

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

**ADUBAÇÃO DE PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DO MILHO EM  
DIFERENTES MANEJOS DO SOLO**

**ERICK VINICIUS BERTOLINI**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP  
Junho – 2005

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

**ADUBAÇÃO DE PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES  
MANEJOS DO SOLO**

**ERICK VINICIUS BERTOLINI**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP  
Junho – 2005

Para meus pais **Jair e Vera,**

meu irmão **Felipe**

e minha namorada **Ariane**

*DEDICO.*

À minha avó Maria,  
minha tia Lúcia  
e aos primos Fabrício e Cíntia

*OFEREÇO.*

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS** pela vida e pela oportunidade da realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero e Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez, pela orientação, dedicação, profissionalismo e valiosos ensinamentos;

Aos meus pais Jair e Vera, meu irmão Felipe e minha namorada Ariane pelo amor, incentivo e contribuição nesta dissertação;

Ao Dr. Rubens Siqueira (IAPAR) e Prof. Dr. Silvio Jose Bicudo (FCA/UNESP), constituintes da banca examinadora;

Ao Prof. Dr. Ângelo Catâneo, pela amizade sincera, dedicação e auxílio nas análises estatísticas;

Aos meus amigos Cassio Roberto Piffer e Fábio Rensi Cominetti pela amizade, disposição e participação neste trabalho;

Aos companheiros do Curso de Pós-Graduação, em especial a José Guilherme Lança Rodrigues, Paulo Roberto Arbex Silva, Elcio Hiroyoshi Yano, Mirian Correa dos Santos, André Satoshi Seki, Denise Mahl e Jairo da Costa Fernandes;

Aos Profs. Drs. Dirceu Maximino Fernandes e Roberto Lyra Villas Boas do Departamento de Recursos Naturais, Setor Ciência do Solo da FCA-UNESP, pela colaboração e auxílio nas diferentes etapas;

Aos técnicos do Departamento de Engenharia Rural/FCA Mauri Torres da Silva e Gilberto Winckler e ao funcionário Pedro Alves pelo auxílio na realização deste projeto;

Às secretárias do Departamento de Engenharia Rural da FCA, Rosângela Cristina Morece, Rita de Cássia Miranda Araújo e Antonia de Fátima F. Oliveira, sempre tão solícitas;

Aos funcionários da Fazenda Experimental Lageado da FCA, em especial aos técnicos agrícolas Mário de Oliveira Munhoz e Marcos José Gonçalves, aos operadores de máquinas agrícolas Aparecido Bessa Pavan, Manoel Lopes dos Santos, Acácio Tavares, pela grande cooperação nos trabalhos de campo;

Aos funcionários da Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos e da Seção de Pós-Graduação pela gentileza e disposição ao longo da realização deste trabalho;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, ao Departamento de Engenharia Rural e ao Curso de Pós Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura);

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

A todos que de alguma maneira colaboraram para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	IV
LISTA DE QUADROS .....	X
LISTA DE FIGURAS .....	XV
1 RESUMO .....	1
2 SUMMARY .....	3
3 INTRODUÇÃO .....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
4.1 Preparo do solo .....	7
4.1.1 Preparo convencional .....	9
4.1.2 Preparo reduzido .....	10
4.1.3 Plantio direto .....	11
4.2 Dinâmica dos nutrientes no sistema plantio direto .....	13
4.2.1 Nitrogênio e relação carbono/nitrogênio (C/N) .....	14
4.2.2 Fósforo .....	17
4.2.3 Potássio .....	20
4.3 Cobertura do solo .....	21
4.3.1 Introdução de novas espécies para cobertura de solo .....	22
4.3.2 Nabo .....	23
4.4 A cultura do milho .....	24
4.4.1 Comportamento da cultura do milho em diferentes sistemas de preparo do solo. ....	25
4.4.2 Adubação antecipada na cultura do milho .....	28
5 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
5.1 Material .....	32
5.1.1 Área experimental .....	32
5.1.2 Caracterização do solo .....	34
5.1.3 Dados referentes ao clima .....	36
5.1.4 Insumos agrícolas .....	39
5.1.4.1 Sementes .....	39

5.1.4.2 Fertilizantes .....	39
5.1.4.3. Herbicidas.....	40
5.1.4.4 Inseticida .....	40
5.1.5 Equipamentos agrícolas.....	40
5.1.5.1 Tratores.....	40
5.1.5.2 Equipamentos .....	41
5.1.5.3 Equipamentos e materiais utilizados para coleta de amostras e avaliações .....	42
5.1.5.3.1 Determinação da fertilidade e textura do solo.....	42
5.1.5.3.2 Determinação da densidade do solo.....	42
5.1.5.3.3 Determinação da massa seca de nabiça antes da instalação dos tratamentos .....	42
5.1.5.3.4 Determinação da porcentagem de cobertura do solo por resíduos vegetais .....	42
5.1.5.3.5 Determinação da profundidade de semeadura .....	43
5.1.5.3.6 Amostragem de folhas para diagnose foliar.....	43
5.1.5.3.7 Determinação da altura das plantas de milho, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo e da espiga.....	43
5.1.5.3.8 Determinação da produtividade da cultura do milho .....	43
5.1.5.3.9 Determinação da massa seca de milho após a colheita das espigas.....	43
5.1.5.3.10 Determinação do teor de água do solo .....	44
5.1.5.3.11 Determinação da resistência mecânica do solo à penetração.....	44
5.2 Métodos .....	44
5.2.1 Delineamento experimental.....	44
5.2.2 Descrição dos tratamentos.....	45
5.2.3 Instalação e condução do experimento.....	45
5.2.4 Densidade do solo .....	47
5.2.5 Resistência mecânica do solo à penetração.....	48
5.2.6 Teor de água do solo .....	48
5.2.7 Análise granulométrica do solo.....	48
5.2.8 Ensaio de compactação do solo (Ensaio de Proctor).....	48

5.2.9 Fertilidade do solo.....	49
5.2.10 Porcentagem de cobertura do solo após a operação de preparo.....	50
5.2.11 Massa seca da cobertura vegetal antes da instalação dos tratamentos.....	50
5.2.12 Profundidade de semeadura do milho.....	50
5.2.13 Populações inicial e final de plantas.....	50
5.2.14 Amostragem de folhas para diagnose foliar.....	50
5.2.15 Altura das plantas de milho.....	51
5.2.16 Altura da inserção da primeira espiga.....	51
5.2.17 Diâmetro do colmo de plantas.....	51
5.2.18 Produtividade de grão de milho.....	51
5.2.19 Número de plantas acamadas e quebradas.....	52
5.2.20 Massa seca das plantas de milho após a colheita das espigas.....	52
5.2.21 Comprimento e diâmetro da espiga.....	52
5.2.22 Número de fileiras por espiga e número de grãos por espiga.....	52
5.2.23 Índice de espiga.....	53
5.2.24 Índice de colheita.....	53
5.2.25 Massa de 1000 grãos de milho.....	53
5.2.26 Análise estatística.....	53
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
6.1 Análise univariada.....	55
6.1.1 Massa seca da cobertura vegetal antes da instalação dos tratamentos.....	55
6.1.2 Porcentagem de cobertura do solo.....	56
6.1.3 Teor de água no solo durante a semeadura do milho.....	57
6.1.4 Profundidade de semeadura do milho.....	57
6.1.5 População inicial de plantas de milho.....	58
6.1.6 População final.....	60
6.1.7 Plantas quebradas.....	63
6.1.8 Teor de nitrogênio nas folhas de milho.....	65
6.1.9 Teor de fósforo nas folhas de milho.....	67
6.1.10 Teor de potássio nas folhas de milho.....	69
6.1.11 Diâmetro do colmo das plantas.....	71



