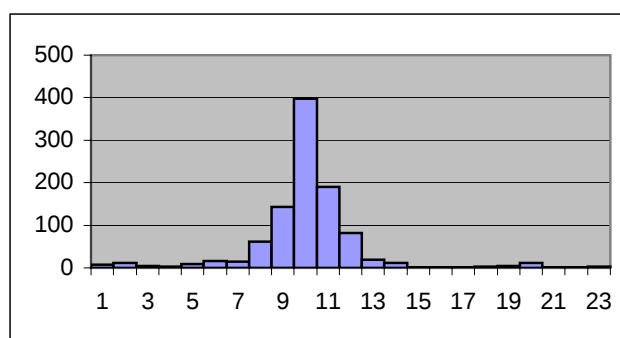


Figura 9: Histograma de frequência. Distribuição dos espaçamentos entre sementes em classes. Velocidade simulada de deslocamento - 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 25% da altura interna. Espaçamento médio - 24,4 cm, espaçamento mínimo - 1 cm. Espaçamento máximo - 127 cm e C.V. - 26,67%.

6.7.2.4. Quarta condição de ensaio (Quadro 16 e Figura 10)

- . velocidade simulada de deslocamento: 5 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade de operação do disco de sementes: 11,9 rev. min⁻¹.

. semente: milho híbrido, Agroceres 1051, C2-L.

Quadro 16: Ocorrências acumuladas dos espaçamentos entre sementes, em 4 repetições. Distribuição em classes de frequência. Velocidade de deslocamento simulada - 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 100% da altura interna.

Classe	Amplitude -	Tota
1	0-2,5	8
2	2,5-5	8
3	5-7,5	11
4	7,5-10	9
5	10-12,5	12
6	12,5-15	22
7	15-17,5	10
8	17,5-20	62
9	20-22,5	120
10	22,5-25	364
11	25-27,5	193
12	27,5-30	97
13	30-32,5	12
14	32,5-35	20
15	35-37,5	6
16	37,5-40	7
17	40-42,5	3
18	42,5-45,0	6
19	45,0-47,5	5
20	47,5-50	9
21	50-52,5	5
22	52,5-55	4
23	55-130	7
Total		1000

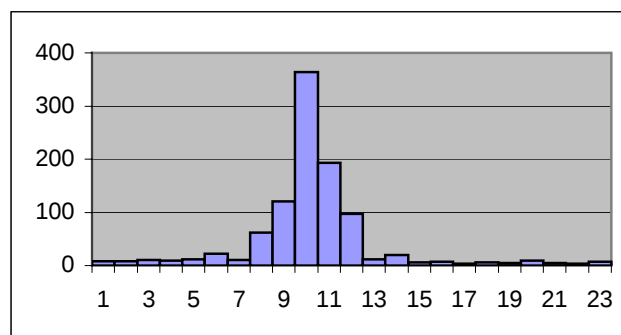


Figura 10: Histograma de frequência. Distribuição dos espaçamentos entre sementes em classes. Velocidade simulada de deslocamento - 5 km.h⁻¹. Nível de sementes no

reservatório - 100% da altura interna. Espaçamento médio - 24,8 cm, espaçamento mínimo - 1 cm; espaçamento máximo - 74 cm e C.V. - 30,9%.

6.7.2.5. Quinta condição de ensaio (Quadro 17 e Figura 11)

- . velocidade simulada de deslocamento: 7 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 25% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade de operação do disco de sementes: 16,67 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 17: Ocorrências acumuladas dos espaçamentos entre sementes, em 4 repetições. Distribuição em classes de frequência. Velocidade de deslocamento simulada - 7 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 25% da altura interna.

Classe	Amplitude -	Tota
1	0-2,5	19
2	2,5-5	21
3	5-7,5	16
4	7,5-10	25
5	10-12,5	26
6	12,5-15	54
7	15-17,5	31
8	17,5-20	76
9	20-22,5	98
10	22,5-25	191
11	25-27,5	104
12	27,5-30	117
13	30-32,5	48
14	32,5-35	51
15	35-37,5	26
16	37,5-40	27
17	40,0-42,5	16
18	42,5-45,0	15
19	45,0-47,5	10
20	47,5-50,0	10
21	50,0-52,5	6
22	52,5-55	3
23	55-130	10
Total		1000

