

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

**DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E ESPAÇAMENTOS
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*)**

ANTONIO RENAN BERCHOL DA SILVA

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

BOTUCATU
Maio – 2004

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

**DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E ESPAÇAMENTOS
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*)**

ANTONIO RENAN BERCHOL DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia – Programa de Pós-graduação
Energia na Agricultura.

BOTUCATU
Maio – 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586d Silva, Antonio Renan Berchol da, 1973-
Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na
cultura do milho (Zea mays L.) / Antonio Renan Berchol da
Silva. -- Botucatu, [s.n.], 2004.
xviii, 147 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agronômicas.
Orientador: Sergio Hugo Benez.
Inclui bibliografia.

1. Mecanização. 2. Solos - Manejo. 3. Milho -
Espaçamento. 4. Milho. I. Benez, Sergio Hugo.
II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E ESPAÇAMENTOS
NA CULTURA DO MILHO (Zea mays L.)"**

ALUNO: ANTONIO RENAN BERCHOL DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO HUGO BENEZ

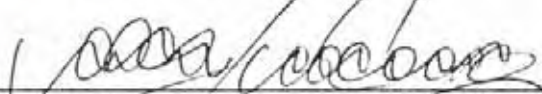
Aprovado pela Comissão Examinadora:



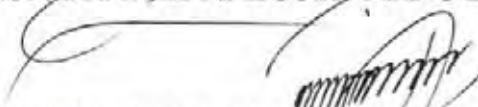
PROF. DR. SÉRGIO HUGO BENEZ



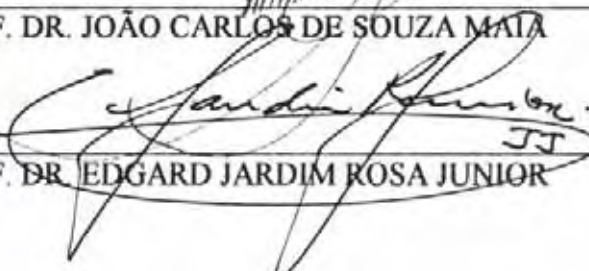
PROF. DR. SILVÍO JOSÉ BICUDO



PROF. DR. LUIZ MALCOLN MANO DE MELLO



PROF. DR. JOÃO CARLOS DE SOUZA MAIA



PROF. DR. EDGARD JARDIM ROSA JUNIOR

Data da Realização: 28 de maio de 2004.

AGRADEÇO

a **DEUS**

pela **vida, sabedoria e oportunidades**

Aos meus queridos pais, **Antonio e Iraci**

e, para a **Elisangela**

pelo constante incentivo apoio, carinho, compreensão e, sobretudo, exemplo de vida,
que me possibilitaram realizar esse trabalho

DEDICO

Para minha irmã **Renata**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA**, UNESP, Câmpus de Botucatu, onde fui recebido em 1992 para o Curso de Graduação em Agronomia e saio agora com o Curso de Doutorado concluído;

Ao Prof. Dr. **Sérgio Hugo Benez**, pela orientação, ensinamentos, incentivo, oportunidades, amizade e principalmente pelo exemplo de seriedade, disciplina e honestidade;

Ao Coordenador do Curso de Pós Graduação em Agronomia-Programa de Pós-graduação Energia na Agricultura, Prof. Dr. **Kléber Pereira Lanças**;

A todos os Docentes e funcionários do **Departamento de Engenharia Rural** pelos ensinamentos, ajuda e amizade;

Aos **colegas do Curso de Pós-Graduação**, em especial aos integrantes do **Grupo de Plantio Direto**, pela constante ajuda, sugestões, grande amizade e companheirismo;

Ao Supervisor das **FEPP**, Prof. Dr. **Sílvio José Bicudo** e aos funcionários, **Mário de Oliveira Munhoz**, **Marcos José Gonçalves**, **Manuel Lopes dos Santos**, **Aparecido Bessa Ramon** e **Acássio Tavares**, pela grande ajuda na instalação e condução dos ensaios de campo e principalmente pela amizade;

A todos os funcionários da **Biblioteca e da Seção de Pós-graduação da FCA**, pelo auxílio e atenção ao longo desses anos;

A **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP**, pela concessão de bolsa de estudos durante a realização dessa pesquisa;

Para todas as pessoas que, de formas diferentes, contribuíram para realização desse trabalho, o autor agradece.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Sistemas de preparo do solo.....	7
4.2 Cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.).....	11
4.2.1 Espaçamento entre linhas.....	12
4.2.2 Comportamento de cultivares em diferentes sistemas de preparo do solo.....	17
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1 Material.....	20
5.1.1 Área experimental.....	20
5.1.2 Solo.....	21
5.1.3 Clima.....	23
5.1.4 Insumos agrícolas.....	27
5.1.4.1 Sementes.....	27
5.1.4.2 Fertilizantes.....	28
5.1.4.3 Herbicidas.....	28
5.1.4.4 Inseticidas.....	28
5.1.5 Equipamentos agrícolas.....	28
5.1.5.1 Tratores.....	28
5.1.5.2 Equipamentos.....	29
5.1.6 Materiais e equipamentos utilizados para coleta de amostras e avaliações.....	30
5.1.6.1 Determinação da densidade do solo.....	30
5.1.6.2 Determinação do teor de água no solo.....	30
5.1.6.3 Determinação da matéria seca da cobertura vegetal.....	30
5.1.6.4 Determinação do perfil de solo mobilizado e profundidade de trabalho dos equipamentos de preparo.....	31
5.1.6.5 Determinação da desagregação do solo.....	31

5.1.6.6 Determinação da porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo e semeadura.....	31
5.1.6.7 Determinação da profundidade de deposição de sementes.....	31
5.1.6.8 Determinação do número médio de dias para emergência das plântulas...	31
5.1.6.9 Determinação das populações inicial e final de plantas.....	32
5.1.6.10 Determinação da altura das plantas de milho, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo.....	32
5.1.6.11 Determinação da produtividade da cultura do milho.....	32
5.1.6.12 Determinação do índice de espiga.....	32
5.1.6.13 Determinação do número de plantas quebradas e acamadas.....	32
5.1.6.14 Determinação da matéria seca das plantas de milho e plantas daninhas na colheita.....	33
5.1.6.15 Determinação da resistência do solo à penetração.....	33
5.1.6.16 Determinação da força média de tração.....	33
5.1.6.17 Determinação da velocidade média de deslocamento.....	33
5.1.6.18 Determinação do consumo médio de combustível.....	33
5.1.6.19 Monitoramento da semeadura.....	34
5.2 Métodos.....	34
5.2.1 Delineamento experimental.....	34
5.2.2 Descrição dos tratamentos.....	34
5.2.3 Instalação e condução do experimento.....	35
5.2.4 Densidade do solo.....	38
5.2.5 Teor de água no solo.....	39
5.2.6 Quantidade de matéria seca da cobertura vegetal.....	39
5.2.7 Determinação do perfil de solo mobilizado, área mobilizada e profundidade média de trabalho dos equipamentos de preparo.....	39
5.2.8 Desagregação do solo.....	40
5.2.9 Porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo e semeadura.....	40
5.2.10 Profundidade de deposição de sementes.....	40

5.2.11 Número médio de dias para emergência das plântulas de milho.....	41
5.2.12 Populações inicial e final de plantas.....	41
5.2.13 Índice de sobrevivência das plantas de milho.....	42
5.2.14 Altura das plantas de milho e altura de inserção da primeira espiga.....	42
5.2.15 Diâmetro de colmo das plantas.....	42
5.2.16 Produtividade da cultura do milho.....	42
5.2.17 Índice de espiga.....	42
5.2.18 Parâmetros da espiga.....	43
5.2.18.1 Comprimento de espiga.....	43
5.2.18.2 Diâmetro de espiga.....	43
5.2.18.3 Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga.....	43
5.2.19 Número de plantas quebradas e acamadas.....	43
5.2.20 Matéria seca das plantas de milho na colheita.....	44
5.2.21 Matéria seca das plantas daninhas na colheita.....	44
5.2.22 Resistência do solo à penetração.....	44
5.2.23 Força média de tração.....	44
5.2.24 Velocidade média de deslocamento.....	46
5.2.25 Potência na barra de tração.....	46
5.2.26 Capacidade de campo efetiva.....	47
5.2.27 Tempo efetivo demandado.....	47
5.2.28 Uso específico de energia por área.....	47
5.2.29 Consumo horário de combustível.....	47
5.2.30 Consumo de combustível por área.....	48
5.2.31 Monitoramento da semeadura.....	48
5.2.32 Análise estatística.....	49
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
6.1 Densidade do solo.....	51
6.2 Teor de água no solo.....	52
6.3 Matéria seca da cobertura vegetal.....	54

6.4 Diâmetro médio geométrico, perfil de solo mobilizado, profundidade média de trabalho dos equipamentos de preparo e área de solo mobilizado.....	55
6.5 Porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo e semeadura.....	59
6.6 Profundidade de deposição de sementes.....	62
6.7 Número médio de dias para emergência das plântulas de milho.....	66
6.8 População inicial de plantas.....	71
6.9 População final de plantas.....	74
6.10 Altura das plantas.....	77
6.11 Altura de inserção da primeira espiga.....	82
6.12 Diâmetro de colmo das plantas.....	85
6.13 Produtividade da cultura do milho.....	87
6.14 Índice de espiga.....	95
6.15 Parâmetros de espiga.....	99
6.15.1 Comprimento de espiga.....	99
6.15.2 Diâmetro de espiga.....	101
6.15.3 Número de fileiras por espiga.....	105
6.15.4 Número de grãos por fileira.....	106
6.15.5 Número de grãos por espiga.....	109
6.16 Plantas quebradas.....	111
6.17 Plantas acamadas.....	114
6.18 Matéria seca das plantas de milho.....	117
6.19 Matéria seca das plantas daninhas.....	119
6.20 Índice de sobrevivência das plantas de milho.....	120
6.21 Força média de tração.....	122
6.22 Velocidade média de deslocamento.....	123
6.23 Potência na barra de tração.....	124
6.24 Capacidade de campo efetiva.....	125
6.25 Tempo efetivo demandado.....	128
6.26 Uso específico de energia.....	129
6.27 Consumo médio de combustível.....	131

6.28 Considerações finais.....	134
7 CONCLUSÕES.....	135
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm antes da instalação do primeiro ano do ensaio.....	21
2 Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm após a colheita do segundo ano do ensaio.....	22
3 Análise granulométrica do solo na profundidade de 0 – 20 cm antes da instalação do primeiro ano do ensaio.....	22
4 Resultados médios de resistência à penetração (kPa) antes da instalação dos sistemas de manejo no primeiro ano do ensaio.....	22
5 Teor de água (%) presente no solo por ocasião da determinação da resistência à penetração no primeiro ano do ensaio.....	23
6 Híbridos utilizados no ensaio e suas características agronômicas.....	27
7 Variedades utilizadas no ensaio e suas características agronômicas.....	27
8 Densidade do solo (kg.dm^{-3}) em três profundidades antes da instalação dos sistemas de manejo de solo no primeiro ano do ensaio.....	52
9 Densidade do solo (kg.dm^{-3}) antes da instalação dos sistemas de manejo de solo no segundo ano do ensaio.....	53
10 Teor de água (%) presente no solo por ocasião da implantação dos sistemas de manejo do solo no primeiro ano do ensaio.....	54
11 Teor de água (%) presente no solo por ocasião da implantação dos sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.....	54
12 Teor de água (%) presente no solo por ocasião da semeadura no primeiro (21/11/2000) e segundo (18/12/2000) ano do ensaio. Média das camadas 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.....	55
13 Matéria seca (kg.ha^{-1}) de milho antes da instalação dos tratamentos de manejo do solo no primeiro ano do ensaio.....	55
14 Matéria seca (kg.ha^{-1}) de triticale antes da instalação dos tratamentos de manejo do	

	solo no segundo ano do ensaio.....	56
15	Diâmetro médio geométrico (mm) dos agregados do solo em dois sistemas de manejo no primeiro ano do ensaio.....	56
16	Resultado da distribuição dos agregados do solo no sistema de manejo reduzido.....	57
17	Resultado da distribuição dos agregados do solo no sistema de manejo convencional.....	57
18	Profundidade média (cm) de trabalho em dois sistemas de manejo de solo.....	59
19	Área média (cm ²) de solo mobilizado em dois sistemas de manejo de solo.....	59
20	Porcentagem de cobertura do solo (%) após as operações de manejo nos dois anos do ensaio.....	60
21	Porcentagem de cobertura do solo (%) após a semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	61
22	Porcentagem de cobertura do solo (%) após a semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	62
23	Profundidade (cm) de deposição de sementes em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	64
24a	Profundidade (cm) de deposição de sementes em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	65
24b	Profundidade (cm) de deposição de sementes em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	66
25a	Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	68
25b	Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	70
26a	Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do	

	solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	71
26b	Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	72
27	População inicial de plantas (plantas.ha ⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	73
28	População inicial de plantas (plantas.ha ⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	74
29	População final das plantas (plantas.ha ⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	76
30	População final das plantas (plantas.ha ⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	77
31a	Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	79
31b	Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	80
32a	Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	81
32b	Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	82
33a	Altura de inserção de espiga (m) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	83
33b	Altura de inserção de espiga (m) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	84
34	Altura de inserção de espiga (m) em três sistemas de manejo do solo, quatro	

	cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	85
35	Diâmetro de colmo (cm) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	86
36	Diâmetro de colmo (cm) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	87
37	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	89
38a	Produtividade (kg.ha^{-1}) da cultura do milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	92
38b	Produtividade (kg.ha^{-1}) da cultura do milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	95
39	Índice de espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	97
40	Índice de espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	99
41	Comprimento de espigas (cm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	101
42	Comprimento de espigas (cm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	102
43	Diâmetro de espigas (mm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	103
44a	Diâmetro de espigas (mm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	104
44b	Diâmetro de espigas (mm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	105
45	Número de fileiras por espigas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares	

	de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	106
46	Número de grãos por fileiras em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	108
47	Número de grãos por fileiras em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	109
48	Número de grãos por espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	110
49	Número de grãos por espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	111
50a	Plantas quebradas (plantas.há ⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	113
50b	Plantas quebradas (plantas.há ⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	114
51	Plantas quebradas (plantas.há ⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	115
52	Plantas acamadas (plantas.ha ⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	116
53	Plantas acamadas (plantas.ha ⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	117
54	Quantidade de matéria seca (kg.ha ⁻¹) de plantas de milho, na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	119
55	Matéria seca (kg.ha ⁻¹) de plantas daninhas, na colheita, em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	120
56	Matéria seca (kg.ha ⁻¹) de plantas daninhas, na colheita, em três sistemas de manejo	

	do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	120
57	Índice de sobrevivência (%) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	121
58	Índice de sobrevivência (%) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	122
59	Força média de tração (kgf) em dois sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.....	123
60	Força média de tração (kgf) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano de ensaio.....	123
61	Velocidade média de deslocamento (km.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.....	124
62	Velocidade média de deslocamento (km.h^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	125
63	Potência média na barra de tração (kW) em dois sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.....	125
64	Potência média na barra de tração (kW) na operação de semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano de ensaio.....	126
65	Capacidade de campo efetiva (ha.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo no, segundo ano do ensaio.....	127
66	Capacidade de campo efetiva (ha.h^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	128
67	Tempo demandado (h.ha^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.....	129
68	Tempo demandado (h.ha^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	130
69	Uso específico de energia (kwh.ha^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo no, segundo ano do ensaio.....	131

70	Uso específico de energia (kwh.ha^{-1}) por área na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	132
71	Consumo médio horário de combustível (L.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo, no segundo ano do experimento.....	133
72	Consumo médio horário de combustível (L.h^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	134
73	Consumo médio de combustível (L.ha^{-1}) por área em dois sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.....	134
74	Consumo médio de combustível (L.ha^{-1}) por área na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no segundo ano do ensaio.....	135

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Resultado da precipitação pluviométrica (mm) mensal ocorrida nos anos agrícolas de realização do experimento.....	23
2 Resultado das temperaturas mínima, máxima e média (°C) mensais ocorridas durante o ano de 2000.....	24
3 Resultado das temperaturas mínima, máxima e média (°C) mensais ocorridas durante o ano de 2001.....	24
4 Resultado das temperaturas mínima, máxima e média (°C) mensais ocorridas durante o ano de 2002.....	25
5 Resultado da radiação solar mensal ocorrida durante os anos agrícolas de realização do ensaio.....	25
6 Extrato do balanço hídrico ocorrido no ano de 2000.....	26
7 Extrato do balanço hídrico ocorrido no ano de 2001.....	26
8 Extrato do balanço hídrico ocorrido no ano de 2002.....	27
9 Subparcela com manejo convencional semeado a 0,45 m e 0,90 m, respectivamente, 35 dias após a semeadura.....	36
10 Subparcela com manejo reduzido semeado a 0,45 m e 0,90 m, respectivamente, 35 dias após a semeadura.....	37
11 Subparcela com plantio direto semeado a 0,45 m e 0,90 m, respectivamente, 35 dias após a semeadura.....	38
12 Vista parcial da metodologia usada para determinação da profundidade de deposição de sementes.....	41
13 Vista parcial do suporte (azul) e da célula de carga utilizada para determinação da força de tração.....	45
14 Vista parcial do Microllogger 21X utilizado para aquisição dados coletados.....	45
15 Vista parcial do fluxômetro utilizado para determinação do consumo de combustível.....	48

16	Vista parcial do monitor eletrônico de semeadoras montado no trator utilizado para instalação do experimento a campo.....	49
17	Representação gráfica do perfil de solo mobilizado no sistema de manejo reduzido...	57
18	Representação gráfica do perfil de solo mobilizado no sistema de manejo convencional, após operação de gradagem pesada.....	57
19	Porcentagem de cobertura do solo após a semeadura em três sistemas de manejo e dois espaçamentos entre linhas, para os dois anos de condução do ensaio.....	61
20	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo no primeiro ano do ensaio.....	89
21	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.....	89
22	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano de experimento.....	90
23	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.....	92
24	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.....	93
25	Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano de experimento.....	93
26	Índice de espiga de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	97
27	Índice de espiga de quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.....	97
28	Capacidade de campo efetiva (ha.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo.....	126
29	Capacidade campo efetiva (ha.h^{-1}) na semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas.....	127
30	Uso específico de energia (kwh.ha^{-1}) por área na operação de semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas.....	130
31	Consumo combustível (L.ha^{-1}) por área na operação de semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas.....	133

1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos entre linhas sobre cultivares de milho, no município de Botucatu, região central do Estado de São Paulo.

O experimento foi conduzido, a campo, na safra de verão dos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Campus de Botucatu-SP, em solo classificado como Nitossolo Vermelho distroférico, com clima subtropical chuvoso tipo Cfa e caracterizada por apresentar inverno com baixa precipitação pluviométrica. Utilizou-se, respectivamente, para o primeiro e segundo ano de condução do ensaio, as culturas de milheto (*Pennisetum americanum*) e tritcale (*Triticum turgidocereale*) como plantas de cobertura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições, nos quais foram distribuídos os três sistemas de manejo do solo (PR - preparo reduzido, PD - plantio direto e PC - preparo convencional) que compuseram as parcelas. As subparcelas, em número de oito, foram compostas pelos fatores: cultivar de milho (variedades AL-30 e AL-25 e os híbridos Aventis A-2288 e Cargil C-333B) e espaçamento entre linhas (0,90 m e 0,45 m). A população de plantas foi de aproximadamente 55.000 plantas.ha⁻¹ para os dois espaçamentos estudados.

Após as operações de preparo do solo, os melhores resultados de porcentagem de cobertura do solo foram observados no sistema de plantio direto, seguido e nessa ordem pelos sistemas de manejo reduzido e convencional.

O sistema de manejo reduzido apresentou maiores valores de diâmetro médio geométrico dos agregados, área de solo mobilizado, capacidade de campo efetiva e consumo horário de combustível e, menores valores de tempo demandado, uso específico de energia e consumo de combustível por área. Os parâmetros porcentagem de cobertura do solo após a semeadura e a profundidade de deposição de sementes, também foram influenciados pelos sistemas de manejo.

Entre os espaçamentos entre linhas, o de 0,45 m, em consequência da menor largura de trabalho da semeadora-adubadora, resultou menores valores de capacidade de campo efetiva e, maiores valores de tempo demandado, uso específico de energia e consumo de combustível por área.

Os parâmetros população inicial e final de plantas, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, produtividade, índice de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por fileira, plantas quebradas e plantas acamadas foram influenciados pelos cultivares.

DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS AND ROW SPACINGS FOR THE CROP CORN.

Botucatu, 2004. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANTONIO RENAN BERCHOL DA SILVA

Adviser: SÉGIO HUGO BENEZ

2 SUMMARY

The present research had the objective to evaluate different soil tillage and row spacing on corn cultivars, in the municipal district of Botucatu, central area of São Paulo State, characterized by presenting winter with rainfall scarcity. The experiment was led on the field, in 2000/2001 and 2001/2002 summer, in the Experimental Lageado Farm of Agronomic Science College, UNESP-Botucatu-SP, in a soil classified as Red Nitosoil distroferrico, with a rainy subtropical climate called “Cfa”, using, respectively, for the first and second period, pearl millet (*Pennisetum americanum*) and triticale (*Triticum turgidocereale*) as soil covering crops.

The experimental design used was randomized blocks in split-plot design with four repetitions where the three soil tillage were distributed (PC - conventional tillage, PR - Reduced Tillage, PD - no tillage) which formed the parcels. The subdivision of the parcels, in number of eight, were composed by the factorial corn cultivar (varieties AL-30 and AL-25 and hybrids Aventis A-2288 and Cargil C-333B) and row spacing (0,90 m and 0,45 m). The population of plants was approximately 55.000 plants.ha⁻¹ for the two spacing.

After the soil tillage operations, the best covering percentage results were observed in no tillage, being followed by reduced tillage and conventional tillage respectively.

Reduced tillage presented greater aggregates geometric medium diameter, mobilized soil area, effective field capacity and consume per hour and, lower values

of demanded time, energy specific use and fuel consumption per area. The parameters, tenor of water in the soil at seedling, percentage soil covering after seedling and depth of seeds deposition were also influenced by the soil tillage systems.

For seedling operation, no tillage sowed at 0.90 m presented the best results of effective field capacity, demanded time, specific energy use and fuel consumption per area.

The spacing between lines influenced the following parameters: effective field capacity, demanded time, specific energy use and fuel consumption per area.

The parameters, initial and final population of plants, height of plants, insert height of the first corn-cob, yield, index of corn-cobs, corn-cobs diameter, number of grains by row, broken plants were influenced by the cultivars.

3 INTRODUÇÃO

A atividade agrícola brasileira, nos últimos anos, teve um grande desenvolvimento com a expansão da área produtiva e, principalmente, pelo sensível aumento da produtividade. Essa evolução foi reflexo da adoção de novas tecnologias nas mais variadas áreas ligadas ao setor agrícola, como defensivos, fertilizantes, desenvolvimento genético de cultivares, equipamentos e técnicas de plantio. Entretanto, a necessidade de produzir cada vez mais, pode gerar o empobrecimento dos solos, principalmente pelas técnicas inadequadas de preparo.

O preparo do solo é o conjunto de práticas e operações que visam deixá-lo apto para a implantação e desenvolvimento de determinada cultura. Porém, a escolha de um sistema de preparo se torna complexa, pois envolve o estudo de outras variáveis como o tipo de solo, condição ambiente, espécie a ser cultivada. A escolha ou a utilização inadequada de certas técnicas e equipamentos de preparo do solo, tem causado a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Diante desse fato, faz-se necessário à adoção de práticas conservacionistas. Segundo Castro Filho et al. (1991), um sistema de preparo conservacionista é aquele que, além de produzir um leito de semeadura adequado, mantém quantidades consideráveis de palha na superfície, onde se destacam os sistemas reduzido ou cultivo mínimo e o plantio direto, que cada vez se faz mais presente na agricultura brasileira.

Atentos a esse fato, vários pesquisadores têm buscado soluções para aumentar a produtividade das culturas, como por exemplo, a do milho. A cultura do milho é uma das mais exploradas no Brasil, entretanto, a produtividade ainda é considerada baixa devido a não adequação de vários fatores como a fertilidade do solo, população, arranjo de plantas, escolha de cultivares adaptados a cada condição de manejo e clima e práticas culturais.

A redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho é uma das técnicas que podem resultar em aumentos de produtividade, pois há um rearranjo das plantas, se aproximando de um espaçamento eqüidistante, reduzindo a competição por luz (MUDSTOCK, 1978). Utilizando-se o mesmo espaçamento entre linhas nas culturas do milho e da soja, não haveria necessidade de ajustes freqüentes nas unidades de semeadura das semeadoras-adubadoras, economizando tempo e mão-de-obra, caracterizando outra vantagem na adoção dessa técnica.

Acrescido à escolha do mais adequado sistema de preparo do solo e espaçamento entre linhas, tem-se a escolha do cultivar. Segundo Teixeira et al. (1997) a utilização de cultivares adequados a cada condição é essencial para se obter maiores produtividades, porém, na maioria das vezes não se tem dado atenção a esse fato.

Face ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos sistemas de manejo reduzido, convencional e plantio direto e dos espaçamentos entre linhas 0,90 e 0,45 m em quatro cultivares de milho (híbridos e variedades), através de parâmetros relacionados com o crescimento e desenvolvimento da cultura, ao solo e as máquinas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Sistemas de preparo do solo

Entende-se por sistema de preparo de solo um conjunto de operações realizadas segundo uma seqüência pré-estabelecida, buscando atender aos objetivos requeridos para cada situação (BOLLER, 2001). Segundo ASAE (1982), preparo é definido como a manipulação mecânica do solo pela ação dos órgãos ativos, visando a criação de condições mínimas para o desenvolvimento e produção das culturas nele implantadas.

O preparo primário do solo é realizado com arados de disco e o escarificador, já o preparo secundário, responsável pela adequação da superfície para semeadura, é realizado com grades niveladoras (ASAE, 1997). Segundo o mesmo autor, os sistemas de preparo do solo são divididos em: preparo convencional, caracterizado por ter duas ou mais operações, preparo reduzido, apenas uma operação e, plantio direto, que é a semeadura diretamente em solo não preparado.

Segundo Siqueira (1999), a mecanização agrícola é um importante componente básico na maioria das estratégias de desenvolvimento rural e no aumento da produtividade da mão-de-obra. No entanto, sua introdução maciça, sem qualquer adaptação prévia aos diferentes tipos de solo, pode ocasionar rápida e contínua degradação desse recurso natural.

Uma das maiores concentrações de uso da mecanização agrícola se dá no preparo do solo, definido como diferentes operações mecânicas para mantê-lo em condições adequadas para germinação, emergência das plântulas, desenvolvimento e produtividade das culturas (VEIGA & AMADO, 1994).

O preparo do solo e a implantação das culturas são etapas importantes em qualquer exploração agrícola em razão do elevado custo, alta demanda de potência e também, por serem etapas iniciais, refletirão no desenvolvimento e na produção das culturas. Segundo Boller (2001), para aumentar a produção das plantas, os sistemas de preparo do solo têm de facilitar a conservação do solo e da água, criar condições que estimulem o desenvolvimento do sistema radicular das culturas e manter níveis favoráveis de matéria orgânica no solo.

Entretanto, segundo Derpsch et al. (1991), pouca atenção tem sido dada às conseqüências do preparo de solo nos estabelecimentos agrícolas. Os métodos de preparo introduzidos por colonizadores europeus, incorporando os resíduos vegetais e deixando a superfície desnuda por um determinado tempo, podem ser vantajosos para um plantio sem obstáculos, porém inadequados para o relevo e condições pluviométricas de algumas regiões tropicais e subtropicais.

O preparo periódico do solo com uso excessivo de arados e grades trabalhando continuamente nas mesmas profundidades, acarreta uma desagregação da camada superficial e uma compactação da subsuperfície, resultando, conseqüentemente, num aumento do potencial erosivo das chuvas e uma redução do potencial produtivo das culturas.

Segundo Gamero et al. (1997), os itens que devem ser levados em consideração para a escolha de um ou outro método de preparo são: o tipo de solo; a sua declividade e susceptibilidade à erosão; o regime de chuvas; as culturas a serem empregadas nos sistemas de cultivo e o tempo disponível para a realização das diversas operações agrícolas na propriedade no ano. Portanto, a forma mais adequada de preparo do solo deve ser decisiva para a escolha dos equipamentos a serem empregados, e não o contrário.

Henklain & Casão Júnior, 1989 citados por Siqueira (1999), relatam que a escolha de determinado sistema de preparo do solo deve levar em consideração as respostas da cultura e do solo, visando diminuir perdas de solo por erosão, controle de plantas

daninhas, capacidade de retenção e movimentação de água e também a recuperação física do solo.

Segundo Boller (2001), não existe uma receita de preparo do solo que possa ser aplicada com sucesso em qualquer situação, sendo este específico para o tipo de solo, clima e espécie cultivada e, suas adaptações influenciadas por fatores biofísicos e sócio-econômicos. O preparo do solo pode ser decisivo para a produtividade das plantas cultivadas, dependendo do grau de sensibilidade destas às condições de solo.

Schultz (1987) divide os sistemas de preparo em três grupos: sistema convencional, onde o solo é lavrado e a superfície fica exposta; cultivo mínimo, quando há menor mobilização do solo do que o normalmente utilizado numa região e, o plantio direto ou nenhum preparo, o qual consiste em depositar a semente diretamente sob o solo não preparado, cujas plantas daninhas foram dessecadas através do uso de herbicidas.

Atualmente, existem várias alternativas de métodos de preparo, desde os que revolvem totalmente o solo até os que mobilizam o mínimo necessário. Como exemplo citam o preparo convencional (caracterizado normalmente por uma aração e duas gradagens leves), preparo reduzido (utilização de subsoladores e escarificadores) e, o plantio direto, na qual o preparo se restringe as linhas de semeadura e adubação (GAMERO et al.1997).

Um dos sistemas de preparo do solo mais usados no Brasil é o sistema convencional. Benez (1972) cita que a principal característica do preparo convencional é o alto grau de mobilização e desagregação a que o solo é submetido com o intuito de obter uma semeadura sem obstáculos, porém, possui o inconveniente de compactar o solo, destruir-lhe a estrutura, reduzir a infiltração, aumentar a erosão, favorecer o crescimento de plantas daninhas e, principalmente, proporcionar alto custo quando comparado aos sistemas de cultivo mínimo.

Para Ortiz-Cañavate (1980) e Boller (2001), o preparo convencional do solo são todas as modalidades que utilizam operações de preparo primário com inversão das camadas do solo e conseqüente incorporação dos resíduos através de arados ou grades pesadas, seguidas por uma ou mais operações de preparo secundário, além de requererem elevado consumo de energia e demanda de tempo.

O preparo do solo voltado para sua conservação, evitando danos por erosão, é denominado preparo conservacionista. Pode-se considerar como conservacionistas os métodos de preparo e semeadura nos quais mais de 30% do solo permanece coberto por

resíduos vegetais após o plantio ou semeadura das culturas (ALLMARAS & DOWDY, 1985; MAGLEBY & SCHERTZ, 1988).

Sistemas de preparo do solo constituídos por um número menor de operações do que o sistema convencional e que mobilizam menor volume de solo, são denominados de preparo mínimo ou preparo reduzido (BOLLER, 2001). O autor cita ainda que essa modalidade de preparo do solo promove maior rugosidade superficial e porosidade comparada com o convencional, aumentando a capacidade de armazenamento de água e, conseqüentemente, reduz os riscos da formação de uma crosta superficial após as chuvas intensas, comuns nos períodos que coincidem com a semeadura das culturas.

Dallmeyer (1994) cita que o preparo reduzido, por não inverter as leivas do solo, proporciona menor incorporação de resíduos vegetais em um menor número de operações, sendo vantajoso em relação aos sistemas convencionais em função do menor custo do preparo e redução nas perdas de água e solo.

Para Denardin (1984) o preparo reduzido não implica na redução da profundidade de mobilização do solo, mas sim na redução do número de operações necessárias para proporcionar as condições ideais ao estabelecimento de culturas.

Outro sistema classificado como conservacionista é o plantio direto, que é definido por Derpsch et al. (1991) como sendo o sistema de plantio na qual a semente é depositada diretamente no solo não preparado, onde os resíduos da cultura anterior permanecem na superfície e as plantas daninhas são controladas quimicamente. Comparado com outros métodos de preparo, é o único em que a energia de impacto das gotas de chuva é amortecida pela camada de cobertura morta e a erosão é controlada eficazmente.

Ainda, segundo Muzilli (1985) é um processo de semeadura em solo não preparado, onde as sementes são colocadas em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e um adequado contato da semente com o solo. Caracteriza-se pela menor intensidade de mobilização e redução do tráfego de máquinas.

De acordo com Skora Neto (2002), trata-se de um sistema de exploração agrícola caracterizado pelo não revolvimento do solo e uso de cobertura morta para proteção do solo e melhoramento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Para as condições tropicais e subtropicais, o plantio direto surge como uma tecnologia avançada de uso do solo, proporcionando benefícios comprovados na conservação do solo e na economicidade quando se compara com sistemas convencionais de cultivo. Entretanto, requer maior nível de conhecimentos técnicos sobre planejamento de uso da terra, controle de plantas daninhas e prévio condicionamento físico e químico do solo (SILVA & RESCK, 1997). Antuniassi (1990) cita que, apesar de algumas desvantagens advindas do emprego de novas técnicas, o manejo conservacionista do solo tem evoluído rapidamente no Brasil.

Entretanto, na impossibilidade da adoção desse sistema, deve-se priorizar o cultivo mínimo, que além de reduzir o número de operações, utiliza-se de equipamentos de preparo do solo capazes de manter quantidades consideráveis de palha sobre o solo e ainda garantem uma rugosidade superficial que influencie na redução do processo erosivo.

4.2 Cultura do milho (*Zea mays* L.)

Tradicionalmente, o milho vem sendo utilizado como fonte energética na alimentação humana e animal, representando 70% da demanda mundial, porém, recentemente seu uso se ampliou para a industrialização com a produção de amido, álcool, adoçantes, óleos, e agora surge também como fonte de biocombustíveis (AGRIANUAL, 2004). Segundo o mesmo autor, em dez anos houve um aumento da produção mundial na ordem de 26%, enquanto que, no mesmo período, a área plantada expandiu apenas 5%, o que corresponde a um ganho de 20% na produtividade da cultura.