6.1.12	Altura de plantas.....	74
6.1.13	Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas .....	76
6.1.14	Índice de colheita .....	78
6.1.15	Índice de espigas .....	80
6.1.16	Diâmetro da espiga.....	82
6.1.17	Comprimento das espigas .....	84
6.1.18	Número de filas por espiga e número de grãos por espiga.....	86
6.1.19	Massa de 1000 grãos .....	88
6.1.20	Produtividade .....	90
6.1.21	Resistência mecânica do solo a penetração.....	94
6.1.22	Densidade do solo .....	96
6.2	Análise multivariada.....	98
7	CONCLUSÕES .....	102
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	104

## LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1. Análise básica do solo na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento. ....	34
Quadro 2. Análise de micronutrientes do solo na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento. ....	34
Quadro 3. Análise granulométrica do solo na profundidade de 0-20 cm. ....	34
Quadro 4. Precipitação pluviométrica acumulada por decêndio (mm) e totais mensais, entre novembro de 2003 e julho de 2004. ....	37
Quadro 5. Materiais de milho utilizados no experimento e suas características agronômicas. ....	39
Quadro 6. Fertilizantes utilizados com respectivos teores de nutrientes e quantidades aplicadas por hectare. ....	40
Quadro 7. Seqüência de atividades para instalação e condução do experimento. ....	46
Quadro 8. Massa seca da parte aérea de nabiça, em kg ha <sup>-1</sup> , antes da instalação dos tratamentos. ....	56
Quadro 9. Índice de cobertura do solo, antes e após o preparo. ....	57
Quadro 10. Teor de água no solo (%) no momento da semeadura da cultura do milho. ....	57
Quadro 11 Profundidade de semeadura da cultura do milho. ....	58
Quadro 12. População inicial de plantas de milho (plantas ha <sup>-1</sup> ) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	59
Quadro 13. População inicial de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> ) para interação época de adubação e manejo do solo. ....	59
Quadro 14. População inicial de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> ) para interação material e manejo do solo. ....	60
Quadro 15. População inicial de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> ) para interação material e época de adubação. ....	60
Quadro 16. População final de plantas de milho (plantas ha <sup>-1</sup> ) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	61

Quadro 17. População final de plantas de milho (plantas ha <sup>-1</sup> ) para interação época de adubação e manejo do solo.....	62
Quadro 18. População final de plantas de milho (plantas ha <sup>-1</sup> ) para interação material e manejo do solo.....	62
Quadro 19. População final de plantas de milho (plantas ha <sup>-1</sup> ) para interação material e época de adubação.....	63
Quadro 20. Número de plantas quebradas para manejo do solo, época de adubação e material.....	63
Quadro 21. Número de plantas quebradas para interação época de adubação e manejo do solo.....	64
Quadro 22. Número de plantas quebradas para interação material e manejo do solo.....	64
Quadro 23. Número de plantas quebradas para interação material e época de adubação.....	65
Quadro 24. Teor de nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas de milho para manejo do solo, época de adubação e material.....	65
Quadro 25. Teor de nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação época de adubação e manejo do solo.....	66
Quadro 26. Teor de nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação material e manejo do solo.....	66
Quadro 27. Teor de nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação material e época de adubação.....	67
Quadro 28. Teor de fósforo (g kg <sup>-1</sup> ) para manejo do solo, época de adubação e material.....	67
Quadro 29. Teor de fósforo (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação época de adubação e manejo do solo.....	68
Quadro 30. Teor de fósforo (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação material e manejo do solo.....	68
Quadro 31. Teor de fósforo (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação material e época de adubação.....	69
Quadro 32. Teor de potássio (g kg <sup>-1</sup> ) para manejo do solo, época de adubação e material.....	69
Quadro 33. Teor de potássio (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação época de adubação e manejo do solo.....	70
Quadro 34. Teor de potássio (g kg <sup>-1</sup> ) nas folhas para interação material e manejo do solo.....	70

Quadro 35. Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e época de adubação. ....	71
Quadro 36. Diâmetro do colmo das plantas de milho (mm) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	72
Quadro 37. Diâmetro do colmo (mm) das plantas para interação época de adubação e manejo do solo. ....	72
Quadro 38. Diâmetro do colmo (mm) das plantas para interação material e manejo do solo. ....	73
Quadro 39. Diâmetro do colmo (mm) para interação material e época de adubação. ....	73
Quadro 40. Altura das plantas de milho (m) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	74
Quadro 41. Altura das plantas de milho (m) para interação época de adubação e manejo do solo. ....	75
Quadro 42. Altura das plantas de milho (m) para interação material e manejo do solo. ....	75
Quadro 43. Altura das plantas de milho (m) para interação material e época de adubação. ....	76
Quadro 44. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	76
Quadro 45. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para interação época de adubação e manejo do solo. ....	77
Quadro 46. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para interação material e manejo do solo. ....	77
Quadro 47. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para interação material e época de adubação. ....	78
Quadro 48. Índice de colheita para manejo do solo, época de adubação e material. ....	79
Quadro 49. Índice de colheita para interação época de adubação e manejo do solo. ....	79
Quadro 50. Índice de colheita para interação material e manejo do solo. ....	80
Quadro 51. Índice de colheita para interação material e época de adubação. ....	80
Quadro 52. Índice de espiga para manejo do solo, época de adubação e material. ....	81
Quadro 53. Índice de espiga para interação época de adubação e manejo do solo. ....	81
Quadro 54. Índice de espiga para interação material e manejo do solo. ....	82
Quadro 55. Índice de espiga para interação material e época de adubação. ....	82

Quadro 56. Diâmetro da espiga (mm) para manejo do solo, época de adubação e material.....	83
Quadro 57. Diâmetro da espiga (mm) para interação época de adubação e manejo do solo. ....	83
Quadro 58. Diâmetro da espiga (mm) para interação material e manejo do solo. ....	83
Quadro 59. Diâmetro da espiga (mm) para interação material e época de adubação.....	84
Quadro 60. Comprimento da espiga (cm) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	84
Quadro 61. Comprimento da espiga (cm) para interação época de adubação e manejo do solo. ....	85
Quadro 62. Comprimento da espiga (cm) para interação manejo do solo e material.....	85
Quadro 63. Comprimento da espiga (cm) para interação material e época de adubação.....	86
Quadro 64. Número de filas por espiga e número de grãos por espiga para manejo do solo, época de adubação e material. ....	86
Quadro 65. Número de filas por espiga e número de grãos por espiga para a interação época de adubação e manejo do solo.....	87
Quadro 66. Número de filas por espiga e número de grãos por espiga para interação entre material e manejo do solo.....	87
Quadro 67. Número de filas por espiga e número de grãos por espiga para interação entre material e época de adubação. ....	87
Quadro 68. Massa de mil grãos (g) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	88
Quadro 69. Massa de mil grãos (g) para interação época de adubação e manejo do solo.....	89
Quadro 70. Massa de mil grãos (g) para interação material e manejo do solo.....	89
Quadro 71. Massa de mil grãos (g) para interação material e época de adubação.....	90
Quadro 72. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para manejo do solo, época de adubação e material. ....	92
Quadro 73. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para interação época de adubação e manejo do solo. ....	92
Quadro 74. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para interação material e manejo do solo. ....	93