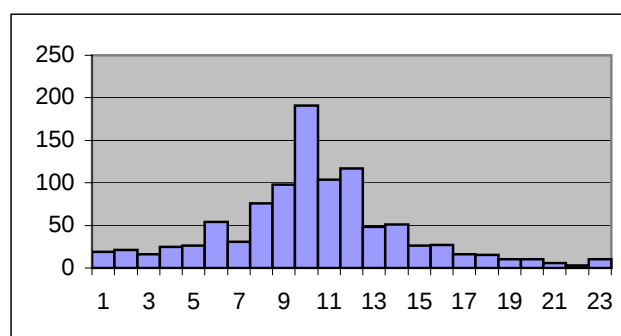


Figura 11: Histograma de frequência. Distribuição dos espaçamentos entre sementes em classes. Velocidade simulada de deslocamento - 7 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 25% da altura interna. Espaçamento médio - 25,0 cm, espaçamento mínimo - 1 cm, Espaçamento máximo - 127 cm e C.V.- 43,86%.

6.7.2.6. Sexta condição de ensaio (Quadro 18 e Figura 12):

- . velocidade simulada de deslocamento: 7 km.h⁻¹;
- . nível de sementes no reservatório: 100% da altura interna;
- . razão de distribuição considerada: 4 sementes por metro de linha ;
- . espaçamento calculado entre sementes: 25 centímetros;
- . velocidade de operação do disco de sementes: 16,67 rev. min⁻¹;
- . semente: milho híbrido, Agrocere 1051, C2-L.

Quadro 18: Ocorrências acumuladas dos espaçamentos entre sementes, em 4 repetições. Distribuição em classes de frequência. Velocidade de deslocamento simulada - 7 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 100% da altura interna.

Classe	Amplitude -	Tota
1	0-2,5	16
2	2,5-5	19
3	5-7,5	7
4	7,5-10	24
5	10-12,5	21
6	12,5-15	45

7	15-17,5	44
8	17,5-20	88
9	20-22,5	97
10	22,5-25	174
11	25-27,5	122
12	27,5-30	110
13	30-32,5	50
14	32,5-35	56
15	35-37,5	18
16	37,5-40	32
17	40-42,5	9
18	42,5-45,0	18
19	45,0-47,5	5
20	47,5-50	17
21	50-52,5	4
22	52,5-55	8
23	55-130	16
Total		1000

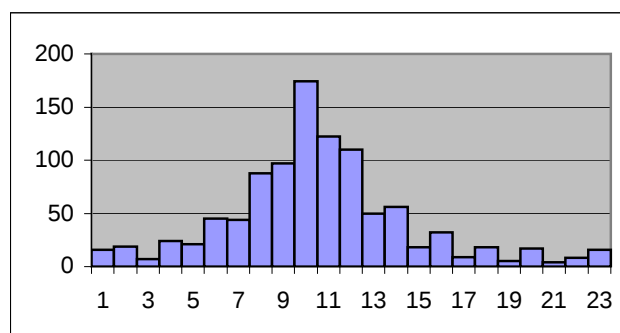


Figura 12: Histograma de frequência. Distribuição dos espaçamentos entre sementes em classes. Velocidade simulada de deslocamento - 7 km.h⁻¹. Nível de sementes no reservatório - 100% da altura interna. Espaçamento médio - 25,6 cm, espaçamento mínimo - 1 cm. Espaçamento máximo - 103 cm e C.V. - 42,33%.

À velocidade de 3 km.h⁻¹ e níveis de sementes no reservatório de 25% (nível mínimo) e 100% da altura interna (cheio), os valores médios de espaçamento e seus coeficientes de variação foram, respectivamente, de: 24,5cm – 25,09% e 24,9cm – 34,14%. (Quadros 13 e 14)

À velocidade de 5 km.h⁻¹ e níveis de sementes no reservatório de 25% (nível mínimo) e 100% da altura interna (cheio), os valores médios de espaçamento

e seus coeficientes de variação foram, respectivamente, de: 24,4cm – 26,67% e 24,8cm – 30,9%. (Quadros 15 e 16)

À velocidade de 7 km.h⁻¹ e níveis de sementes no reservatório de 25% (nível mínimo) e 100% da altura interna (cheio), os valores médios de espaçamento e seus coeficientes de variação foram, respectivamente, de: 25,0cm – 43,86% e 25,6cm – 42,33%. (Quadros 17 e 18)