Os três primeiros produtores de milho no mundo continuam os mesmos e na mesma ordem há duas décadas, variando apenas as proporções: Estados Unidos aparecem como primeiro, representando 38% do mercado, a China em segundo, com 20% e o Brasil, ocupando a terceira colocação com 7% do mercado mundial (AGRIANUAL, 2004).

O milho é produzido em quase todo território brasileiro nas mais diferentes regiões e com os mais diferentes sistemas de produção, invalidando qualquer tentativa de homogeneização que se procure dar ao tema (CRUZ et al., 1993).

Segundo Melo Filho e Richetti (1997), no âmbito nacional, a cultura do milho pode ser considerada um das mais importante, tanto sob o aspecto econômico quanto o social, pois destaca-se por apresentar grande área cultivada entre os principais grãos e por ser componente básico da dieta, principalmente entre as camadas mais pobres da população e ser o produto típico do pequeno produtor rural, pois se for considerado o total da área das propriedades rurais produtoras, 92,3% da produção é obtida em lavouras com menos de 100 hectares.

Em 2001, o Brasil colheu a maior safra de milho da história, pouco mais de 41 milhões de toneladas em aproximadamente 13 milhões de hectares, resultando em aproximadamente $3,2 \text{ t.ha}^{-1}$ (GLAT, 2002).

Pinazza (1993) cita que a produtividade média nacional é baixa devido à cultura de subsistência, principalmente nas regiões Norte/Nordeste, onde são plantadas cerca de 30% da área cultivada e as técnicas são rudimentares com baixa ou nula utilização de insumos modernos.

Apesar dos baixos custos por hectare, a falta de competitividade do milho brasileiro se deve à reduzida produtividade das lavouras, o que eleva os custos da saca produzida em níveis superiores aos de seus concorrentes, ou seja, os Estados Unidos e a Argentina (NEHMI FILHO, 2003).

Após o início da exploração agrícola do cerrado brasileiro, observou-se que, mesmo em solos de baixa fertilidade natural, é possível obter produtividades de milho muito altas, comparadas as dos norte-americanos e argentinos, com baixo custo de produção. A explicação para esse fato é a altitude dessas regiões (NEHMI FILHO, 2003).

Em busca de maior produtividade da cultura, a pesquisa vem estudando a contribuição de cada fator de produção, tais como: adubação, irrigação, genética, manejo do solo e arranjos espaciais por meio de populações e espaçamentos adequados entre plantas.

4.3 Espaçamento entre linhas

Dentre as práticas de manejo que receberam especial atenção nesses últimos anos, destaca-se a redução de espaçamento entre linhas do milho para 50 e 45 cm.

Entretanto, como toda e qualquer prática de manejo, a redução de espaçamento requer, por parte dos produtores, análise prévia visando obter benefícios através da adoção dessa prática (PEIXOTO, 2001).

Apesar de sua ampla capacidade de adaptação, a expressão do potencial produtivo da cultura do milho, depende, além da carga genética, de fatores ambientais, principalmente luz, temperatura, água e nutrição. Dentro do ponto de vista de aproveitamento da interceptação da luz solar, como um fator positivo de produção, pode-se incrementá-la através do aumento da densidade de plantas e redução do espaçamento entre as linhas de semeadura, Molin (2000).

Com a redução do espaçamento entre as linhas de semeadura, espera-se otimizar a eficiência da interceptação da luz através do aumento da área foliar por unidade de área (índice foliar) ainda nos estádios fenológicos iniciais; reduzir a competição intra-específica por luz, água e nutrientes; aumentar a qualidade de luz interceptada pelas plantas e finalmente, incrementar a produção de matéria seca e grãos. A redução da competição intra-específica dá-se pela equidistância entre plantas, enquanto que a qualidade da luz é consequência da uniformidade da disposição de plantas, Molin (2000).

A melhor utilização de luz e água pela comunidade de plantas de milho, é o principal fator para explicar as alterações de produtividades ligadas a variações de distâncias entre linhas, Pendleton (1966) citado por Mudstock (1978). Segundo Bresselin (1993), se as plantas de milho ficarem equidistantes nas duas direções, a energia solar captada por elas seria 15 a 20% superior a energia aproveitada em semeadura com uma distância entre fileiras o dobro da que separa as plantas na linha de semeadura.

Há três grandes vantagens da interação da redução do espaçamento com população de plantas na cultura do milho. A primeira seria o aumento da produtividade dos cultivares, a segunda seria a estabilidade da produtividade assegurada pela menor margem de erro na semeadura (menor número de sementes por metro) e, a terceira vantagem está relacionada com a maximização da utilização das semeadoras, uma vez que se semeia diferentes culturas no mesmo espaçamento (milho e soja, por exemplo), economizando tempo de rearranjo de espaçamento dessas máquinas (PEIXOTO, 2002).

O espaçamento entre linhas adequado é aquele que permite cobertura total do solo quando a cultura atinge seu pleno desenvolvimento vegetativo, devendo ser

diferenciado de acordo com as variedades e condições edafoclimáticas (COBOCCI et al., 1996).

Segundo Argenta et al. (2003), a escolha do arranjo de plantas é influenciada pelo cultivar, forma de uso do milho pelo produtor, nível tecnológico, época de semeadura e comprimento da estação de crescimento.

Segundo Costa et al. (2003), a matéria seca acumulada pelas plantas em determinada área, é o resultado da transformação da radiação incidente pela fotossíntese. A radiação solar é interceptada pelas folhas após a total cobertura do solo pelo fechamento do espaço entre linhas, ou seja, lavouras semeadas em linhas mais próximas, aproveitam mais cedo a radiação incidente, resultando em mais fotossíntese e, conseqüentemente, mais reservas serão acumuladas durante a fase vegetativa e, que durante o período reprodutivo serão translocadas e utilizadas para a formação e fixação de flores, frutos e enchimento de grãos.

Peixoto (2003), relata que a produtividade é a interação entre o cultivar, o ambiente e o manejo. Cita ainda que algumas práticas de manejo evoluíram de forma substancial, porém outras, como a população de plantas e espaçamento entre linhas, ficaram estagnadas, visto que até pouco tempo, era possível encontrar lavouras com espaçamento de 1,0 metro entre linhas e população de 40.000 plantas por hectare. Redução de espaçamento entre linhas combinado com aumento de população são práticas rotineiras nos EUA e, uma das responsáveis pelos altos índices de produtividades alcançados.

Segundo Farnham (2001), a redução do espaçamento entre linhas não é um novo conceito nos EUA, pois cita que na Geórgia – EUA, Brown et al. (1970) encontraram 33,7% de incremento na produtividade do milho cultivado a 51 cm entre linhas comparado com espaçamento de 102 cm e, Shibles et al. (1966) em Iowa – EUA relatam acréscimo de 1,5% na produtividade do milho no espaçamento de 76 cm comparado com espaçamento 102 cm.

Argenta et al. (2000) com o objetivo de avaliar o efeito da redução do espaçamento entre linhas (40, 60, 80 e 100cm) sobre a produtividade de híbridos simples de milho, em duas densidades de plantas (50.000 e 65.000 plantas.ha⁻¹), no município de Eldorado do Sul-RS, concluíram que a resposta do rendimento de grãos à redução do espaçamento entre linhas foi influenciada pelo híbrido e pela densidade de plantas, sendo o

maior aumento ocorrido em híbridos de menor estatura e na densidade de 50.000 plantas.ha⁻¹. O autor não especifica qual sistema de preparo de solo foi utilizado.

Trabalhando com dois espaçamentos entre linhas (38 e 76 cm), quatro densidades de plantas por hectare (59.000, 69.000, 79.000 e 89.000) e seis híbridos de milho no Estado de Iowa – EUA, Farnham (2001), concluiu que não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

O incremento da produção de grãos através da redução do espaçamento, além da eficiência de conversão de radiação solar, é dependente da arquitetura, portanto, espera-se maior resposta à redução de espaçamento entre linhas de genótipos de milho de menor estatura com folhas mais eretas, Molin (2000).

Com o objetivo de avaliar o efeito da redução do espaçamento entre linhas (40, 60, 80 e 100 cm) na produtividade de híbridos simples de milho (Cargil 901 e Braskalb XL 212) em duas densidades de plantas por hectare (50.000 e 65.000 plantas.ha⁻¹), no município de Eldorado do Sul – RS em solo classificado como Argissolo vermelho distrófico sob sistema de plantio direto, Argenta et al. (2001), verificaram que a produtividade é influenciada pelo híbrido e pela densidade de plantas, ressaltando que esse aumento de produtividade se deu principalmente em híbridos de ciclo superprecoce e de baixa estatura.

A fim de avaliar o efeito da redução do espaçamento entre linhas (50, 75 e 100 cm), duas épocas de semeadura (semeadura antecipada em 1 de outubro e normal em 15 de novembro) em dois híbridos de milho (um híbrido simples superprecoce e um duplo tardio) num solo classificado com Oxisol no município de Lages-SC, Sangoi et al. (2001), concluíram que a redução do espaçamento de 100 para 50cm aumentou linearmente o rendimento de grãos, sendo estes maiores na semeadura antecipada. O tipo de da planta e o ciclo do híbrido utilizado não interferiram na resposta do milho à redução do espaçamento.

Para a cultura da soja, Thomas et al. (2003), trabalhando com dois espaçamentos (20 e 40cm) entre linhas, dois níveis de fertilidade do solo (muito baixo e suficiente) e dois cultivares (FT- Saray e Ocepar 14) no município de Eldorado do sul – RS, concluíram que quando a fertilidade atendeu as exigências da cultura, de acordo com as recomendações técnicas, a redução de espaçamento de 40 cm para 20 cm aumentou em 15% no primeiro ano e 25% no segundo. Entretanto, quando a fertilidade do solo ficou abaixo da recomendado, a diminuição do espaçamento entre linhas reduziu a produtividade em 17%.

Trabalhando com espaçamento entre linhas (45 e 60 cm), densidade de plantas (10, 13, 16, 19 e 22 plantas por metro) e uniformidade da semeadura (espaçamentos aceitáveis de 25%, 35%, 60% e 100%) sobre a produtividade da soja, num Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa fase cerrado no município de Lavras-MG, Tourino et al. (2002), concluíram que houve aumento de produtividade com a redução do espaçamento entre linhas (45 cm) aliado à redução da densidade de plantas (10 plantas por metro), justificado pela melhor distribuição das plantas. Citam ainda que densidades menores resultam em plantas menores, menor acamamento e maior porcentagem de sobrevivência.

Dos cultivares de soja indicados para o cultivo, nem todos respondem ao novo arranjo espacial proposto (redução do espaçamento e aumento de população), devendo ser testadas pelos agentes de fomento e extensão a fim de poder dar mais opções aos agricultores (COSTA et al., 2003).

Guidolin et al. (2003), trabalhando com dois cultivares de feijão (Barriga verde e Carioca 80SH), três populações de plantas (200, 300 e 400 mil plantas por hectare e dois espaçamentos entre linhas (25 e 50 cm), verificaram que o aumento de população de plantas de 200 para 400 mil plantas por hectare, no espaçamento entre linhas de 25 cm, aumentou a produtividade do cultivar Barriga verde e diminuiu do Carioca 80SH. Concluindo, os autores citam que se deve pesquisar cultivares adaptados à redução de espaçamento.

Outro benefício adicional esperado da equidistância entre plantas é a possibilidade de aumentar a competitividade cultural sobre as plantas daninhas, através da redução da germinação e emergência da maioria das espécies de plantas daninhas por falta de luz e através da redução do crescimento e desenvolvimento das mesmas, Molin (2000).

Lorenzi (1994) relata que a redução de espaçamento entre linhas, geralmente proporciona vantagens competitivas à maioria das culturas sobre as plantas daninhas sensíveis ao sombreamento.

De acordo com Costa et al (2003), cuidados no controle de daninhas devem tomados quando se utiliza a redução do espaçamento. Tendo um número maior de linhas por área, há um maior revolvimento do solo por ocasião da semeadura, favorecendo o aparecimento de invasoras na linha. O autor ainda cita que outro cuidado a ser tomado, é com a aplicação de herbicidas pós-emergentes para que esta seja feita o mais cedo possível, e não

quando as plantas já atingiram níveis altos de fechamento, o que pode ocasionar problemas de “efeito guarda chuva”, com pouco produto atingindo as plantas daninhas.

Andrade et al. (1999) avaliando os efeitos decorrentes da competição das plantas daninhas em três cultivares de feijão (Aporé, IAPAR 14 e Pérola), em diferentes espaçamentos (30, 40, 50 e 60 cm entre fileiras) com capina e sem capina, sobre os componentes de produção na região de Maringá-PR, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo sob sistema convencional de preparo, na época das águas, concluíram que a maior produtividade foi obtida com o cultivar Aporé, no espaçamento 45 cm no tratamento capinado, sendo que no sem capina a maior produtividade para esse cultivar foi verificada no espaçamento de 30 cm. Para o cultivar IAPAR 14, a produtividade não foi afetada pelos diferentes espaçamentos no capinado, o mesmo ocorrendo par o cultivar Pérola no não capinado. A produtividade do cultivar IAPAR 14 no sem capina decresceu com o aumento do espaçamento, já para o cultivar Pérola, no capinado, houve uma queda no espaçamento de 40cm, e em seguida, um aumento.

Segundo Peixoto (2001), antes de adotar a técnica de redução de espaçamento, o produtor deverá analisar todos os fatores que poderão estar influenciando no resultado da sua lavoura, desde a data de plantio, seleção dos híbridos, nível de fertilidade, distribuição de plantas, população de plantas, etc. Pesquisas são necessárias devido às modificações introduzidas nas características agronômicas dos híbridos e mudanças ocorridas no solo, nas condições climáticas e ambientais nas diferentes regiões do Brasil.

4.4 Comportamento de cultivares de milho em diferentes sistemas de manejo do solo

De acordo com Teixeira et al. (1997), a utilização de cultivares apropriados a cada condição, é essencial para se obter maiores produtividades e, na maioria das vezes, não se tem dado atenção a esse insumo, sendo a escolha da semente feita em função apenas do potencial de produtividade, características dos grãos, etc., ignorando-se o sistema de produção no qual a mesma será inserida.

Atualmente, há no mercado de sementes, um número bastante expressivo de cultivares de milho com elevado potencial produtivo, porém, apresentam

características que os diferenciam. Uma dessas características é a base genética, ou seja, os cultivares são agrupados em variedades e híbridos. As variedades, por possuírem uma base genética mais ampla, possuem grande potencial de adaptação, já os híbridos são obtidos por cruzamento de variedades ou linhagens visando o aumento do vigor e produtividade, porém possuem menor adaptação (TEIXEIRA et al., 1997). Portanto, dependendo das condições climáticas, preparo de solo, nível tecnológico que será adotado na cultura, etc., define-se qual base genética será mais adequada.

Segundo Silva (2000), o uso de variedades apresenta menores riscos para os pequenos agricultores que utilizam poucos insumos modernos e, maiores chances de êxito na introdução do sistema de plantio direto em locais sem tradição nesse tipo de manejo de solo.

Sistemas conservacionistas de preparo do solo, principalmente o sistema de plantio direto, podem atingir produtividades menores nos primeiros anos de cultivo, quando comparado com o sistema convencional de preparo do solo, principalmente por fatores nutricionais. Esse fato aliado à falta de domínio técnico do sistema, é que leva o desestímulo aos produtores. Outro fator que pode influenciar a produtividade, é a seleção genética dos cultivares, feita sobre preparo convencional. Nota-se com isso, que ainda não há uma preocupação intensa por parte das empresas produtoras de sementes, em desenvolver cultivares sob diferentes condições de manejo de solo, primeiro pelo custo e segundo porque alguns cultivares que apresentam bom desempenho em determinado sistema poderiam ficar num plano inferior em outro sistema.

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos sistemas de manejo do solo semeadura direta (SD), arado de aivecas (AA) e grade pesada (GP) sobre a caracterização estrutural do solo e sobre o desenvolvimento da variedade de milho OC-202, Balbino et al. (1994) conduziram um experimento em Palotina-PR, verificando as seguintes produtividades: AA-8.810 kg.ha⁻¹, SD-7.750 kg.ha⁻¹ e GP-4.970 kg.ha⁻¹.

Silva (2000) trabalhando com cultivares de milho em diferentes sistemas de preparo do solo, em Botucatu-SP, região Central, observou que tais cultivares se comportaram de maneira distinta, em termos de produtividade, em função do sistema de preparo do solo adotado, porém os sistemas de preparo não influenciaram a produtividade. Cita ainda o autor que as maiores variações de produtividade ocorreram no híbrido simples,

justamente o material genético com menor adaptação, já o contrário ocorreu com as variedades sintéticas da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, as quais apresentaram certa estabilidade produtiva, independente do preparo do solo, tendo também como outras vantagens, o baixo custo da semente, produtividade acima da média do Estado de São Paulo e a formação de maior quantidade de palha devido ao porte maior das plantas.

Comparando a produtividade de matéria seca de variedades e híbridos de milho semeados em diferentes sistemas de preparo do solo, Silva et al. (2000) encontraram cerca de 2.000 kg.ha⁻¹ de matéria seca a mais em favor das variedades, o que pode ser explicado pela maior altura dessas plantas. Essa produtividade de matéria seca representou cerca de 50% da produzida pela aveia preta, que ficou ao redor de 4.000 kg.ha⁻¹ na região em que os ensaios foram conduzidos.

A maior quantidade de matéria seca produzida pelas variedades de milho, em relação aos híbridos, favorece os sistemas de manejo de solo que preconizam a formação de camadas de palha na superfície sem a necessidade do cultivo de plantas destinadas a esse fim, Silva (2000). Essa característica é de grande importância na escolha dos cultivares de milho.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Área experimental

O experimento foi conduzido por dois anos agrícolas na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP Campus de Botucatu, no município de Botucatu, região Central do Estado de São Paulo, num Nitossolo Vermelho distroférico e clima subtropical chuvoso Cfa, caracterizado por apresentar inverno seco. A localização geográfica está definida entre as coordenadas 22°49' latitude sul e 48°25' longitude oeste, com altitude média de 770 metros, declividade média de 4,5% e exposição face oeste.

As parcelas experimentais vinham sendo cultivadas da mesma forma desde 1998, ou seja, com os três sistemas de manejo: preparo reduzido (PR), preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Quanto às culturas de verão instaladas, a área foi conduzida com milho até a safra 1998/1999; na safra 1999/2000, cultivou-se soja e, na safra 2000/2001, instalou-se o primeiro ano deste ensaio.

Quanto às culturas de inverno utilizadas para formação de cobertura morta, a área experimental foi rotacionada com vegetação espontânea (instalação do plantio

direto na safra 1997/1998), aveia preta (safras 1998/1999 e 1999/2000), milho (safra 2000/2001) e, triticale (safra 2001/2002).

5.1.2 Solo

O solo da área experimental foi classificado por Carvalho et al. (1983) e adaptado de acordo com Embrapa (1999) como sendo Nitossolo Vermelho distroférrico. O resultado da análise química do primeiro ano do ensaio, na profundidade 0 - 20 cm, está descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Análise química do solo na profundidade de 0 - 20 cm antes da instalação do primeiro ano do ensaio.

	PH	M.O	P (Resina)	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----mmol _c .dm ⁻³ -----						(%)
PC	4.5	24	16	50	2.5	22	14	38	87	43
PD	4.6	23	14	38	2.3	18	12	32	70	46
PR	5.9	24	19	25	2.6	47	29	78	103	76

Para determinação da fertilidade do solo, foram coletadas amostras de 0-20 cm em cada parcela na área experimental, totalizando três amostras compostas (uma por tratamento de preparo de solo). A metodologia utilizada foi de acordo com Instituto Agrônomo de Campinas descrita em Raij & Quaggio (1983). As análises foram processadas no Departamento de Recursos Naturais - Ciências do Solo da FCA/UNESP-Botucatu.

Seguindo a análise de solo, optou-se por corrigir com calcário somente as parcelas correspondentes ao manejo convencional (PC) e plantio direto (PD). De acordo com o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a calagem foi feita objetivando elevar a V% para 70%, conseqüentemente, as dosagens aplicadas foram 2.800 e 2.300 kg.ha⁻¹, respectivamente para os manejos PC e PD. A calagem foi realizada 22 dias após a semeadura do milho, utilizando um calcário com PRNT de 92%.

De acordo com a análise de solo, adotando o teor médio de fósforo igual a 15-16 mg.dm⁻³ e uma produção esperada de 6.000 a 8.000 kg.ha⁻¹, o cálculo da

adubação de plantio foi de 250 kg.ha⁻¹ da fórmula NPK 8-28-16+0,5% de Zn. Para a adubação de cobertura, a recomendação foi de 200 kg.ha⁻¹ de uréia (90 kg.ha⁻¹ de N).

Quadro 2. Análise química do solo na profundidade de 0 - 20 cm após a colheita do segundo ano do ensaio.

	PH	M.O	P (Resina)	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----mmol _c .dm ⁻³ -----						%
PC	5.0	29	18	55	4.3	30	14	48	103	47
PD	5.8	26	30	22	2.6	69	40	112	134	83
PR	5.1	26	33	45	3.2	36	15	54	99	55

Os resultados da análise granulométrica podem ser observados no Quadro 3. O método utilizado para determinação da granulometria do solo, foi o de Bouyoucus, descrito em Kiehl (1979). Coletou-se doze subamostras, uma amostra por parcela, na profundidade de 0 – 20 cm, resultando em uma amostra composta.

Quadro 3. Análise granulométrica do solo na profundidade de 0 – 20 cm antes da instalação do primeiro ano do ensaio.

Areia (g.kg ⁻¹)	Argila (g.kg ⁻¹)	Silte (g.kg ⁻¹)	Textura
165	450	385	Argilosa

Quadro 4. Resultados médios de resistência à penetração (kPa) antes da instalação dos sistemas de preparo no primeiro ano do ensaio.

Manejo de solo	Profundidade (cm)		
	0 - 10	10 - 20	20 - 30
PR	150,47 b	680,24 a	870,53 a
PD	235,02 a	617,71 a	856,53 a
PC	107,77 b	619,86 a	911,61 a
CV (%)	29,51	25,02	11,63

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott P≤0,05).

Os valores médios de resistência à penetração para as profundidades 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm são apresentados no Quadro 4. Os teores de água presentes no

solo por ocasião dessa determinação, estão descritas no Quadro 5. Nota-se que somente na camada superficial houve diferença significativa, onde o plantio direto apresentou maior resistência à penetração.

Quadro 5. Teor de água (%) presente no solo por ocasião da determinação da resistência à penetração no primeiro ano do ensaio.

Profundidade (cm)	Manejo do solo		
	0 - 10	10 - 20	20 - 30
PR	23,43	26,29	28,78
PD	21,82	25,30	27,59
PC	23,81	25,08	27,41

5.1.3 Clima

Pelo sistema de Köppen, o clima da região foi classificado como subtropical chuvoso tipo Cfa. Os resultados de precipitação pluviométrica, temperatura, radiação solar e balanço hídrico, durante os anos agrícolas em que se realizou o ensaio, mostrados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, e 8. Tais resultados foram disponibilizados pela Estação Meteorológica do Departamento de Recursos Naturais-Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas-Botucatu.

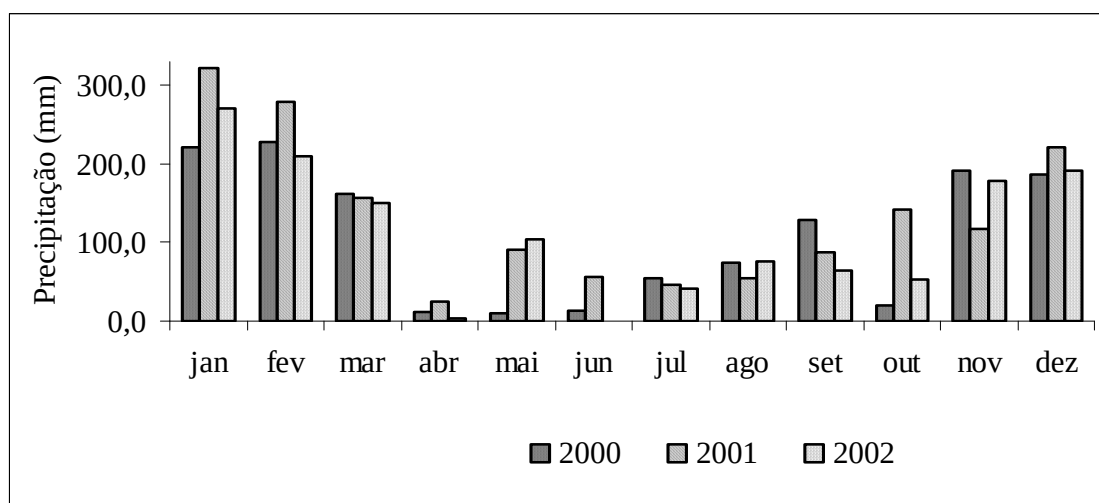


Figura 1. Resultado da precipitação pluviométrica (mm) mensal ocorrida nos anos agrícolas de realização do experimento.

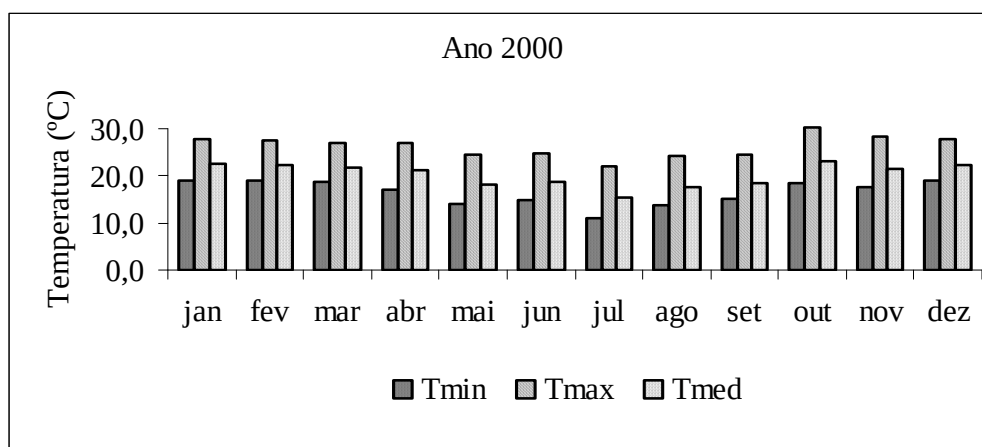


Figura 2. Resultado das temperaturas mínima, máxima e média (°C) mensais ocorridas durante o ano de 2000.

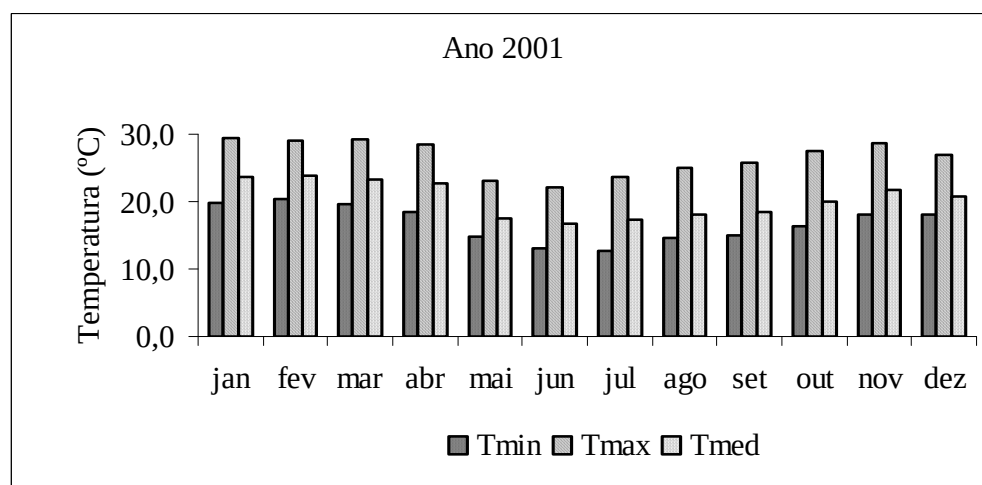


Figura 3. Resultado das temperaturas mínima, máxima e média (°C) mensais ocorridas durante o ano de 2001.

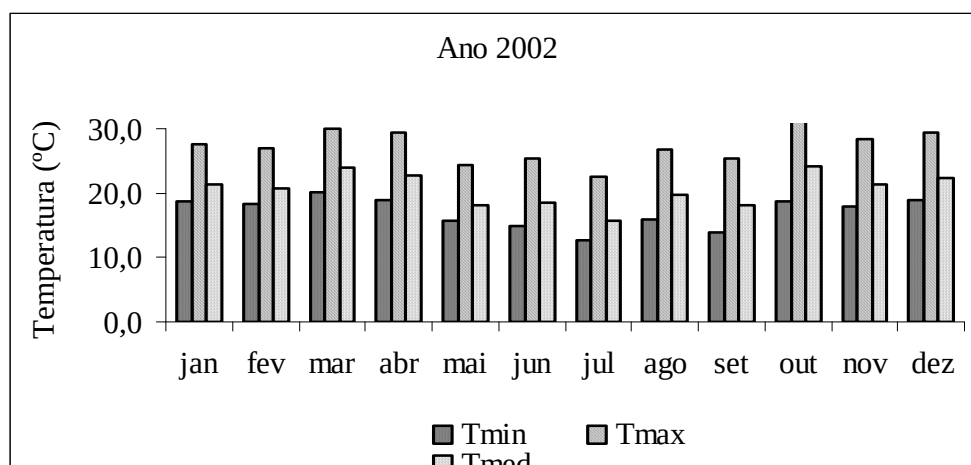


Figura 4. Resultado das temperaturas mínima, máxima e média (°C) mensais ocorridas durante o ano de 2002.

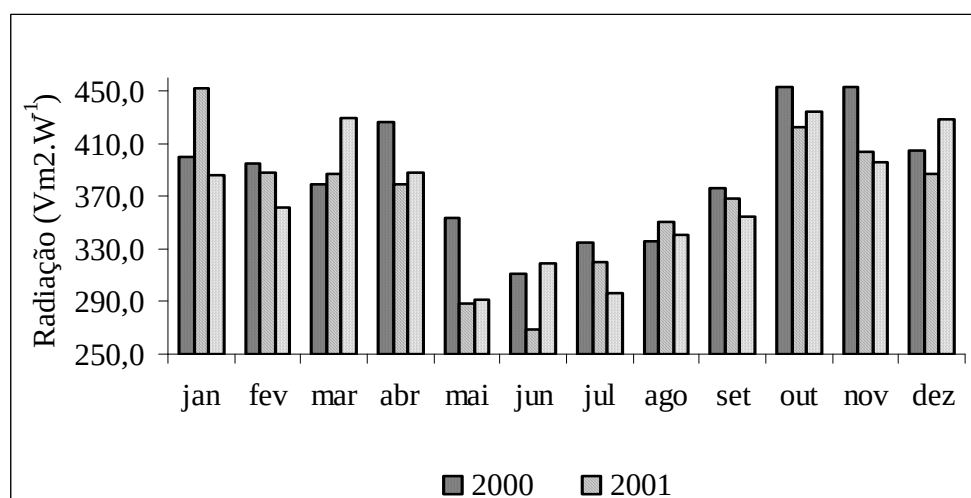


Figura 5. Resultado da radiação solar mensal ocorrida durante os anos agrícolas de realização do ensaio.

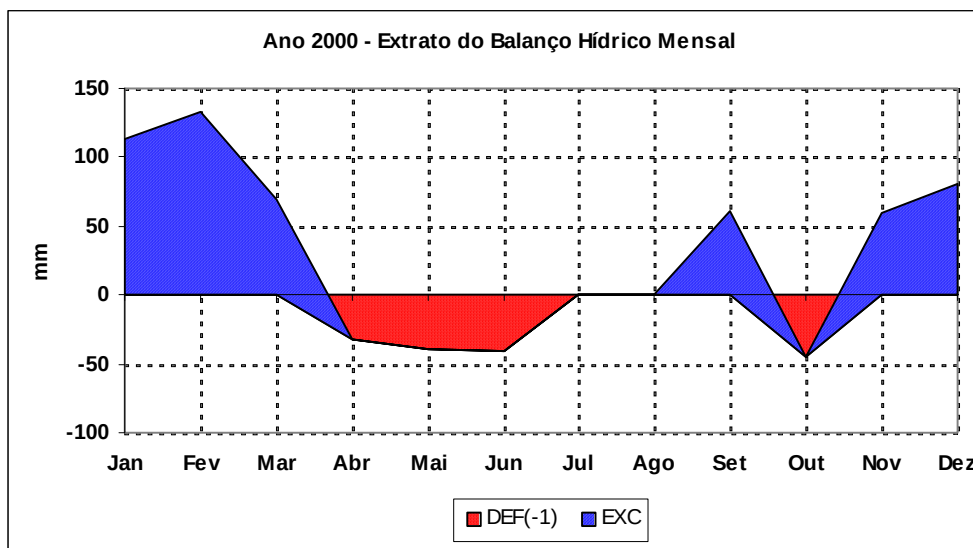


Figura 6. Extrato do balanço hídrico ocorrido no ano de 2000.

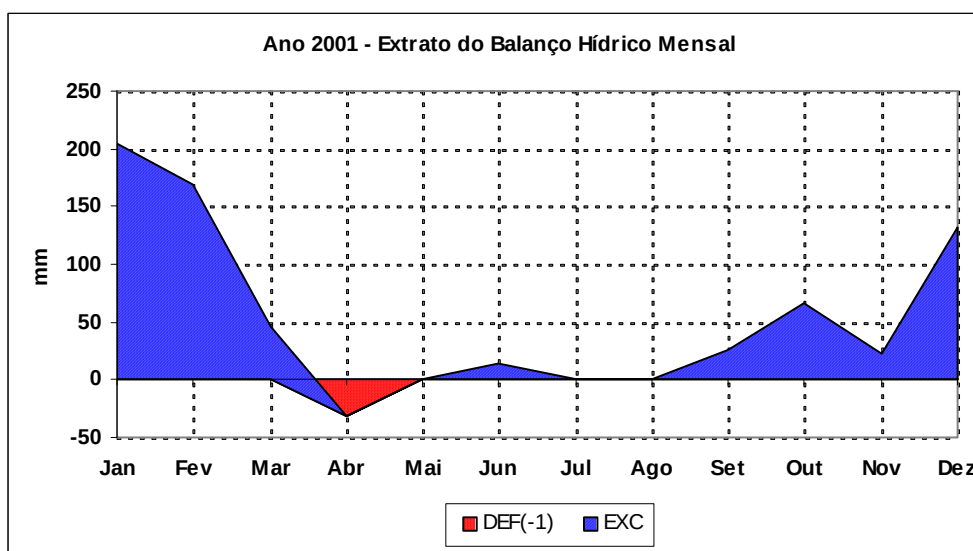


Figura 7. Extrato do balanço hídrico ocorrido no ano de 2001.