Quadro 75. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para interação material e época de adubação. ....	94
Quadro 76. Correlação entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Porcentagem de informação contida nas 17 variáveis e retida em cada componente principal. ....	99

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Vista da área experimental antes da instalação do ensaio.....	33
Figura 2. Limites de contração, plasticidade e liquidez da camada de solo entre 0 e 30 cm de profundidade. ....	35
Figura 3. Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) em três profundidades antes da instalação do experimento. ....	35
Figura 4. Resistência mecânica a penetração do solo em três profundidades antes da instalação do experimento. ....	36
Figura 5. Precipitação pluvial acumulada entre as épocas de adubação. ....	37
Figura 6. Balanço hídrico referente ao ano de 2003.....	38
Figura 7. Balanço hídrico referente ao ano de 2004.....	38
Figura 8. Distribuição dos blocos e dos tratamentos na área experimental.....	45
Figura 9. Vista da área experimental aos 55 dias após a semeadura. ....	47
Figura 10. Curva característica do Ensaio de Proctor Normal para o solo da área experimental. ....	49
Figura 11. Resistência mecânica a penetração do solo em plantio direto (PD) e preparo reduzido (PR) após a colheita do milho. ....	95
Figura 12. Resistência mecânica a penetração do solo em plantio direto antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.....	95
Figura 13. Resistência mecânica a penetração do solo em preparo reduzido antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.....	96
Figura 14. Densidade do solo em plantio direto (PD) e preparo reduzido (PR) após a colheita do milho .....	97
Figura 15. Densidade do solo em plantio direto antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.....	97
Figura 16. Densidade do solo em preparo reduzido antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho. ....	98

- Figura 17. Ordenação dos 12 tratamentos utilizando-se os pares de valores dos componentes principais Y1 e Y2, obtidos na Análise de Componentes Principais, com indicação dos grupos formados, de acordo com a cor dos pontos, onde na legenda P1 representa o plantio direto, P2 preparo reduzido, E1 adubação na pré-semeadura, E2 adubação na semeadura, M1 DKB 333 B, M2 CO 32 e M3 AL Bandeirante. .... 100
- Figura 18. Dendrograma resultante da Análise de Agrupamento dos 12 tratamentos, utilizando-se a distancia euclidiana media como coeficiente de similaridade e o algoritmo UPGMA, com indicação dos grupos formados, de acordo com a cor dos ramos, onde na legenda P1 representa o plantio direto, P2 preparo reduzido, E1 adubação na pré-semeadura, E2 adubação na semeadura, M1 DKB 333 B, M2 CO 32 e M3 AL Bandeirante. .... 101



## 1 RESUMO

Com a finalidade de avaliar três materiais de milho em relação à adubação em pré-semeadura comparada à adubação de semeadura, em dois sistemas de manejo do solo sobre vegetação espontânea de nabiça, foi realizado este estudo. O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, no período de outubro de 2003 a julho de 2004, em Nitossolo Vermelho distroférico. A área experimental vinha sendo cultivada até 1999 com o sistema convencional de preparo do solo (uma aração e duas gradagens niveladoras). A partir do ano de 2000, teve início o sistema de plantio direto, com rotação soja e milho no verão e pousio de inverno para formação de palhada pela vegetação espontânea. No ano de 2003 a vegetação espontânea foi predominantemente composta por nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo do solo (preparo reduzido através da escarificação, e plantio direto), as subparcelas pelas épocas de adubação (adubação de pré-semeadura a lanço em área total realizada 22 dias antes da semeadura do milho e adubação em linha realizada simultaneamente com a operação de semeadura do milho, sendo os fertilizantes incorporados ao solo) e as subsubparcelas pelos materiais de milho (DKB 333 B, CO 32 e AL Bandeirante), totalizando 12 tratamentos. Foi realizada teste de Tukey a %5 de probabilidade para comparar as médias. Os resultados

também foram analisados por métodos multivariados de Análise de Agrupamentos e Componentes Principais.

As análises estatísticas demonstraram que os sistemas de manejo do solo não influíram nos seguintes parâmetros: população inicial, população final, índice de espiga, plantas quebradas, diâmetro do colmo, altura de planta, altura de espiga, produtividade, matéria seca das plantas de milho, índice de colheita, peso de mil grãos, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de carreiras por espiga, número de grãos por espiga e os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de milho.

Em relação aos materiais estudados ocorreram diferenças significativas quanto à maioria dos componentes de produção estudados, sendo que o DKB 333 B foi o mais produtivo diferindo do CO 32 e do AL Bandeirante, com 10.504 kg ha<sup>-1</sup>, 9.448 kg ha<sup>-1</sup> e 9.081 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Quanto às épocas de adubação observou-se que, a adubação realizada no momento da semeadura resultou em maior produtividade média de grãos em relação à adubação feita na pré-semeadura, com 9.749 kg ha<sup>-1</sup> e 9.607 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, entretanto não se constatou diferença estatística entre ambas.

A nabiça é capaz de fornecer boa quantidade de massa seca, concretizando sua viabilidade para produção de cobertura vegetal no solo durante o inverno, sendo a produtividade média de grãos de milho obtida sobre solo com cobertura vegetal de nabiça foi de 9.678 kg ha<sup>-1</sup>.

---

Palavras-chave: Sistemas de manejo do solo, milho, *Raphanus raphanistrum* L., adubação de pré-semeadura.

**FERTILIZERS APPLICATION BEFORE SEEDING IN CORN CULTURE IN DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS.** Botucatu. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ERICK VINICIUS BERTOLINI

Adviser: CARLOS ANTONIO GAMERO

## **2 SUMMARY**

This study was done with the purpose of evaluating the behavior of three corn breeds in relation to fertilizer application before seeding compared to fertilizer application in seeding, in two soil tillage systems on *Raphanus raphanistrum* L. natural vegetation. The experiment was developed on Lageado Experimental Farm, from Agricultural Science University -UNESP- Botucatu campus, from October of 2003 to July of 2004, in Distroferic Red Nitosoil. The experimental area had been cultivated until 1999 with the conventional tillage system (disk plowing followed by two soft harrowing). From 2000 on, the no-tillage system was installed, with soy and corn rotation in summer and winter pause to straw production by the natural vegetation. In 2003, the natural vegetation was predominately composed of *Raphanus raphanistrum* L.

Randomized blocks with subdivided plots and four repetitions was the experimental delineation used. The plots were constituted by the soil tillage system (reduced tillage with chisel plow and no-tillage), the split-plots by the timing fertilizers application (hurl fertilizer application made 22 days before corn seeding and fertilizer application made simultaneously to corn seeding, and fertilizers incorporated to soil) and split-plots by corn breeds (DKB 333 B, CO 32 e AL Bandeirante), totalizing 12 treatments. Tukey test at 5% of probability was made to compare the means. The results were also analyzed by multivariate methods of Grouping Analysis and Main Components.