A exemplo do ocorrido com as razões de distribuição de sementes, os espaçamentos (distâncias) médios entre as sementes foram relativamente iguais, nas três condições de velocidade de deslocamento simulada e nas duas condições de níveis de sementes, variando entre 24,4 e 25,6 com média de 25,0 cm (média $\pm 2,4\%$). Porém, seus coeficientes médios de variação se situaram entre 25,09 e 43,86%, (média $34,47 \pm 27,2\%$ do valor da média) pelo visto são variações muito maiores do que as verificadas com as razões de distribuição (sementes por metro), indicando que a regularidade de distribuição de sementes (uniformidade de espaçamentos ou distâncias entre sementes) foi comparativamente ruim. Provavelmente, o rebatimento das sementes no interior do dispositivo de deposição (tubo de descarga) pode ter sido uma das causas desse mau desempenho, pois, a citada peça, situada entre a saída do mecanismo dosador-distribuidor e o fundo do sulco, normalmente altera a trajetória das sementes até o solo.

De acordo com a JOHN DEERE (1975), citado anteriormente, diversos tipos de mecanismos transportadores foram desenvolvidos com o objetivo de melhorar a precisão da deposição do material semeado. Montados dentro do corpo do dispositivo de deposição, eles recolhem as sementes na base do reservatório da unidade de semeadura e as transporta até o ponto de ejeção, liberando-as bem próximas do fundo dos sulcos.

Um desses mecanismos é um transportador composto de rodas dentadas ou polias e correntes ou correias aletadas. A sua montagem é semelhante ao de um elevador de canecas, com a diferença de que o seu movimento se realiza em sentido oposto ao daquele.

As sementes se acomodam no espaço existente entre duas aletas e dali são liberadas ao atingirem a extremidade inferior do dispositivo. Girando em sentido contrário ao de deslocamento da semeadora, a corrente ou a correia

transportadora reduz o efeito do movimento para frente da máquina, pois, as sementes são ejetadas para diante. Esse fato equivale a uma correção da trajetória e, é como se as sementes estivessem sendo liberadas a partir de um ponto estacionário sobre o solo, o que não ocorre com a saída do tubo de descarga voltada para trás.

Como este dispositivo, conduz a semente até a saída do ducto de descarga, é eliminado o efeito do ricocheteamento da semente que ocorre nos tubos de descarga convencionais. Esse ricocheteamento impede que as sementes caiam em queda livre, e rebatendo nas paredes dos condutos retardam sua liberação.

À velocidade de 7 km.h^{-1} , o coeficiente médio de variação da distribuição longitudinal foi o mais alto, 43,1%. Embora o percentual médio de espaçamentos aceitáveis tenha sido de 80%, tal coeficiente de variação indica que houve uma significativa modificação na regularidade de distribuição de sementes, quando comparado com as velocidades simuladas de deslocamento de 3 e 5 km.h^{-1} , cujos valores médios do coeficiente de variação foram respectivamente de 29,6% e 28,8%.

O Quadro 19 apresenta uma síntese dos resultados obtidos. As curvas de distribuição dos espaçamentos entre sementes, são divididas em faixas de frequência ou de ocorrência (duplos, aceitáveis e falhas) conforme recomendação de normas técnicas (ISO 1983, ABNT 1989). Outros resultados podem ainda ser obtidos e usados para analisar o desempenho do mecanismo dosador ensaiado.

Com relação aos espaçamentos aceitáveis, os maiores percentuais foram verificados à 3 km.h^{-1} e à 5 km.h^{-1} . Os seus valores médios foram respectivamente de 91,3% e 92,1% que podem ser considerados acima do normal para o tipo de mecanismo dosador ensaiado. Na velocidade simulada de 7 km.h^{-1} , o valor médio dos espaçamentos aceitáveis caiu para 80,0%. Em todos os casos, os percentuais de duplos e falhas podem ser considerados baixos.

Deve-se considerar que, a amplitude da faixa de espaçamentos aceitáveis, determinada por normas técnicas (ISO 1983, ABNT/Projeto de 1996), abrangendo espaçamentos entre 0,5 Xreferência e 1,5 Xreferência, com relação à razão de distribuição para a qual a máquina foi regulada, parece ser excessiva diante de uma análise mais criteriosa. Os seus limites representam desvios iguais à -50% e +50% em torno do espaçamento médio da distribuição, ou do espaçamento teoricamente ajustado

para o atendimento das recomendações agronômicas. Assim, admitindo um espaçamento recomendado de 25cm entre as sementes ou 4 sementes por metro de linha da cultura, a amplitude da faixa de aceitáveis abrangeria espaçamentos de 12,5 a 37,5cm.