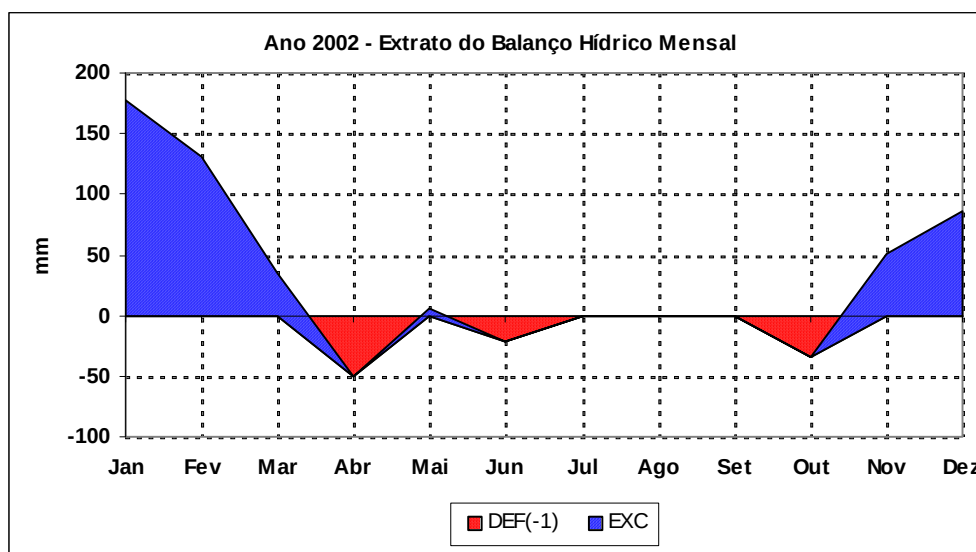


Figura 8. Extrato do balanço hídrico ocorrido no ano de 2002.

5.1.4 Insumos Agrícolas¹

5.1.4.1 Sementes

Para a realização do experimento, foram utilizados os cultivares de milho relacionados nos Quadros 6 e 7.

Quadro 6. Híbridos utilizados nos dois anos do ensaio e suas características agronômicas.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Germ. min. (%)	Pureza (%)
Cargil C-333 B	Híbrido simples	tardio	85	98
Aventis A-2288	Híbrido simples	médio	85	98

Quadro 7. Variedades utilizadas nos dois anos do ensaio e suas características agronômicas.

Cultivar	Tipo	Germ. min. (%)	Pureza (%)
AL - 25	variedade	80 - 86	100
AL - 30	variedade	80 - 92	100

¹ A citação de marcas comerciais não indica recomendação por parte do autor.

5.1.4.2 Fertilizantes

Utilizou-se na semeadura do milho, a dosagem de 260 kg.ha^{-1} da fórmula (N-P-K) 8-28-16 + 0,5% Zn. Quanto à adubação de cobertura, utilizou-se uréia na dosagem de 200 kg.ha^{-1} . Essa adubação foi utilizada nos dois anos consecutivos do ensaio.

5.1.4.3 Herbicidas

No manejo da cobertura vegetal, utilizou-se o herbicida Roundup, glyphosate 480 g.L^{-1} , na dosagem de $3,5 \text{ L.ha}^{-1}$. Para o controle das plantas invasoras em pós-emergência, utilizou-se 6 L.ha^{-1} do herbicida seletivo Primatop (atrazina + simazine) no primeiro ano do ensaio e, a mistura de 3 L.ha^{-1} de Gesaprim (atrazina) e $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ de Sanson, (nicosulfuron) no segundo ano. A taxa de aplicação utilizada, nos dois anos do ensaio, foi de 200 L.ha^{-1} de calda.

5.1.4.4 Inseticidas

Para o controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, utilizou-se o inseticida Decis 25 CE (deltamethrin), na dosagem de $0,2 \text{ L.ha}^{-1}$ nos dois anos de ensaio. Durante o desenvolvimento da cultura, utilizou-se isca formicida Mirex-S (sulfluramida), para o controle de formigas (Saúvas).

5.1.5 Equipamentos agrícolas²

5.1.5.1 Tratores

-Trator marca Massey Ferguson, modelo 299 com tração dianteira auxiliar (TDA), motor Perkins com potência de 95,6 KW, utilizado nas operações de gradagem pesada e escarificação do solo no primeiro ano do ensaio;

² De acordo com o catálogo do fabricante

-Trator marca Valmet, modelo 128-4 com tração dianteira auxiliar (TDA), motor MWM com 90,5 KW de potência, utilizado na operação de gradagem niveladora, no primeiro ano de ensaio;

-Trator marca John Deere, modelo 6600 com tração dianteira auxiliar (TDA), motor John Deere com 89 KW de potência, utilizado na operação de semeadura, nos dois anos do ensaio e nas operações de gradagem pesada, escarificação e gradagem leve no segundo ano de ensaio;

-Trator marca Massey Ferguson, modelo 235, motor Perkins com potência de 33 KW, utilizado nas operações de pulverização, adubação de cobertura e transporte de materiais (fertilizantes, sementes, etc.).

5.1.5.2 Equipamentos

-Grade de discos super pesada marca Marchesan, de arrasto tipo "off set", modelo GASPCR/10, com 10 discos recortados de 812 mm (32"), massa total de 3027 kg, largura de trabalho de 1770 mm e controle remoto para controle da profundidade e levante através do sistema hidráulico;

-Grade de discos leve marca Marchesan de arrasto tipo "off-set", modelo GNCR, com 32 discos de 508 mm (20"), massa total de 1407 kg e largura de corte de 2920 mm;

-Pulverizador de barras montado marca Jacto, modelo Condor M12, capacidade de 600 litros de calda no tanque, barras com 24 bicos espaçados de 500 mm, comprimento total de 12000 mm e massa total de 195 kg;

-Escarificador marca Jan, modelo Jumbo Matic JMAD-7, de arrasto com mecanismo de levante de controle remoto, equipado com sete hastes, ponteiros de 50 mm de largura e 430 mm de comprimento, discos de corte de 18" e rolo destorroador/nivelador laminar dentado, largura de trabalho de 2420 mm e massa total de 1400 kg;

-Semeadora-adubadora de arrasto, marca Marchesan, modelo PST2 para plantio direto com quatro linhas espaçadas de 900 mm e 6 linhas espaçadas de 450 mm, equipadas com mecanismos sulcadores tipo disco duplo para fertilizante e semente;

-Semeadora-adubadora de arrasto, marca Semeato, modelo TD 300, com 19 linhas espaçadas a 158 mm ou 10 linhas espaçadas a 316 mm, sulcadores de discos duplos para sementes e fertilizantes, com capacidade para 400 kg de sementes e 790 kg de fertilizantes, utilizada para semeadura das plantas de cobertura;

-Roçadora montada marca Marchesan, modelo RO² 1500 e largura de corte de 1500 mm e massa total de 428 kg;

-Trilhadora de grãos montada no sistema hidráulico de três pontos do trator, marca NUX, modelo SDMN-15/35, acionamento pela TDP.

5.1.6 Materiais e equipamentos utilizados para coleta de amostras e avaliações

5.1.6.1 Determinação da densidade do solo

Para a coleta das amostras e determinação da densidade do solo no primeiro ano do ensaio, utilizou-se enxadão, sacos plásticos, cápsulas de alumínio, parafina, aparelho para "banho maria", fio de algodão, vidrarias, balança de precisão (0,01g) e estufa elétrica. Já no segundo ano do ensaio, utilizou-se enxadão anéis volumétricos, "castelinho", marreta, papel alumínio, balança de precisão (0,01 g) e estufa elétrica.

5.1.6.2 Determinação do teor de água do solo

Foram utilizados, para a coleta das amostras de solo e obtenção do teor de água, enxadão, cápsulas de alumínio, fita adesiva, caixa de isopor, estufa elétrica e balança de precisão (0,01g).

5.1.6.3 Determinação da quantidade de matéria seca da cobertura vegetal

Utilizou-se para coleta e acondicionamento das amostras, um quadrado de madeira com 0,50 m de lado (0,25 m²), tesoura de poda, sacos de papel, estufa elétrica com circulação forçada de ar e balança de precisão (0,1g).

5.1.6.4 Determinação do perfil de solo mobilizado e profundidade de corte dos equipamentos de preparo

Utilizou-se um perfilômetro com hastes de madeira graduadas em centímetros espaçadas a cada cinco centímetros, piquetes, fio de algodão, enxadão e enxada.

5.1.6.5 Determinação da desagregação do solo

Para determinação desse parâmetro, utilizou-se uma estrutura metálica sem fundo com dimensões de 30 x 30 x 30 cm, um soquete de madeira, uma chapa metálica, enxadão, enxada, caixas de papelão com as mesmas dimensões da estrutura metálica, fita adesiva, estufa elétrica com circulação forçada de ar, peneira rotativa concêntrica com aberturas de malhas de 80 mm; 40 mm; 19,3 mm; 9,4 mm; 5,1 mm; 2,5 mm; 1,2 mm e balança com precisão de 1 g.

5.1.6.6 Determinação da porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo e semeadura

Para determinação da porcentagem de cobertura do solo, utilizou-se um cordão graduado em centímetros espaçados a cada 15 cm, com comprimento total de 15 m.

5.1.6.7 Determinação da profundidade de deposição de sementes

Utilizou-se para determinação desse parâmetro, estilete, enxadão, saco de papel, estufa elétrica com circulação forçada de ar e régua graduada em centímetro.

5.1.6.8 Determinação do número médio de dias para emergência das plântulas

Para determinação desse parâmetro, utilizou-se fio de algodão e trena graduada em centímetros.

5.1.6.9 Determinação das populações inicial e final de plantas

Utilizou-se fio de algodão e trena graduada em centímetros para determinação desse parâmetro.

5.1.6.10 Determinação da altura das plantas de milho, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo

Para avaliar esse parâmetro, utilizou-se uma régua de madeira graduada em centímetros e um paquímetro digital, respectivamente.

5.1.6.11 Determinação da produtividade da cultura do milho

Utilizou-se para determinação desse parâmetro, trena graduada em centímetros, sacos de rafia, etiquetas, trilhadora, sacos de papel, estufa elétrica e balança de precisão (0,01 g).

5.1.6.12 Determinação do índice de espiga

Foram utilizados, para determinação desse parâmetro, trena graduada em centímetros, sacos de rafia e etiquetas.

5.1.6.13 Determinação do número de plantas quebradas e acamadas

Utilizou-se trena graduada em centímetros, prancheta e papel para anotações.

5.1.6.14 Determinação da quantidade de matéria seca das plantas de milho e daninhas na colheita

Para determinação desse parâmetro, utilizou-se trena graduada em centímetros, tesoura de poda, sacos de papel, estufa elétrica com circulação forçada de ar e balança de precisão (0,01 g).

5.1.6.15 Determinação da resistência do solo à penetração

Utilizou-se um penetrômetro hidráulico-eletrônico, descrito por Souza (2000).

5.1.6.16 Determinação da força média de tração

Para determinação da força média de tração, utilizou-se um transdutor de força à base de extensômetros elétricos de resistência, que compõem uma célula de carga marca SODMEX, com capacidade de 50 kN, um Microllogger da marca Campbell Cientific, modelo 21X para registrar os dados gerados e um “Storage module SM196” para armazenamento contínuo desses.

5.1.6.17 Determinação da velocidade média de deslocamento

Para determinar a velocidade média de deslocamento, utilizou-se um Microllogger da marca Campbell Cientific modelo 21X para registro dos dados e o “Storage module SM196” para armazenamento contínuo dos dados.

5.1.6.18 Determinação do consumo médio de combustível

Para determinação do consumo médio de combustível, utilizou-se um medidor de vazão, modelo Flowmate oval M-III (LSN41L8-M2) e um Microllogger da marca

Campbell Cientific modelo 21X para registrar os dados gerados e o “Storage module SM196” para armazenamento contínuo dos dados.

5.1.6.19 Monitoramento da semeadura

Para o monitoramento da semeadura, utilizou-se um monitor de semeadora da marca Dickey John, modelo DjPM3000.

5.2 Métodos

5.2.1 Delineamento experimental

O experimento foi constituído por vinte e quatro tratamentos decorrentes da combinação de três sistemas de manejo de solo (PR - preparo reduzido, PD - plantio direto e PC - preparo convencional,), dois espaçamentos entre fileiras (0,90 e 0,45 m) e quatro cultivares de milho (duas variedades AL-30 e AL-25 e dois híbridos simples Aventis A-2288 e Cargil C-333B). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas, em número de doze, foram constituídas pelos sistemas de manejo do solo e as subparcelas, em número de noventa e seis, pela combinação dos cultivares de milho e os espaçamentos entre linhas. Cada subparcela teve dimensão de 4 m de largura x 20 m de comprimento, enquanto as parcelas 32 m x 20 m. As parcelas foram separadas por espaços de 10 m e os blocos por espaços de 2 m, facilitando as manobras durante as operações de preparo e semeadura.

5.2.2 Descrição dos tratamentos

Os sistemas de manejo de solo utilizados foram: PR - preparo reduzido com escarificador, equipado com disco de corte da palhada e rolo destorroador; PD - plantio direto, com dessecação da vegetação de cobertura por meio de aplicação de herbicida e, PC - preparo convencional do solo com uma gradagem pesada e duas gradagens leve. Quanto aos

cultivares de milho, utilizou-se os híbridos, A-2288 - Aventis A-2288 e C-333B - Cargil C-333B e, as variedades sintéticas da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, AL-30 - AL-30 e AL-25 - AL-25, semeados nos dois espaçamentos entre linhas, E1 - 0,90 m e E2 - 0,45 m.

5.2.3 Instalação e condução do experimento

Após a colheita do milho na safra 1999/2000, em função dos índices pluviométricos, a área experimental foi semeada com milheto, *P. americanum*, cultivar BN-2, na primavera para formação de cobertura morta. O milheto foi semeado dia 5 de setembro de 2000, com uma semeadora adubadora marca Semeato, modelo TD-300, regulada para depositar no solo 25 kg.ha⁻¹ de semente e 120 kg.ha⁻¹ do adubo formulado 8-28-16 +0,5% de Zn. Embora semeado na época recomendada, o milheto não obteve o desenvolvimento vegetativo esperado devido à falta de chuvas no período.

Os três sistemas de manejo de solo foram instalados sobre a cobertura vegetal do milheto. Os cultivares de milho foram semeados no dia 21 de novembro de 2000, com semeadora-adubadora de plantio direto, nos três sistemas de manejo do solo nos espaçamentos de 0,90 e 0,45 m. A adubação de plantio foi 260 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 0,5% de Zn na semeadura e 200 kg.ha⁻¹ de uréia na adubação de cobertura. O controle das plantas daninhas e pragas (lagarta do cartucho) foi realizado por meio de aplicação de herbicidas e inseticidas recomendados para a cultura do milho (6 L.ha⁻¹ de Atrazina + Simazina e 0,20 L.ha⁻¹ de Deltamethrin). A aplicação desses produtos foi realizada 15 dias após a semeadura, ou seja, dia 6 de dezembro de 2000. Realizou-se a adubação de cobertura, 35 dias após a semeadura, no dia 26 de dezembro de 2000.

Após a colheita do milho na safra 2000/2001, para implantação do segundo ano do ensaio, toda a área experimental foi dessecada e recebeu calagem de manutenção (1 t.ha⁻¹) e no dia 3 de julho, foi semeada com triticales, *Triticum turgidocereale*, para formação de cobertura morta.

Os três sistemas de manejo de solo, após a colheita dos grãos, foram implantados sobre a cobertura vegetal deixada pelo triticales, da mesma forma do primeiro ano do ensaio. Os cultivares de milho foram semeados no dia 18 de dezembro de 2001, com

semeadora-adubadora de plantio direto, nos três sistemas de manejo do solo nos dois espaçamentos de 0,90 e 0,45 m.

A adubação de plantio e de cobertura (9/01/2002), seguiu a mesma dosagem do primeiro ano do ensaio. Para o controle das plantas daninhas, foram aplicados herbicidas recomendados para a cultura ($0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ de Nicossulfuron + 3 L.ha^{-1} de Atrazina). O controle da praga lagarta do cartucho ($0,2 \text{ L.ha}^{-1}$ de Deltametrina), foi feito em conjunto com a aplicação dos herbicidas. Tais produtos foram aplicados 21 dias após a semeadura.



Figura 9. Subparcelas com manejo convencional semeadas a 0,45 m (a) e 0,90 m (b), respectivamente, 35 dias após a semeadura.



Figura 10 Subparcelas com manejo reduzido semeadas a 0,45 m (a) e 0,90 m (b), respectivamente, 35 dias após a semeadura.

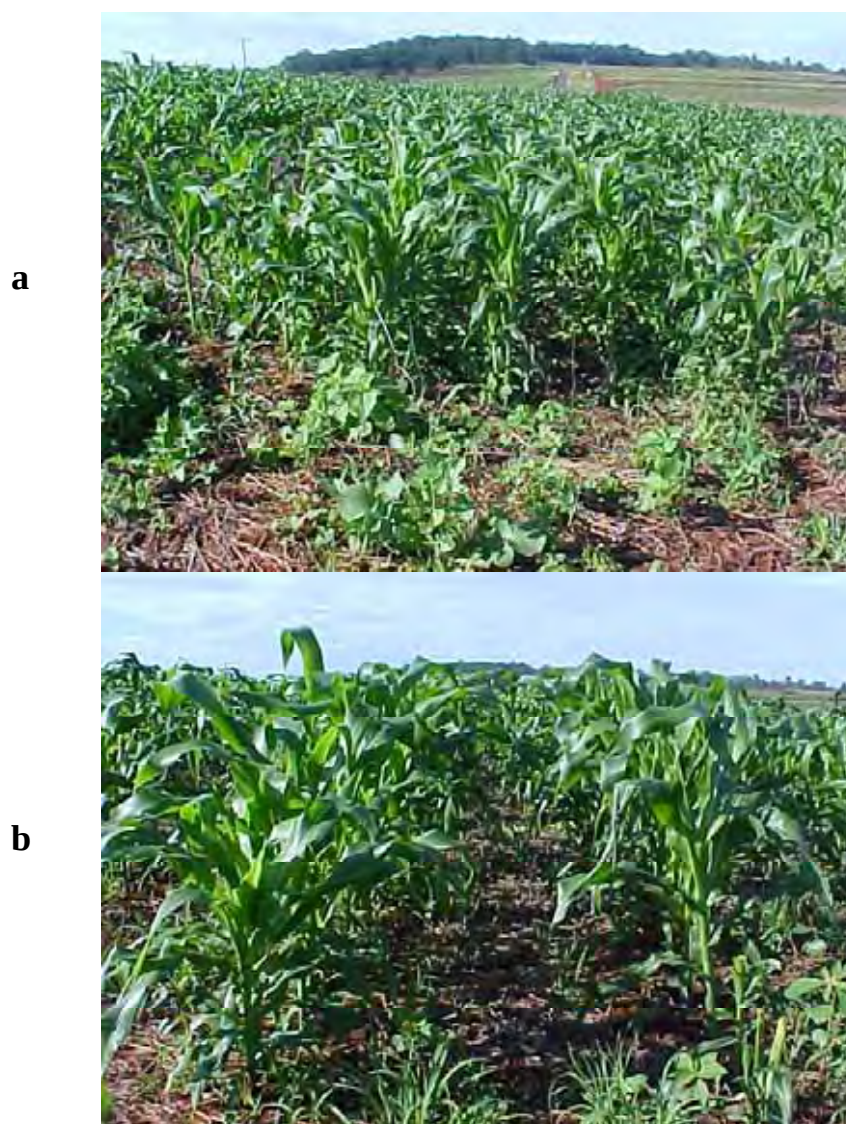


Figura 11 Subparcelas com plantio direto semeadas a 0,45 m (a) e 0,90 m (b), respectivamente, 35 dias após a semeadura.

5.2.4 Densidade do solo

O método utilizado para determinação da densidade do solo, no primeiro ano do ensaio, foi o do torrão parafinado, de acordo com EMBRAPA (1979), em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm). Para o segundo ano do ensaio, utilizou-se o método

do anel volumétrico, de acordo com Embrapa (1997), em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm).

5.2.5 Teor de água do solo

Para a determinação do teor de água do solo, foram coletadas amostras em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) por ocasião das operações de preparo do solo, semeadura e determinação da resistência do solo à penetração. Foi utilizado o método gravimétrico padrão, descrito em EMBRAPA (1979).

5.2.6 Quantidade de matéria seca da cobertura vegetal

Foi determinada seguindo-se a metodologia do quadrado de madeira (0,25m²) descrita por Chaila (1986). Foram amostrados quatro pontos por parcela, e o material resultante foi acondicionado em sacos de papel, seco em estufa a 65°C até peso constante, pesado e em seguida determinado à quantidade por hectare.

5.2.7 Determinação do perfil de solo mobilizado, área mobilizada e profundidade média de trabalho dos equipamentos de preparo

Foi determinado por meio de um perfilômetro com hastes graduadas em centímetros e espaçadas de 5 cm, colocado no sentido transversal ao deslocamento do trator. Determinou-se o perfil natural do solo (antes das operações de preparo do solo), perfil interno (perfil após as operações de preparo e após a retirada manual de todo solo mobilizado pelo equipamento) e o perfil final do solo (após as operações de preparo do solo), seguindo a metodologia descrita em Siqueira (1999). A profundidade média de trabalho foi determinada pela fórmula:

$$P_m = \frac{\Sigma(PN - PS)}{n}$$

Onde:

P_m = profundidade média de trabalho (cm);

PN = leitura do perfil natural do solo (cm);

PS = leitura do perfil subsuperficial do solo (cm);

n = número de leituras (varetas do perfilômetro)

A área de solo mobilizada foi determinada pela fórmula:

$$Am = Pm \times Lc$$

Onde:

Am = área de solo mobilizada (cm²);

Pm = profundidade média de trabalho dos equipamentos (cm);

Lc = largura de trabalho dos equipamentos (cm).

5.2.8 Desagregação do solo

Foi determinada através do método da peneira rotativa, proposto por Gamero & Benez (1990), avaliando-se o percentual de torrões retidos por classe de tamanho. As amostras foram retiradas nas parcelas de manejo convencional (PC) e reduzido (PR). Foi coletada uma amostra por parcela.

5.2.9 Porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo e semeadura

Foi determinada através de duas medições, em diagonal, nas parcelas, logo após as operações de preparo do solo e semeadura, seguindo-se metodologia de Laflen et al. (1981). Foram realizadas, após a operação de semeadura, quatro medições por parcela, duas no espaçamento 0,90 m e duas no espaçamento 0,45 m.

5.2.10 Profundidade de deposição de sementes de milho

Foi determinada medindo-se dez plantas por subparcela coletadas aleatoriamente, seguindo-se a metodologia descrita em Marques (1999). As plantas foram coletadas 15 dias após a semeadura.



Figura 12. Vista parcial da metodologia utilizada para determinação da profundidade de deposição de sementes.

5.2.11 Número médio de dias para emergência das plântulas de milho

Foi avaliado através de contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização, em 4 m de linha por subparcela no espaçamento 0,90 m e 8 m no espaçamento 0,45 m, seguindo metodologia descrita em Siqueira (1999).

5.2.12 Populações inicial e final de plantas

Para determinação da população inicial, considerou-se o número de plantas existentes na última contagem da emergência das plântulas (estabilização), calculando-se a população por hectare. A população final foi determinada da mesma forma e mesmo local, porém, após o florescimento da cultura.

5.2.13 Índice de sobrevivência das plantas de milho

Foi determinado através da relação percentual entre a população final e inicial de plantas, por ocasião da colheita, segundo metodologia descrita em Siqueira (1999).

5.2.14 Altura das plantas de milho e altura de inserção da primeira espiga

Foi medida, com uma régua de madeira graduada em centímetros, a distância entre a superfície do solo e a inserção de folha bandeira. A altura da espiga foi tomada medindo-se a distância entre o solo e a inserção da espiga no colmo. Foram medidas dez plantas por subparcela na época do florescimento, seguindo metodologia descrita em Silva (2000).

5.2.15 Diâmetro de colmo das plantas de milho

O diâmetro de colmo foi determinado medindo-se o primeiro internódio do colmo, a partir da superfície do solo, em 10 plantas por subparcela, segundo Silva (2000).

5.2.16 Produtividade da cultura do milho

Foram colhidas duas linhas centrais de 4,5 m das subparcelas no espaçamento 0,90 m, quatro linhas centrais de 4,5 m das subparcelas no espaçamento 0,45 m, totalizando 8,1 m² em ambos os espaçamentos. Foram colhidas, manualmente, as espigas compreendidas nesta área, trilhadas mecanicamente, pesadas e amostradas para determinação do teor de água dos grãos a fim de corrigir a 13% de teor de água.

5.2.17 Índice de espiga

O índice de espigas foi determinado através da relação entre o número de espigas e o número de plantas colhidas para determinação da produtividade.

5.2.18 Parâmetros da espiga

5.2.18.1 Comprimento de espiga

Foi determinado com uma régua graduada em centímetros fixada sobre uma bancada, em cinco espigas por subparcela.

5.2.18.2 Diâmetro de espiga

Foi determinado medindo-se, com um paquímetro digital, o terço médio de cinco espigas por subparcela.

5.2.18.3 Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga.

Foi determinado através da contagem, em cinco espigas por subparcela, o número de fileiras por espiga e o número de grãos por fileira. O número de grãos por espiga foi determinado multiplicando-se o número de fileiras pelo número de grãos por fileira.

5.2.19 Número de plantas quebradas e acamadas

Para determinação das plantas quebradas e acamadas, foi considerado a mesma área utilizada para determinação da produtividade. O número de plantas quebradas foi determinado pela contagem das plantas que se apresentavam quebradas abaixo da primeira espiga. Quanto às plantas acamadas, foram contadas as plantas tombadas num ângulo abaixo de 45°.

5.2.20 Matéria seca das plantas de milho na colheita

Foi determinada através da coleta das plantas, sem as espigas, de uma área de 2 m² por subparcela. As plantas coletadas foram secas em estufa, até peso constante, em seguida, foi determinada a quantidade de matéria seca por hectare, segundo Silva (2000).

5.2.21 Matéria seca de plantas daninhas na colheita

Foi determinada através da coleta das plantas daninhas presentes numa área de 2 m² nas subparcelas. Foram coletadas quatro amostras por espaçamento em cada parcela. As plantas coletadas foram secas em estufa, até peso constante, em seguida determinou-se a quantidade de matéria seca por hectare.

5.2.22 Resistência do solo à penetração

Foi determinado através de cinco amostragens com o penetrômetro hidráulico eletrônico por parcela, totalizando vinte repetições por tratamento de preparo do solo.

5.2.23 Força de tração média

A força de tração média utilizada nas operações de preparo do solo (gradagem pesada, gradagem leve e escarificação) e semeadura (nos espaçamentos de 0,90 m e 0,45 m), foi determinada usando um transdutor de força à base de extensômetros elétricos de resistência, que compõem uma célula de carga marca SODMEX, com capacidade de 50 kN. A célula de carga foi posicionada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho do equipamento tracionado (grades, escarificador e semeadora) num suporte fixo (Figura 13) no trator, de maneira que a célula se manteve sempre na posição horizontal e sem sofrer impactos. Os dados de força foram coletados nas próprias parcelas experimentais, sendo feito quatro repetições, por parcela, nas operações de preparo e duas para cada espaçamento na operação de semeadura.



Figura 13. Vista parcial do suporte (azul) e da célula de carga utilizada para determinação da força de tração.



Figura 14. Vista parcial do Microllogger 21X utilizado para aquisição dos dados coletados.

Utilizou-se um sistema de aquisição de dados computadorizado “Microllogger 21X, marca Campbell Scientific” (Figura 14), acionado e desligado através de auxílio de balizamento no início e fim do comprimento de cada parcela e subparcela, para monitorar e exibir os dados da célula de carga. Os dados foram armazenados continuamente em um módulo de armazenamento externo de dados “Storage module SM196”. Uma vez completado a capacidade de armazenamento desse equipamento, os dados foram descarregados num microcomputador com programa específico (PC-208W). Após processamento dos dados gerados, a força média de tração foi determinada e expressa em kgf.

5.2.24 Velocidade média de deslocamento

A determinação da velocidade média de deslocamento foi feita indiretamente através da frequência de aquisição de dados de 20 Hz do “microllogger 21X”, na distância de 20 m da parcela experimental, utilizando-se a seguinte expressão:

$$V_m = (D \times T)/3,6$$

Onde: V_m = velocidade média de deslocamento (km.h^{-1});

D = espaço percorrido na parcela (20 m);

T = tempo de percurso da parcela (s).

5.2.25 Potência média na barra de tração

A determinação da potência na barra de tração foi obtida, seguindo metodologia descrita em Marques (1999), pela seguinte equação:

$$P_{mb} = (F_{tm} \times V_m)/367,09771$$

Onde:

P_{mb} = potência média na barra de tração (KW);

F_{tm} = força média de tração (Kgf);

V_m = velocidade média de deslocamento (km.h^{-1});

367,09771 = constante de equalização.

5.2.26 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva (Cce) foi determinada utilizando-se a seguinte expressão:

$$Cce = (Vm \times Le)/10$$

Onde: Cce = capacidade de campo efetiva (ha.h⁻¹);

Vm = velocidade de deslocamento média (km.h⁻¹);

Le = largura de trabalho do equipamento (m).

5.2.27 Tempo efetivo demandado

Foi determinado pela expressão:

$$Td = 1/Cce$$

Onde: Td = tempo efetivo demandado (h.ha⁻¹);

Cce = capacidade de campo efetiva (ha.h⁻¹).

5.2.28 Uso específico de energia por área

O uso específico de energia por área foi determinado utilizando-se a expressão:

$$Uee = Pbm \times Td$$

Onde: Uee = uso específico de energia por área (kWh.ha⁻¹);

Pbm = potência na barra média (kW);

Td = tempo efetivo demandado (h.ha⁻¹).

5.2.29 Consumo médio de combustível

Para determinação do consumo de combustível nas operações de preparo de solo e semeadura, utilizou-se um fluxômetro (Figura 15), modelo Flowmate oval

M-III (LSN41L8-M2), que é um contador de pulsos, gerando sinal à razão de 1mL/pulso com precisão de 1%. A contagem dos pulsos é feita por um sensor magnético e armazenado no sistema de aquisição “microllogger 21 X” com “Storage module SM196”, já descrito anteriormente.



Figura 15. Vista parcial do fluxômetro utilizado para determinação do consumo de combustível.

5.2.30 Consumo médio de combustível por área

$$Cca = Td \times Cch$$

Onde: Cca = consumo de combustível por área ($L \cdot ha^{-1}$);

Td = tempo efetivo demandado ($h \cdot ha^{-1}$);

Cch = consumo de combustível horário ($L \cdot h^{-1}$).

5.2.31 Monitoramento da semeadura

A fim de monitorar a deposição de sementes no solo, montou-se na um monitor de semeadora (Figura 16) da marca Dickey John, modelo DjPM3000, o qual fornecia informações sobre o número de sementes depositadas por área, espaçamento entre

sementes, velocidade de deslocamento. Quando da interrupção do fluxo de sementes depositadas no solo, por qualquer motivo, o monitor, instantaneamente, disparava um sinal sonoro alertando o operador do trator. Dessa maneira, certificou-se que todas as subparcelas receberam sementes, não havendo falhas na operação de semeadura.



Figura 16. Vista parcial do monitor eletrônico de semeadoras montado no trator utilizado para instalação do experimento a campo.

5.2.32 Análise estatística

Para análises estatísticas dos dados obtidos, adotou-se o programa estatístico Sisvar. O nível de significância adotado foi de 5%. Dependendo das significâncias obtidas, estas foram desdobradas e confrontadas da seguinte forma: preparos dentro de cultivares, cultivares dentro de preparos, espaçamentos dentro de preparos, preparos dentro de espaçamentos, espaçamentos dentro de cultivares, cultivares dentro de espaçamentos, cultivares dentro de preparos e espaçamentos, preparos dentro de cultivares e espaçamentos, espaçamentos dentro de preparos e cultivares.

Os testes F com um grau de liberdade dispensou o teste de média e os seus resultados serviram para inferir sobre diferenças significativas ou não dos valores médios. Nos demais casos, o teste de média adotado foi o de Scott Knott. Este procedimento utiliza um teste de razão de verossimilhança para particionar os níveis de tratamentos em grupos. Estes grupos são bem definidos e não apresentam a ambigüidade dos demais testes.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos serão apresentados na forma de Quadros. Ausência de letras no interior destes mostra que as interações entre as fontes de variação não foram significativas. Os termos PR, PD e PC citados neste capítulo correspondem, respectivamente, aos sistemas de manejo do solo Preparo Reduzido, Plantio Direto e Preparo Convencional. Os cultivares serão denominados de AL-30, A-2288, AL-25 e AL-2533B, respectivamente. Para os espaçamentos entre linhas, os termos utilizados serão E1 e E2, respectivamente para 0,90 m e 0,45 m.

6.1 Densidade do solo

De acordo com o Quadro 8, pode-se observar que ocorreram diferenças significativas entre os sistemas de preparo do solo somente na profundidade de 0 – 10 cm, onde o PR apresentou o menor valor de densidade. Isto pode ter ocorrido devido à característica desta modalidade de preparo (mobilização + palha na superfície), uma vez que a área experimental vinha sendo conduzida com os mesmos sistemas de preparo desde 1998.