The analysis statistics demonstrated that the tillage systems did not have influence in initial and final population, corncob rate, broken plants, corn plants diameter, plant height, corncob height, productivity, corn plants dry material, harvest rate, a thousand grains weight, corncob length, corncob diameter, number of rows and grains in each corncob and nitrogen, phosphorus and potassium levels in corn leaves.

Regarding the corn breeds studied it is possible to observe that they present significant differences in most of the production components studied, where DKB 333 B was the most productive differing from CO 32 and AL Bandeirante, with 10,504 kg ha<sup>-1</sup>, 9,448 kg ha<sup>-1</sup> and 9,081 kg ha<sup>-1</sup>, respectively.

As for regard to the timing fertilizers application it was possible to observe that, the fertilizers application in seeding presents result in larger productivity in relation to the fertilizer application before seeding, with 9,749 kg ha<sup>-1</sup> and 9,607 kg ha<sup>-1</sup> respectively, however it was not observed statistic difference between both.

The *Raphanus raphanistrum* L. is capable to supply good amount of dry mass, materialize its viability formation of vegetal covering in the soil during the winter, being the average productivity of grains of corn gotten on soil with vegetal covering of *Raphanus raphanistrum* L. was of 9,678 kg ha<sup>-1</sup>.

---

Keywords: Soil tillage systems, corn, *Raphanus raphanistrum* L., fertilizer application before seeding.

### **3 INTRODUÇÃO**

O milho está entre as mais importantes plantas comerciais com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos.

A importância econômica do milho é evidenciada pelas diversas formas de sua utilização, desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grãos, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda.

A produtividade média da cultura do milho no Brasil é relativamente baixa. Dentre os principais motivos deste fato estão a escolha inadequada de materiais apropriados a cada condição de manejo e região, a degradação dos solos devido às formas inadequadas e intensivas de cultivo.

Na agricultura mecanizada, o preparo de solo é uma operação básica, caracterizada por objetivos complexos, elevado número de métodos e grande diversidade de opiniões. Em muitos casos, a utilização das práticas de preparo do solo são mais influenciadas pela tradição e intuição, do que por uma análise mais racional (GAMERO, 1991).

Para se iniciar o preparo do solo, deve-se seguir alguns critérios, tais como o método mais adequado, o uso de implemento que ofereça melhor resultado, época e momento correto (GRANDI, 1998). O preparo inadequado dos solos induzido pelo uso

impróprio de equipamentos tem causado desestruturação e empobrecimento dos mesmos, reduzindo a produtividade das culturas (GREGO; BENEZ, 1999).

Formas alternativas de manejo de solo, com mobilização mínima ou sem qualquer mobilização mantendo quantidades consideráveis de resíduos vegetais na superfície, favorecendo a conservação do solo, vem se destacando no Brasil.

A cobertura do solo por resíduos vegetais é a defesa natural contra a erosão, além de contribuir para o melhoramento da estrutura do solo. Na impossibilidade de se produzir uma cobertura adequada com culturas de inverno, há a possibilidade de obtenção desta cobertura através das plantas espontâneas com área em pousio.

A mobilização mínima do solo no plantio direto leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como consequência a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas no solo, que irão repercutir em sua fertilidade e na produtividade das culturas, levando assim, a uma recomendação de adubação diferenciada para este sistema em relação ao preparo de solo convencional.

No sistema plantio direto, a aplicação antecipada de fertilizantes que contém fósforo, que é pouco móvel no solo pode ser uma alternativa para tornar mais rápida a operação de semeadura de milho. A aplicação antecipada de nitrogênio depende de uma avaliação experimental criteriosa, pois sua viabilidade é dependente das condições climáticas.

Estabelecida a hipótese de que a antecipação da adubação de semeadura da cultura do milho promove acréscimo na produtividade de grãos pela maior disponibilidade de nitrogênio nos estádios iniciais de desenvolvimento, foi realizado este estudo com o objetivo de avaliar o comportamento de três materiais de milho (*Zea mays* L.), mediante adubação em pré-semeadura realizada a lanço comparada à adubação na semeadura com incorporação dos fertilizantes, em dois sistemas de manejo do solo, reduzido (escarificação) e plantio direto, ambos sobre vegetação espontânea de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.).

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Preparo do solo**

Independentemente do sistema de produção agrícola, a etapa referente ao preparo do solo e implantação das culturas é uma das mais importantes, devido não somente ao seu elevado custo operacional, em relação ao custo total do empreendimento, como também porque, sendo a inicial, refletirá no desenvolvimento e na produtividade das culturas (GAMERO, 1985; HÅKANSON, 1994; SIQUEIRA et al., 1996).

Castro (1989), define preparo do solo como a manipulação física, química ou biológica do solo com o objetivo de otimizar as condições para germinação e emergência das sementes, controle de plantas daninhas e o estabelecimento das plântulas.

O preparo de solo, além de oferecer condições favoráveis para o pleno desenvolvimento das culturas, tem como objetivo destruir sementeiras de plantas invasoras, controlar pragas e incorporar restos de culturas, fertilizantes e corretivos do solo (BUKHARI et al., 1992). A movimentação do solo influencia, ainda, a eficiência de fertilizantes e defensivos agrícolas, o impacto ambiental e a qualidade do solo ao longo do tempo (HÅKANSON, 1994).

Para ASAE (1982), a operação de preparo é a manipulação mecânica do solo pela ação dos órgãos ativos dos equipamentos, objetivando fornecer condições mínimas necessárias para o desenvolvimento e produção das culturas nele implantadas.

As operações mais profundas como aração e escarificação, que produzem uma superfície irregular, são denominadas de preparo primário, enquanto o termo preparo secundário, identifica o destorroamento e nivelamento da camada mais superficial do solo (ASAE, 1995).

O preparo primário visa à descompactação do solo para desfazer os efeitos danosos causados à estrutura pelo trânsito de máquinas; já o secundário, visa produzir um leito de semeadura suficientemente destorroado, o que deve ser atingido, sempre que possível, através de uma única operação (STURNY, 1987).

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 correta de preparo do solo deve ser decisiva para a escolha dos equipamentos a serem empregados, e não o contrário. Os autores citam ainda que existem várias alternativas de métodos de preparo, desde os que revolvem totalmente o solo até os que mobilizam o mínimo necessário.

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, que consiste em depositar a semente diretamente sob o solo não preparado, cujas plantas daninhas foram dessecadas através de herbicidas.

Para ASAE (1997), o preparo convencional é a combinação de duas ou mais operações; preparo reduzido é realizado em apenas uma operação e; semeadura direta é a semeadura diretamente em solo não preparado.

A fim de se evitar efeitos colaterais danosos, tais como compactação e erosão, associados ao preparo do solo, as metas deveriam ser alcançadas com o menor número de operações possível (DERPSCH et al., 1991).



A redução do número de operações de preparo do solo tem sido uma preocupação dos agricultores objetivando o controle da erosão, economia de tempo e combustível (CASTRO, 1990).