Quadro19: Espaçamentos entre sementes distribuídos por faixas de frequência ou de ocorrência: duplos, aceitáveis e falhas.

Condições de ensaio		Faixas de distribuição - %		
Velocidade Km.h ⁻¹	Nível de sementes	Duplos < ou =12,5cm	Aceitáveis > 12,5cm e < ou =37,5cm	Falhas > 37,5cm
3,0	25% (mínimo)	3	94	3
	100% (cheio)	5,7	88,6	5,7
Média		4,35	91,3	4,35
5,0	25% (mínimo)	3,6	93,6	2,8
	100% (cheio)	4,8	90,6	4,6
Média		4,2	92,1	3,7
7,0	25% (mínimo)	10,7	79,6	9,7
	100% (cheio)	8,7	80,4	10,9
Média		9,7	80,0	10,3

Aceitando 12,5 cm (limite inferior da faixa aceitável de distribuição), como espaçamento médio entre sementes, o número de sementes por metro linear seria 8 e a população teórica de plantas por hectare poderia chegar ao valor de 114.286, com o espaçamento de 0,70 m entrelinhas. Ao contrário, se o espaçamento médio entre sementes passasse a ser 37,5 cm (limite superior da faixa aceitável de distribuição), o número de sementes por metro linear seria de 2,7 e a população teórica de plantas por hectare reduzir-se-ia a 38.571.

Em ambos os casos, a população de plantas ficaria muito distanciada da população de 57.143 plantas ideada com a distribuição de 4 sementes por

metro linear, portanto dentro da faixa populacional agronomicamente recomendada para o milho na ocasião da colheita, (50.000 a 60.000 plantas por hectare).

Com base nessas considerações, Kurachi et al., (1996), propuseram a redução da amplitude de variação da faixa de espaçamentos aceitáveis para 0,8 Xreferência a 1,2 Xreferência.

No presente caso, se adotada tal redução teríamos a faixa de espaçamentos aceitáveis entre 20 e 30cm, e 3,3 e 5,0 sementes por metro de linha da cultura, com populações de 47.143 e 71.428 plantas por hectare.

Finalmente, com relação à densidade de plantas, o NIAE, (1963), admite que a máquina apresente no campo uma variação de até 10% na razão de distribuição (sementes por metro de linha) das sementes, sem que isto afete significativamente a produtividade. Porém, em seus ensaios de laboratório aplica os limites de $\pm 7\%$.

APÊNDICE 6 – Dados obtidos no campo experimental, relacionados com os tratamentos

Abreviaturas usadas em linhas e colunas do apêndice

V = variáveis relativas aos dados amostrados

T = Tratamento diversos qualificados por letras

TA- Plantio direto com aplicação de herbicida junto com a semeadura

TB- Plantio direto com aplicação de herbicida logo após a semeadura

TC- Plantio direto com aplicação de herbicida de pós-aplicação

TD- Plantio convencional com aplicação de herbicida logo após a semeadura

TE- Plantio convencional com aplicação de herbicida junto com a semeadura

T(t)T- Amostragem realizada na entrelinha por onde “transitou” o pneu das máquinas seguidamente. (t) = Tratamento A, B, C, D ou E.

T(t)NT- Amostragem realizada em entrelinhas onde “não transitou” o pneu das máquinas, (entre pneus ou extra pneus). (t) = Tratamento A, B, C, D ou E.

DAS – Dias antes da semeadura

DDS – Dias depois da semeadura

Índices para os dados de campo obtidos no experimento

V1 = Avaliação percentual do solo coberto com biomassa resultante da cultura da soja (185 DAS)

V2 = Biomassa kg. ha⁻¹ resultante dos resíduos vegetais da cultura da soja (185 DAS)

V3 = Biomassa kg. ha⁻¹ resultante dos resíduos vegetais da cultura da aveia (04 DAS)

V4 = Profundidade da semeadura do milho

V5 = Primeira avaliação do controle das plantas daninhas (plantas m⁻²) em 41 DDS

V6 = Avaliação da aveia isolada como invasora (plantas m⁻²) em 41 DAS

V7 = Avaliação isolada das demais plantas daninhas (menos a aveia) em 41 DDS

V8 = Avaliação realizada pelos sensores das sementes liberadas pela semeadora-adubadora