Provavelmente, o preparo reduzido, pela permanência de considerável quantidade de palha na superfície após a mobilização do solo, reduz o impacto das gotas de chuva, aumenta a infiltração de água e diminui a formação do selamento superficial, mantendo, portanto, uma superfície menos adensada quando comparada às outras duas

modalidades de preparo. Para as demais profundidades, pode-se concluir que as parcelas experimentais se encontravam homogêneas.

Quadro 8. Densidade do solo ($\text{kg}.\text{dm}^{-3}$) em três profundidades antes da instalação dos sistemas de preparo de solo no primeiro ano do ensaio.

Tratamento	Profundidade (cm)		
	0 - 10	10 - 20	20 - 30
PR	1,30 b	1,27 a	1,27 a
PD	1,34 a	1,34 a	1,35 a
PC	1,34 a	1,37 a	1,36 a
CV (%)	1,41	5,14	5,69

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Conforme observado no Quadro 9, os resultados de densidade do solo não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas de preparo do solo. Os resultados semelhantes indicam a homogeneidade das parcelas experimentais no segundo ano do ensaio.

Quadro 9. Densidade do solo ($\text{kg}.\text{dm}^{-3}$) antes da instalação dos sistemas de preparo de solo no segundo ano do ensaio.

Tratamento	Profundidade (cm)		
	0 - 10	10 - 20	20 - 30
PR	1,28	1,33	1,41
PD	1,33	1,34	1,36
PC	1,23	1,30	1,37
CV (%)	5,14	5,99	2,49

6.2 Teor de água do solo

Nos Quadros 10 e 11 são apresentados os resultados dos teores de água no solo por ocasião da implantação dos sistemas de preparo no primeiro e segundo ano de condução do ensaio, respectivamente. Nota-se que no primeiro ano, Quadro 10, não ocorreram diferenças estatísticas entre os preparos. Provavelmente, esses resultados ocorreram em função da semelhante quantidade de massa seca presente na superfície e também pelas precipitações ocorridas anteriormente à instalação dos tratamentos de preparo. Também indica a homogeneidade das parcelas experimentais.

Quadro 10. Teor de água (%) presente no solo por ocasião da implantação dos sistemas de preparo do solo no primeiro ano do ensaio.

Profundidade (cm)	Sistemas de manejo do solo		CV(%)
	PR	PC	
0 - 10	17,90	15,62	5,98
10 - 20	20,90	19,03	5,76
20 - 30	22,46	20,71	3,54
Médias	20,42	18,45	

Para o segundo ano, Quadro 11, verifica-se uma diferença significativa entre os preparos na profundidade de 0-10cm, onde o sistema PR apresentou maior teor de água. Possivelmente, devido a maior porosidade do solo gerada por essa modalidade de preparo, houve um armazenamento maior de água na superfície comparada ao sistema PC. A presença de palha na superfície também pode ter reduzido as perdas de água por evaporação.

Quadro 11. Teor de água (%) presente no solo por ocasião da implantação dos sistemas de preparo do solo no segundo ano do ensaio.

Profundidade (cm)	Sistemas de manejo do solo		CV(%)
	PR	PC	
0 - 10	22,31 a	19,30 b	4,92
10 - 20	29,56 a	30,20 a	1,67
20 - 30	33,21 a	32,34 a	2,12
Médias	28,25	27,28	

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 12 são apresentados os resultados dos teores de água no solo por ocasião da semeadura nos dois anos do ensaio. Nota-se que ocorreram diferenças significativas entre os sistemas de manejo para os dois anos. No primeiro ano, verifica-se que os sistemas PR e PC apresentaram maiores teores de água. Isto pode ter ocorrido em função das chuvas ocorridas próximas à data da semeadura, resultando num maior “encharcamento” nos sistemas PR e PC, pois estes sofreram mobilização com escarificador e grade, respectivamente.

Quadro 12. Teor de água (%) presente no solo por ocasião da semeadura no primeiro (21/11/2000) e segundo (18/12/2001) ano do ensaio. Média das camadas 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.

Ensaio	Sistemas de manejo do solo			CV(%)
	PR	PD	PC	
1º ensaio	29,01 b	27,94 c	29,29 a	0,49
2º ensaio	30,00 a	29,57 b	29,63 b	0,66

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para o segundo ano do ensaio, verifica-se superioridade estatística do sistema PR, o qual diferiu significativamente dos sistemas PD e PC que se igualaram estatisticamente. Provavelmente, devido à ocorrência de chuvas em períodos próximos à data da semeadura e a presença palha na superfície, o sistema PR armazenou mais água (porosidade) e perdeu menos (evaporação), resultando num maior acúmulo de água no perfil.

6.3 Matéria seca da cobertura vegetal

No Quadro 13 são apresentados os resultados de quantidade de matéria seca originada da cultura do milho no primeiro ano de condução do ensaio. Verifica-se que não ocorreram diferenças significativas entre as parcelas em relação às quantidades de matéria seca, garantindo, portanto, uma homogeneidade da área experimental.

Quadro 13. Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de milho antes da instalação dos tratamentos de manejo do solo no primeiro ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
PR	2.579,6
PD	2.316,6
PC	2.145,0
CV (%)	17,83

Embora semeado na época recomendada, o milho não obteve o desenvolvimento vegetativo esperado devido à falta de chuvas durante o período de desenvolvimento, resultando numa baixa formação de massa seca. Trabalhando com sistemas

de preparo do solo e tipos de manejo da cultura de cobertura, Marques (2002) encontrou 4.700 kg.ha⁻¹ de matéria seca, em média, para a cultura do milho.

Quadro 14. Matéria seca (kg.ha⁻¹) de tritcale antes da instalação dos tratamentos de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Matéria seca (kg.ha ⁻¹)
PR	3.640,5
PD	4.404,0
PC	4.650,8
CV (%)	43,96

Para o segundo ano de condução do ensaio, os resultados de quantidade de matéria seca formada pela cultura do tritcale são apresentados no Quadro 14. Nota-se que, tal qual no primeiro ano do ensaio, os tratamentos não diferiram significativamente entre si, indicando homogeneidade entre as parcelas experimentais antes da instalação dos tratamentos de manejo do solo também no segundo ano do ensaio. Para a cultura do tritcale, Marques (2002) encontrou 5.530 kg.ha⁻¹, em média, de matéria seca.

6.4 Diâmetro médio geométrico, perfil de solo mobilizado, profundidade média de trabalho dos equipamentos de preparo e área de solo mobilizado

Os resultados dos diâmetros médios geométricos (DMG) dos agregados do solo, após as operações de preparo, encontram-se descritos no Quadro 15, onde pode ser observado que ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

Quadro 15. Diâmetro médio geométrico (mm) dos agregados do solo em dois sistemas de manejo no primeiro ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	DMG
PR	19,97 a
PC	11,38 b
CV (%)	17,79

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott P≤0,05).

Verifica-se que o sistema de manejo reduzido (PR) apresentou maiores valores de DMG quando comparado com o sistema convencional de manejo (PC). Essa diferença de DMG entre os sistemas, provavelmente é devido ao modo de ação dos órgãos ativos (hastes e discos) dos equipamentos de preparo.

Quadro 16. Resultado da distribuição dos agregados do solo no sistema de manejo reduzido.

DMED/CLASSE (mm)	PESO AGREG./CLASSE (g)	% AGREG./CLASSE	% ACUMUL. AGREG.
CL 1 - 120,00	2575	18,88	18,88
CL 2 - 60,00	2782,5	20,8825	39,765
CL 3 - 29,65	2403,75	18,1425	57,91
CL 4 - 14,35	1541,25	11,6525	70,31
CL 5 - 7,25	1026,25	7,74	77,305
CL 6 - 3,80	1257,5	9,4525	86,755
CL 7 - 1,85	1077,5	8,05	94,805
CL 8 - 0,60	695	5,195	100
DMP	DMG	Mod.Finura	
43,3	19,975	5,45	

Quadro 17. Resultado da distribuição dos agregados do solo no sistema de manejo convencional.

DMED/CLASSE (mm)	PESO AGREG./CLASSE (g)	% AGREG./CLASSE	% ACUMUL. AGREG.
CL 1 - 120,00	617,50	4,810	4,81
CL 2 - 60,00	2396,25	18,673	23,48
CL 3 - 29,65	2353,75	18,435	41,92
CL 4 - 14,35	1811,25	14,345	56,27
CL 5 - 7,25	1270,00	10,113	66,38
CL 6 - 3,80	1678,75	13,520	79,89
CL 7 - 1,85	1546,25	12,588	92,48
CL 8 - 0,60	920,00	7,525	100,00
DMP	DMG	Mod.Finura	
25,975	11,385	4,6525	

Embora próximos tais resultados discordam de Siqueira (1999) que comparou a capacidade de desagregação entre um arado de aivecas, arado de discos e um escarificador, no mesmo tipo de solo e teores de água semelhantes, não encontrando

diferenças significativas. Dallmeyer (1994) trabalhando com preparo convencional (aração e gradagem leve), encontrou DMG de 11,23 mm. Marques (2002), após aração e duas gradagens leves, encontrou DMG de 9,3 mm, já para o manejo reduzido (escarificação), o autor encontrou valores de DMG de 20,7 mm. O autor ainda cita que, para um solo de textura muito argilosa, os valores de DMG tendem a diminuir à medida que os teores de água no solo aumentam.

Nas Figuras 17 e 18 estão representados graficamente os perfis de solo mobilizados para os sistemas de manejo do solo PR e PC, respectivamente. Nos Quadros 16 e 17, estão descritos os resultados da distribuição dos agregados do solo, respectivamente para os sistemas PR e PC.

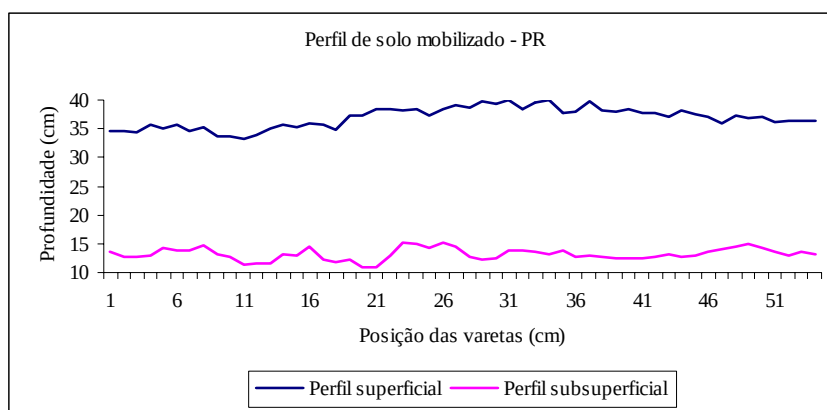


Figura 17. Representação gráfica do perfil de solo mobilizado no sistema de manejo reduzido.

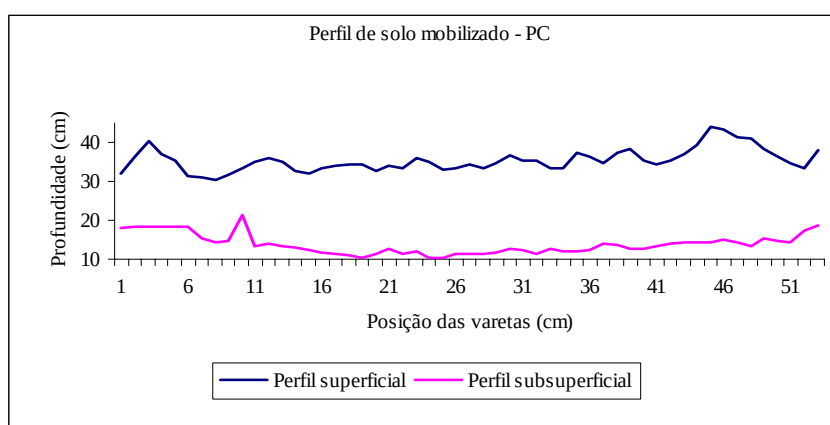


Figura 18. Representação gráfica do perfil de solo mobilizado no sistema de manejo convencional, após operação de gradagem pesada.

As profundidades médias de trabalho dos equipamentos de preparo primário do solo encontram-se no Quadro 18 onde pode ser observado que, apesar da pequena diferença em favor do sistema PR, não houve diferença significativa entre as modalidades. Profundidade maior poderia ter sido obtida no PR caso a pressão dada ao rolo destorroador acoplado ao escarificador tivesse sido menor.

Quadro 18. Profundidade média (cm) de trabalho em dois sistemas de manejo de solo

Sistemas de manejo do solo	Profundidade (cm)
PR (escarificação)	23,72
PC (grade pesada)	21,55
CV (%)	9,71

Siqueira (1999) encontrou diferenças significativas entre as profundidades médias de trabalho quando estudou arado de aivecas, arado de discos e escarificador, no mesmo tipo de solo, verificando profundidades médias de 25,77; 27,41 e 30,06 cm, respectivamente. Marques (2002) encontrou valores de 16 cm e Levien et al.(2003) obtiveram 17,5 cm de profundidade de trabalho na operação de escarificação, valores estes menores do que encontrados neste trabalho de pesquisa. Quanto à profundidade de trabalho no sistema convencional, também com grade pesada, Marques (1999) encontrou 15,83 cm.

Conforme mostrado no Quadro 19, pode-se verificar diferenças significativas na área de solo mobilizado entre os dois sistemas de manejo estudados.

Quadro 19. Área média (cm²) de solo mobilizado em dois sistemas de manejo de solo

Sistemas de manejo do solo	Área mobilizada (cm ²)
PR (escarificação)	5.740,77 a
PC (grade pesada)	3.815,51 b
CV (%)	9,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott P≤0,05).

O escarificador (PR) proporcionou uma área mobilizada 33,5% maior que a grade pesada (PC). Este resultado foi devido a maior largura e profundidade de trabalho do escarificador (PR), 26,86% e 9,15%, respectivamente, quando comparado à grade pesada (PC).

Resultados semelhantes foram encontrados por Siqueira (1999) trabalhando no mesmo tipo de solo. Já Marques (2002) e Levien et al. (2003) encontraram menores valores de área mobilizada, 3.920 e 4.904 cm², respectivamente, quando utilizaram o preparo reduzido.

6.5 Porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo e semeadura

Houve diferenças significativas na porcentagem de cobertura do solo em função dos sistemas de manejo. No Quadro 20, pode-se observar diferenças significativas entre os três sistemas de manejo, com maior porcentagem de cobertura em favor do PD seguido pelo PR e PC, para ambos os anos estudados.

Quadro 20. Porcentagem de cobertura do solo após as operações de manejo e antes da semeadura, nos dois anos do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Porcentagem de cobertura do solo(%)	
	1º ano do ensaio	2º ano do ensaio
PR	40,00 b	69,37 b
PD	83,68 a	81,37 a
PC	11,75 c	15,25 c
CV (%)	6,06	6,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Comparando o primeiro com o segundo ano de condução do ensaio, nota-se uma elevação do percentual de cobertura para os tratamentos PR e PC, 42,30 e 22,95%, respectivamente, provavelmente pela maior quantidade de matéria seca presente na superfície do solo no segundo ano, conforme descritos no item 6.3, Quadros 13 e 14. Comparando os sistemas de manejo, nota-se uma menor capacidade de incorporação de resíduos por parte da operação de escarificação (PR) em comparação as operações de gradagens (PC), isto ocorreu devido ao modo de atuação dos órgãos ativos desses equipamentos. Outro fator que pode ter influenciado, é o número de vezes que os equipamentos passaram sobre a mesma área a fim de deixá-la pronta para receber as sementes.

Resultados semelhantes de porcentagem de cobertura do solo foram obtidos por Furlani (2000), após as operações de preparo nos sistemas reduzido e convencional, sobre palhada de milho. Entretanto, Boller e Gamero (1997) e Boller et al. (1997) obtiveram médias de apenas 40 e 38,3% de cobertura, respectivamente, após trabalharem com escarificador, o que concordam com o primeiro ano desse ensaio.

Os resultados referentes à porcentagem de cobertura do solo após a operação de semeadura da cultura do milho, para os dois anos do ensaio, encontram-se nos Quadros 21 e 22.

Quadro 21. Porcentagem de cobertura do solo após a semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	15,72 Ab	80,91 Aa	2,68 Ac	33,11A
0,45	18,79 Ab	80,93 Aa	4,11 Ac	34,61A
Média	17,26 b	80,92 a	3,40 c	

CV = 9,34%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Pode-se observar que os espaçamentos entre linhas não exerceram influência sobre a porcentagem de cobertura para os dois anos do ensaio. Entretanto, ocorreram diferenças significativas entre os três sistemas de manejo do solo, onde o sistema PD apresentou maior porcentagem de cobertura, seguido pelo PR e PC; tais resultados foram devido aos resultados de porcentagem de cobertura após as operações de preparo (Quadro 18). Tais resultados concordam com Leite et al.(2003), trabalhando com os mesmos sistemas de manejo e espaçamentos entre linhas. Marques (1999) obteve 14,87% de cobertura após a semeadura em manejo convencional. Leite (2002) encontrou 79,13, 23,44 e 5,19% de cobertura após a semeadura, respectivamente nos manejos plantio direto, manejo reduzido e manejo convencional. Após a semeadura do feijão, Boller et al.(2001) não encontraram diferenças significativas entre os manejos convencional, reduzido e plantio direto.

Quadro 22. Porcentagem de cobertura do solo (%) após a semeadura em três sistemas de preparo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	29,25 Ab	79,37 Aa	9,00 Ac	39,20 A
0,45	32,00 Ab	81,37 Aa	9,25 Ac	40,87 A
Média	30,62 b	80,37 a	9,12 c	

CV = 16,75%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

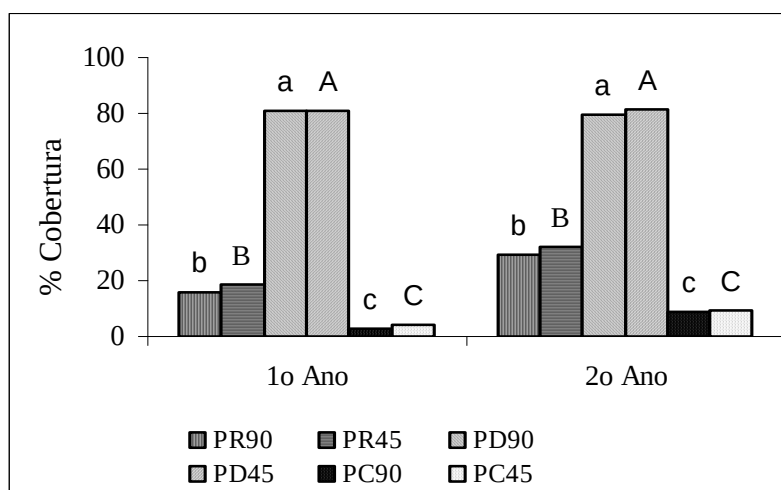


Figura 19. Porcentagem de cobertura do solo após a semeadura em três sistemas de preparo e dois espaçamentos entre linhas, para os dois anos de condução do ensaio.

Comparando as porcentagens de cobertura após as operações de preparo, Quadro 20 e Figura 19, com os dados obtidos após a semeadura, Quadros 21 e 22, verifica-se uma redução média na porcentagem de cobertura de 56,3; 2,25 e 55,6%, respectivamente para os tratamentos PR, PD e PC. De acordo com ASAE (1997), o preparo conservacionista é aquele que mantém no mínimo 30% de cobertura sobre o solo após a semeadura da cultura, portanto, o sistema PD, no primeiro ano do ensaio e os sistemas PD e PR no segundo ano, podem ser considerados conservacionistas.

6.6 Profundidade de deposição de sementes

Os resultados de profundidade de deposição de sementes, para os dois anos de condução do ensaio, são mostrados nos Quadros 23, 24a e 24b. Para o primeiro ano, de forma geral, pode-se observar no Quadro 23, que ocorreram diferenças estatísticas significativas somente entre os três sistemas de manejo do solo, sendo que as maiores profundidades foram observadas no sistema PC (6,33 cm), seguido pelos sistemas PR (5,21 cm) e PD (3,8 cm).

Esses resultados podem estar relacionados ao grau de resistência ao corte oferecido pelo solo aos mecanismos de abertura de sulcos da semeadora-adubadora, além da quantidade de palha presente na superfície por ocasião da semeadura, conforme se observa nos Quadros 21 e 22.

Quanto às interações dos tratamentos, observadas também no Quadro 23, nota-se que dentro dos quatro cultivares, os sistemas de manejo tiveram o mesmo comportamento estatístico, ou seja, o PC resultou em maior profundidade de semeadura, diferindo estatisticamente do PR que por sua vez superou PD. O mesmo ocorreu entre os manejos dentro dos tratamentos AL-30E1, AL-30E2, A-2288E2, AL-25E1, C-333BE1, C-333BE2, E1 e E2. Dentro de A-2288E1 e AL-25E2, os manejos PR e PC foram semelhantes e superaram estatisticamente o PD.

Comparando os cultivares dentro dos sistemas de manejo do solo e espaçamentos entre linhas, embora não demonstrado na forma de quadro, ocorreram diferenças significativas somente dentro do manejo convencional no espaçamento de 0,90 m (PCE1), sendo que os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente (6,70; 6,38 e 6,73 cm, respectivamente), diferindo do A-2288 (5,42 cm).

Quadro 23. Profundidade (cm) de deposição de sementes em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	5,20 Ab	3,59 Ac	6,71 Aa	5,08 A
	0,45 m	4,96 Ab	3,92 Ac	6,12 Aa	
		5,08 b	3,75 c	6,41 a	
A-2288	0,90 m	5,25 Aa	3,89 Ab	5,43 Ba	5,01 A
	0,45 m	5,38 Ab	3,69 Ac	6,44 Aa	
		5,31 b	3,79 c	5,93 a	
AL-25	0,90 m	5,14 Ab	3,78 Ac	6,39 Aa	5,12 A
	0,45 m	5,54 Aa	3,71 Ab	6,15 Aa	
		5,34 b	3,74 c	6,27 a	
C-333B	0,90 m	5,43 Ab	4,11 Ac	6,73 Aa	5,26 A
	0,45 m	4,82 Ab	3,76 Ac	6,69 Aa	
		5,12 b	3,94 c	6,71 a	
Média Manejos		5,21 b	3,80 c	6,33 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		5,26 b	3,84 c	6,31 a	5,14 A
Média 0,45 m		5,17 b	3,77 c	6,35 a	5,10 A

$CV_1=11,88\%$ $CV_2=10,39\%$

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para o segundo ano do ensaio, Quadros 24a e 24b, ocorreram diferenças significativas somente entre os sistemas de manejo do solo e espaçamentos entre linhas. Os sistemas PR e PC se igualaram estatisticamente (4,57 e 4,80 cm) e diferiram de PD (3,30 cm). Tais resultados podem ser explicados da mesma forma que no primeiro ano, ou

seja, pela menor resistência ao corte oferecida pelos sistemas PR e PC, uma vez que estes se encontravam mobilizados. Entre os espaçamentos entre linhas, E1 resultou em maior profundidade (4,38 cm), diferindo estatisticamente do espaçamento E2 (4,07 cm). Provavelmente este resultado foi devido às diferentes pressões exercidas sobre o solo por unidade de semeadura, pois no espaçamento E1, utilizou-se quatro linhas e no espaçamento E2, seis linhas, conseqüentemente o peso da semeadora-adubadora foi melhor distribuído no espaçamento E2, resultando em menor capacidade de penetração dos mecanismos de abertura de sulcos.

Quadro 24a. Profundidade (cm) de deposição de sementes em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	4,69	4,66	4,73	4,49	4,57 A
	0,45 m	4,56	4,82	4,68	3,96	
		4,63	4,74	4,71	4,22	
PD	0,90 m	3,55	3,56	3,51	3,14	3,30 B
	0,45 m	3,35	3,11	2,99	3,17	
		3,45	3,33	3,25	3,16	
PC	0,90 m	5,39	5,03	4,81	5,04	4,80 A
	0,45 m	4,66	4,67	4,43	4,40	
		5,03	4,85	4,62	4,72	
Média Cultivares		4,37	4,31	4,19	4,03	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		4,55	4,41	4,35	4,22	4,38 A
Média 0,45 m		4,19	4,20	4,03	3,84	4,07 B

$CV_1=18,55\%$ $CV_2=13,06\%$

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Analisando o Quadro 24b, verifica-se que na média do espaçamento E1, ocorreram diferenças significativas entre os três sistemas de manejo, onde PC superou estatisticamente PR que diferiu de PD. Já na média do espaçamento E2, os manejos PC e PR se igualaram estatisticamente e diferiram do PD.

Quadro 24b. Profundidade (cm) de deposição de sementes em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	4,69 Aa	3,55 Ab	5,39 Aa	4,37 A
	0,45 m	4,56 Aa	3,35 Ab	4,66 Aa	
		4,63 a	3,45 b	5,03 a	
A-2288	0,90 m	4,66 Aa	3,56 Ab	5,03 Aa	4,31 A
	0,45 m	4,82 Aa	3,11 Ab	4,67 Aa	
		4,74 a	3,33 b	4,85 a	
AL-25	0,90 m	4,73 Aa	3,51 Ab	4,81 Aa	4,19 A
	0,45 m	4,68 Aa	2,99 Ab	4,43 Aa	
		4,71 a	3,25 b	4,62 a	
C-333B	0,90 m	4,49 Aa	3,14 Ab	5,04 Aa	4,03 A
	0,45 m	3,96 Aa	3,17 Ab	4,40 Aa	
		4,22 a	3,16 b	4,72 a	
Média Preparos		4,57a	3,30 b	4,80 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		4,64 Ab	3,44 Ac	5,07 Aa	4,38 A
Média 0,45 m		4,50 Aa	3,15 Ab	4,54 Ba	4,07 B

CV₁=18,55% CV₂=13,06%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

A explicação pode ser a mesma citada anteriormente, ou seja, pressão sobre o solo (número de linhas utilizadas na semeadora) e quantidade de palha na superfície. Dentro do manejo PC, o espaçamento E2 teve menor profundidade de deposição de sementes, diferindo de E1. Para esse resultado, vale a mesma explicação anterior.

Para as demais interações ocorridas, ou seja, as diferenças entre os sistemas de manejo dentro dos tratamentos AL-30, A-2288, AL-25, C-333B, AL-30E1, AL-30E2, A-2288E1, A-2288E2, AL-25E1, AL-25E2, C-333BE1 e C-333BE2, os manejos PR e PC se igualaram estatisticamente e diferiram de PD, que apresentou menor profundidade de deposição de sementes.

Furlani (2000) não encontrou diferenças significativas na profundidade de deposição de sementes de feijão entre os sistemas de preparo convencional (aração seguida de gradagem leve), reduzido (escarificação) e a semeadura direta. Leite (2002) encontrou profundidades de deposição de sementes de milho estatisticamente maiores no sistema de preparo convencional comparado ao reduzido, já o plantio direto, apresentou comportamento intermediário. Entre os espaçamentos entre linhas (0,90 e 0,45 m), o mesmo autor não verificou diferenças significativas. Entretanto, trabalhando com a mesma cultura e espaçamentos entre linhas, Silva (2003) verificou influência desses na profundidade de deposição de sementes.

6.7 Número médio de dias para emergência das plântulas de milho

No primeiro ano de condução do ensaio, Quadros 25a e 25b, o número médio de dias para emergência das plântulas de milho foi influenciado pelos tratamentos de manejo do solo, cultivares de milho e espaçamentos entre linhas. Os três sistemas de manejo diferiram entre si, sendo que o tratamento PR foi o que levou mais tempo para emergir (7,2 dias), seguido pelos sistemas PC (7,08 dias) e PD (6,88 dias). Provavelmente esses resultados estão relacionados com a profundidade de deposição de sementes, Quadro 23, ou seja, à medida que se aprofundou mais a semente no solo, maior foi o tempo gasto para emergência. Além disso, a quantidade de palha na superfície pode ter diminuído o contato solo-semente, ocasionando maior tempo para emergência; isto pode ter ocorrido com o sistema PR, pois mesmo tendo uma profundidade de deposição de sementes menor que o

sistema PC, demorou mais para emergir, conforme mostra o Quadro 23. A possibilidade de ocorrência de temperaturas mais elevadas no sistema PC também pode ter influenciado a velocidade de emergência.

Quadro 25a. Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	7,13 Aa	7,02 Aa	7,20 Aa	7,10 Aa	7,20 A
	0,45 m	7,24 Aa	7,19 Aa	7,33 Aa	7,39 Aa	
		7,18 b	7,11 b	7,27 a	7,24 a	
PD	0,90 m	6,79 Aa	6,81 Aa	6,83 Aa	6,87 Aa	6,88 C
	0,45 m	6,86 Aa	6,98 Aa	6,95 Aa	6,96 Aa	
		6,82 a	6,90 a	6,89 a	6,91 a	
PC	0,90 m	6,95 Aa	7,10 Aa	6,97 Aa	7,00 Aa	7,08 B
	0,45 m	7,05 Ab	7,07 Ab	7,17 Ab	7,31 Aa	
		7,00 a	7,08 a	7,07 a	7,16 a	
Média Cultivares		7,00 b	7,04b	7,07 a	7,10 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		6,96 Aa	6,98 Ba	7,00 Ba	6,99 Ba	6,98 B
Média 0,45 m		7,05 Ab	7,08 Ab	7,15 Aa	7,22 Aa	7,12 A

CV₁=1,87% CV₂=1,65%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Entre os cultivares também correram diferenças significativas, onde se observa não haver diferença estatística entre AL-30 e A-2288 e entre AL-25 e C-333B, com superioridade dos últimos (Quadro 25a). Esses resultados também podem ser devido à profundidade de deposição de sementes, Quadro 23, pois embora não significativo AL-30 e A-

2288 foram semeados mais superficialmente que AL-25 e C-333B. Diferenças de vigor entre os cultivares também pode ter influenciado o tempo de emergência.

Ainda no Quadro 25a, pode ser observada diferença estatística entre os espaçamentos estudados, verificando que no E1, as plântulas emergiram mais rapidamente que no E2, com 6,98 e 7,12 dias, respectivamente. Possivelmente, isto se deve à profundidade de deposição de sementes aliado à porcentagem de cobertura do solo após a semeadura, Quadros 23 e 21 respectivamente. O espaçamento E1, embora sem diferença estatística, teve deposição mais profunda das sementes e menor porcentagem de cobertura do solo, ocasionando maior contato solo semente, resultando conseqüentemente, em menor tempo de emergência.

Quanto às interações dos tratamentos, verifica-se diferenças estatísticas entre os cultivares dentro do sistema PR e dentro da média do espaçamento E2, onde AL-30 e A-2288 não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram menores tempos de emergência que AL-25 e C-333B, também iguais estatisticamente. Dentro do tratamento PCE2, os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 tiveram o mesmo comportamento estatístico e foram mais rápidos para emergir que C-333B.

No Quadro 25b, nota-se o mesmo comportamento estatístico entre os cultivares dentro dos tratamentos AL-30E1 e AL-25E1, onde PD e PC foram iguais estatisticamente e inferiores a PR. Dentro do tratamento AL-30E2, AL-30, AL-25, E1 e E2, o manejo PR apresentou maior tempo de emergência, diferindo de PD, ficando PC com valores intermediários. Para os tratamentos A-2288E1, AL-25E2, C-333BE1, C-333BE2, AL-30 e C-333B, houve igualdade estatística entre PR e PC, demorando mais para emergir que PD.

Os mesmos comportamentos estatísticos ocorreram entre os espaçamentos dentro dos tratamentos PDA-2288, PCAL-25, PCC-333B, PRC-333B, PR, PD e PC, onde sempre o E2 demorou mais para emergir que E1.

Quadro 25b. Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	7,13 Aa	6,79 Ab	6,95 Ab	7,00 B
	0,45 m	7,24 Aa	6,86 Ac	7,05 Ab	
		7,18 a	6,82 c	7,00 b	
A-2288	0,90 m	7,02 Aa	6,81 Bb	7,10 Aa	7,04 B
	0,45 m	7,19 Aa	6,98 Aa	7,07 Aa	
		7,11 a	6,90 b	7,08 a	
AL-25	0,90 m	7,20 Aa	6,83 Ab	6,97 Bb	7,07 A
	0,45 m	7,33 Aa	6,95 Ab	7,17 Aa	
		7,27 a	6,89 c	7,07 b	
C-333B	0,90 m	7,10 Ba	6,87 Ab	7,00 Ba	7,10 A
	0,45 m	7,39 Aa	6,96 Ab	7,31 Aa	
		7,24 a	6,91 b	7,16 a	
Média Manejos		7,20 a	6,88 c	7,08 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		7,11 Ba	6,83 Bc	7,01 Bb	6,98 B
Média 0,45 m		7,29 Aa	6,93 Ac	7,15 Ab	7,12 A
CV ₁ =1,87% CV ₂ =1,65%					

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

De maneira geral, para o segundo ano de condução do ensaio, Quadro 26a, a modalidades de manejo do solo, espaçamentos entre linhas e cultivares de milho, não exerceram nenhuma influência sobre o número médio de dias para emergência das plântulas de milho. Para as interações, nota-se que houve diferença estatística entre os espaçamentos dentro do tratamento PCC-333B, onde E1 emergiu mais rapidamente que E2.

Quadro 26a. Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	7,32 Aa	7,30 Aa	7,17 Aa	7,37 Aa	7,24 A
	0,45 m	7,12 Aa	7,17 Aa	7,24 Aa	7,24 Aa	
		7,22 a	7,24 a	7,21 a	7,30 a	
PD	0,90 m	7,08 Aa	7,44 Aa	7,13 Aa	7,21 Aa	7,17 A
	0,45 m	7,12 Aa	7,19 Aa	7,02 Aa	7,16 Aa	
		7,10 a	7,32 a	7,08 a	7,18 a	
PC	0,90 m	7,28 Aa	7,46 Aa	7,34 Aa	7,22 Ba	7,36 A
	0,45 m	7,30 Aa	7,31 Aa	7,41 Aa	7,58 Aa	
		7,29 a	7,38 a	7,38 a	7,41 a	
Média Cultivares		7,20 a	7,31 a	7,22 a	7,29 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		7,23 a	7,40 a	7,21 a	7,27 a	7,28 A
Média 0,45 m		7,18 a	7,22 a	7,22 a	7,32 a	7,24 A

CV₁=3,45% CV₂=3,30%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 26b, pode-se observar que houve diferenças significativas entre os sistemas de manejo dentro dos tratamentos C-333BE2 e E2, onde PR e PD, iguais estatisticamente, emergiram mais rápido que PC.