O preparo do solo voltado para a sua conservação, evitando danos de erosão, é freqüentemente denominado preparo conservacionista do solo. Nele há formação de uma camada de cobertura vegetal morta próxima à superfície, através da mistura dos restos vegetais existentes após a colheita da planta comercial e/ou da planta de adubo verde com o solo, ou onde estes restos vegetais permaneçam sobre o solo como cobertura, sem serem incorporados. As sementes são depositadas através desta camada de restos vegetais no solo (SOMMER et al., 1986 citados por DERPSCH, 1991).

Para Allmaras e Dowdy (1985) e Magleby e Schertz (1988), são conservacionistas os métodos de preparo do solo e semeadura, nos quais mais de 30% do solo permanecem cobertos por restos vegetais após a deposição das sementes, ou que mantenha  $1.100 \text{ kg ha}^{-1}$  de resíduo vegetal na superfície (ASAE 1997).

Assim, os sistema conservacionistas de manejo do solo, que utilizam a escarificação ou a semeadura direta, estão substituindo os métodos convencionais (CASTRO, 1990).

#### **4.1.1 Preparo convencional**

O preparo do solo chamado convencional tem definição arbitrária e subjetiva. Contudo, designa-se a técnica de aumentar o grau de mobilização e desagregação do solo, propiciando condições para a semeadura, a germinação e o desenvolvimento das plantas (MELLO, 1988).

Segundo Ortiz-Cañavate (1980), o preparo do solo pelo método convencional normalmente é realizado em duas etapas. Na primeira, mobiliza-se o solo em uma profundidade de até 30 centímetros com arados (disco ou aiveca) ou grades pesadas. Na segunda etapa, a mobilização é mais superficial, geralmente em torno de 15 centímetros, com uma ou mais passadas de grade niveladora.

No preparo convencional, a superfície do solo permanece exposta às condições climáticas por longos períodos, aos efeitos conjugados das chuvas, do vento e das

mudanças de temperatura que depauperam sua estrutura, acelerando a decomposição da matéria orgânica que mantém unida suas partículas de solo. No Brasil, as chuvas tropicais determinam consideráveis danos ao solo, em virtude do grande impacto mecânico das gotas sobre o mesmo, e conseqüentemente, ocorrência de perda de solo e água por erosão em quantidades acima dos limites toleráveis (SCHULTZ, 1978).

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.

#### **4.1.2 Preparo reduzido**

Essa etimologia origina-se da expressão inglesa “minimum tillage”, significando menor manipulação possível do solo para a satisfatória semeadura, germinação, estande de plantas, crescimento e a produção de uma cultura, objetivando a redução do tráfego de máquinas sob o terreno cultivado, ou até, a eliminação da severidade de algumas operações (PERTICARRARI; IDE, 1988).

Benez (1980), considerando os níveis de produção e as operações de preparo, evidenciou a viabilidade prática dos preparos com menor mobilização do solo em relação aos preparos convencionais com arados e grades.

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. O princípio básico é de cultivar estritamente o necessário, observando-se o teor de água do solo, e principalmente, a profundidade de preparo que deve ser modificada em cada período de cultivo (CAMARGO; ALLEONI, 1997). Nesse sentido, existem muitos sistemas diferentes, devendo-se avaliar a situação local para a escolha adequada (MAGLEBY; SCHERTZ, 1988).

Figueiredo e Magalhães (1992), consideram o escarificador como um equipamento adequado para o rompimento do solo, com menor revolvimento e menor

incorporação de restos vegetais de culturas, protegendo sua superfície e melhorando a infiltração de água.

Boller et al. (1998), observaram que a porcentagem de cobertura do solo após a operação de preparo foi maior com escarificador conjugado com rolo destorroador e discos de corte em comparação com arados de disco e aiveca.

O escarificador tem a função de promover a desagregação do solo, romper camadas compactadas (sem desperdiçar os restos de cultura ou adubação verde), aumentar a infiltração de água, minimizar o escoamento superficial e mobilizar nutrientes do perfil do solo, possibilitando que as raízes alcancem maiores profundidades (CASTRO, 1989).

#### **4.1.3 Plantio direto**

A etimologia plantio direto deriva-se de termo inglês “no tillage”, cujo conceito, inicialmente adotado, significa “sem preparo”, e foi definido por Jones et al. (1968), como procedimento de plantio de certa cultura sobre a cobertura quimicamente morta, ou sobre os resíduos da cultura anterior sem o preparo mecânico do leito de semeadura.

O plantio direto é um método que visa maior conservação do solo e diminuição do tráfego de máquinas tendo como princípio, o plantio diretamente em solo não revolvido (FURLANI, 2000), no qual a mobilização é efetuada apenas na linha de semeadura, mantendo os restos de cultura anterior na superfície (VIEIRA et al., 1991).

Este sistema apresenta uma visão integrada, envolvendo a combinação de práticas culturais e biológicas, tais como: o uso de produtos químicos ou práticas mecânicas no manejo de culturas destinadas à adubação verde, para formação de cobertura do solo; a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo; a adoção de métodos integrados de controle de plantas daninhas, através de cobertura do solo e herbicidas; e o não revolvimento do solo, exceto nos sulcos de semeadura (MUZILLI, 1997).

O sistema de plantio direto baseia-se em sistemas de rotação de culturas e caracteriza-se pelo cultivo em terreno coberto por palha e em ausência de preparo de solo, por tempo indeterminado. As semeadoras são específicas para o corte da palha, abertura de pequenos sulcos e deposição de sementes e adubo e, as plantas daninhas são controladas

quimicamente, de maneira a permitir a manutenção da cobertura morta sobre o solo em quantidade e qualidade adequadas (HERNANI; SALTON, 1997).

O plantio direto demonstrou que os resíduos da cultura anterior deixados sobre a superfície são incorporados ao solo por via biológica (DERPSCH et al., 1985) enriquecendo o solo em matéria orgânica (ZAGATTO, 1983), proporcionando significativas melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo o desenvolvimento das culturas em sucessão (MOODY et al., 1961; CALEGARI, 1993).

De acordo com Alvarenga et al. (2001), grande parte do sucesso do sistema de plantio direto reside no fato de que a palha, deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal e contribui para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção da qualidade do solo.

Dentre os fatores físicos, químicos e biológicos alterados no ambiente pelo plantio direto destacam-se a diminuição do escoamento superficial de água e da erosão do solo, aumento do metabolismo respiratório, teor e tipo de húmus, redução da temperatura do solo, maior incremento na capacidade de retenção de água, na reserva de nutrientes em compostos húmicos e na disponibilização dos nutrientes imobilizados nos ciclos metabólicos vitais da micro e macrobiota do solo (SÁ, 1995).

Esse sistema de manejo do solo reduz a médio e longo prazo os custos de produção, devido ao menor uso de fertilizantes, agrotóxicos, número de implementos e uso da mão-de-obra (CURY, 2000) e, reduz ainda, segundo Ehlers (2000), o consumo de combustível, já que são eliminadas as operações de preparo de solo.

Porém, o plantio direto requer cuidados na sua implantação. Quando se muda do sistema convencional para o sistema de plantio direto, há necessidade de se verificar alguns requisitos básicos para sua implantação, e leva-se em consideração o nivelamento da superfície do terreno, compactação do solo, correção da acidez do solo e população de plantas daninhas (WENDT, 1998). Depois de estabelecido, seus benefícios estendem-se não apenas ao solo, mas, à produtividade das culturas e competitividade dos sistemas agropecuários (CRUZ et al., 2001).