V9 = Teor de água gravimétrico do solo em g.kg⁻¹ (a 5ª medida desse grupo é a média)

- V10 = Teor de água volumétrico do solo em $\text{dm}^{-3} \text{ dm}^{-3}$ (a 5ª medida desse grupo é a média)
- V11 = Densidade do solo em kg. dm^{-3} (a 5ª medida desse grupo é a média)
- V12 = Densidade das partículas do solo em kg. dm^{-3} (a 5ª medida desse grupo é a média)
- V13 = Porosidade do solo em $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ (a 5ª medida desse grupo é a média)
- V14 = Germinação e emergência da cultura do milho em plantas m^{-1} (aos 26 DDS)
- V15 = População equivalente (a V13) em plantas por hectare (aos 26 DDS)
- V16 = População de plantas m^{-1} na cultura do milho (aos 118 DDS)
- V17 = Avaliação final da população de plantas por m^{-1} (aos 118 DDS)
- V18 = Primeira avaliação do desenvolvimento da cultura (altura em m) aos 41 DDS
- V19 = Segunda avaliação do desenvolvimento da cultura (altura em m) aos 114 DDS
- V20 = Avaliação do diâmetro da base do colmo das plantas de milho, em mm aos 75 DDS
- V21 = Segunda avaliação das plantas daninhas em kg. ha^{-1} de massa seca (aos 137 DDS)
- V22 = Biomassa kg. ha^{-1} decorrente da cultura do milho (aos 138 DDS)
- V23 = Avaliação da produtividade do milho em kg. ha^{-1} (aos 138 DDS)
- V24 = Seqüência numérica da amostragem
- V25 = Profundidade das leituras do penetrômetro em m
- V26 = Resistência do solo em MPa (MegaPascal) com o penetrômetro antes do início da cultura nos locais correspondentes ao tratamento A
- V27 = Resistência do solo em MPa com o penetrômetro antes do início da cultura nos locais correspondentes ao tratamento B
- V28 = Resistência do solo em MPa com o penetrômetro antes do início da cultura locais correspondentes ao tratamento C
- V29 = Resistência do solo em MPa com o penetrômetro antes do início da cultura locais correspondentes ao tratamento D
- V30 = Resistência do solo em MPa com o penetrômetro antes do início da cultura locais correspondentes ao tratamento E
- V31 = Média da resistência do solo nos locais correspondentes aos tratamentos A, B, C, D, e E em MPa com o penetrômetro antes do início da cultura
- V32 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento A, em entrelinhas transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V33 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento B, em entrelinhas transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V34 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento C, em entrelinhas transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V35 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento D, em entrelinhas transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V36 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento E, em entrelinhas transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V37 = Média da resistência do solo em MPa nos tratamentos A, B, C, D, e E com o penetrômetro em entrelinhas transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V38 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento A, em entrelinhas não transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V39 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento B, em entrelinhas não transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V40 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento C, em entrelinhas não transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V41 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento D, em entrelinhas não transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V42 = Resistência do solo em MPa obtidas com o penetrômetro no tratamento E, em entrelinhas não transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

V43 = Média da resistência do solo em MPa nos tratamentos A, B, C, D, e E com o penetrômetro em entrelinhas não transitadas pelas máquinas e após realizada a colheita.