Siqueira (1999), Boller et al. (2001) e Marques (2002) também não encontraram nenhuma influência dos sistemas de preparo do solo sobre o número médio de dias para emergência. Para os espaçamentos entre linhas, Leite (2002) encontrou diferenças significativas, verificando menor tempo de emergência no espaçamento de 0,45 m comparado ao 0,90 m.

Quadro 26b. Número médio de dias para emergência das plântulas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Sistemas de manejo de solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	7,32 Aa	7,08 Aa	7,28 Aa	7,20 A
	0,45 m	7,12 Aa	7,12 Aa	7,30 Aa	
		7,22 a	7,10 a	7,29 a	
A-2288	0,90 m	7,30 Aa	7,44 Aa	7,46 Aa	7,31 A
	0,45 m	7,17 Aa	7,19 Aa	7,31 Aa	
		7,24 a	7,32 a	7,38 a	
AL-25	0,90 m	7,17 Aa	7,13 Aa	7,34 Aa	7,22 A
	0,45 m	7,24 Aa	7,02 Aa	7,41 Aa	
		7,21 a	7,07 a	7,38 a	
C-333B	0,90 m	7,37 Aa	7,21 Aa	7,22 Aa	7,29 A
	0,45 m	7,24 Ab	7,16 Ab	7,58 Aa	
		7,30 a	7,18 a	7,40 a	
Média Manejos		7,24 Aa	7,17 Aa	7,36 Aa	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		7,29 Aa	7,21 Aa	7,33 Aa	7,28 A
Média 0,45 m		7,19 b	7,12 b	7,40 a	7,24 A
CV ₁ =3,45% CV ₂ =3,30%					

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

6.8 População inicial de plantas

Os resultados de população inicial de plantas, para o primeiro ano do ensaio, são apresentados no Quadro 27, onde pode ser observado que este parâmetro foi influenciado apenas pelos cultivares utilizados. Os cultivares AL-25 e C-333B não diferiram entre si e resultaram em maiores populações (60.995 e 60.879 plantas.ha⁻¹) comparadas a AL-

30 e A-2288 (56.134 e 55.324 plantas.ha⁻¹) que também não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Tais resultados podem ser devido às diferenças de germinação e vigor existente entre os cultivares utilizados.

Quadro 27. População inicial de plantas (plantas.ha⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	56944 Aa	55555 Aa	60416 Aa	59027 Aa	57899 A
	0,45 m	57638 Aa	58333 Aa	59027 Aa	56250 Aa	
		57291 a	56944 a	59722 a	57638 a	
PD	0,90 m	59722 Aa	56250 Aa	59722 Aa	66666 Aa	58246 A
	0,45 m	53472 Aa	54166 Aa	59027 Aa	56944 Aa	
		56597 a	55208 a	59375 a	61805 a	
PC	0,90 m	55555 Aa	53472 Aa	60416 Aa	63888 Aa	58854 A
	0,45 m	53472 Ab	54166 Ab	67361 Aa	62500 Aa	
		54513 b	53819 b	63888 a	63194 a	
Média Cultivares		56134 b	55324 b	60995 a	60879 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		57407 Ab	55092 Ab	60185 Aa	63194 Aa	58969 A
Média 0,45 m		54861 Aa	55555 Aa	61805 Aa	58564 Aa	57696 A

CV₁=14,02% CV₂=12,21%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Ocorreram interações significativas entre os tratamentos, podendo-se verificar que dentro do PCE2, PC e E1, os cultivares AL-30 e A-2288 não diferiram e apresentaram menores valores de população inicial de plantas que AL-25 e C-333B, que também não apresentaram diferença estatística entre si.

Quadro 28. População inicial de plantas (plantas.ha⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	54861 Ab	52083 Ab	55555 Ab	65972 Aa	55989 B
	0,45 m	53472 Aa	54167 Aa	54166 Aa	57639 Aa	
		54166 b	53125 b	54861 b	61805 a	
PD	0,90 m	52777 Aa	53472 Aa	54166 Aa	63194 Aa	57118 B
	0,45 m	55555 Ab	56944 Ab	53472 Ab	67361 Aa	
		54166 b	55208 b	53819 b	65278 a	
PC	0,90 m	51389 Ab	57638 Ab	61111 Aa	68055 Aa	59461 A
	0,45 m	53472 Ab	55555 Ab	60416 Ab	68055 Aa	
		52430 b	56597 b	60763 b	68055 a	
Média Cultivares		53588 b	54977 b	56481 b	65046 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		53009 Ab	54398 Ab	56944 Ab	65741 Aa	57523 A
Média 0,45 m		54166 Ab	55555 Ab	56018 Ab	64351 Aa	57523 A

CV₁=3,260% V₂=12,09%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para o segundo ano de condução do ensaio, ocorreram diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo e entre os cultivares de milho, conforme descrito no Quadro 28. O sistema de manejo PC foi superior, 59.461 plantas.ha⁻¹, aos sistemas PR e PD, 55.989 e 57.118 plantas.ha⁻¹, respectivamente, que não diferiram estatisticamente. Entre os cultivares, o C-333B resultou em maior população de plantas, 65.046 plantas.ha⁻¹, comparado aos cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 que tiveram o mesmo comportamento estatístico, 53.588, 54.977 e 56.481 plantas.ha⁻¹, respectivamente. Para as diferenças entre os cultivares, a possível explicação poderia ser também, a variabilidade genética entre os materiais, resultando em diferenças de germinação e vigor, embora que o ambiente também

pode influenciar o vigor. As diferenças de populações entre os sistemas de manejo do solo, podem ter ocorrido, embora não medida, devido a possíveis diferenças de temperatura entre estes. O manejo PC, devido a menor porcentagem de cobertura do solo, Quadro 22, comparado a PR e PD, pode ter resultado numa temperatura ideal para a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas. Marques (2002) encontrou diferenças estatísticas entre os sistemas de preparo para o parâmetro temperatura do solo, medida a 3 cm de profundidade nove dias após a semeadura, onde o preparo convencional teve maior temperatura que o reduzido, ficando o plantio direto com o menores valores.

Marques (1999) e Boller et al.(2001) não encontraram diferenças estatísticas significativas na população inicial de plantas entre os tratamentos de preparo que estudaram. Já Silva (2000) teve a população inicial de plantas influenciada pelos sistemas de preparo. Entre os cultivares que trabalhou, o mesmo autor também não verificou diferenças significativas.

Ainda no Quadro 28, pode ser observado que ocorreram diferenças significativas para as interações dos tratamentos. Dentro dos tratamentos PR, PD, PC, E1, E2, PRE1, PDE2 e PCE2, os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 foram estatisticamente iguais e resultaram em menores populações de plantas que C-333B. Dentro do tratamento PCE1, houve igualdade estatística entre AL-30 e A-2288 e entre AL-25 e C-333B, que tiveram populações superiores aos primeiros.

Embora não mostrado em quadro, houve diferenças estatísticas entre os sistemas de manejo dentro do tratamento C-333BE2, onde PR teve uma menor população comparada com PD e PC, que não diferiram estatisticamente entre si.

6.9 População final de plantas

Os resultados de população final de plantas, para o primeiro ano de condução do ensaio, estão descritos no Quadro 29. De modo geral, diferenças significativas podem ser observadas somente entre os tratamentos de cultivares, sendo que AL-25 e C-333B não diferiram entre si e foram superiores a AL-30 e A-2288, que também apresentaram igualdade estatística. Esse mesmo comportamento estatístico pode ser observado na interação

dos cultivares dentro do manejo PC. Tais resultados seguiram o mesmo comportamento do parâmetro população inicial de plantas, Quadro 27.

Quadro 29. População final das plantas (plantas.ha⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2233	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	54166 Aa	51388 Aa	54861 Aa	57638 Aa	54774 A
	0,45 m	54166 Aa	55555 Aa	54861 Aa	55555 Aa	
		54166 a	53472 a	54861 a	56597 a	
PD	0,90 m	59722 Aa	52083 Aa	53472 Aa	56250 Aa	54079 A
	0,45 m	50000 Ba	49305 Aa	55555 Aa	56250 Aa	
		54861 a	50694 a	54513 a	56250 a	
PC	0,90 m	53472 Aa	50000 Aa	56250 Aa	60416 Aa	55034 A
	0,45 m	52083 Aa	52083 Aa	56250 Aa	59722 Aa	
		52777 b	51041 b	56250 a	60069 a	
Média Cultivares		53935 b	51736 b	55208 a	57638 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		55787 a	51157 a	54861 a	58101 a	54976 A
Média 0,45 m		52083 a	52314 a	55555 a	57175 a	54282 A

CV₁=8,670% CV₂=12,06%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para o segundo ano, conforme Quadro 30, o cultivar C-333B foi superior (61.805 plantas.ha⁻¹), diferindo estatisticamente dos AL-30, A-2288 e AL-25, que não diferiram entre si (51.851, 52.893 e 53.356 plantas.ha⁻¹). Esses resultados seguiram o mesmo comportamento estatístico da população inicial, onde C-333B superou os demais cultivares. Essas diferenças entre os cultivares, tanto no primeiro como no segundo ano do ensaio,

conforme já comentado anteriormente, podem ser devido às diferenças genéticas existentes em termos de germinação e vigor.

Os sistemas de preparo do solo e os espaçamentos entre linhas, de maneira geral, no segundo ano do ensaio, não exerceram nenhuma influência sobre a população final de plantas.

Quadro 30. População final das plantas (plantas.ha⁻¹) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2233	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	52778 Ab	50694 Ab	52777 Ab	62500 Aa	53993 A
	0,45 m	52778 Aa	52778 Aa	52083 Aa	55555 Aa	
		52778 a	51736 a	52430 a	59027 a	
PD	0,90 m	51388 Ab	51389 Ab	53472 Ab	62500 Aa	55295 A
	0,45 m	53472 Aa	54166 Aa	53472 Aa	62500 Aa	
		52430 b	52777 b	53472 b	62500 a	
PC	0,90 m	50000 Aa	54861 Aa	54166 Aa	61805 Aa	55642 A
	0,45 m	50694 Ab	53472 Ab	54166 Ab	65972 Aa	
		50347 b	54166 b	54166 b	63888 a	
Média Cultivares		51851 b	52893 b	53356 b	61805 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		51388 Ab	52314 Ab	53472 Ab	62268 Aa	54861 A
Média 0,45 m		52315 Ab	53472 Ab	53240 Ab	61342 Aa	55092 A

CV₁=7,640% CV₂=11,82%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Quanto às interações, observa-se que ocorreram diferenças significativas entre os cultivares dentro dos tratamentos PD, PC, E1, E2, PRE1, PDE1 e PCE2,

onde não houve diferença estatística entre os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25, porém resultaram em menores populações que C-333B.

Comparando o preparo convencional com a semeadura direta em diferentes tipos de cobertura, Rosa Júnior (2000) também não encontrou diferenças significativas na população final de plantas de milho safrinha. Furlani et al. (1999), Marques (1999) e Leite (2002) estudando os sistemas de preparo convencional, reduzido e plantio direto, também não obtiveram diferenças significativas nesse parâmetro. Entretanto, Silva (2000) e Marques (2002), encontraram influência desses mesmos preparos nas populações finais de plantas de milho e soja, respectivamente. Entre os espaçamentos de 0,90 e 0,45 m na cultura do milho, Leite (2002) também não verificou diferenças significativas nas populações, concordando, portanto, com os resultados dessa pesquisa. Já Fey et al. (2001), encontraram maiores populações a medida que reduziram o espaçamento entre linhas na cultura do milho.

6.10. Altura das plantas de milho

No primeiro ano de condução do ensaio, os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas não exerceram nenhuma influência sobre a altura das plantas, porém, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de cultivares utilizados, Quadro 31a. Nota-se que as variedades, AL-30 e AL-25 (2,34 e 2,26 m), não diferiram entre si e foram superiores ao híbrido C-333B (2,17 m); já o híbrido A-2288 (2,09 m), resultou em plantas de menor porte, diferindo estatisticamente do demais cultivares.

Esses resultados provavelmente foram devido às diferenças genéticas existentes entre os cultivares, prevalecendo o maior porte das variedades. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2000) quando estudou o comportamento de cultivares de milho em diferentes sistemas de preparo do solo. Marques (1999) encontrou diferenças significativas na altura de plantas de milho trabalhando com diferentes manejos de solo. O maior porte das variedades em relação aos híbridos é devido às suas características genéticas, que pode resultar em maior formação de matéria seca sobre o solo, beneficiando o sistema PD (SILVA, 2000). Entre os espaçamentos estudados na cultura do milho, Leite (2002), encontrou diferenças significativas na altura de plantas. Entretanto, Silva (2003) não

encontrou diferenças nesse parâmetro estudando os mesmos espaçamentos, concordando com os resultados obtidos no primeiro ano de condução dessa pesquisa.

Quadro 31a. Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2233	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	2,26 Aa	1,99 Ab	2,24 Aa	2,06 Ab	2,12 A
	0,45 m	2,19 Aa	1,91 Ab	2,16 Aa	2,18 Aa	
		2,23 a	1,95 b	2,20 a	2,12 a	
PD	0,90 m	2,39 Aa	2,12 Ab	2,36 Aa	2,21 Ab	2,26 A
	0,45 m	2,43 Aa	2,00 Ab	2,29 Aa	2,26 Aa	
		2,41 a	2,06 b	2,33 a	2,23 a	
PC	0,90 m	2,34 Aa	2,16 Aa	2,27 Aa	2,15 Aa	2,24 A
	0,45 m	2,46 Aa	2,15 Ab	2,25 Ab	2,19 Ab	
		2,40 a	2,15 b	2,26 b	2,17 b	
Média Cultivares		2,34 a	2,05 c	2,26 a	2,17 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2,33 Aa	2,09 Ab	2,29 Aa	2,14 Ab	2,21 A
Média 0,45 m		2,36 Aa	2,02 Ac	2,23 Ab	2,21 Ab	2,20 A

CV₁=10,75% CV₂=6,880%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para as interações, Quadro 31a, nota-se diferenças entre os cultivares dentro dos tratamentos PRE1, PDE1 e E1, onde AL-30 e AL-25 não diferiram entre si e superaram a altura dos cultivares A-2288 e C-333B, também iguais estatisticamente. Dentro dos tratamentos PRE2, PDE2, PR e PD, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram entre si e superaram A-2288. O cultivar AL-30 teve maior porte comparado a A-2288, AL-25 e C-333B, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si dentro dos tratamentos PCE2 e

PC. Dentro do espaçamento E2, o cultivar AL-30 foi estatisticamente superior ao A-2288, ficando AL-25 e C-333B com comportamento intermediário.

Quadro 31b. Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	2,26 Aa	2,39 Aa	2,34 Aa	2,34 A
	0,45 m	2,19 Ab	2,43 Aa	2,46 Aa	
		2,23 b	2,41 a	2,40 a	
A-2288	0,90 m	2,00 Aa	2,12 Aa	2,16 Aa	2,05 C
	0,45 m	1,91 Aa	2,00 Aa	2,15 Aa	
		1,95 a	2,06 a	2,15 a	
AL-25	0,90 m	2,24 Aa	2,36 Aa	2,27 Aa	2,26 A
	0,45 m	2,16 Aa	2,29 Aa	2,25 Aa	
		2,20 a	2,33 a	2,26 a	
C-333B	0,90 m	2,06 Aa	2,20 Aa	2,15 Aa	2,17 B
	0,45 m	2,18 Aa	2,26 Aa	2,20 Aa	
		2,12 a	2,23 a	2,17 a	
Média Manejos		2,12 a	2,26 a	2,24 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2,14 Ab	2,27 Aa	2,23 Aa	2,21 A
Média 0,45 m		2,11 Ab	2,24 Aa	2,26 Aa	2,20 A

$CV_1=10,75\%$ $CV_2=6,880\%$

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 31b, pode-se observar que dentro dos tratamentos AL-30E2, AL-30, E1 e E2, os sistemas de manejo do solo PD e PC foram iguais estatisticamente e apresentaram maior altura de plantas que PR.

Para o segundo ano de condução do ensaio, Quadro 32a, pode-se observar que as variedades AL-30 e AL-25, não diferiram entre si e superaram os híbridos A-2288 e C-333B, também iguais entre si, seguindo a mesma tendência do primeiro ano.

Quadro 32a. Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2233	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	2,06 Ab	2,02 Ab	2,17 Aa	2,05 Ab	2,05 A
	0,45 m	2,06 Aa	1,98 Ab	2,08 Aa	1,97 Ab	
		2,06 b	2,00 b	2,13 a	2,01 b	
PD	0,90 m	2,15 Aa	2,01 Ab	2,15 Aa	2,04 Ab	2,04 A
	0,45 m	2,10 Aa	1,88 Bb	2,11 Aa	1,88 Bb	
		2,12 a	1,94 b	2,13 a	1,96 b	
PC	0,90 m	2,20 Aa	1,94 Ab	2,11 Aa	1,85 Ab	2,02 A
	0,45 m	2,16 Aa	1,90 Ab	2,14 Aa	1,86 Ab	
		2,18 a	1,92 b	2,13 a	1,85 b	
Média Cultivares		2,12 a	1,95 b	2,13 a	1,94 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2,13 Aa	1,99 Ab	2,14 Aa	1,98 Ab	2,06 A
Média 0,45 m		2,11 Aa	1,92 Bb	2,11 Aa	1,90 Ba	2,01 B

CV₁=8,06% CV₂=3,71%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Os sistemas de manejo do solo, conforme o primeiro ano do ensaio, também não apresentaram influência sobre o referido parâmetro. Entretanto, os espaçamentos entre linhas diferiram estatisticamente, sendo que no espaçamento E1, as plantas tiveram maior porte. Tal resultado pode ser consequência da maior competição intraespecífica por luz, ocorrida no espaçamento E1, gerando plantas mais “estioladas”. Brustolin et al. (2001), não encontraram diferenças significativas, para o parâmetro altura de plantas em milho safrinha, a medida que reduziram o espaçamentos entre linhas. Todavia, Leite (2002) teve plantas estatisticamente maiores no espaçamento 0,90 m comparado ao 0,45 m em todos os estádios

fenológicos que acompanhou, concordando, portanto, com os resultados do segundo ano dessa pesquisa.

Ainda no Quadro 32a, nota-se interações entre os tratamentos. Dentro dos tratamentos PRE1 e PR, o cultivar AL-25 teve plantas estatisticamente maiores que AL-30, A-2288 e C-333B, que se não diferiram entre si. Dentro dos tratamentos PDE1, PDE2, PCE1, PCE2, PD, PC e E1, houve igualdade estatística entre AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, porém os primeiros tiveram maior porte. Para E2, verifica-se que A-2288 teve a menor altura de plantas comparada com os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B, iguais estatisticamente. Comparando os espaçamentos dentro dos tratamentos PDA-2288, PDC-333B, A-2288 e C-333B, observa-se que o espaçamento E1 sempre resultou em plantas estatisticamente mais altas que E2.

Quadro 32b. Altura das plantas (m) de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Sistemas de manejo de solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	2,06 Ab	2,15 Aa	2,20 Aa	2,12 A
	0,45 m	2,06 Aa	2,10 Aa	2,16 Aa	
		2,06 b	2,12 a	2,18 a	
A-2288	0,90 m	2,02 Aa	2,01 Aa	1,94 Aa	1,95 B
	0,45 m	1,98 Aa	1,88 Aa	1,90 Aa	
		2,00 a	1,94 a	1,92 a	
AL-25	0,90 m	2,17 Aa	2,15 Aa	2,11 Aa	2,13 A
	0,45 m	2,08 Aa	2,11 Aa	2,14 Aa	
		2,13 a	2,13 a	2,13 a	
C-333B	0,90 m	2,05 Aa	2,04 Aa	1,85 Ab	1,94 B
	0,45 m	1,97 Aa	1,88 Aa	1,86 Aa	
		2,01 a	1,96 a	1,85 b	
Média Manejos		2,05 a	2,04 a	2,02 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2,07 Aa	2,09 Aa	2,02 Ab	2,06 A
Média 0,45 m		2,02 Aa	1,99 Ba	2,01 Aa	2,01 B

CV₁=8,06% CV₂=3,71%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 32b, também podem ser verificadas algumas interações entre os tratamentos. Dentro do AL-30E1 e AL-30, os manejos PD e PC foram iguais estatisticamente e superaram PR. Já para os tratamentos C-333BE1, C-333B e E1, observa-se igualdade estatística entre PR e PD, superando PC.

6.11 Altura de inserção da primeira espiga

No Quadro 33a são apresentados os resultados de altura de inserção da primeira espiga para o primeiro ano do ensaio, onde se verifica que esse parâmetro seguiu o mesmo comportamento da altura de plantas, ou seja, houve influência apenas dos tratamentos de cultivares utilizados, resultado este possivelmente explicado pelas diferenças genéticas existentes entre os cultivares, onde as variedades se apresentam com porte maior.

Quadro 33a. Altura de inserção de espiga (m) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	1,44 Aa	1,11 Ab	1,27 Aa	1,32 Aa	1,26 A
	0,45 m	1,37 Aa	1,04 Ab	1,35 Aa	1,22 Aa	
		1,40 a	1,07 c	1,31 b	1,27 b	
PD	0,90 m	1,45 Aa	1,19 Ab	1,47 Aa	1,43 Aa	1,38 A
	0,45 m	1,55 Aa	1,08 Ac	1,53 Aa	1,32 Ab	
		1,50 a	1,14 c	1,50 a	1,38 b	
PC	0,90 m	1,53 Aa	1,17 Ab	1,44 Aa	1,38 Aa	1,37 A
	0,45 m	1,51 Aa	1,11 Ab	1,48 Aa	1,36 Aa	
		1,52 a	1,14 c	1,46 a	1,37 b	
Média Cultivares		1,47 a	1,12 c	1,42 a	1,34 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		1,47 Aa	1,16 Ac	1,39 Ab	1,38 Ab	1,35 A
Média 0,45 m		1,48 Aa	1,08 Ac	1,45 Aa	1,30 Ab	1,33 A

CV₁=16,56% V₂=7,810%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para as interações, pode-se observar que dentro dos tratamentos PRE1, PRE2, PDE1, PCE1, e PCE2, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B apresentaram igualdade estatística entre si, superando A-2288. Dentro dos tratamentos PDE2, PD, PC e E2, os cultivares AL-30 e AL-25 se igualaram estatisticamente e resultaram em maior altura de inserção de espiga comparada ao C-333B que também diferiu de A-2288. Já para PR e E1, o cultivar AL-30 superou A-2288, ficando AL-25 e C-333B com comportamento intermediário.

No Quadro 33b, também são observadas algumas interações entre os tratamentos. Dentro dos tratamentos AL-30E1, AL-25E1, AL-25E2, AL-30 e AL-25, os manejos PD e PC se igualaram estatisticamente e superaram PR.

Quadro 33b. Altura de inserção de espiga (m) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	1,44 Aa	1,45 Aa	1,53 Aa	1,47 A
	0,45 m	1,37 Ab	1,55 Aa	1,50 Aa	
		1,40 b	1,50 a	1,52 a	
A-2288	0,90 m	1,11 Aa	1,19 Aa	1,17 Aa	1,12 C
	0,45 m	1,04 Aa	1,08 Aa	1,11 Aa	
		1,07 a	1,14 a	1,14 a	
AL-25	0,90 m	1,27 Ab	1,47 Aa	1,44 Aa	1,42 A
	0,45 m	1,35 Ab	1,53 Aa	1,48 Aa	
		1,31 b	1,50 a	1,46 a	
C-333B	0,90 m	1,32 Aa	1,43 Aa	1,38 Aa	1,34 B
	0,45 m	1,22 Aa	1,32 Aa	1,36 Aa	
		1,27 a	1,37 a	1,38 a	
Média Manejos		1,26 a	1,38 a	1,37 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		1,28 Aa	1,39 Aa	1,38 Aa	1,35 A
Média 0,45 m		1,24 Aa	1,37 Aa	1,36 Aa	1,33 A

CV₁=16,56% CV₂=7,810%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para o segundo ano do ensaio, Quadro 34, também houve semelhança com os resultados de altura de plantas (Quadro 32a), porém os espaçamentos entre linhas não influenciaram a altura de inserção da primeira espiga. Brustolin et al. (2001), Silva (2003) também não encontraram influência da redução do espaçamento no parâmetro altura de inserção de espigas trabalhando com milho safrinha. Siqueira (1999), Furlani et al. (1999), Silva (2000) e Salvador (1992), encontraram diferenças estatísticas significativas, para altura de inserção de espiga, entre os preparos de solo que estudaram. Trabalhando com diferentes cultivares de milho, Silva (2000) também constatou influência destes na altura de inserção de espiga.

Quadro 34. Altura de inserção de espiga (m) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	1,24 Aa	1,09 Aa	1,36 Aa	1,19 Aa	1,18 A
	0,45 m	1,27 Aa	0,93 Ab	1,23 Aa	1,15 Aa	
		1,26 a	1,01 b	1,30 a	1,17 a	
PD	0,90 m	1,31 Aa	1,20 Aa	1,30 Aa	1,15 Aa	1,20 A
	0,45 m	1,29 Aa	1,00 Ab	1,26 Aa	1,11 Ab	
		1,30 a	1,10 b	1,28 a	1,13 b	
PC	0,90 m	1,37 Aa	0,99 Ab	1,25 Aa	1,02 Ab	1,14 A
	0,45 m	1,18 Aa	1,03 Aa	1,22 Aa	1,07 Aa	
		1,28 a	1,01 b	1,23 a	1,05 b	
Média Cultivares		1,28 a	1,04 b	1,27 a	1,11 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		1,31 Aa	1,09 Ab	1,30 Aa	1,12 Ab	1,21 A
Média 0,45 m		1,25 Aa	0,99 Ab	1,24 Aa	1,11 Ab	1,14 A

CV₁=14,31% CV₂=14,30%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para as interações entre os tratamentos, nota-se também no Quadro 34, dentro dos tratamentos PRE2 e PR, igualdade estatística entre os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B, superando A-22882. Para os tratamentos PDE2, PCE1, PD, PC, E1 e E2, nota-se igualdade entre os cultivares AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, porém os primeiros tiveram maior altura de inserção de espiga.

6.12 Diâmetro de colmo das plantas

Os resultados de diâmetro de colmo para o primeiro ano de condução do ensaio são mostrados no Quadro 35.

Quadro 35. Diâmetro de colmo (cm) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	2,29 Aa	2,30 Aa	2,23 Aa	2,45 Aa	2,33 A
	0,45 m	2,33 Aa	2,28 Aa	2,25 Aa	2,53 Aa	
		2,31 b	2,29 b	2,24 b	2,49 a	
PD	0,90 m	2,23 Aa	2,31 Aa	2,20 Aa	2,36 Aa	2,26 A
	0,45 m	2,30 Aa	2,23 Aa	2,21 Aa	2,21 Aa	
		2,26 a	2,28 a	2,20 a	2,29 a	
PC	0,90 m	2,27 Aa	2,32 Aa	2,29 Aa	2,33 Aa	2,35 A
	0,45 m	2,39 Aa	2,49 Aa	2,29 Aa	2,41 Aa	
		2,33 a	2,41 a	2,29 a	2,37 a	
Média Cultivares		2,30 a	2,32 a	2,25 a	2,38 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2,26 Aa	2,31 Aa	2,24 Aa	2,38 Aa	2,30 A
Média 0,45 m		2,34 Aa	2,33 Aa	2,25 Aa	2,38 Aa	2,32 A

CV₁=6,22% CV₂=8,32%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

As modalidades de manejo do solo, espaçamentos entre linhas e cultivares de milho utilizados, para o primeiro ano do ensaio, não exerceram influência sobre o diâmetro de colmo das plantas, com exceção da interação entre cultivares dentro do manejo PR, onde se observa que o tratamento C-333B resultou em maior diâmetro, superando estatisticamente os demais cultivares que apresentaram diferença estatística entre si, conforme mostra o Quadro 35. O maior diâmetro do cultivar C-333B comparado aos demais, provavelmente se deve às suas características genéticas e a sua capacidade de adaptação junto ao sistema de manejo PR.

Quadro 36. Diâmetro de colmo (cm) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	2,34 Aa	2,46 Aa	2,36 Aa	2,27 Aa	2,35 A
	0,45 m	2,36 Aa	2,52 Aa	2,28 Aa	2,19 Aa	
		2,35 b	2,49 a	2,32 b	2,23 b	
PD	0,90 m	2,29 Aa	2,35 Aa	2,35 Aa	2,27 Aa	2,32 A
	0,45 m	2,34 Ab	2,30 Ab	2,54 Aa	2,14 Ab	
		2,31 a	2,32 a	2,44 a	2,20 a	
PC	0,90 m	2,26 Aa	2,18 Ba	2,26 Ba	2,15 Aa	2,31 A
	0,45 m	2,44 Aa	2,46 Aa	2,50 Aa	2,27 Aa	
		2,35 a	2,32 a	2,38 a	2,21 a	
Média Cultivares		2,34 a	2,38 a	2,38 a	2,21 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2,29 Aa	2,33 Aa	2,33 Aa	2,23 Aa	2,30 A
Média 0,45 m		2,38 Aa	2,42 Aa	2,44 Aa	2,20 Ab	2,36 A

CV₁=8,28% CV₂=6,93%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No segundo ano de condução do ensaio, Quadro 36, as médias dos sistemas de manejo e dos espaçamentos entre linhas, não apresentaram diferenças estatísticas para o parâmetro diâmetro de colmo. Entretanto, pode-se observar que entre os cultivares, ocorreram diferenças estatísticas significativas, tendo o cultivar C-333B resultado em menores médias de diâmetro de colmo (2,21 cm), os demais cultivares se igualaram estatisticamente. Ainda no Quadro 36, nota-se diferenças significativas para a interação cultivares dentro do preparo PR, onde o tratamento A-2288 superou estatisticamente os demais AL-30, AL-25 e C-333B. Analisando os espaçamentos dentro dos tratamentos PCA-2288 e PCAL-25, nota-se que E2 resultou em diâmetro de colmo estatisticamente maior que E1. Dentro do preparo PDE2, o cultivar AL-25, superou estatisticamente os demais. Dentro da média do espaçamento E2, o cultivar C-333B teve menor diâmetro de colmo comparado aos demais cultivares.

Embora não descrito na forma de quadro, ocorreram diferenças estatísticas entre os sistemas de manejo do solo dentro do espaçamento E1, sendo que PR e PD (2,36 e 2,32 cm) se igualaram estatisticamente e superaram PC (2,21 cm).

Benez (1984), Gabriel Filho (1998), Siqueira (1999), Marques (1999), Silva (2000) e Leite (2002), não encontraram diferenças estatísticas para diâmetro de colmo, entre os sistemas de preparo de solo que trabalharam. Com a redução do espaçamento entre linhas, Brustolin et al. (2001) e Silva (2003), também não encontraram diferenças significativas para o mesmo parâmetro. Stipp et al. (2003) verificaram tendência de aumento no diâmetro de colmo das plantas de milho a medida que reduziram o espaçamento entre linhas, independente da população de plantas que estudaram. Para Leite (2002), o espaçamento 0,90 m resultou em maiores diâmetros de colmo comparado ao 0,45 m. Entre os cultivares estudados, Silva (2000) encontrou diferenças estatísticas nas médias desse parâmetro.

6.13 Produtividade da cultura do milho

Os resultados de produtividade da cultura do milho, no primeiro ano do ensaio, estão descritos no Quadro 37. Nota-se que as diferenças estatísticas significativas, de modo geral, ocorreram somente em função dos tratamentos de cultivares, onde o híbrido C-333B foi o mais produtivo, 8.137 kg.ha⁻¹, superando estatisticamente o híbrido A-2288, 7.335

kg.ha⁻¹, que por sua vez superou as variedades AL-30 e AL-25, 6.423 e 6.480 kg.ha⁻¹, respectivamente, que não diferiram entre si. A superioridade do cultivar C-333B possivelmente está relacionada com o índice de espiga (1,14), onde também foi superior aos demais. Na média, os híbridos foram 16,5% (1.284 kg.ha⁻¹) mais produtivos que as variedades. Embora sem diferenças estatísticas, o sistema de manejo PD produziu 6,7% e 6,9% mais que os sistemas PR e PC, respectivamente. Entre os espaçamentos, a diferença foi de 0,9% em favor do E2.

Ainda no Quadro 37 e na Figura 20, pode-se observar diferenças estatísticas entre os cultivares dentro do preparo PR, onde os cultivares A-2288 e C-333B, ambos híbridos superaram estatisticamente as variedades AL-30 e AL-25. Para o manejo PD, os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 não diferiram entre si e foram inferiores ao C-333B. No manejo PC, os cultivares AL-30 e AL-25 foram iguais estatisticamente e inferiores aos cultivares A-2288 e C-333B, também iguais entre si.

Quadro 37. Produtividade (kg.ha⁻¹) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	6942,4 Aa	7587,6 Aa	5452,1 Ab	8139,0 Aa	6931,8 A
	0,45 m	6165,8 Aa	6670,5 Aa	6756,8 Aa	7740,0 Aa	
		6554,1 b	7129,1 a	6104,4 b	7939,5 a	
PD	0,90 m	6454,4 Aa	7655,7 Aa	6998,6 Aa	8399,8 Aa	7427,4 A
	0,45 m	7294,8 Ab	6863,4 Ab	7030,2 Ab	8722,1 Aa	
		6874,6 b	7259,5 b	7014,4 b	8560,9 a	
PC	0,90 m	5495,5 Ab	7680,7 Aa	6134,3 Ab	7774,8 Aa	6915,9 A
	0,45 m	6189,8 Ab	7554,5 Aa	6511,3 Ab	7986,4 Aa	
		5842,7 b	7617,6 a	6322,8 b	7880,6 a	
Média Cultivares		6423,8 c	7335,4 b	6480,5 c	8137,0 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		6297,4 Ab	7641,3 Aa	6195,0 Ab	8104,6 Aa	7059,6 A
Média 0,45 m		6550,1 Ab	7029,5 Ab	6766,1 Ab	8149,5 Aa	7123,8 A

CV₁=25,98% CV₂=14,76%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

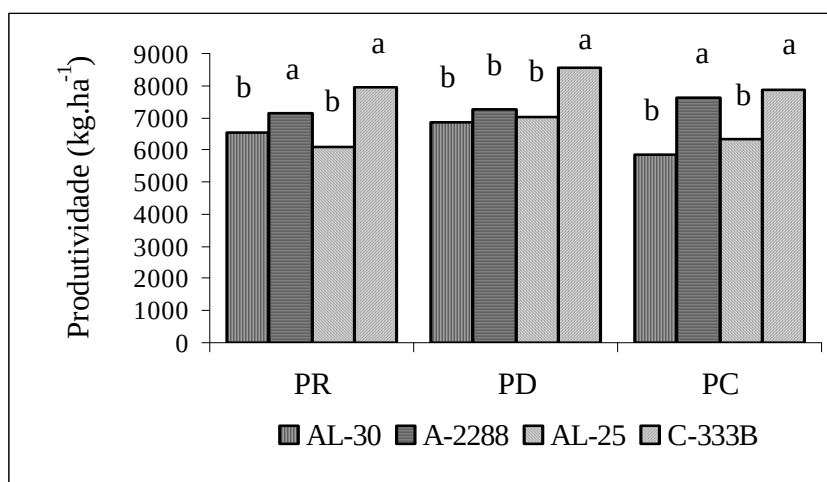


Figura 20. Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo no primeiro ano do ensaio.