O plantio direto aproxima-se da agricultura sustentável, cuja definição proposta oficialmente pela FAO é do manejo e conservação dos recursos naturais e a

orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de maneira a assegurar a satisfação das necessidades humanas de forma continuada para as gerações presentes e futuras. Esse procedimento conserva o solo, a água e os recursos animais e vegetais, não degrada o meio ambiente, sendo tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável (MUZILI et al., 1997).

#### **4.2 Dinâmica dos nutrientes no sistema plantio direto**

Os diferentes implementos disponíveis para o preparo do solo provocam alterações nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Cada implemento trabalha o solo de maneira própria, alterando, de maneira diferenciada, estas propriedades podendo requerer modificações no manejo e nas recomendações de adubação e calagem (SÁ, 1998).

No sistema plantio direto, a aplicação de fertilizantes é realizada na linha, em subsuperfície do solo, ou a lanço, na superfície, e a deposição superficial dos resíduos das culturas altera a taxa de decomposição da matéria orgânica na superfície do solo, resultando na formação de gradientes em atributos químicos em profundidade, o qual se intensifica com o tempo de cultivo (SCHLINDWEIN; ANGHINONI, 2000).

O sistema plantio direto é um importante modificador da concentração e da distribuição dos nutrientes no perfil do solo. O sistema convencional resulta numa distribuição mais uniforme de nutrientes na camada mecanizada, devido ao revolvimento desta, enquanto no sistema plantio direto fica caracterizado o acúmulo de nutrientes na camada superficial (HOLANDA et al., 1998).

Também Centurion et al. (1985), comparando sistemas de preparo de solo convencional (aração, gradagens pesada e niveladora), reduzido (gradagens pesada e niveladora), superpreparo (duas arações, gradagens pesada e niveladora) e semeadura direta verificaram que nos sistemas reduzidos e semeadura direta houve maior concentração dos nutrientes na camada de 0-10 cm de profundidade enquanto que nos sistemas convencional e superpreparo a distribuição de nutrientes foi mais uniforme na camada arável (0-20cm de profundidade).

As concentrações de nutrientes em diferentes profundidades no perfil do solo estão associadas a características do sistema de plantio, grau de mobilidade de cada nutriente, e da classe de solo, o que implica em mudanças ao longo do tempo. Um dado nutriente considerado de baixa mobilidade, sendo colocado na superfície do solo, tende a acumular-se em curto prazo. Todavia, com o transcorrer do tempo, parte deste nutriente será transportada para camadas mais profundas (PARRA, 1986). Pode-se ressaltar ainda que diferentes sistemas de rotação e sucessão de culturas, assim como plantas de cobertura, podem também inferir neste parâmetro.

#### **4.2.1 Nitrogênio e relação carbono/nitrogênio (C/N)**

Quando o sistema plantio direto é adotado, uma das primeiras alterações que ocorrem em relação ao sistema convencional é a manutenção dos restos culturais sobre a superfície do solo. Com isto, toda a dinâmica dos nutrientes é alterada, inclusive a do N, especialmente pelo aumento da matéria orgânica do solo (MACHADO, 1976; PARRA, 1986; SÁ, 1993) e manutenção da cobertura morta com conseqüente aumento da atividade biológica (CATTELAN; VIDOR, 1990; BALLOTA et al., 1996), com reflexos na sua disponibilidade para os cultivos em sucessão, especialmente os de gramíneas, como o milho (MUZILLI, 1983; SIDIRAS; PAVAN, 1985; PÖTTKER; ROMAN, 1994; AMADO et al., 2000).

Pace (2001), observou que a quantidade de nitrogênio e a relação C/N dos resíduos interferem no fornecimento de nitrogênio para o sistema e também na disponibilização deste para a cultura do milho, influenciando a produção de grãos desta cultura.

Os maiores valores de nitrogênio potencialmente mineralizável são encontrados na camada de 0-5 cm e em sistema plantio direto, envolvendo ou não rotação de culturas ou adubação verde. O sistema de cultivo convencional, envolvendo ou não rotação de culturas, proporciona maiores valores de N mineral na camada de 5-10 cm. O cultivo convencional acelera o processo de mineralização do N, enquanto a maior adição de matéria orgânica pela cultura de inverno no sistema de plantio direto promove incremento da fração potencialmente mineralizável do N no solo (SOUZA; MELO, 2000).

A disponibilidade do nitrogênio no solo está vinculada, entre outros fatores, à relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos culturais. Nessas condições, pode ocorrer deficiência N para as culturas de milho, quando cultivadas sobre resíduos culturais com alta relação C/N, devido à imobilização do N pelos microrganismos do solo (VICTORIA et al., 1992; SALET et al., 1997).

Fatores bióticos e abióticos governam o processo de decomposição dos resíduos culturais sobre o solo e, conseqüentemente, a liberação dos nutrientes. Dentre esses fatores, a relação C/N dos resíduos aportados ao solo assume importante papel na decomposição e imobilização/mineralização de N (QUEMADA; CABRERA, 1995; JANSSEN, 1996).

O processo de mineralização predomina no caso da presença de resíduos que possuem relação C/N entre 15/1 e 20/1 (soja, feijão, tremoço, nabo forrageiro e ervilhaca, dentre outros). Já uma relação C/N mais ampla, superior a 30/1, ou seja, quando existe falta de N no sistema, em decorrência da presença de resíduos vegetais ricos em carbono (aveia, centeio, milho, milheto e trigo, dentre outros), resulta na imobilização temporária de N mineral pela biomassa microbiana. Nesse caso, para decompor o resíduo vegetal, os microrganismos precisam incorporar N em suas células na forma de proteínas, aminoácidos e outros compostos e, estando em quantidades insuficientes no resíduo, o N passa a ser obtido através de formas minerais ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) existentes no solo (CAIRES, 2000). Assim, alta relação C/N, antes do plantio de uma cultura resultam em um consumo de N pela biomassa microbiana do solo, imobilizando-o na sua massa celular, podendo causar deficiência na cultura em desenvolvimento, caso não seja adicionado N mineral na semeadura.

Um aspecto importante na dinâmica e no balanço de nitrogênio no solo, é que o processo de imobilização, mesmo com drástica redução dos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  no solo, não representa perda irreversível para a cultura subsequente. Como a população microbiana não cresce indefinidamente, a partir do ponto em que o carbono facilmente oxidável desaparece e o sistema de decomposição tiver uma relação C/N menor que 25:1, começa ocorrer a liberação de N para as plantas. À medida que a relação C/N se aproxima de 12/1, as transformações microbiológicas se tornam mais lentas até a quase completa paralisação, etapa em que o resíduo é considerado humificado ou estabilizado. Daí em diante, a relação C/N pouco se altera porque o carbono e o nitrogênio são mineralizados em

proporções constantes, ou seja, em torno de 8 a 12 partes de C para cada parte de N (CAIRES, 2000).