Trat	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	Trat	V 9	V10	V11	V12	V13
TA1	81	4894	2418	5,5	83,2	79,2	4,0	52450	TAT1	166,7	0,238	1,43	2,79	0,49
TA2	86	3253	2407	5,2	24,0	24,0	0,0	53967	TAT2	184,6	0,259	1,41	2,74	0,49
TA3	82	4074	3353	5,6	27,2	27,2	0,0	53083	TAT3	169,7	0,255	1,50	2,66	0,44
TA4	80	4299	3262	4,5	32,8	32,8	0,0	55850	TAT4	170,0	0,245	1,44	2,70	0,47
TA5	84	2189	3040	6,2	10,0	9,8	0,2	55800	TAT5	179,9	0,264	1,47	2,61	0,44
TB1	83	3314	1973	5,7	64,0	37,6	26,4	53233	TANT1	178,5	0,230	1,29	2,76	0,53
TB2	67	5624	2532	4,5	41,6	23,2	18,4	52217	TANT2	166,0	0,219	1,32	2,80	0,53
TB3	79	2462	3091	6,0	34,4	18,4	16,0	54383	TANT3	166,4	0,234	1,41	2,68	0,47
TB4	79	6232	2894	5,5	48,0	36,0	12,0	55933	TANT4	186,6	0,244	1,31	2,73	0,52
TB5	81	4134	2321	4,5	15,2	10,4	4,8	56833	TANT5	169,1	0,238	1,41	2,62	0,46
TC1	83	3040	2008	4,8	45,6	8,8	36,8	55600	TBT1	174,0	0,227	1,30	2,65	0,51
TC2	85	4651	3114	5,2	30,4	7,2	23,2	51183	TBT2	175,3	0,249	1,42	2,56	0,44
TC3	81	4347	2886	6,5	49,6	14,4	35,2	54000	TBT3	181,6	0,261	1,44	2,84	0,49
TC4	86	2979	2783	5,1	36,8	10,4	26,4	54133	TBT4	163,6	0,230	1,41	2,59	0,46
TC5	80	5381	2840	4,8	17,6	7,0	10,6	53183	TBT5	157,6	0,235	1,49	2,63	0,43
TD1	66	2979	2122	5,4	40,8	39,2	1,6	54950	TBNT1	176,2	0,229	1,30	2,65	0,51
TD2	75	4256	2817	4,8	55,2	47,2	8,0	54683	TBNT2	184,8	0,227	1,23	2,80	0,56
TD3	55	3192	2521	4,2	33,6	31,2	2,4	55550	TBNT3	174,8	0,250	1,43	2,68	0,47
TD4	62	3405	2692	5,0	26,4	23,2	3,2	52750	TBNT4	175,9	0,246	1,40	2,64	0,47
TD5	62	3283	3137	5,2	10,8	5,8	5,0	55300	TBNT5	160,3	0,227	1,42	2,63	0,46
TE1	72	3374	2310	6,0	49,6	40,8	8,8	55617	TCT1	171,3	0,241	1,41	2,61	0,46
TE2	73	3374	3080	6,2	24,8	22,4	2,4	55833	TCT2	168,2	0,245	1,45	2,58	0,44
TE3	60	3557	2498	6,7	92,8	44,8	20,0	54533	TCT3	169,3	0,236	1,39	2,57	0,46
TE4	60	3070	2504	6,1	43,2	28,0	15,2	53600	TCT4	167,3	0,228	1,36	2,56	0,47
TE5	85	3922	2498	5,5	16,8	14,0	2,8	54617	TCT5	149,8	0,213	1,43	2,56	0,44
									TCNT1	174,9	0,255	1,46	2,62	0,44
									TCNT2	168,6	0,240	1,42	2,62	0,46
									TCNT3	173,1	0,236	1,37	2,63	0,48
									TCNT4	171,6	0,235	1,37	2,65	0,48
									TCNT5	162,8	0,235	1,45	2,57	0,44
									TDT1	164,2	0,231	1,41	2,62	0,46
									TDT2	166,7	0,244	1,46	2,61	0,44
									TDT3	165,3	0,241	1,46	2,61	0,44
									TDT4	153,5	0,214	1,39	2,57	0,46
									TDT5	147,5	0,219	1,49	2,64	0,44
									TDNT1	189,0	0,254	1,35	2,62	0,49
									TDNT2	187,6	0,247	1,32	2,59	0,49
									TDNT3	172,5	0,200	1,16	2,61	0,56
									TDNT4	164,2	0,234	1,42	2,60	0,45
									TDNT5	148,5	0,217	1,46	2,58	0,43
									TET1	168,6	0,244	1,45	2,59	0,44
									TET2	179,9	0,265	1,47	2,63	0,44
									TET3	181,4	0,253	1,40	2,60	0,46
									TET4	170,8	0,254	1,48	2,64	0,44
									TET5	142,2	0,210	1,48	2,52	0,42
									TENT1	175,6	0,233	1,33	2,62	0,49
									TENT2	179,8	0,263	1,47	2,58	0,43
									TENT3	179,8	0,256	1,43	2,59	0,45
									TENT4	169,2	0,241	1,43	2,59	0,45
									TENT5	146,6	0,211	1,45	2,57	0,43