Nota-se na Figura 20 que, para os manejos PR e PC, o cultivar A-2288 teve uma melhor adaptação comparada ao sistema PD. Provavelmente, esse cultivar tenha sido obtido e melhorado geneticamente em algum tipo de preparo que envolva intensa mobilização de solo, ficando, portanto, a ele adaptado. Para os demais cultivares, pode-se notar uma melhor adaptação, apresentando comportamento semelhante para qualquer sistema de manejo adotado.

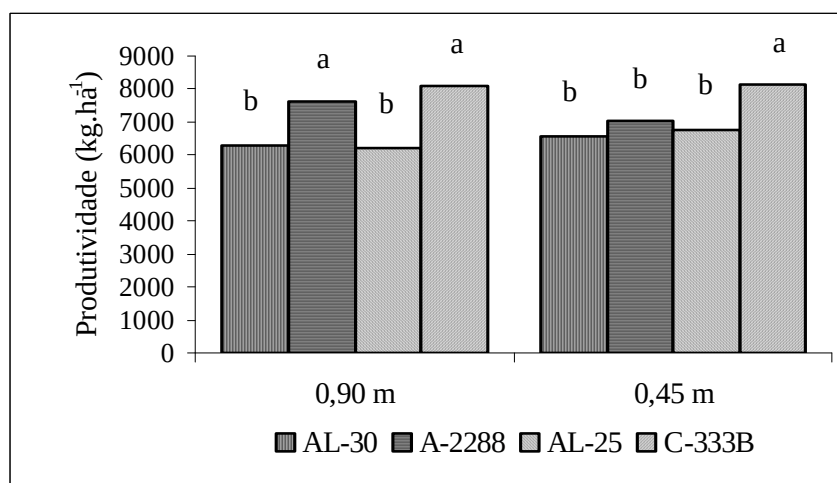


Figura 21. Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

Para o espaçamento E1, os cultivares A-2288 e C-333B tiveram igualdade estatística e foram mais produtivos que AL-30 e AL-25, também iguais. Já no espaçamento E2, os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 não apresentaram diferenças estatísticas entre si, porém foram menos produtivos que C-333B, conforme mostra Quadro 37 e Figura 21. Ainda na Figura 21, pode-se observar também que no espaçamento E2, as variedades sintéticas, AL-30 e AL-25, tiveram melhor adaptação que o híbrido A-2288. Na média, as variedades tiveram aumento de aproximadamente 6% quando foram semeadas no espaçamento E2, enquanto os híbridos tiveram redução de 3,6%, mesmo com o aumento de 0,5% do híbrido C-333B. Possivelmente, esse resultado está relacionado a dois fatores: primeiro, por apresentarem uma arquitetura de planta dita “não moderna”, as variedades se beneficiaram mais em plantios equidistantes (principalmente por luz) e, em segundo, a maior capacidade de adaptação das variedades devido a sua base genética mais ampla.

Analisando os cultivares dentro do tratamento PRE1, Quadro 37 e Figura 22, verifica-se que AL-30, A-2288 e C-333B não diferiram entre si e foram superiores ao AL-25. Para o tratamento PDE2, os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 foram iguais e inferiores ao C-333B. Já para PCE1 e PCE2, os cultivares AL-30 e AL-25 apresentaram igualdade estatística e produziram menos que A-2288 e C-333B, que não diferiram entre si.

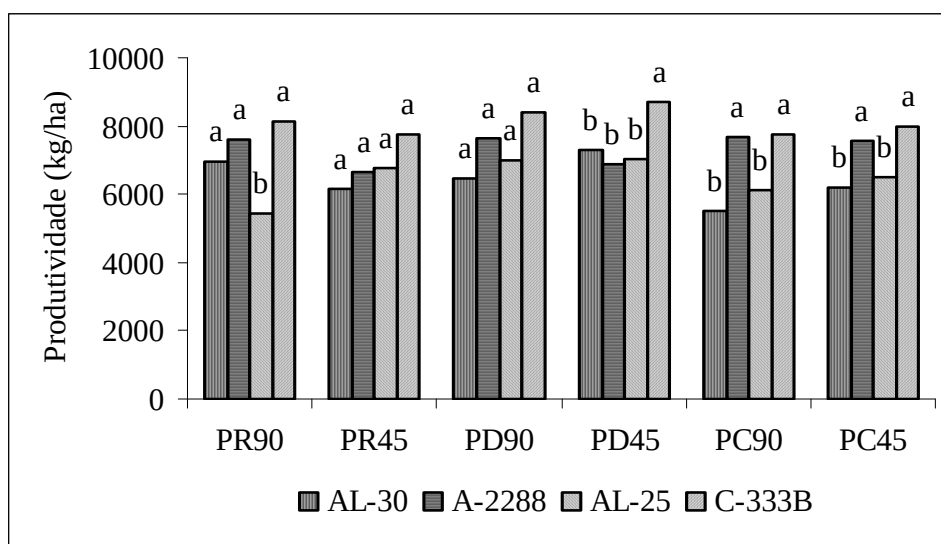


Figura 22. Produtividade ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano de experimento.

Para o segundo ano de condução do ensaio, os resultados de produtividade da cultura do milho são demonstrados no Quadro 38a. De maneira geral, os resultados seguiram o mesmo comportamento do primeiro ano, ou seja, somente os tratamentos de cultivares influenciaram o parâmetro produtividade. Os cultivares A-2288 e AL-2533B não apresentaram diferença estatística entre si e foram mais produtivos (5.565 e 5.492 kg.ha⁻¹) que os cultivares AL-30 e AL-25 (4.929 e 4.681 kg.ha⁻¹), também iguais pela análise estatística.

Quadro 38a. Produtividade (kg.ha⁻¹) da cultura do milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	4911,7 Ab	5908,0 Aa	4343,0 Ab	5939,2 Aa	5476,7 A
	0,45 m	5265,0 Aa	6027,7 Aa	5358,7 Aa	6061,0 Aa	
		5088,3 b	5967,8 a	4850,6 b	6000,1 a	
PD	0,90 m	4567,0 Aa	5155,5 Aa	4856,7 Aa	5626,5 Aa	4906,9 A
	0,45 m	4727,2 Aa	5169,0 Aa	4831,0 Aa	4322,2 Ba	
		4647,1 a	5162,2 a	4843,8 a	4974,3 a	
PC	0,90 m	5285,5 Aa	5791,7 Aa	3925,7 Ab	5261,0 Aa	5118,0 A
	0,45 m	4819,0 Aa	5338,5 Aa	4776,0 Aa	5746,7 Aa	
		5052,2 a	5565,1 a	4350,8 b	5503,8 a	
Média Cultivares		4929,2 b	5565,0 a	4681,7 b	5492,7 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		4921,4 Ab	5618,4 Aa	4375,1 Ab	5608,9 Aa	5130,9 A
Média 0,45 m		4937,0 Aa	5511,7 Aa	4988,4 Aa	5376,6 Aa	5203,4 A

CV₁=22,02% CV₂=15,79%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

De maneira geral, a média de produtividade dos híbridos foi, aproximadamente, 13% (723 kg.ha^{-1}) maior que a média das variedades. Mesmo sem influência estatística sobre a produtividade, o sistema de manejo PR produziu 10,4% (570 kg.ha^{-1}) e 6,5% (360 kg.ha^{-1}) mais que os sistemas PD e PC, respectivamente. Entre os espaçamentos, E2 produziu 1,4% (72 kg.ha^{-1}) mais que o espaçamento E1.

Para a análise dos cultivares dentro dos sistemas de manejo, Quadro 38a e Figura 25, verifica-se no PR, que os híbridos A-2288 e C-333B foram iguais estatisticamente e mais produtivos que as variedades AL-30 e AL-25, também iguais estatisticamente. No manejo PD, não foi observado diferenças significativas entre os cultivares; já no sistema PC, os cultivares AL-30, A-2288 e C-333B tiveram o mesmo comportamento estatístico, superando AL-25.

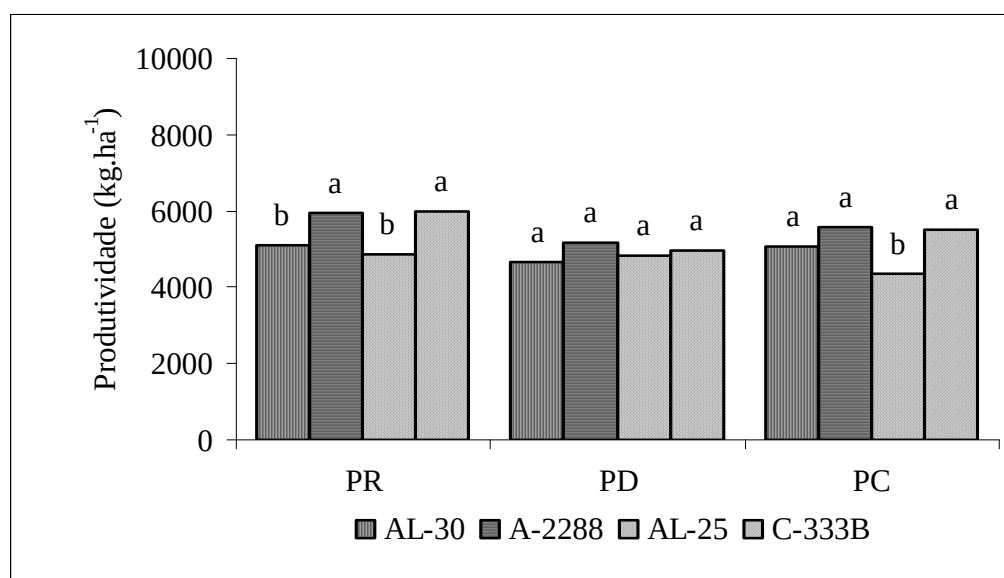


Figura 23. Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo, no segundo ano do ensaio.

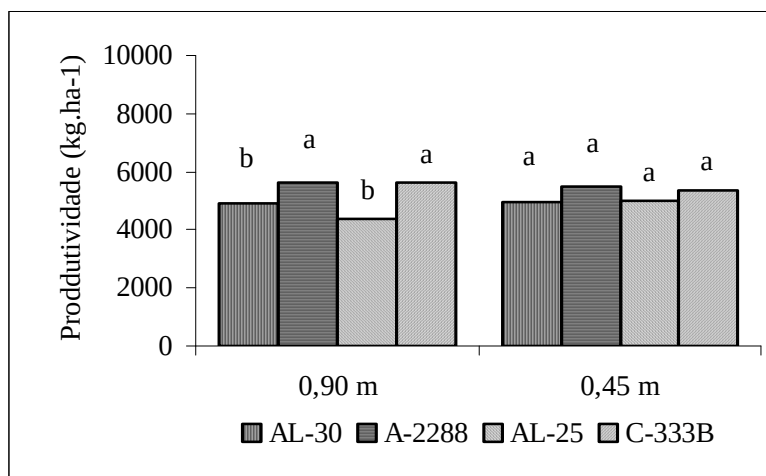


Figura 24. Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Na Figura 24 pode ser observado o comportamento dos cultivares nos dois espaçamentos estudados. Na media os cultivares AL-30 e AL-25 foram 6,3% mais produtivos quando semeadas no espaçamento E2. Já os cultivares A-2288 e C-333B tiveram redução de 3% no espaçamento E2. Esse comportamento também foi observado no primeiro ano do ensaio, Figura 21, valendo, portanto, a mesma explicação comentada anteriormente.

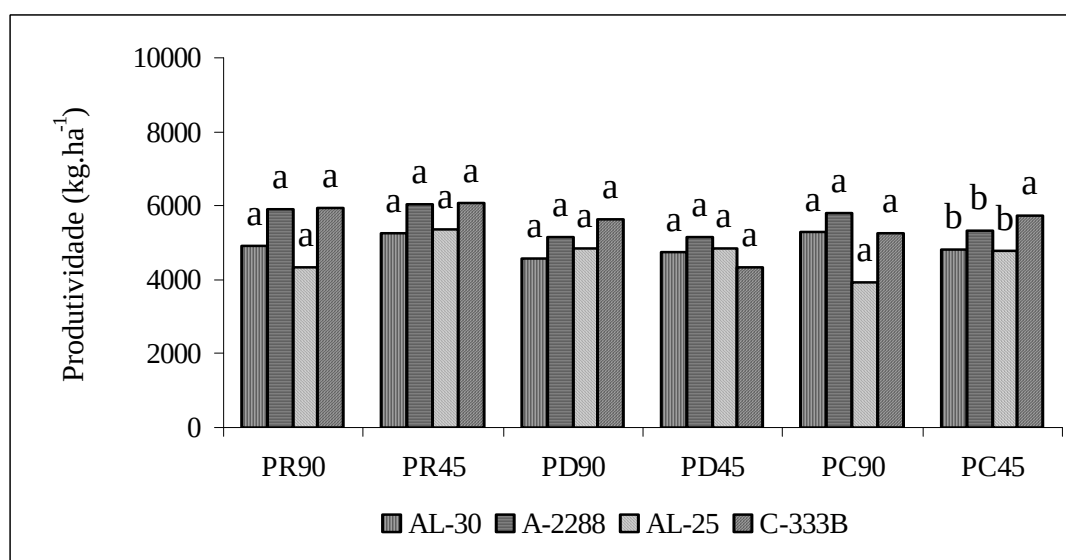


Figura 25. Produtividade (kg.ha^{-1}) de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano de experimento.

Dentro do tratamento PRE1, Quadro 38b e Figura 25, nota-se igualdade estatística entre os cultivares AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, sendo os dois últimos mais produtivos. Os cultivares AL-30, A-2288 e C-333B se igualaram estatisticamente e foram mais produtivos que o AL-25 dentro do tratamento PCE1. Comparando os espaçamentos dentro do tratamento PDC-333B, pode-se observar que E1 superou estatisticamente E2. Para a análise dos cultivares dentro dos tratamentos de espaçamento, nota-se diferenças significativas somente no E1, onde AL-30 e AL-25 não diferiram e foram menos produtivos que os cultivares A-2288 e C-333B.

Quadro 38b. Produtividade ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) da cultura do milho em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Sistemas de manejo de solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	4911,7 Aa	4567,0 Aa	5285,5 Aa	4929,2 B
	0,45 m	5265,0 Aa	4727,2 Aa	4819,0 Aa	
		5088,3 a	4647,1 a	5052,2 a	
A-2288	0,90 m	5908,0 Aa	5155,5 Aa	5791,7 Aa	5565,0 A
	0,45 m	6027,7 Aa	5169,0 Aa	5338,5 Aa	
		5967,8 a	5162,2 a	5565,1 a	
AL-25	0,90 m	4343,0 Aa	4856,7 Aa	3925,7 Aa	4681,7 B
	0,45 m	5358,2 Aa	4831,0 Aa	4776,0 Aa	
		4850,6 a	4843,8 a	4350,8 a	
C-333B	0,90 m	5939,2 Aa	5626,5 Aa	5261,0 Aa	5492,7 A
	0,45 m	6061,0 Aa	4322,2 Ab	5746,7 Aa	
		6000,1 a	4974,3 a	5503,8 a	
Média Manejos		5476,7 a	4906,9 a	5118,0 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		5275,5 Aa	5051,4 Aa	5066,0 Aa	5130,9 A
Média 0,45 m		5678,0 Aa	4762,3 Aa	5170,0 Aa	5203,4 A

$CV_1=22,02\%$ $CV_2=15,79\%$

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 38b, pode-se verificar diferenças estatísticas significativas entre os sistemas de manejo dentro do tratamento C-333BE2, onde o manejo PR e PC foram iguais estatisticamente e mais produtivos que PD.

Comparando os dois anos de condução do ensaio experimental, pode-se notar uma diferença expressiva na produtividade, pois houve redução de aproximadamente 27% (1.924 kg.ha^{-1}) na produtividade média do primeiro para o segundo ano. Essa redução na produtividade provavelmente foi devida à redução da radiação solar incidente durante o período, Figura 5. Comparando os quatro primeiros meses de desenvolvimento da cultura nos dois anos do ensaio a partir da semeadura, verifica-se uma redução de 12,8% na incidência de radiação, o que pode ter influenciado o índice de espiga que também reduziu no segundo ano do ensaio.

Brustolin et al. (2001), Leite (2002), Silva (2003) não obtiveram diferenças estatísticas significativas na produtividade do milho em função dos espaçamentos entre linhas que estudaram. Já Fey et al. (2001) verificaram aumento de produtividade a medida que reduziram o espaçamento entre linhas.

Estudando sistemas de preparo do solo na cultura do milho, Silva (2000), Furlani et al. (1999), Leite (2002), Siqueira (1999), Marques (1999) e Pontes (1999), não encontraram nenhuma influência destes na produtividade. Na cultura do feijão, Boller (1996) e Furlani (2000), também não encontraram influência dos sistemas de preparo na produtividade. Silva (2000) encontrou influência dos cultivares que estudou na produtividade, concordando com os resultados dessa pesquisa.

6.14 Índice de espiga

No Quadro 39 são encontrados os resultados de índice de espiga para o primeiro ano de condução do ensaio. De modo geral, as diferenças significativas ocorreram somente entre os cultivares estudados, onde AL-30, A-2288 e AL-25 não diferiram estatisticamente entre si e foram inferiores ao cultivar C-333B. Essa mesma análise também serve para a comparação dos cultivares dentro dos sistemas de manejo PR, PD e PC. Também no Quadro 39 e na Figura 26, nota-se que para o tratamento PRE1, os cultivares AL-30 e C-333B se igualaram estatisticamente e foram superiores ao A-2288 e AL-25. Já para os

tratamentos PDE2 e PCE2, o cultivar C-333B foi estatisticamente superior aos demais. Analisando os espaçamentos dentro do tratamento PDC-333B, nota-se maior valor de índice de espigas em favor do E2. Para a análise dos cultivares dentro dos dois espaçamentos entre linhas, Quadro 39 e Figura 27, verifica-se o mesmo comportamento estatístico, onde os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 não diferiram entre si e foram inferiores ao C-333B.

Quadro 39. Índice de espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	1,04Aa	0,97 Ab	0,95 Ab	1,13 Aa	1,02 A
	0,45 m	1,02 Aa	0,99 Aa	0,97 Aa	1,09 Aa	
		1,03 b	0,98 b	0,96 b	1,11 a	
PD	0,90 m	0,98 Aa	0,98 Aa	1,02 Aa	1,10 Ba	1,05 A
	0,45 m	1,06 Ab	0,99 Ab	1,03 Ab	1,23 Aa	
		1,02 b	0,98 b	1,03 b	1,17 a	
PC	0,90 m	0,99 Aa	0,99 Aa	0,99 Aa	1,10 Aa	1,03 A
	0,45 m	1,05 Ab	0,98 Ab	1,00 Ab	1,19 Aa	
		1,02 b	0,99 b	0,99 b	1,14 a	
Média Cultivares		1,02 b	0,98 b	0,99 b	1,14 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		1,00 b	0,98 b	0,98 b	1,11 a	1,02 A
Média 0,45 m		1,04 b	0,99 b	1,00 b	1,17 a	1,05 A

CV₁=10,71% CV₂=7,580%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Comparando os espaçamentos dentro dos sistemas de manejo do solo, embora não demonstrado na forma de quadro, houve diferenças somente dentro do tratamento PD, onde E2 foi estatisticamente superior ao E1. Analisando os sistemas de manejo dentro dos

cultivares e espaçamentos entre linhas, nota-se diferenças significativas dentro do tratamento C-333BE2, sendo que PD e PC não diferiram estatisticamente e foram superiores ao PR.

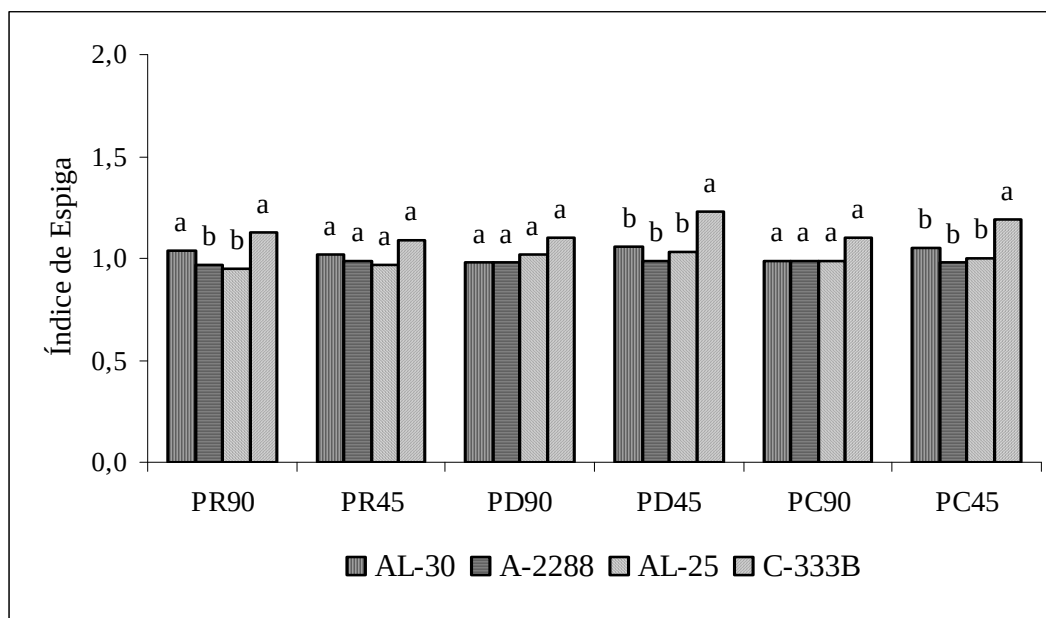


Figura 26. Índice de espiga de quatro cultivares de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.

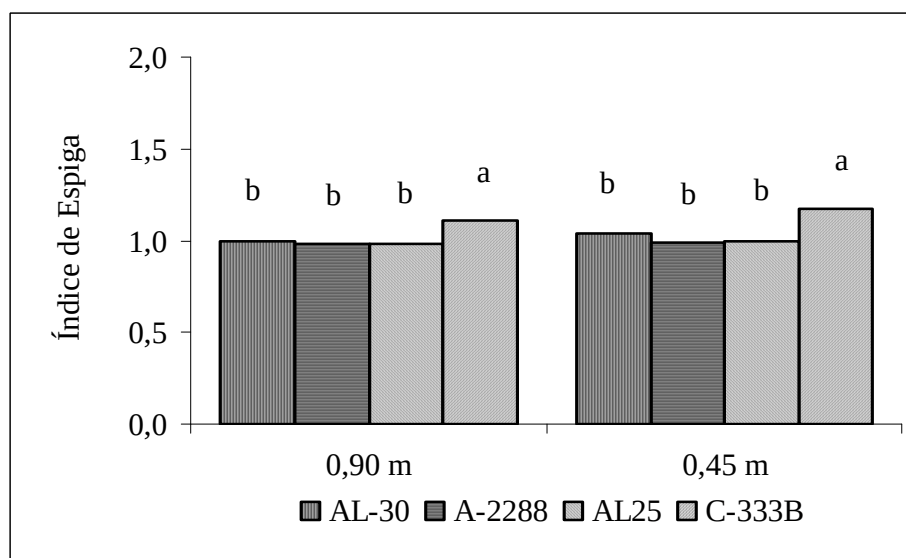


Figura 27. Índice de espiga de quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas, no primeiro ano do ensaio.

Quadro 40. Índice de espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	0,95 Aa	0,99 Aa	0,85 Ab	0,90 Ab	0,92 A
	0,45 m	0,95 Aa	0,95 Aa	0,90 Aa	0,90 Aa	
		0,95 a	0,97 a	0,87 b	0,90 b	
PD	0,90 m	0,86 Aa	0,96 Aa	0,92 Aa	0,94 Aa	0,90 A
	0,45 m	0,93 Aa	0,94 Aa	0,88 Aa	0,81 Ab	
		0,89 a	0,95 a	0,90 a	0,87 a	
PC	0,90 m	0,87 Ab	0,97 Aa	0,84 Ab	0,94 Aa	0,91 A
	0,45 m	0,91 Aa	0,96 Aa	0,86 Aa	0,91 Aa	
		0,89 b	0,96 a	0,85 b	0,92 a	
Média Cultivares		0,91 b	0,96 a	0,87 b	0,90 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		0,90 Ab	0,97 Aa	0,87 Ab	0,92 Ab	0,92 A
Média 0,45 m		0,93 Aa	0,95 Aa	0,88 Ab	0,87 Ab	0,91 A

CV₁=6,57% CV₂=7,80%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

De modo geral, para o segundo ano do ensaio descrito no Quadro 40, o índice de espiga seguiu a mesma tendência do primeiro ano, sofrendo influência apenas dos tratamentos de cultivares, sendo que o A-2288 superou estatisticamente os demais.

Analisando os cultivares dentro do tratamento PR, pode-se observar que AL-30 e A-2288 não diferiram e tiveram maiores índices de espiga comparados aos cultivares AL-25 e C-333B. Dentro do manejo PC, os cultivares A-2288 e C-333B se igualaram estatisticamente e foram superiores a AL-30 e AL-25.

Para a análise dos cultivares dentro dos sistemas de manejo e espaçamentos, o tratamento PRE1, resultou em igualdade estatística entre AL-30 e A-2288, que superaram AL-25 e C-333B também iguais estatisticamente. Dentro do PDE2, os

cultivares AL-30, A-2288 e AL-25 não diferiram e foram superiores ao C-333B e, no tratamento PCE1, os cultivares AL-30 e AL-25 tiveram o mesmo comportamento estatístico, porém, um menor índice de espiga comparado ao A-2288 e C-333B. Na interação de cultivares e espaçamentos entre linhas, observa-se que AL-30, AL-25 e C-333B foram iguais estatisticamente e inferiores ao A-2288 dentro do E1. Já no espaçamento E2, os cultivares AL-30 e A-2288 foram iguais e resultaram em maiores índices de espiga comparados aos cultivares AL-25 e C-333B.

Para a comparação dos espaçamentos dentro dos sistemas de manejo do solo e cultivares, não mostrado na forma de quadro, ocorreram diferenças significativas somente dentro do PDA-2288, onde E1 superou estatisticamente o espaçamento E2, 0,94 e 0,81, respectivamente.

Siqueira (1999) encontrou diferenças significativas no índice de espiga entre os preparos com arado de aivecas, arado de discos e escarificador. Brustolin et al. (2001) não obtiveram diferenças significativas para esse mesmo parâmetro, quando reduziram o espaçamento entre linhas na cultura do milho.

6.15 Parâmetros de espiga

6.15.1 Comprimento de espiga

Para o primeiro de condução do ensaio, diferenças significativas, para o parâmetro comprimento de espigas, foram observadas entre os cultivares, onde AL-30, AL-25 e C-333B tiveram o mesmo comportamento estatístico, porém, foram inferiores ao cultivar A-2288, conforme Quadro 41. Possivelmente esse resultado está relacionado com as diferenças genéticas existentes entre os cultivares.

Os sistemas de manejo do solo e espaçamentos entre linhas, não exerceram qualquer influência sobre o referido parâmetro. Entre os tratamentos também não foi verificada nenhuma interação significativa.

Quadro 41. Comprimento de espigas (cm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	16,39 Aa	17,06 Aa	16,04 Aa	16,23 Aa	16,39 A
	0,45 m	16,52 Aa	16,49 Aa	15,79 Aa	16,61 Aa	
		16,45 a	16,77 a	15,91 a	16,42 a	
PD	0,90 m	16,47 Aa	17,08 Aa	15,35 Aa	15,71 Aa	16,25 A
	0,45 m	16,28 Aa	17,23 Aa	15,81 Aa	16,09 Aa	
		16,37 a	17,16 a	15,58 a	15,90 a	
PC	0,90 m	16,07 Aa	16,36 Aa	15,83 Aa	16,13 Aa	15,82 A
	0,45 m	15,03 Aa	16,45 Aa	14,99 Aa	15,68 Aa	
		15,55 a	16,41 a	15,41 a	15,91 a	
Média Cultivares		16,12 b	16,78 a	15,63 b	16,07 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		16,31 Aa	16,83 Aa	15,74 Aa	16,02 Aa	16,22 A
Média 0,45 m		15,94 Aa	16,72 Aa	15,53 Aa	16,13 Aa	16,08 A

CV₁=5,98% CV₂=7,45%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Os resultados de comprimento de espiga, para o segundo ano do ensaio, são descritos no Quadro 42, onde se observa que não ocorreram nenhuma influência dos tratamentos utilizados e suas interações sobre o referido parâmetro.

Quadro 42. Comprimento de espigas (cm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	14,85	14,30	12,62	15,22	14,06
	0,45 m	13,15	14,60	14,27	13,47	
		14,00	14,45	13,45	14,35	
PD	0,90 m	13,52	15,15	14,62	14,12	14,16
	0,45 m	14,19	15,10	13,50	13,07	
		13,85	15,12	14,06	13,60	
PC	0,90 m	15,00	15,12	13,72	14,65	14,52
	0,45 m	14,05	14,95	15,25	13,42	
		14,52	15,03	14,48	14,03	
Média Cultivares		14,12	14,87	14,00	13,99	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		14,45	14,85	13,65	14,66	14,41
Média 0,45 m		13,79	14,88	14,34	13,32	14,08

CV₁=15,48% CV₂=12,05%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

6.15.2 Diâmetro de espiga

Para o parâmetro diâmetro de espigas, de modo geral, no primeiro ano do ensaio, diferenças estatísticas foram encontradas somente entre os tratamentos de cultivares utilizados, sendo que AL-30 e AL-25 não diferiram entre si e superaram C-333B que por sua vez superou o cultivar A-2288, conforme mostra o Quadro 43.

Dentro do manejo PR, os cultivares AL-30 e AL-25 não diferiram e foram superiores a A-2288 e C-333B. No tratamento PC, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B tiveram o mesmo comportamento estatístico superando A-2288. Para a análise dos tratamentos PRE1 e PRE2, os cultivares AL-30 e AL-25 se igualaram estatisticamente e

superaram A-2288 e C-333B. Para o tratamento PCE1, os cultivares AL-30 e A-2288 não diferiram e inferiores a AL-25 e C-333B. Já no PCE2, os cultivares AL-30 e AL-25 apresentaram igualdade estatística, diferindo de A-2288 e C-333B, que resultaram menores diâmetros de espigas. Analisando os cultivares dentro dos espaçamentos entre linhas, AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e superaram A-2288 no espaçamento E1. Dentro do espaçamento E2, os cultivares AL-30 e AL-25 não diferiram e superaram A-2288 e C-333B.

Quadro 43. Diâmetro de espigas (mm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	47,35 Aa	44,58 Ab	47,80 Aa	45,25 Ab	46,40 A
	0,45 m	48,69 Aa	43,99 Ab	48,10 Aa	45,41 Ab	
		48,02 a	44,28 b	47,95 a	45,33 b	
PD	0,90 m	46,08 Aa	43,80 Aa	45,67 Aa	45,05 Aa	45,70 A
	0,45 m	46,38 Aa	45,38 Aa	47,06 Aa	46,16 Aa	
		46,23 a	44,59 a	46,37 a	45,60 a	
PC	0,90 m	45,26 Ab	43,84 Ab	47,64 Aa	46,62 Aa	45,82 A
	0,45 m	47,65 Aa	43,79 Ab	46,44 Aa	45,30 Ab	
		46,46 a	43,82 b	47,04 a	45,96 a	
Média Cultivares		46,90 a	44,23 c	47,12 a	45,63 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		46,23 Aa	44,07 Ab	47,04 Aa	45,64 Aa	45,74 A
Média 0,45 m		47,57 Aa	44,39 Ab	47,20 Aa	45,62 Ab	46,20 A

CV₁=2,51% CV₂=3,98%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para o segundo ano de condução do ensaio, de acordo com o Quadro 44a, o diâmetro de espigas seguiu o mesmo comportamento do primeiro ano, sendo influenciados apenas pelos tratamentos de cultivares, onde AL-30 e AL-25 não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores ao C-333B, que por sua vez superou A-2288.