Grande parte das áreas cultivadas em sistema plantio direto no estado do Rio Grande do Sul utiliza a aveia preta como planta de cobertura do solo, no inverno. Entretanto, mediante a alta relação carbono/nitrogênio (C/N) de seus resíduos, ocorrem prejuízos com relação ao equilíbrio de N no solo, quando se cultiva milho em sucessão, devido à imobilização de N do solo, diminuindo sua disponibilidade para o milho nos estádios iniciais de desenvolvimento (PÖTTKER; ROMAN, 1994).

Quemada e Cabrera (1995), avaliando a decomposição da parte aérea de aveia, trigo, triticale e trevo, concluíram que a relação C/N e a concentração de N no tecido foram os melhores indicadores para estimar a liberação de N desses resíduos. A adubação nitrogenada pode, potencialmente, modificar esses indicadores com reflexos na qualidade dos resíduos produzidos.

A maior resposta à adubação nitrogenada para as gramíneas (milho e trigo) tem sido com o aumento da dose no sulco de semeadura, justamente para contornar a carência em N, na fase inicial do desenvolvimento das culturas, causada pelo efeito da imobilização do N mineral. Outra alternativa seria a aplicação do N na pré-semeadura do milho, visando aumentar a sua disponibilidade no início do crescimento do milho, objetivando minimizar o efeito da imobilização pelos microrganismos (SÁ, 1996).

Amado et al. (2003), em experimento realizado na Universidade Federal de Santa Maria (RS), em Argissolo Vermelho distrófico arênico, trabalhando com dez tratamentos [sete com aveia preta (doses de N: 0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 kg ha<sup>-1</sup>), um com ervilhaca e dois com pousio], avaliaram a influência de doses de N aplicadas na cultura da aveia sobre a decomposição e liberação de N dos resíduos e sobre o rendimento de milho cultivado em sucessão. Os autores verificaram que para cada quilo de N liberado pela aveia preta o milho cultivado em sucessão produziu de 40 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Anteriormente, Amado (1997) verificou que, para cada quilo de N liberado de culturas de cobertura (aveia e aveia mais ervilhaca), o milho cultivado em sucessão produziu 28 kg de grãos.

O tipo ideal de cobertura do solo, após o manejo das espécies, é aquele cuja taxa de decomposição seja compatível com a manutenção do solo protegido contra a erosão por maior período de tempo e com o fornecimento de nitrogênio sincronizado com a



demanda de N pelas culturas comerciais a serem implantadas no sistema. Parece que a associação de leguminosas e não leguminosas seria a alternativa mais indicada (BARTZ, 2003).

Considerando esta premissa, Ranells; Wagger (1996) e Heinrichs et al. (2001), consorciando leguminosas e gramíneas (centeio e ervilhaca peluda e aveia preta e ervilhaca comum, respectivamente), demonstraram a possibilidade de se obter uma fitomassa com relação C/N intermediária àquela das espécies em culturas solteiras e, Ceretta et al. (2002) e Giacomini et al. (2003b), verificaram que o cultivo da ervilhaca consorciada com aveia preta não alterou a produção de massa seca, em relação aos cultivos isolados dessas espécies, mas mostrou que é uma boa estratégia para aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo.

#### **4.2.2 Fósforo**

A distribuição do fósforo no sistema plantio direto difere, em relação ao sistema de preparo convencional. Isso ocorre porque no sistema de plantio direto os fertilizantes adicionados na superfície não são incorporados, as perdas por erosão são menores, e, também, pela reciclagem proporcionada pelas plantas, as quais absorvem o P disponível de camadas mais profundas, deixando-o na superfície, quando da decomposição dos seus resíduos (RHEINHEIMER; ANGHINONI, 2001).

Segundo Sá (1999), o não revolvimento do solo reduz o contato entre os colóides e o íon fosfato, amenizando as reações de adsorção, mormente se a adubação foi na linha de semeadura; a mineralização lenta e gradual dos resíduos orgânicos proporciona a formação de formas orgânicas de P menos suscetíveis às reações de adsorção. Deste modo, a disponibilidade de fósforo tende a ser maior em sistema plantio direto, podendo inclusive influenciar na nutrição das culturas (MUZILLI, 1983).

Outro aspecto que cabe destacar é que, com o passar dos anos de implantação do sistema plantio direto, ocorre um acúmulo de fósforo na camada superficial do solo (MUZILLI, 1983; SIDIRAS; PAVAN, 1985). Rheinheimer e Anghinoni (2001), observaram que na camada 0-2,5 cm, o solo sob sistema plantio direto contém maior teor de

fósforo total em relação ao solo sob sistema convencional; o inverso foi observado na camada 7,5-17,5 cm.

Silveira et al (2000), trabalhando em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, submetido a diferentes sistemas de preparo (arado de aiveca, grade aradora e plantio direto), durante cinco anos consecutivos, e cultivado com milho no verão e feijoeiro no inverno com irrigação por aspersão, verificaram que na profundidade de 0-5 cm os teores de fósforo são maiores no sistema de plantio direto do que no arado e na grade.

Centurion et al. (1985) e Santos et al. (1995), verificaram uma elevação pronunciada dos teores de fósforo na camada de 0-5 cm do solo sob plantio direto, em relação ao solo sob plantio convencional e ao teor de fósforo existente antes da instalação do sistema plantio direto. Resultados semelhantes foram obtidos por Merten e Mielniczuk (1991) e Laurentis (2000), Santos e Siqueira (1996) e Santos e Tomm (1996).

Os atributos de solo relativos à sua fertilidade foram avaliados por Santos et al. (2003), num Latossolo Vermelho distrófico típico, em Passo Fundo (RS), oito anos após o estabelecimento (1993 a 2000) de cinco sistemas de produção que integravam culturas produtoras de grãos, pastagens de inverno e pastagens perenes. Em todos os sistemas de produção estudados, o nível de fósforo extraível foi aumentado, principalmente na profundidade de solo de 0-5 cm e diminuiu da camada de 0-5 cm para a camada de 15-20 cm.

Santos e Tomm (2003), avaliaram, após oito anos, o efeito de quatro sistemas de manejo do solo [semeadura direta; cultivo mínimo (escarificação); preparo convencional do solo com arado e grade de discos; e preparo convencional do solo com arado de aivecas e grade de discos], e em três sistemas de cultivo (trigo/soja; trigo/soja e ervilhaca/milho; e trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja), sobre a fertilidade de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, no município de Passo Fundo-RS. Esses autores observaram que, na camada 0-5 cm, os teores fósforo foram mais elevados nos sistemas conservacionistas (cultivo mínimo e semeadura direta) em relação àqueles observados nos preparos convencionais do solo. Também observaram que, em todos os sistemas de manejo e cultivo do solo, os teores de fósforo decresciam da camada de 0-5 cm para camada de 15-20 cm de profundidade.

Falleiro et al. (2003), avaliando as propriedades físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico sob o efeito de seis sistemas de preparo (semeadura

direta, arado de discos, arado de aivecas, grade pesada, grade pesada mais arado de discos e grade pesada mais arado de aivecas), observaram que houve incremento nos valores de fósforo, na camada superficial da semeadura direta e a semeadura direta apresentou teores de fósforo disponível superiores aos dos demais tratamentos, na camada de 0-5 cm de profundidade e na média das três profundidades, em relação às demais profundidades.