Trat	V14	V15	V16	V17	V 18	V19	V20	V21	V22	V23	24
TAT1	3,13	44762	3,19	45613	1,02	2,42	27,3	185,3	8280	6640	1
TAT2	3,12	44524	3,00	42857	1,11	2,49	29,2	2,7	7835	8233	2
TAT3	3,17	45238	3,35	47869	1,11	2,38	29,2	346,7	6688	6857	3
TAT4	3,10	44286	3,04	43462	1,12	2,37	30,1	152,0	7070	6988	4
TAT5	2,73	39048	2,73	38998	1,10	2,24	29,7	406,7	8280	7061	5
TANT1			3,00	42857	1,12	2,57	29,9	369,3	9968	9917	1
TANT2			3,11	44377	1,23	2,56	30,9	97,3	9300	9260	2
TANT3			3,24	46242	1,31	2,48	28,0	26,7	8790	8603	3
TANT4			3,33	47524	1,22	2,44	30,0	113,3	5828	7764	4
TANT5			3,42	48832	1,13	2,40	28,1	417,3	8026	6894	5
TBT1	3,07	43810	3,05	43577	1,12	2,62	30,4	324,0	8217	8336	1
TBT2	2,98	42619	3,17	45321	1,11	2,40	29,9	152,0	10573	10066	2
TBT3	3,15	45000	2,59	36946	1,07	2,31	31,1	260,0	9936	7872	3
TBT4	2,88	41190	2,70	38636	1,11	2,17	30,5	228,0	6497	6665	4
TBT5	2,98	42619	2,67	38108	0,99	2,29	30,1	425,3	6943	7207	5
TBNT1			3,47	49524	1,04	2,56	29,1	337,3	10096	10247	1
TBNT2			2,97	42377	1,09	2,57	32,9	89,3	9809	10858	2
TBNT3			2,84	40574	1,06	2,43	30,5	264,0	9905	9170	3
TBNT4			3,33	47619	1,13	2,36	29,0	334,7	7198	7556	4
TBNT5			2,37	33901	1,00	2,18	28,9	376,0	7771	8722	5
TCT1	2,93	41905	3,17	45337	1,12	2,49	30,8	209,3	7643	7676	1
TCT2	3,22	45952	2,73	39048	1,12	2,31	29,7	210,7	9809	8905	2
TCT3	2,98	42619	2,90	41490	1,13	2,32	30,0	197,3	7962	7003	3
TCT4	3,02	43095	2,90	41490	1,06	2,28	30,7	120,0	7389	7748	4
TCT5	2,90	41429	2,97	42461	0,97	2,31	30,5	80,0	8599	7287	5
TCNT1			3,03	43319	1,18	2,57	29,3	261,3	8885	8650	1
TCNT2			3,32	47461	1,18	2,42	27,7	190,7	8471	7084	2
TCNT3			3,19	45573	1,16	2,50	29,9	120,0	8694	4967	3
TCNT4			3,04	43462	1,15	2,34	29,5	72,0	7835	6014	4
TCNT5			2,63	37594	1,02	2,40	28,3	105,3	9459	6437	5
TDT1	3,08	44048	2,72	38879	1,04	2,39	30,6	157,3	9300	6520	1
TDT2	2,90	41429	3,02	43157	1,05	2,34	27,9	130,7	5669	6105	2
TDT3	2,87	40952	2,62	37474	1,10	2,44	29,8	88,0	8280	6555	3
TDT4	2,95	42143	2,97	42461	1,07	2,27	29,7	204,0	5096	4757	4
TDT5	2,98	42619	3,11	44465	0,97	2,29	29,0	410,7	3949	6682	5
TDNT1			2,79	39814	1,09	2,39	28,0	216,0	9236	8203	1
TDNT2			2,77	39630	1,10	2,30	28,6	205,3	7452	7217	2
TDNT3			2,53	36190	1,10	2,39	29,0	72,0	7038	6895	3
TDNT4			2,71	38661	1,02	2,35	29,1	338,7	7612	6094	4
TDNT5			3,05	43519	1,02	2,36	29,3	321,3	7739	6985	5
TET1	2,52	35952	2,87	40952	1,03	2,41	30,6	362,7	6943	7740	1
TET2	2,95	42143	3,20	45692	1,05	2,37	29,1	110,7	7962	6498	2
TET3	2,68	38333	2,73	39048	1,09	2,33	30,9	176,0	7261	7910	3
TET4	2,93	41905	3,36	47932	1,05	2,35	28,1	74,7	8854	8985	4
TET5	2,90	41429	2,93	41880	1,03	2,42	28,4	156,0	9172	7020	5
TENT1			2,70	38532	1,03	2,29	29,5	504,0	7866	7020	1
TENT2			3,84	54872	1,11	2,46	29,1	68,0	7006	6957	2
TENT3			2,93	41905	1,09	2,48	28,8	294,7	8567	7349	3
TENT4			2,53	36094	1,11	2,37	29,2	88,0	8663	7585	4
TENT5			2,65	37812	1,12	2,48	28,5	289,3	8057	6495	5