Quadro 44a. Diâmetro de espigas (mm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	46,19 Aa	42,98 Aa	44,21 Aa	45,24 Aa	44,39 A
	0,45 m	45,05 Aa	42,67 Aa	44,65 Aa	44,15 Aa	
		45,62 a	42,83 b	44,43 a	44,69 a	
PD	0,90 m	44,48 Aa	41,28 Ab	46,36 Aa	42,78 Ab	43,41 A
	0,45 m	43,29 Ab	40,83 Ab	46,68 Aa	41,64 Ab	
		43,88 b	41,05 c	46,52 a	42,21 c	
PC	0,90 m	45,60 Aa	41,16 Ab	45,97 Aa	43,12 Ab	44,03 A
	0,45 m	45,52 Aa	41,93 Ab	46,06 Aa	42,87 Ab	
		45,56 a	41,54 b	46,02 a	43,00 b	
Média Cultivares		45,02 a	41,81 c	45,66 a	43,30 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		45,42 Aa	41,81 Ac	45,51 Aa	43,71 Ab	44,11 A
Média 0,45 m		44,62 Aa	41,81 Ab	45,80 Aa	42,89 Ab	43,78 A

CV₁=2,91% CV₂=3,73%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Dentro do manejo PR, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente, superando A-2288. Para o manejo PD, o cultivar AL-25 resultou em diâmetros de espiga estatisticamente superiores ao AL-30, que por sua vez superou os cultivares A-2288 e C-333B. Já para PC, ocorreram igualdades estatísticas entre AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, porém estes últimos resultaram em menores diâmetros de espiga. Para a análise dos cultivares dentro dos sistemas de manejo e espaçamentos, os tratamentos AL-30 e AL-25 não diferiram e superaram A-2288 e C-333B dentro do PDE1. Dentro do tratamento PDE2, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente, porém, foram inferiores ao AL-25. Já para PCE1 e PCE2, o mesmo comportamento estatístico foi observado, onde AL-30 e AL-25 foram iguais estatisticamente e superiores aos cultivares A-

2288 e C-333B. Nota-se ainda no Quadro 44a, dentro do espaçamento E1, que os cultivares AL-30 e AL-25 não diferiram entre si e superaram C-333B que também resultou em maior diâmetro de espigas comparado ao A-2288. Dentro do espaçamento E2, pode-se observar que AL-30 e AL-25 tiveram igualdade estatística e foram superiores aos cultivares A-2288 e C-333B, também iguais estatisticamente.

No Quadro 44b, verifica-se interação entre os sistemas de manejo do solo e cultivares de milho, pois dentro do tratamento AL-30, os manejos PR e PC não diferiram e foram superiores ao PD; dentro do cultivar AL-25, os manejos PD e PC se igualaram, superando PR. Já dentro de C-333B, os manejos PD e PC tiveram o mesmo comportamento estatístico, porém, inferiores ao sistema PR.

Quadro 44b. Diâmetro de espigas (mm) em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	46,19 Aa	44,48 Aa	45,60 Aa	45,02 A
	0,45 m	45,05 Aa	43,29 Aa	45,52 Aa	
		45,62 a	43,88 b	45,56 a	
A-2288	0,90 m	42,98 Aa	41,28 Aa	41,16 Aa	41,81 C
	0,45 m	42,67 Aa	40,83 Aa	41,93 Aa	
		42,83 a	41,05 a	41,54 a	
AL-25	0,90 m	44,21 Aa	46,36 Aa	45,97 Aa	45,66 A
	0,45 m	44,65 Aa	46,68 Aa	46,06 Aa	
		44,43 b	46,52 a	46,02 a	
C-333B	0,90 m	45,24 Aa	42,78 Aa	43,12 Aa	43,30 B
	0,45 m	44,15 Aa	41,64 Aa	42,87 Aa	
		44,69 a	42,21 b	43,00 b	
Média Manejos		44,39 a	43,41 a	44,03 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		44,65 Aa	43,72 Aa	43,96 Aa	44,11 A
Média 0,45 m		44,13 Aa	43,11 Aa	44,09 Aa	43,78 A
CV ₁ =2,91% CV ₂ =3,73%					

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

6.15.3 Número de fileiras por espiga

Os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas, de maneira geral, no primeiro ano do ensaio, não influenciaram o parâmetro número de fileiras por espiga, entretanto, diferenças significativas entre os cultivares foram observadas, sendo que AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e superaram o cultivar A-2288, Quadro 45.

Quadro 45. Número de fileiras por espigas em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	14,20 Ab	12,60 Ac	15,40 Aa	14,10 Ab	14,18 A
	0,45 m	14,70 Aa	13,30 Ab	15,00 Aa	14,10 Ab	
		14,45 b	12,95 c	15,20 a	14,10 b	
PD	0,90 m	14,60 Aa	13,00 Ab	14,40 Aa	14,40 Aa	14,11 A
	0,45 m	14,90 Aa	13,40 Aa	14,10 Aa	14,10 Aa	
		14,75 a	13,20 b	14,25 a	14,25 a	
PC	0,90 m	14,00 Ab	13,00 Ab	15,10 Aa	14,80 Aa	14,03 A
	0,45 m	14,40 Aa	13,30 Aa	13,60 Ba	14,00 Aa	
		14,20 a	13,15 b	14,35 a	14,40 a	
Média Cultivares		14,47 a	13,10 b	14,60 a	14,25 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		14,27 Aa	12,87 Ab	14,97 Aa	14,43 Aa	14,13 A
Média 0,45 m		14,67 Aa	13,33Ab	14,23 Ba	14,07 Aa	14,08 A

CV₁=4,88% CV₂=5,77%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Interações entre cultivares e sistemas de manejo também foram observadas. Dentro do sistema PR, os cultivares AL-30 e C-333B se igualaram

estatisticamente e foram superiores ao AL-25 e inferiores ao A-2288. Nos sistemas PD e PC, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e superaram A-2288.

Ainda no Quadro 45, nota-se interações cultivares, sistemas de preparo do solo e espaçamentos entre linhas. Dentro do tratamento PRE1, os cultivares AL-30 e C-333B foram iguais estatisticamente e superiores ao A-2288 e inferiores ao AL-25. Para PRE2, pode-se observar igualdade estatística entre AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, sendo estes últimos inferiores aos primeiros. Os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e superaram A-2288 dentro do tratamento PDE1. Dentro do PCE1, os cultivares AL-25 e C-333B superaram estatisticamente AL-30 e A-2288.

Para a interação espaçamentos entre linhas, manejo do solo e cultivares, verifica-se que dentro do tratamento PCAL-25, o espaçamento E1 foi estatisticamente superior ao E2. Analisando os cultivares dentro dos espaçamentos, AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e superaram A-2288. Dentro do cultivar AL-25, o espaçamento E1 produziu maior número de fileiras de grãos por espiga comparado ao E2.

Para a comparação dos sistemas de manejo do solo dentro dos cultivares, ocorreram diferenças significativas somente dentro do C-333B, onde PD e PC tiveram o mesmo comportamento estatístico, porém, foram inferiores ao PR.

Brustolin et al. (2001), não encontraram influência da redução do espaçamento entre linhas no parâmetro número de fileiras de grãos por espiga.

6.15.4 Número de grãos por fileira

No Quadro 46 encontram-se os resultados do número de grãos por fileira em função dos tratamentos utilizados. Pode-se observar que o referido parâmetro, de maneira geral, foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo e cultivares de milho. Entre os sistemas de manejo, PR e PD se igualaram estatisticamente e superaram PC; já entre os cultivares, AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram, porém, foram inferiores ao A-2288.

Na interação cultivares dentro dos sistemas de manejo do solo, o mesmo comportamento estatístico foi observado para PR, PD e PC, ou seja, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B foram iguais estatisticamente, porém, inferiores ao A-2288. Esse mesmo resultado também é válido para a análise dos cultivares dentro dos sistemas de manejo e

espaçamentos (PRE1, PRE2, PDE1, PDE2, PCE1 e PCE2) e para os cultivares dentro dos espaçamentos entre linhas (E1 e E2).

Quadro 46. Número de grãos por fileiras em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	37,05 Ab	43,75 Aa	35,40 Ab	37,15 Ab	38,38 A
	0,45 m	37,70 Ab	42,35 Aa	35,95 Ab	37,70 Ab	
		37,38 b	43,05 a	35,68 b	37,43 b	
PD	0,90 m	37,80 Ab	43,25 Aa	35,05 Ab	36,15 Ab	38,44 A
	0,45 m	37,55 Ab	44,00 Aa	37,10 Ab	36,60 Ab	
		37,68 b	43,63 a	36,08 b	36,38 b	
PC	0,90 m	35,35 Ab	41,40 Aa	35,80 Ab	36,30 Ab	37,02 B
	0,45 m	35,25 Ab	41,85 Aa	34,50 Ab	35,70 Ab	
		35,30 b	41,63 a	35,15 b	36,00 b	
Média Cultivares		36,78 b	42,77 a	35,63 b	36,60 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		36,73 Ab	42,80 Aa	35,42 Ab	36,53 Ab	37,87 A
Média 0,45 m		36,83 Ab	42,73 Aa	35,85 Ab	36,67 Ab	38,02 A

CV₁=3,90% CV₂=6,98%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No segundo ano de condução do ensaio, de maneira geral, os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas não influenciaram o número de grãos por fileira, porém, diferenças significativas ocorreram entre os cultivares, sendo que o melhor desempenho foi observado no A-2288, estatisticamente superior a AL-30, AL-25 e C-333B que se igualaram, conforme descrito no Quadro 47.

Dentro dos sistemas de manejo PR, PD e PC, nota-se o mesmo comportamento estatístico entre os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B, porém, tiveram desempenho inferior ao A-2288. Ocorreram também interações entre os cultivares, sistemas de manejo e espaçamentos entre linhas. Dentro do tratamento PRE1, os cultivares AL-30, A-2288 e C-333B não diferiram e foram superiores ao AL-25. Já para PRE2, PDE2, PCE1 e PCE2, o cultivar A-2288 foi estatisticamente superior aos demais que não diferiram entre si.

Para a análise dos cultivares dentro dos espaçamentos, o mesmo comportamento foi observado, ou seja, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente, porém, apresentaram desempenho inferior ao A-2288.

Quadro 47. Número de grãos por fileiras em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	34,80 Aa	38,65 Aa	30,50 Ab	34,55 Aa	35,18 A
	0,45 m	33,50 Ab	39,85 Aa	35,00 Ab	34,65 Ab	
		34,15 b	39,25 a	32,75 b	34,60 b	
PD	0,90 m	33,40 Aa	37,90 Aa	34,45 Aa	32,80 Aa	34,67 A
	0,45 m	34,75 Ab	38,65 Aa	33,70 Ab	31,75 Ab	
		34,07 b	38,26 a	34,07 b	32,27 b	
PC	0,90 m	35,15 Ab	40,15 Aa	33,10 Ab	34,55 Ab	35,21 A
	0,45 m	33,97 Ab	39,75 Aa	32,75 Ab	32,30 Ab	
		34,56 b	39,95 a	32,92 b	33,42 b	
Média Cultivares		34,26 b	39,15 a	33,25 b	33,43 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		34,45 Ab	38,90 Aa	32,68 Ab	33,96 Ab	35,00 A
Média 0,45 m		34,07 Ab	39,40 Aa	38,81 Ab	32,90 Ab	35,05 A

CV₁=9,27% CV₂=9,18%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

6.15.5 Número de grãos por espiga

No Quadro 48 são apresentados os resultados do número de grãos por espiga do primeiro ano de condução do ensaio. De maneira geral, nota-se diferenças significativas apenas entre os cultivares, onde A-2288 superou estatisticamente AL-30, AL-25 e C-333B que não diferiram entre si.

Quadro 48 Número de grãos por espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	522,90 Aa	550,40 Aa	543,60 Aa	524,40 Aa	540,64 A
	0,45 m	551,00 Aa	562,90 Aa	538,10 Aa	531,80 Aa	
		536,95 a	556,65 a	540,85 a	528,10 a	
PD	0,90 m	551,90 Aa	561,50 Aa	506,80 Aa	516,20 Aa	541,23 A
	0,45 m	561,20 Aa	590,50 Aa	525,10 Aa	516,60 Aa	
		556,55 a	576,00 a	515,95 b	516,40 b	
PC	0,90 m	495,90 Aa	538,70 Aa	543,90 Aa	537,60 Aa	518,93 A
	0,45 m	504,70 Aa	556,20 Aa	471,20 Ba	503,20 Aa	
		500,30 a	547,45 a	507,55 a	520,40 a	
Média Cultivares		531,27 b	560,03 a	521,45 b	521,63 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		523,57 a	550,20 a	531,43 a	526,07 a	532,82 A
Média 0,45 m		538,97 b	569,87 a	511,47 b	517,20 b	534,38 A

CV₁=7,61% CV₂=9,41%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Na interação cultivares e sistemas de manejo, ocorreram diferenças significativas somente dentro do PD, onde se observa igualdade estatística entre AL-30 e A-

2288 e entre AL-25 e C-333B, sendo que os últimos foram inferiores aos primeiros. Não se observou nenhuma interação entre cultivares, sistemas de manejo e espaçamentos entre linhas.

Ainda no Quadro 48, pode-se observar que houve interação entre os espaçamentos, sistemas de manejo e cultivares, pois dentro do PCAL-25, ocorreram diferenças estatísticas entre E1 e E2, sendo que o primeiro resultou em maior número de grãos por espiga. Ocorreram também, diferenças estatísticas entre os cultivares dentro do espaçamento E2, onde AL-30, AL-25 e C-333B, não diferiram e foram inferiores ao cultivar A-2288.

Para a análise dos sistemas de manejo dentro dos espaçamentos entre linhas, embora não demonstrado na forma de quadro, ocorreram diferenças significativas dentro do E2, onde PR e PD não diferiram estatisticamente e foram superiores ao PC.

No segundo ano de condução do ensaio, conforme mostra o Quadro 49, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados e suas interações, não influenciando o parâmetro número de grãos por espiga.

Quadro 49. Número de grãos por espiga em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do experimento.

		Cultivares				Média Preparos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	498,0	514,4	443,6	493,6	492,0
	0,45 m	474,8	514,6	494,5	502,2	
		486,4	514,5	469,0	497,9	
PD	0,90 m	480,0	488,5	509,6	458,0	481,9
	0,45 m	465,6	500,1	512,0	441,4	
		472,8	510,8	494,3	449,7	
PC	0,90 m	520,6	510,3	506,7	483,8	491,1
	0,45 m	463,7	512,7	476,2	455,1	
		492,1	511,5	491,4	469,4	
Média Cultivares		483,8	506,8	490,4	472,3	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		499,5	504,4	486,6	478,4	484,4
Média 0,45 m		468,0	509,1	494,2	466,3	492,2

CV₁=11,01% V₂=11,38%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

6.16 Plantas quebradas

De maneira geral, no primeiro ano de condução do ensaio, não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de manejo quanto ao número de plantas quebradas, Quadro 50a. Entretanto, os cultivares e espaçamentos entre linhas influenciaram o referido parâmetro. Entre os cultivares, AL-30 e AL-25 não diferiram e foram superiores ao A-2288 que por sua vez superou C-333B. Provavelmente, esse resultado pode estar relacionado com os parâmetros altura de plantas e de inserção de espigas, pois apresentaram tendência estatística semelhante, ou seja, plantas mais altas com altura de inserção de espiga maior, apresentaram maior porcentagem de quebra. Entre os espaçamentos, E2 resultou em maior número de plantas quebradas.

Analisando os cultivares dentro do sistema de manejo PR, nota-se superioridade estatística do C-333B em relação ao AL-30, A-2288 e AL-25, que não diferiram. Já dentro do manejo PD, o cultivar C-333B foi inferior ao AL-30, A-2288 e AL-25, também iguais estatisticamente. Dentro do PC, o cultivar AL-30 foi superior ao AL-25 que por sua vez superou A-2288 e C-333B, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Para a interação sistemas de manejo do solo, cultivares e espaçamentos entre linhas, Quadro 50a, verifica-se que dentro do tratamento PRE1 e PRE2, ocorreu o mesmo comportamento estatístico entre os cultivares, onde AL-30, A-2288 e C-333B não diferiram e foram inferiores ao AL-25. Dentro do PDE2, nota-se igualdade estatística entre os cultivares AL-30, A-2288 e AL-25, superando C-333B. Já dentro do tratamento PCE1 e PCE2, os cultivares AL-30 e AL-25 superaram estatisticamente A-2288 e C-333B.

Ainda no Quadro 50a, dentro do espaçamento E1, os cultivares AL-30 e AL-25 não diferiram e tiveram maior número de plantas quebradas em relação a A-2288 e C-333B. Para o espaçamento E2, os cultivares AL-30 e A-2288 superaram AL-25 que por sua vez superou C-333B. Comparando os espaçamentos dentro dos cultivares, verifica-se que E2, estatisticamente, resultou em maior número de plantas quebradas comparadas ao E1 dentro dos cultivares AL-30 e AL-25.

Quadro 50a. Plantas quebradas (plantas.ha⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	617,30 Ab	1234,6 Ab	2777,8 Aa	0,000 Ab	1308,6 A
	0,45 m	1543,2 Ab	308,60 Ab	3395,1 Aa	617,3 Ab	
		1086,4 b	777,80 b	3086,4 a	308,6 b	
PD	0,90 m	3086,4 Aa	1543,2 Aa	2160,5 Aa	308,6 Aa	1925,9 A
	0,45 m	2469,1 Aa	2160,5 Aa	3395,1 Aa	308,6 Ab	
		2777,8 a	1851,9 a	2777,8 a	308,6 b	
PC	0,90 m	3703,7 Aa	617,30 Ab	2469,1 Aa	617,3 Ab	2666,7 A
	0,45 m	6790,1 Aa	1851,9 Ab	5246,9 Aa	0,000 Ab	
		5246,9 a	1234,6 c	3864,2 b	308,6 c	
Média Cultivares		3037,0 a	1284,0 b	3246,9 a	308,6 c	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		2469,1 Ba	1135,8 Ab	2469,1 Ba	308,6 Ab	1592,6 B
Média 0,45 m		3604,9 Aa	1444,4 Ab	4012,3 Aa	308,6 Ac	2345,7 A

CV₁=81,93% CV₂=69,21%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 50b, pode-se observar que houve interação entre os sistemas de manejo e cultivares de milho. Dentro do cultivar AL-30, o manejo PC foi o tratamento que maior número de plantas quebradas apresentou, sendo estatisticamente superior ao PD que por sua vez superou PR. Para a análise dos sistemas de manejo, cultivares e espaçamento, dentro do tratamento AL-30E1, os manejos PC e PD não diferiram e foram superiores ao PR. Dentro do AL-30E2, não houve diferença estatística entre PR e PD e tiveram menor número de plantas quebradas comparado ao PC. Comparando os espaçamentos dentro dos tratamentos PCAL-30 e PCAL-25, nota-se que o espaçamento E2 teve maior número de plantas quebradas que E1.

Analizando os sistemas de manejo do solo dentro dos espaçamentos entre linhas, pode-se observar que dentro do E2, os manejos PR e PD não diferiram e resultaram em menor número de plantas quebradas em relação ao PC. Para a comparação entre os espaçamentos dentro do manejo PC, o tratamento E2 também teve maior número de plantas quebradas comparado ao E1.

Quadro 50b. Plantas quebradas (plantas.ha⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Sistemas de preparo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	617,30 Ab	3086,4 Aa	3703,7 Ba	3037,0 A
	0,45 m	1543,2 Ab	2469,1 Ab	6790,1 Aa	
		1086,4 c	2777,8 b	5246,9 a	
A-2288	0,90 m	1234,6 Aa	1543,2 Aa	617,30 Aa	1284,0 B
	0,45 m	308,60 Aa	2160,5 Aa	1851,9 Aa	
		777,8 a	1851,9 a	1234,6 a	
AL-25	0,90 m	2777,8 Aa	2160,5 Aa	2469,1 Ba	3246,9 A
	0,45 m	3395,1 Aa	3395,1 Aa	5246,9 Aa	
		3086,4 a	2777,8 a	3864,2 a	
C-333B	0,90 m	0,0000 Aa	308,60 Aa	617,30 Aa	308,60 C
	0,45 m	617,30 Aa	308,60 Aa	0,0000 Aa	
		308,60 a	308,60 a	308,60 a	
Média Preparos		1308,6 a	1925,9 a	2666,7 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		1160,5 Aa	1777,8 Aa	1851,9 Ba	1592,6 B
Média 0,45 m		1469,1 Ab	2086,4 Ab	3469,1 Aa	2345,7 A

CV₁=81,93% CV₂=69,21%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Os resultados do número de plantas quebradas para o segundo ano do ensaio, podem ser observados no Quadro 51. De modo geral, nota-se diferenças significativas

somente entre os cultivares, onde AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e tiveram maior número de plantas quebradas em relação ao A-2288. Para as interações, ocorreram diferenças significativas somente para a análise dos cultivares dentro do espaçamento E1, sendo que AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente e superaram A-2288.

Quadro 51. Plantas quebradas (plantas.ha⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Preparos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	4630,0 a	1852,0 a	5246,7 a	2777,7 a	3703,7 A
	0,45 m	4321,0 a	3086,5 a	4629,5 a	3086,5 a	
		4475,5 a	2469,2 a	4938,1	2932,1 a	
PD	0,90 m	2160,7 a	1234,7 a	4321,0 a	5246,7 a	3549,4 A
	0,45 m	5555,5 a	1234,5 a	4321,0 a	4321,0 a	
		3858,1 a	1234,6 b	4321,0 a	4783,8 a	
PC	0,90 m	3086,5 a	926,00 a	3703,7 a	3395,00 a	3125,0 A
	0,45 m	3395,0 a	2778,0 a	3704,0 a	4012,2 a	
		3240,7 a	1852,0 a	3703,8 a	3703,6 a	
Média Cultivares		3858,1 a	1851,9 b	4321,0 a	3806,5 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		3292,5 a	1337,5 b	4423,8 a	3806,5 a	3215,0 A
Média 0,45 m		4423,8 a	2366,3 a	4218,1 a	3806,5 a	3703,7 A

CV₁=68,82% V₂=79,56%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

6.17 Plantas acamadas

Para o primeiro ano do ensaio, de maneira geral, o parâmetro número de plantas acamadas foi influenciado pelos tratamentos de cultivares e espaçamentos entre

linhas, conforme mostra o Quadro 52. Pode-se observar que o espaçamento E2 superou estatisticamente o número de plantas acamadas do E1. Entre os cultivares, verifica-se igualdade estatística entre AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, com inferioridade dos dois últimos.

Quadro 52. Plantas acamadas (plantas.ha⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	617,20 Aa	308,6 Aa	1543,2 Aa	0,000 Aa	728,4 A
	0,45 m	1543,2 Aa	308,6 Aa	1234,5 Aa	308,6 Aa	
		1086,4 a	308,6 b	1395,0 a	160,4 b	
PD	0,90 m	1234,5 Aa	0,000 Aa	0,0000 Ba	0,000 Aa	654,3 A
	0,45 m	1851,8 Aa	617,2 Ab	1543,2 Aa	0,000 Ab	
		1543,2 a	308,6 b	777,77 b	0,000 b	
PC	0,90 m	617,28 Aa	0,000 Aa	617,28 Aa	0,000 Aa	617,2 A
	0,45 m	1851,8 Aa	617,2 Aa	925,92 Aa	308,6 Aa	
		1234,5 a	308,6 a	777,77 a	160,4 a	
Média Cultivares		1283,9 a	308,6 b	975,30 a	98,76 b	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		827,16 Ba	98,76 Aa	716,04 Aa	0,000 Aa	407,4 B
Média 0,45 m		1740,7 Aa	518,5 Ab	1234,5 Aa	209,8 Ab	925,9 A

CV₁=136,31% CV₂=147,22%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Quanto às interações, verifica-se que dentro do manejo PR, os cultivares AL-30 e AL-25 não diferiram e resultaram em maior número de plantas acamadas que os cultivares A-2288 e C-333B. Dentro do manejo PD, os cultivares A-2288, AL-25 e C-333B tiveram o mesmo comportamento estatístico e foram inferiores ao AL-30. Para PDE2, os

cultivares AL-30 e AL-25 não diferiram e superaram A-2288 e C-333B. Comparando os espaçamentos dentro do tratamento PDAL-25, o espaçamento E2 resultou em maior número de plantas acamadas que E1.

Dentro do espaçamento E2, os cultivares AL-30 e AL-25 se igualaram e tiveram mais plantas acamadas comparadas ao A-2288 e C-333B, que também não diferiram. Para a comparação dos espaçamentos dentro cultivar AL-30, o espaçamento E2 superou estatisticamente E1.

Quadro 53. Plantas acamadas (plantas.ha⁻¹), na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	1234,7 Aa	617,2 Aa	3086,5 Aa	2469,2 Aa	1697,5 A
	0,45 m	926,00 Aa	926,0 Aa	2160,5 Aa	2160,5 Aa	
		1080,3 a	771,6 a	2623,5 a	2314,8 a	
PD	0,90 m	1851,7 Aa	308,7 Aa	1234,7 Aa	1851,7 Aa	1118,9 A
	0,45 m	1234,7 Aa	617,5 Aa	617,5 Aa	1234,7 Aa	
		1543,2 a	463,1 a	926,1 a	1543,2 a	
PC	0,90 m	6173,0 Aa	308,7 Ab	4321,0 Aa	1234,5 Ab	2816,4 A
	0,45 m	3395,0 Aa	00,00 Ab	4012,2 Aa	3086,7 Aa	
		4784,0 a	154,3 b	4166,6 a	2160,6 b	
Média Cultivares		2469,2 a	463,0 b	2572,0 a	2006,2 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		3086,5 Aa	411,5 Ab	2880,7 Aa	1851,8 Aa	2057,6 A
Média 0,45 m		1851,9 Aa	514,5 Aa	2263,4 Aa	2160,6 Aa	1697,6 A

CV₁=148,19% CV₂=107,31%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No segundo ano de condução do ensaio, Quadro 53, as diferenças estatísticas significativas, de modo geral, ocorreu somente entre os tratamentos de cultivares utilizados, onde AL-30, AL-25 e C-333B não diferiram e resultaram em maior número de plantas acamadas comparadas ao cultivar A-2288.

Quanto às interações, ainda no Quadro 53, dentro dos tratamentos PC e PCE1, o mesmo comportamento estatístico foi observado entre os cultivares AL-30 e AL-25 e entre A-2288 e C-333B, porém com superioridade dos primeiros. Já para PCE2, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente, porém, resultaram em maior número de plantas acamadas que A-2288. Dentro do espaçamento E1, os cultivares AL-30, AL-25 e C-333B se igualaram estatisticamente, superando A-2288.

Embora não demonstrado na forma de quadro para a comparação dos sistemas de manejo do solo dentro dos cultivares e espaçamentos entre linhas, verificou-se diferença significativa somente no tratamento AL-30E1, resultando na igualdade estatística entre PR e PD, porém, com menor número de plantas acamadas que PC.

6.18. Matéria seca de palha das plantas de milho

Os resultados de quantidade de matéria seca de palha originada das plantas de milho, para o primeiro ano do ensaio, podem ser observados no Quadro 54. De maneira geral, não houve influência dos sistemas de manejo do solo, cultivares e espaçamentos entre linhas sobre a quantidade de matéria seca.

Para as interações, nota-se que dentro do tratamento PDE1, os cultivares AL-30, A-2288 e C-333B não diferiram e produziram mais matéria seca que AL-25. Comparando os espaçamentos dentro do tratamento PDAL-25, o espaçamento E1 superou estatisticamente E2; já dentro de PDC-333B, ocorreu o inverso.

Para a interação entre os sistemas de manejo do solo, cultivares e espaçamentos entre linhas, embora não descrito na forma de quadro, ocorreram diferenças significativas dentro do tratamento C-333BE1, onde os manejos PR e PC não diferiram e produziram menor quantidade de matéria seca comparada com PD. Já dentro do AL-25E1, os manejos PR e PD tiveram o mesmo comportamento estatístico, porém, menos de matéria seca que PC.

Quadro 54. Quantidade de matéria seca (kg.ha⁻¹) de plantas de milho, na colheita, em três sistemas de manejo do solo, quatro cultivares de milho e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	7858,9 Aa	9856,9 Aa	6926,4 Aa	6707,2 Aa	7490,6 A
	0,45 m	6536,1 Aa	8726,6 Aa	6412,5 Aa	6897,5 Aa	
		7197,5 a	9291,8 a	6670,9 a	6802,3 a	
PD	0,90 m	8582,2 Aa	8233,3 Aa	5465,2 Bb	11207,7 Aa	7939,3 A
	0,45 m	6677,5 Aa	7061,6 Aa	9065,5 Aa	7221,1 Ba	
		7629,8 a	7647,4 a	7265,4 a	9214,4 a	
PC	0,90 m	9004,1 Aa	6173,9 Aa	9924,1 Aa	6948,8 Aa	7713,3 A
	0,45 m	7886,1 Aa	7488,3 Aa	7649,4 Aa	6631,6 Aa	
		8445,1 a	6831,1 a	8786,8 a	6790,2 a	
Média Cultivares		7757,5 a	7923,4 a	7574,3 a	7602,3 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		8481,7 a	8088,0 a	7439,6 a	8287,7 a	8074,3 A
Média 0,45 m		7033,2 a	7758,8 a	7709,1 a	6916,7 a	7354,5 A

CV₁=19,78% CV₂=31,71%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Na média, as variedades produziram cerca de 1.800 kg.ha⁻¹ a mais que os híbridos. Possivelmente esse resultado é devido ao maior porte das variedades em relação aos híbridos.

Silva (2000) encontrou influência dos cultivares sobre a quantidade de matéria seca das plantas de milho, verificando também que as variedades produziram cerca de duas toneladas a mais que os híbridos que estudou. Leite (2002) encontrou diferenças significativas de produção de matéria entre os sistemas de preparo e entre os espaçamentos entre linhas que estudou, onde PR e PD se igualaram estatisticamente produzindo mais massa seca que PD; entre os espaçamentos, o 0,90 m superou o 0,45 m.

6.19 Matéria seca de plantas daninhas

Quadro 55. Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de plantas daninhas, na colheita, em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistema de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	1637,9 Aa	1078,8 Aa	1360,5 Aa	1359,1 A
0,45	1832,5 Aa	1196,2 Aa	1587,0 Aa	1538,6 A
Média	1735,26 a	1137,56 b	1437,56 a	

CV = 20,16%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

A quantidade de matéria seca de plantas daninhas, no primeiro ano de condução do ensaio, foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo, sendo que os tratamentos PR e PC foram iguais estatisticamente e produziram maior quantidade de matéria seca comparada ao preparo PD, conforme mostra o Quadro 55.

Quando se utilizou o sistema PD, houve uma redução na quantidade de matéria seca de plantas daninhas da ordem de 34,5% e 20,8% comparada com os sistemas PR e PC, respectivamente. Provavelmente, a maior porcentagem de cobertura do solo após a semeadura, provocou menor infestação de plantas daninhas no sistema PD.

Não se observou nenhuma influência dos tratamentos de espaçamento entre linhas e suas interações com os sistemas de manejo do solo. Para o segundo ano, Quadro 56, não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos e suas interações.

Quadro 65. Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de plantas daninhas, na colheita, em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	1743,3	1583,0	1581,5	1635,9
0,45	1558,2	1323,5	1537,0	1472,9
Média	1650,8	1453,2	1559,2	

CV = 13,47%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Leite (2002) não encontrou diferenças significativas entre os espaçamentos 0,90 e 0,45 m para esse parâmetro, porém, verificou diferenças entre os sistemas de preparo, onde o plantio direto e o preparo reduzido se igualaram estatisticamente e resultaram em menor infestação de daninhas que o preparo convencional.

6.20 Índice de sobrevivência das plantas de milho

No primeiro ano de condução do ensaio, Quadro 57, de maneira geral, o índice de sobrevivência foi influenciado apenas pelos tratamentos de cultivares, sendo que AL-30, A-2288 e C-333B não diferiram e tiveram maiores índices de sobrevivência que AL-25. Tais resultados podem ser devido às diferenças genéticas existentes entre os cultivares, conforme já comentado anteriormente.

Quadro 57. Índice de sobrevivência (%) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no primeiro ano do ensaio.

		Cultivares				Média Manejos
		AL-30	A-2288	AL-25	C-333B	
PR	0,90 m	94,34 Aa	92,85 Aa	90,73 Aa	97,83 Aa	94,70 A
	0,45 m	94,36 Aa	95,74 Aa	93,02 Aa	98,75 Aa	
		94,35 a	94,29 a	91,87 a	98,29 a	
PD	0,90 m	100,0 Aa	92,16 Ab	89,77 Ab	86,63 Bb	93,29 A
	0,45 m	93,98 Aa	90,73 Aa	94,35 Aa	98,69 Aa	
		96,99 a	91,44 a	92,06 a	92,66 a	
PC	0,90 m	96,54 Aa	94,36 Aa	92,98 Aa	94,56 Aa	93,99 A
	0,45 m	97,62 Aa	96,31 Aa	83,84 Ab	95,71 Aa	
		97,08 a	95,33 a	88,41 b	95,14 a	
Média Cultivares		96,14 a	93,69 a	90,78 b	95,36 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		96,96 a	93,12 a	91,16 a	93,01 a	93,56 A
Média 0,45 m		95,32 a	94,25 a	90,40 a	97,72 a	94,42 A

CV₁=5,49% CV₂=7,23%

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para as interações entre os tratamentos, nota-se que dentro do sistema de manejo PC, os cultivares AL-30, A-2288 e C-333B não diferiram estatisticamente e superaram AL-25. Dentro do tratamento PDE1, os cultivares A-2288, AL-25 e C-333B tiveram o mesmo comportamento estatístico, porém, um menor índice de sobrevivência comparado ao AL-30. Já para o tratamento PCE2, a igualdade estatística ocorreu entre os cultivares AL-30, A-2288 e C-333B, superando o índice de sobrevivência do AL-25. Analisando os espaçamentos dentro de PDC-333B, observa-se maior índice em favor ao E2.

Para a comparação dos sistemas de manejo do solo dentro dos cultivares e espaçamentos entre linhas, embora não descrita na forma de quadro, ocorreram diferenças somente no tratamento AL-25E2, onde PR e PD, iguais estatisticamente, foram superiores ao sistema PC.

Quadro 58. Índice de sobrevivência (%) das plantas de milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

		Sistemas de manejo do solo			Média Cultivares
		PR	PD	PC	
AL-30	0,90 m	96,20 Aa	97,29 Aa	97,49 Aa	96,70 A
	0,45 m	98,68 Aa	95,83 Aa	94,73 Aa	
		97,44 a	96,56 a	96,11 a	
A-2288	0,90 m	97,22 Aa	96,04 Aa	94,98 Aa	96,18 A
	0,45 m	97,49 Aa	95,03 Aa	96,34 Aa	
		97,35 a	95,54 a	95,66 a	
AL-25	0,90 m	95,27 Aa	98,80 Aa	90,00 Aa	95,12 A
	0,45 m	96,42 Aa	100,00 Aa	90,21 Ab	
		95,84 a	99,40 a	90,10 b	
C-333B	0,90 m	94,58 Aa	98,95 Aa	91,79 Aa	95,42 A
	0,45 m	96,89 Aa	93,64 Aa	96,67 Aa	
		95,73 a	96,30 a	94,23 a	
Média Manejos		96,59 a	96,95 a	94,03 a	Média Espaçamentos
Média 0,90 m		95,81 Aa	97,77 Aa	93,56 Aa	95,72 A
Média 0,45 m		97,37 Aa	96,12 Aa	94,49 Aa	95,99 A
CV ₁ =7,23% CV ₂ =5,62%					

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Os resultados de índice de sobrevivência, para o segundo ano de condução do ensaio, são mostrados no Quadro 58. Nota-se que, de maneira geral, os sistemas de manejo do solo, cultivares e espaçamentos entre linhas, não exerceram nenhuma influência sobre o referido parâmetro.