V25	V26	V27	V28	V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37	V38	V39	V40	V41	V42	V43
0	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
0,02	1,35	1,44	1,53	1,49	1,22	1,41	1,31	2,17	1,22	1,26	1,26	1,44	1,06	1,34	1,34	1,39	1,06	1,24
0,04	2,08	2,26	2,39	2,30	1,76	2,16	1,98	3,70	1,76	1,85	1,40	2,14	1,50	1,99	1,99	2,10	1,45	1,81
0,06	2,62	2,71	2,75	3,25	2,44	2,75	3,07	4,83	3,65	2,89	3,11	3,51	2,05	2,93	2,43	2,71	1,88	2,40
0,08	2,66	2,89	3,02	3,07	2,17	2,76	3,29	4,42	4,51	4,15	4,38	4,15	2,38	3,31	2,82	2,87	2,54	2,79
0,10	2,62	2,89	2,89	2,89	2,26	2,71	3,79	4,38	4,83	4,29	4,42	4,34	2,38	3,37	2,82	3,31	2,87	2,95
0,12	2,57	2,98	2,75	2,84	2,03	2,63	3,97	4,01	4,38	4,74	4,29	4,28	2,76	3,42	2,82	2,87	2,65	2,91
0,14	2,44	2,75	2,71	2,66	1,94	2,50	3,61	3,16	3,74	3,97	3,74	3,64	2,65	2,76	2,54	2,93	2,38	2,65
0,16	2,26	2,66	2,39	2,48	1,89	2,34	3,52	2,98	3,29	3,56	3,52	3,37	2,32	2,54	2,54	2,87	2,38	2,53
0,18	2,21	2,66	2,35	2,48	1,80	2,30	3,61	3,29	2,80	3,29	3,43	3,28	2,27	2,65	2,43	2,54	2,38	2,46
0,20	2,12	2,35	2,39	2,26	1,80	2,18	2,84	2,89	2,53	3,07	2,98	2,86	2,10	2,82	3,04	2,65	2,54	2,63
0,22	1,98	1,85	2,21	2,35	1,76	2,03	2,84	2,48	2,26	2,71	2,53	2,56	2,16	2,82	2,82	2,60	2,49	2,58
0,24	2,12	2,08	2,48	2,30	1,98	2,19	3,20	2,53	2,17	2,53	2,62	2,61	1,99	2,87	2,32	2,49	2,60	2,46
0,26	2,12	1,94	2,53	2,30	2,08	2,19	3,29	2,30	2,03	2,84	2,62	2,62	2,21	2,60	2,32	2,32	2,49	2,39
0,28	2,08	1,89	2,35	2,17	1,89	2,08	2,48	2,48	2,21	2,53	2,39	2,42	2,38	2,54	2,32	2,21	2,43	2,38
0,30	2,08	1,89	2,30	2,26	1,85	2,08	2,57	2,39	2,35	2,62	2,35	2,45	2,54	2,43	2,21	2,05	2,82	2,41
0,32	2,12	1,89	2,21	2,30	1,98	2,10	2,57	2,62	2,35	2,35	2,48	2,47	2,65	2,38	2,21	1,94	2,87	2,41
0,34	2,21	1,89	2,44	2,12	2,12	2,16	2,48	2,53	2,35	2,53	2,44	2,46	2,65	2,32	2,21	2,05	2,60	2,37
0,36	2,12	1,94	2,17	2,08	2,21	2,10	2,53	2,44	2,26	2,44	2,53	2,44	2,65	2,21	2,21	2,21	2,76	2,41
0,38	2,08	1,80	2,21	2,17	2,03	2,06	2,53	2,35	2,30	2,26	2,39	2,36	2,54	2,21	2,27	1,99	2,38	2,28
0,40	2,03	1,80	2,08	2,08	2,03	2,00	2,66	2,30	2,12	2,12	2,21	2,28	2,38	2,16	2,16	1,88	2,38	2,19