Para as interações entre os tratamentos, o mesmo comportamento estatístico foi observado para a análise dos sistemas de manejo dentro do cultivar AL-25 e dentro de AL-25E2, onde PR e PD não diferiram e resultaram em maiores índices de sobrevivência que o manejo PC.

6.21 Força média de tração

Quadro 59. Força média de tração (kgf) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo		Força média de tração (kgf)
PC	Grade pesada	2.744,80
	Grade leve	1.371,71
PR	Escarificador	3.165,84

O parâmetro força média de tração, para as operações de preparo do solo, Quadro 59, não foi submetido à análise estatística, uma vez que para o manejo PC foram utilizados dois equipamentos distintos de preparo (grade pesada e grade leve), os quais exigiram forças diferentes, logo, o somatório das forças não retrata fielmente o que ocorreu no ensaio.

Quadro 60. Força média de tração (kgf) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano de ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	872,20 Aa	694,48 Aa	784,31 Aa	783,67 A
0,45	699,16 Ba	817,81 Aa	839,83 Aa	785,60 A
Média	785,68 a	756,14 a	812,07 a	

CV = 14,07%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

De maneira geral, para a operação de semeadura, os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas, não influenciaram a força média de tração. Para as interações entre os tratamentos, dentro do manejo PR a força tração foi estatisticamente menor quando se utilizou o espaçamento E2, conforme mostra o Quadro 60.

Provavelmente, o resultado dessa interação foi devido à profundidade de semeadura que, embora não significativa, foi menor para o espaçamento E2, conforme Quadro 24b. Os resultados de força média entre os espaçamentos concordam com Silva (2003). Furlani et al. (2003), Furlani et al. (2002) e Levien et al. (2001) que encontraram influência dos sistemas de manejo do solo no parâmetro força média de tração na barra.

6.22 Velocidade média de deslocamento

Quadro 61. Velocidade média de deslocamento (km.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo		Velocidade (km.h^{-1})
PC	Grade pesada	4,35
	Grade leve	6,36
PR	Escarificador	4,60

Da mesma forma que no item 6.21, a velocidade média de deslocamento das operações de preparo, Quadro 61, não foi submetida à análise estatística, pois no manejo PC foram utilizados dois equipamentos distintos de preparo (grade pesada e grade leve), os quais tiveram velocidades diferentes e, conseqüentemente, resultando em velocidades médias diferentes, portanto, o somatório dessas, não retrata fielmente o que ocorreu no ensaio.

No Quadro 62, são apresentados os resultados de velocidade média de deslocamento para a operação de semeadura. Verifica-se que, de maneira geral, os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas não exerceram influência sobre o referido parâmetro. Para as interações entre esses tratamentos, nota-se que dentro do espaçamento E1, a maior velocidade foi observada no manejo PD, seguido pelo PR e PC, que se igualaram estatisticamente. Já dentro do E2, o manejo PR foi superior aos sistemas PD e PC que não

diferiram estatisticamente. Dentro do sistema PR, o espaçamento E2 resultou em maior velocidade que E1; já dentro do manejo PD, ocorreu o inverso.

Quadro 62. Velocidade média de deslocamento (km.h^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	4,11 Bb	4,35 Aa	4,15 Ab	4,20 A
0,45	4,37 Aa	4,18 Bb	4,21 Ab	4,25 A
Média	4,24 a	4,26 a	4,18 a	

CV = 2,04%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Esses resultados podem estar relacionados com os parâmetros profundidade de deposição de sementes (Quadro 24b) e a força média de tração (Quadro 60), onde se observa que os tratamentos mais “rasos” exigiram menor força de tração e, conseqüentemente, tiveram maior velocidade de deslocamento. Furlani et al. (2002) encontraram diferenças entre os sistemas de preparo do solo, onde o plantio direto e o preparo convencional não diferiram estatisticamente ($5,7 \text{ km.h}^{-1}$) superando o preparo reduzido ($5,4 \text{ km.h}^{-1}$).

6.23. Potência média na barra de tração

Quadro 63. Potência média na barra de tração (kW) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo		Potência média(kW)
PC	Grade pesada	32.49
	Grade leve	23.78
PR	Escarificador	39.34

Seguindo os itens 6.21 e 6.22, os resultados de potência média na barra não foram submetidos à análise estatística pelo mesmo motivo, ou seja, para o manejo PC

foram utilizados dois equipamentos distintos de preparo (grade pesada e grade leve), os quais exigiram forças diferentes, resultando conseqüentemente, potências diferentes, portanto, o somatório das potências não expressa a realidade do ensaio.

Os resultados de potência para a operação de semeadura são expressos no Quadro 64, onde não se observou diferença estatística significativa entre os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas.

Quadro 64. Potência média na barra de tração (kW) na operação de semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano de ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	9,76	8,23	8,87	8,95
0,45	8,29	9,30	9,61	9,07
Média	9,03	8,77	9,24	

CV = 12,35%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Furlani (2000) encontrou diferenças significativas entre os preparos convencional, reduzido e plantio direto, porém, utilizou mecanismo tipo haste para abertura de sulco de fertilizante, logo, os valores encontrados (16,5 kW) foram superiores aos verificados nessa pesquisa. Concordando com os resultados dessa pesquisa, Silva (2003), não observou influência dos espaçamentos (0,90 e 0,45 m) na potência exigida pela semeadora-adubadora.

6.24 Capacidade de campo efetiva

De acordo com o Quadro 65 e Figura 30, a utilização do manejo PR resultou numa capacidade de campo efetiva estatisticamente superior ao manejo PC, sendo a diferença de rendimento da ordem de 62%.

Esse resultado se deve ao número de operações exigidas para cada modalidade de manejo, ou seja, no sistema PR o solo foi preparado com uma única passada do

escarificador enquanto que no manejo PC, foram realizadas três operações de gradagem (uma pesada e duas leves).

Quadro 65. Capacidade de campo efetiva (ha.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Cce (ha.h^{-1})
PR	1,10 a
PC	0,42 b
CV (%)	8,88

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

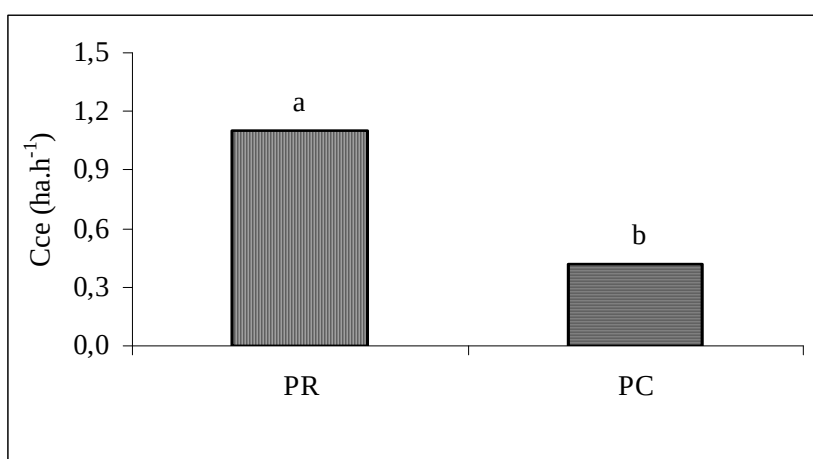


Figura 28. Capacidade de campo efetiva (ha.h^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo.

Diferenças de capacidade de campo entre os sistemas de preparo foram encontradas por Furlani (2000), onde o plantio direto ($1,55 \text{ ha.h}^{-1}$) superou o sistema convencional ($1,50 \text{ ha.h}^{-1}$), ficando o preparo reduzido ($1,40 \text{ ha.h}^{-1}$) com os menores valores de capacidade de campo. Marques (2002) verificou igualdade estatística entre os preparos reduzido ($1,37 \text{ ha.h}^{-1}$) e convencional ($1,35 \text{ ha.h}^{-1}$), porém, inferiores ao sistema de plantio direto ($1,40 \text{ ha.h}^{-1}$). Furlani et al. (2002) não encontraram diferença estatística entre o plantio direto ($1,71 \text{ ha.h}^{-1}$) e o preparo convencional ($1,70 \text{ ha.h}^{-1}$), os quais superaram o reduzido ($1,64 \text{ ha.h}^{-1}$).

Quadro 66. Capacidade de campo efetiva (ha.h^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	1,48 Ab	1,56 Aa	1,49 Ab	1,51 A
0,45	1,18 Ba	1,12 Bb	1,13 Bb	1,14 B
Média	1,33 a	1,34 a	1,31 a	

CV = 2,07%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Na operação de semeadura, Quadro 66 e Figura 29, pode-se observar diferença significativa entre os espaçamentos entre linhas, onde E1 se mostrou 24,5% superior ao espaçamento E2. Esse resultado se deve basicamente a diferença na largura de trabalho da semeadora-adubadora para cada tratamento de espaçamento, ou seja, 3,60 m e 2,70 m, respectivamente para E1 e E2. Não ocorreram diferenças estatísticas entre os sistemas de manejo, provavelmente pela mesma velocidade de operação, que também teve o mesmo comportamento estatístico.

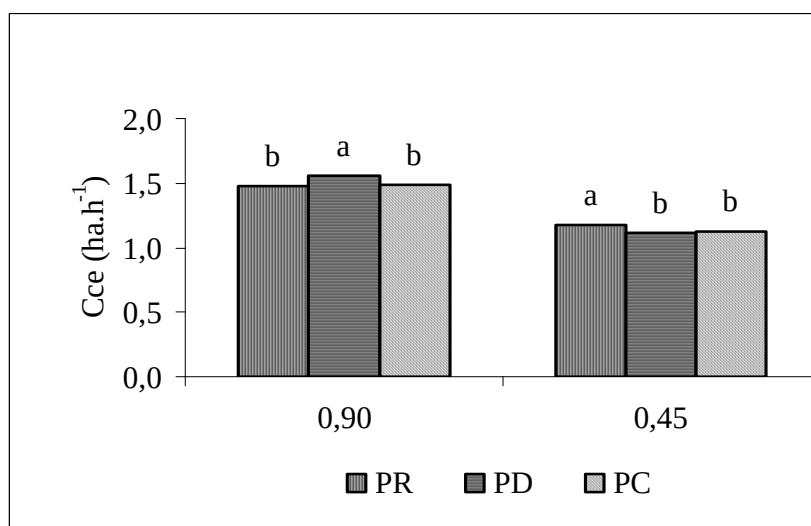


Figura 29. Capacidade campo efetiva (ha.h^{-1}) na semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas.

Quando foi utilizado o espaçamento E1, a maior capacidade de campo foi observada no PD, seguido pelos sistemas PR e PC que não diferiram. Esse resultado pode ser devido a maior velocidade de deslocamento encontrada no sistema PD, conforme Quadro 62. Entretanto, para o espaçamento E2, o sistema de manejo PR foi quem resultou em maior capacidade de campo, seguido pelo sistema PD e PC. Para esse resultado, vale a mesma explicação anterior, pois dentro do espaçamento E2, o manejo PR resultou em maior velocidade média.

Analizando os espaçamentos, para qualquer que seja o sistema de manejo utilizado, nota-se uma maior capacidade de campo no tratamento E1. Isso se deve basicamente à largura de trabalho da semeadora, conforme comentado anteriormente.

6.25 Tempo efetivo demandado

Durante as operações de preparo do solo, conforme demonstrado no Quadro 76, houve influência dos sistemas de manejo no parâmetro tempo demandado, pois o sistema PR resultou num tempo 61,7% menor comparado ao sistema PC. Esse resultado está relacionado com a capacidade de campo efetiva, Quadro 65, pois o tempo demandado é função direta da variação desse parâmetro.

Quadro 67. Tempo demandado (h.ha^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Tempo demandado (h.ha^{-1})
PR	0,91 b
PC	2,38 a
CV (%)	4,95

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Na operação de semeadura, Quadro 68, ocorreram diferenças significativas entre os espaçamentos, sendo que o espaçamento E2 exigiu um tempo de operação 24% maior que o E1.

Quadro 68. Tempo demandado (h.ha^{-1}) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	0,67 Ba	0,63 Bb	0,66 Ba	0,66 B
0,45	0,84 Ab	0,88 Aa	0,88 Aa	0,87 A
Média	0,76 a	0,76 a	0,77 a	

CV = 2,10%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para as interações, o sistema de manejo PD exigiu um tempo estatisticamente menor que PR e PC dentro do espaçamento E1. Entretanto, dentro do espaçamento E2, o menor tempo foi observado no sistema PR, seguido por PD e PC, iguais estatisticamente. Para a análise dos espaçamentos, qualquer que seja o sistema de manejo utilizado, sempre o tratamento E2 exigiu maior tempo de operação que o E1. Esses resultados também estão relacionados com a capacidade de campo verificada no Quadro 66.

6.26. Uso específico de energia

No Quadro 69 são apresentados os resultados do uso específico de energia para os sistemas de manejo reduzido e convencional. Nota-se que o sistema reduzido consumiu aproximadamente 47,5% menos energia que o sistema convencional. Esse resultado se deve, principalmente, à capacidade de campo (Quadro 65) e a potência exigida para cada sistema de manejo.

Quadro 69. Uso específico de energia (kwh.ha^{-1}) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Uee (kw.h/ha^{-1})
PR	35,63 b
PC	67,83 a
CV (%)	3,70

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Marques (1999) encontrou 52,7 kWh para preparar um hectare no sistema convencional, porém, utilizou apenas uma gradagem de nivelamento. Para a operação de escarificação (PR), Levien et al. (2003) obtiveram uso de energia de 37,88 kWh.ha⁻¹.

Observando o uso específico de energia na operação de semeadura, de maneira geral, conforme Quadro 70 e Figura 30, nota-se maior exigência por parte do espaçamento E2, cerca de 25% a mais que E1. Entre os sistemas de manejo não ocorreram diferenças estatísticas significativas. Quanto às interações, pode-se observar que os espaçamentos apresentaram diferenças estatísticas dentro dos sistemas de manejo PD e PC, onde sempre E2 exigiu mais energia que E1.

Quadro 70. Uso específico de energia (kwh.ha⁻¹) por área na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	6,60 Aa	5,25 Ba	5,93 Ba	5,92 B
0,45	7,05 Aa	8,25 Aa	8,47 Aa	7,92 A
Média	6,82 a	6,75 a	7,20 a	

CV = 14,66%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

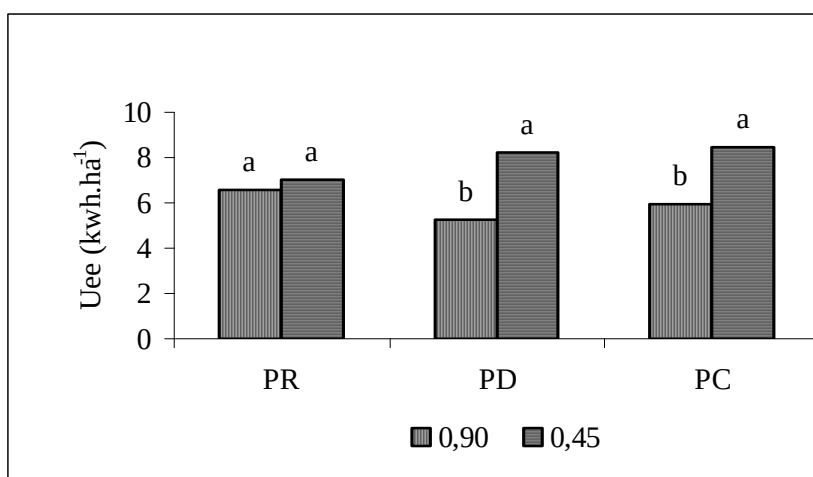


Figura 30. Uso específico de energia (kwh.ha⁻¹) por área na operação de semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas

Pela própria maneira de se calcular o uso de energia em cada tratamento, pode-se explicar os resultados encontrados, uma vez que estes estão relacionados com os parâmetros capacidade de campo efetiva, tempo demandado, velocidade média e largura de trabalho.

Os resultados do uso de energia na operação de semeadura nos sistemas de PD e PC, concordam com Marques (1999).

6.27 Consumo médio de combustível

Para as operações de preparo do solo, o sistema PR teve um consumo horário estatisticamente superior ao PC, aproximadamente 14% de diferença, Quadro 71. Esses resultados podem estar relacionados com o maior esforço exigido na operação de escarificação comparado às operações de gradagem, principalmente pela maior largura de trabalho do escarificador, conforme pode ser observado no Quadro 59.

Quadro 71. Consumo médio horário de combustível ($L.h^{-1}$) em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do experimento.

Sistemas de manejo do solo	Ch ($L.h^{-1}$)
PR	19,25 a
PC	16,52 b
CV (%)	1,80

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Na operação de semeadura, a única diferença estatística encontrada foi entre os espaçamentos dentro do sistema de manejo PD, onde E2 teve um maior consumo de combustível, Quadro 72. Esse resultado pode estar relacionado com o parâmetro força média tração (Quadro 60), que embora não significativo, foi 15% menor no espaçamento E1.

Quadro 72. Consumo médio horário de combustível ($L.h^{-1}$) na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	10,84 Aa	9,140 Bb	10,27 Aa	10,08 A
0,45	9,880 Aa	10,62 Aa	10,52 Aa	10,34 A
Média	10,36 a	9,88 a	10,40 a	

CV = 6,38%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Embora semelhantes, esses resultados de consumo horário na semeadura, discordam de Furlani et al. (2003) que tiveram maior consumo no preparo reduzido, seguido pelo convencional, ficando o plantio direto com os menores valores de consumo. Levien et al. (2002) encontraram maior consumo no preparo reduzido, superando os valores verificados no plantio direto e o preparo convencional, que apresentaram igualdade estatística. Para os espaçamentos entre linhas, Silva (2003) também não encontrou diferenças estatísticas para esse parâmetro, concordando com os resultados dessa pesquisa.

Quadro 73. Consumo médio de combustível ($L.ha^{-1}$) por área em dois sistemas de manejo do solo no segundo ano do ensaio.

Sistemas de manejo do solo	Cca ($L.ha^{-1}$)
PR	17,56 b
PC	39,34 a
CV (%)	4,99

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

No Quadro 73 são encontrados os resultados de consumo de combustível por área nas operações de preparo do solo. Como esse parâmetro é função direta do tempo demandado (Quadro 67), o manejo PC apresentou maior consumo que o PR, com uma diferença de aproximadamente 55%.

Quadro 74. Consumo médio de combustível ($L \cdot ha^{-1}$) por área na operação de semeadura do milho em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas no segundo ano do ensaio.

Espaçamento (m)	Sistemas de manejo do solo			Média
	PR	PD	PC	
0,90	7,32 Ba	5,83 Bb	6,87 Ba	6,67 B
0,45	8,39 Aa	9,41 Aa	9,27 Aa	9,02 A
Média	7,86 a	7,62 a	8,07 a	

CV = 8,65%

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si (Scott Knott $P \leq 0,05$).

Para a operação de semeadura, Quadro 74 e Figura 31, nota-se que houve diferenças estatísticas significativas entre os espaçamentos, onde E2 consumiu 26% mais combustível que E1. Isso se deveu, basicamente, ao parâmetro capacidade de campo efetiva (Quadro 66), onde E2 foi 24, 5% inferior a E1.

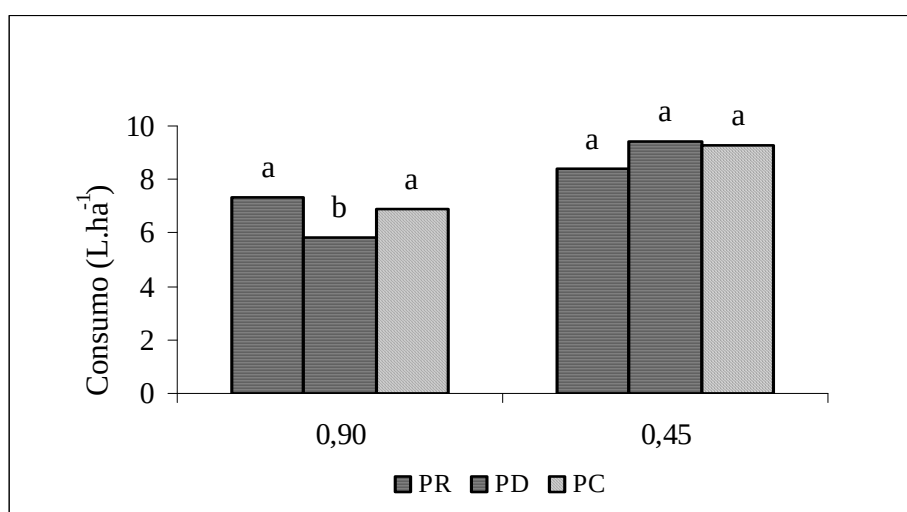


Figura 31. Consumo combustível ($L \cdot ha^{-1}$) por área na operação de semeadura em três sistemas de manejo do solo e dois espaçamentos entre linhas.

Quanto às interações, quando se analisa os sistemas de manejo do solo dentro dos espaçamentos, pode-se observar diferenças significativas dentro do E1, onde o sistema PD resultou em menor consumo comparado a PR e PC que não diferiram entre si. Para

qualquer que tenha sido o sistema de manejo adotado, sempre houve maior consumo no espaçamento E2 comparado ao E1. Esses resultados, também podem ser explicados pela capacidade de campo efetiva que por sua vez reflete diretamente no tempo demandado.

6.27 Considerações finais

De maneira geral, independente do sistema de manejo do solo e espaçamento utilizados, os híbridos foram, em média, 14% mais produtivos que as variedades sintéticas. Entretanto, no espaçamento E2 os híbridos tiveram uma redução média de produtividade da ordem de 3%, enquanto que as variedades tiveram aumento médio de 6%. Fazendo-se uma média aritmética, sem análise estatística, entre os dois anos de condução do ensaio, o cultivar mais produtivo foi o C-333B seguido e nessa ordem pelo A-2288, AL-30 e AL-25. Entre os sistemas de manejo do solo, o PR apresentou maior produtividade, seguido pelo PD e PC. Para os espaçamentos entre linhas, o E2 superou o E1. Para o primeiro ano, o tratamento mais produtivo foi o cultivar C-333B semeado a 0,45 m no sistema PD; já no segundo ano, foi o mesmo cultivar semeado no mesmo espaçamento, porém, no sistema PR.

Caso seja necessário mobilizar o solo, há vantagem em se utilizar o sistema PR, pois mantém maior quantidade de palha na superfície e tem maior capacidade de campo, resultando em menor uso de energia por hectare. Tendo a opção de escolha entre os espaçamentos, deve-se optar pelo 0,90 m, pois proporciona maior capacidade de campo, resultando, conseqüentemente, em menor tempo demandado e consumo por área. Deve-se ressaltar que para o espaçamento 0,45 m, a semeadora possuía apenas seis unidades de semeadura, sendo que o ideal seria oito, ou seja, o dobro do espaçamento 0,90 m. Dessa maneira, a largura de trabalho seria igual para os dois espaçamentos.

Antecedendo a instalação de um sistema produtivo, ensaios preliminares devem ser realizados a fim de se encontrar as melhores combinações, produtivas e econômicas, entre sistemas de manejo do solo, espaçamentos entre linhas e cultivares, uma vez que estes fatores sofrem influência de outros como: tipo de solo, clima e luminosidade.

7. CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido, os resultados obtidos permitem concluir que:

- Os sistemas de manejo do solo PR e PD, comparados com o PC, mantêm maior porcentagem de cobertura do solo após a semeadura.

- Os parâmetros diâmetro de colmo, índice de espigas e índice de sobrevivência, não foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo e espaçamentos entre linhas.

- Os sistemas de manejo do solo e os espaçamentos entre linhas não exerceram influência sobre a produtividade, sofrendo variação apenas dos cultivares utilizados.

- Para as operações de preparo do solo, o sistema PR apresentou capacidade de campo 61% maior que o PC. Os parâmetros tempo demandado, uso específico de energia e consumo médio de combustível por área foram, respectivamente, 61,7%, 47,4% e 55,3% menores no PR comparados ao PC.

- A potência média na barra de tração não foi influenciada pelos espaçamentos entre linhas devido a menor profundidade de deposição de sementes no espaçamento 0,45 m. O espaçamento 0,45 m, devido ao menor número de linhas utilizadas na semeadora, apresentou capacidade de campo 24,5% menor que o 0,90 m. Os parâmetros

tempo demandado, uso específico de energia e consumo médio de combustível por área foram, respectivamente, 24,1%, 25,2% e 26% maiores no espaçamento 0,45 m comparados ao 0,90 m. Os melhores resultados, obtidos para esses parâmetros, foram observados no sistema PD semeado a 0,90 m.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2003: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2003. 413 p.

AGRIANUAL 2004: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2004. 496 p.

ALLMARAS, R. R.; DOWDY, R. H. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. **Soil and Tillage Res.** v. 5, p. 197-222, 1985.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships. In: _____. **ASAE Standards** 1982: standards engineering practices data. San Joseph, 1982. p. 229-241.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for agricultural tillage implements. In: _____. **ASAE Standards** 1997: standards engineering practices data. San Joseph, 1997. p. 245-275.

ANDRADE, C. A. B. et al. Efeito da competição com plantas daninhas em diferentes espaçamentos sobre o rendimento de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciê. Agrotec.**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 529-539. 1999.

ANTUNIASSI, U. R. **Infestação por plantas daninhas e produção da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função de diferentes intervalos de tempo entre a mobilização do solo e a semeadura.** 1990. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

ARGENTA, G. et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. de; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. Disponível em: http://www.ufsm.br/ccr/revista/resumos/rv316_1363.html. Acesso em: 15 jan. 2003.

ARGENTA, G. et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 2000. **Resumos...** Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2000. p. 111.

BALBINO, L. C. Desenvolvimento de milho (*Zea mays* L.) submetido a três sistemas de manejo em um Latossolo Roxo Eutrófico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 10., 1994, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p. 221.

BENEZ, S. H. **Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo Podzólico vermelho amarelo var. Laras.** 1972. 108p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

BENEZ, S. H. **Efeitos dos tipos de preparo de solo, cultivo e calagem na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1984. 124 p. Tese (Livre Docência em Mecanização Agrícola – Área de Concentração Engenharia Rural) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1984.

BOLLER W. **Avaliação de diferentes sistemas de manejo do solo visando a implantação da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1996. 272 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

BOLLER, W. Cuidados com o solo. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 5, p. 6-8, 2001.

BOLLER, W. GAMERO, C. A. Estimativa dos custos econômicos e energéticos de sistemas de preparo e de manejo do solo para a cultura do feijão. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v 12, n. 2, p. 26-38, 1997.

BOLLER, W.; GAMERO, C. A.; PEREIRA, J. O. Avaliação de diferentes sistemas de preparo e de condições de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 52-63, 1997.

BOLLER, W.; CALDATO, D. E. Desenvolvimento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes condições de cobertura e de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 167-173, 2001.

BRESSELIN, M. A. A semeadura do milho no RS. In: **Contribuições à cultura do milho para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIENTEC, 1993. p. 43-58.

BRUSTOLIN, R. et al. Desenvolvimento e rendimento de milho safrinha cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. CD-ROM.

CARNEIRO, G.; SERAGE, C. Densidade de semeadura. In: **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991, p. 65-69.

CASTRO FILHO, C. et al. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 20, p. 271-283, 1991.

CARVALHO, W.A., ESPÍNDULA, C.R., PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – “Estação Experimental Presidente Médici”. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agronômicas/Universidade Estadual Paulista**, n.1, p.1-95, 1983.

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de poblacion y control. **Malezas**, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

COBOCCI, T.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. Controle de plantas daninhas. In: ARAUJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996, p. 433-464.

COSTA, J. A. et al. Redução no espaçamento entre linhas e potencial de rendimento da soja. Disponível em: http://www5.ufrgs.br/plantas/artigo_espac.htm. Acesso em 15 jan. 2003.

DALLMEYER, A. U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo do solo**. 1994. 157 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

DENARDIN, J. E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1, SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, 3, 1983, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Projeto Integrado de Uso e Conservação do Solo, Universidade Federal de Passo Fundo, 1984. p. 107-23.

DERPSCH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** Eschborn: GTZ, 1991. 272p.

EMBRAPA. Recomendações Técnicas para a cultura do milho. Brasília, 1993, 204p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo/EMBRAPA, 1979. Parte 1, "não pag."

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412p.

FARNHAM, D. E. Row spacing, plant density and hybrid effects on corn grain yield and moisture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 1049-1053, 2001.

FEY, A.; FEY, E. Efeito do espaçamento entre linha e da população de plantas no rendimento de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. CD-ROM.

FURLANI, C. E. A. et al. Características da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 177-186, 1999.

FURLANI, C. E. A. **Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2000. 218 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R. Semeadora-adubadora de fluxo contínuo: desempenho operacional em função de diferentes condições de preparo e coberturas do solo.

Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 60-67, 2002.

FURLANI, C. E. A. et al. Desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão em função do preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. CD-ROM.

GABRIEL FILHO, A. **Avaliação de cinco formas geométricas de arados no preparo de dois tipos de solos e do comportamento da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1998. 134 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, 1990, Jundiaí. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1990. p. 12-21.

GAMERO, C. A. et al. Prepare os implementos que está chegando a hora. **A Granja**, n. 585, p. 14-21, 1997.

GLAT, D. Perspectivas do milho para 2002. **Rev.Plantio Direto**, n. 69, p. 15-17, 2002.

GUIDOLIN, A. F. et al. Efeitos do arranjo e da população de plantas sobre o crescimento do feijão em semeadura tardia. Disponível em: <http://www.ufsm.br/ccr/revista/resumos/rp284-198.html> . Acesso em 15 jan. 2003.

KIEHL, E. J. Manual de edafologia. São Paulo: Ceres, 1979. 264p.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Masuring crop residue cover. **J. of Soil water Conserv.**, v. 36, p. 341-343, 1981.

LEITE, M. A. S. **Efeito de três sistemas de preparo do solo e dois espaçamentos entre fileiras sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

LEITE, M. A. S. et al. Efeitos do preparo do solo e do espaçamento entre fileiras da cultura do milho (*Zea mays* L.) sobre a temperatura do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. CD-ROM.

LEVIEN, R.; GAMERO, C. A.; FURLANI, C. E. A. Desempenho de semeadora-adubadora de fluxo contínuo, em semeadura de aveia preta após a cultura do milho, sob diferentes preparos do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 145-151, 2001.

LEVIEN, R.; GAMERO, C. A.; FURLANI, C. E. A. Preparo convencional e reduzido em solo argiloso em diferentes condições de cobertura de inverno. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 277-289, 2003.

LORENZI, H.J. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 336p.

MAGLEBY, R. S.; SCHERTZ, D. L. Conservation tillage chalks up steady gains. **Agric.Eng.**, v. 7, p. 14-16, 1988.

MARQUES J.P. **Manejo da vegetação espontânea para implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) . em plantio direto e preparo convencional do solo**. 1999. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

MARQUES, J. P. **Efeito dos sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra na cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2002. 233 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de

Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MELO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. In: EMBRAPA. **Milho: informações técnicas**. Dourados: Embrapa - CPAO, 1997. p. 13-38.

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho. **Rev. Batavo**, 2000, p. 33.

MUDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamento entre linhas e de população de plantas em milho (*Zea mays*) de tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 13-18, 1978.

MUZILLI, O. O plantio direto no Brasil. In: FANCELLI, A. L., TORRADO, P. V., MACHADO, J. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 3-16.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. *Las maquinas agricolas y su aplicacion*. Madrid: Mundi-Prensa, 1980. 490p.

O ZONEAMENTO macroecológico. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA, 1993. p. 11-31.

PEIXOTO, C. Espaçamento e população de plantas. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed65/milho65.shtml> . Acesso em: 15 jan. 2003.
PEIXOTO, C. M. Mais plantas, menos espaço. **Cultivar Máquinas**, n. 30, p. 27-29, 2001.

PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993, p. 1-10.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. **Bol. Téc. Inst. Agron.**, Campinas, n. 81, p. 1-31, 1983.

ROSA JÚNIOR, E. J. **Efeitos de sistemas de manejo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em um latossolo roxo na região de Dourados – MS.** 2000. 122 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SALVADOR, N. **Consumo de energia na operação de subsolagem realizada antes e depois de sistemas de preparo periódico do solo.** 1992. 166 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

SANGOI, L. et al. Interferência da redução do espaçamento entre linhas no rendimento do milho em regiões de verões curtos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas.** 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 124p.

SILVA, A. R. B. da. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo.** 2000. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, A. R. B., BENEZ, S. H., SILVA, S. L., COELHO, H. Produtividade de matéria seca da cultura do milho em diferentes sistemas de preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. CD-ROM.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Plantio direto no cerrado. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. (Ed.). **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: Instituto Agronômico do Paraná, 1997. p. 158-84.

SILVA, P. R. A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. 1999. 191p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SKORA NETO, F. Dessecação: opção pelo melhor produto. **A Granja**, n. 648, p. 55-57, 2002.

STIPP, O. J. et al. Avaliação do diâmetro do colmo em diferentes populações e espaçamento entre linha da cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. CD-ROM.

TEIXEIRA, M. R. O.; ARIAS, E. R. A.; MUNIZ, J. A. Cultivares. In: EMBRAPA. **Milho: informações técnicas**. Dourados: Embrapa - CPAO, 1997. p.101-107.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. Disponível em: <http://www.ufsm.br/ccr/revista/resumos/rp284-198.html> . Acesso em 15 jan. 2003.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônomicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

VEIGA, M.; AMADO, T. J. Preparo do solo. In: **MANUAL de uso, manejo e conservação do solo e da água**. Florianópolis: EPAGRI, 1994, p. 165-167.