Rheinheimer e Anghinoni (2001), concluíram que a adição de doses similares de fertilizantes fosfatados ao solo provoca maior acúmulo de fósforo total na camada superficial sob o sistema plantio direto do que no cultivo convencional. Os mesmos autores relatam que no sistema plantio direto, recupera-se maiores teores de fósforo inorgânico lábil e não-lábil ligado ao Ca na camada superficial, em comparação com o do cultivo convencional.

Tokura et al (2002), constataram que, com o tempo de cultivo sob plantio direto, numa mesma classe de solo, as formas de P não-lábeis em relação ao P total tendem a diminuir, sendo acompanhadas por um aumento relativo das formas mais lábeis. Segundo os mesmos autores o teor de P total aumenta nas duas profundidades estudadas, sendo que os maiores valores são registrados na profundidade de 5-10 cm. Centurion et al. (1985), relatam que altos teores de fósforo solúvel, próximos a superfície, principalmente para o sistema reduzido e semeadura direta, são justificados pela pouca mobilidade deste nutriente no solo.

Shear e Moschler (1969), comparando o milho sob plantio direto ao sob preparo convencional, observaram que na camada de 0-5 cm de profundidade os teores de fósforo disponível foram quatro vezes superiores no plantio direto do que no plantio convencional. Na camada logo abaixo (5-10 cm), os teores no plantio direto foram aproximadamente dez vezes menores em relação à camada de 0-5 cm, enquanto que no preparo convencional os teores sofreram diminuição mais suave, passando a apresentar na camada de 0-10 cm, valores mais elevados em relação aos encontrados no plantio direto.

Eltz et al (1989), ao estudarem cinco diferentes sistemas de preparo de solo observaram que quando houve uma menor mobilização do solo ocorreu uma concentração maior de fósforo na superfície (até 8 cm de profundidade). Os autores relatam que isto pode significar maior disponibilidade de fósforo para as culturas, desde que exista água para o fluxo do elemento, pois reduz sua adsorção, que ocorre com grande intensidade quando ele é misturado com o solo no preparo convencional.

De acordo Maria e Castro (1993), teores de fósforo no solo, sob plantio direto, foram significativamente mais elevados até 5cm de profundidade, indicando acúmulo desse elemento a partir do terceiro ano. Na camada de 5-10, só ocorreu no sétimo ano.

A maior disponibilidade de fósforo no plantio direto evidencia a possibilidade de através do tempo, reduzir os gastos com fertilizantes fosfatados, uma vez que, superados os intervalos críticos e P no solo, este poderá ser mantido com menores quantidades de fertilizante aplicado, em relação ao plantio convencional (MUZILLI, 1983).

### **4.2.3 Potássio**

O potássio, diferente do fósforo, dilui-se parcialmente na água e é transportado para camadas mais profundas. A maior quantidade encontra-se na camada mais superficial, até 5 cm de profundidade, e as variações maiores ocorrem na camada de 5 a 15 cm.

Muzilli (1983), Sidiras e Pavan (1985), Centurion et al. (1985), Eltz et al. (1989), Merten e Mielniczuk (1991), Santos e Siqueira (1996), Santos e Tomm (1996), Silveira et al. (2000), Laurentis (2000) e Santos e Tomm (2003), observaram que os teores de potássio, encontrados no sistema reduzido e semeadura direta, tiveram seus maiores valores na camada de 0-5 cm de profundidade quando comparados ao sistema convencional de cultivo, podendo significar maior disponibilidade para cultura, desde que exista água para o fluxo do elemento.

Santos e Tomm (2003) e Santos et al. (2003), observaram que, os teores de K decresciam da camada de 0-5 cm para camada de 15-20 cm de profundidade. Já Falleiro et al. (2003) verificaram que o K na semeadura direta e no preparo do solo com arado de aiveca apresentaram teores inferiores em relação aos demais sistemas de preparo do solo, na camada de 0-5 cm de profundidade.

Giacomini et al. (2003a), avaliando a liberação de K por resíduos culturais de aveia-preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro e de consórcios de aveia e ervilhaca, em plantio direto, concluíram que a maior parte do K dos resíduos culturais das plantas de cobertura é liberada logo após o manejo das espécies. Isto porque o potássio, que se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo das células das plantas

(MARSCHNER, 1995), é rapidamente lixiviado logo após o manejo das plantas de cobertura, com pequena dependência dos processos microbianos.

A distribuição do potássio trocável foi similar entre os sistemas de cultivo, indicando que, para o plantio direto, devem prevalecer os mesmos critérios de orientação adubação potássica preconizados pelo plantio convencional, ao se tomar a análise de solo como base (MUZILLI, 1983).

### **4.3 Cobertura do solo**

As plantas de cobertura do solo constituem importante componente em sistemas agrícolas, já que melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo (DERPSCH et al., 1985). A manutenção de elevada quantidade de palha e porcentagem de cobertura na superfície do solo é fundamental para a sustentabilidade do sistema de semeadura direta (CERETTA et al., 2002).

A cobertura é a defesa natural contra a erosão, além de contribuir para o melhoramento da estrutura do solo, através da adição de matéria orgânica, aumentando a retenção de água (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Um solo coberto com palha estará protegido da ação nociva do impacto das gotas de chuva que promovem o processo erosivo, reduzindo as perdas de água e solo, estará também protegido da insolação direta, a qual prejudica as atividades biológicas e aumenta a taxa de evapotranspiração (SALTON, 1993) e, é extremamente importante, do ponto de vista da manutenção dos níveis de matéria orgânica, taxa de infiltração de água (PORTELLA et al., 1993) e redução de infestação por plantas daninhas (PORTELLA et al., 1993; YENISH et al., 1996; RADOSEVICH et al., 1997).

O período de proteção do solo também depende das características da palha, principalmente relação C/N do tecido. Palhas com reduzida relação C/N, como, por exemplo, de ervilhaca e nabo forrageiro, tendem a se decompor rapidamente, deixando o solo desprotegido. De outro modo, palhas com elevada relação C/N, como aveia e milho, decompõem-se mais lentamente, porém fornecem baixa quantidade de nitrogênio à cultura sucessora (POLLI; CHADA, 1989; BORKERT et al., 2003).

Para a obtenção da camada vegetal protetora do solo, se podem utilizar espécies de adubos verdes (de inverno ou verão), resíduos de culturas anteriores ou mesmo a própria vegetação espontânea. Esta última apresenta como vantagem, a redução de custos, uma vez que se aproveitam as plantas desenvolvidas na área durante o pousio, sem a necessidade da implantação de um adubo verde (SILVA, 2000).

Boller (1996), observou que a quantidade de matéria seca acumulada pelas plantas daninhas, nas parcelas sob pousio, foi semelhante à média da quantidade de matéria seca remanescentes das palhadas das culturas de inverno (aveia-preta, centeio e nabo-forrageiro) e concluiu que na impossibilidade de se produzir uma cobertura do solo adequada com culturas de inverno, há possibilidade de obtenção desta cobertura através de plantas espontâneas.

Pontes (1999), avaliando o manejo de vegetação espontânea, desempenho de equipamentos e efeitos na cultura do milho, em Botucatu-SP, concluiu que a vegetação espontânea proporciona uma boa cobertura do solo.

Yano et al. (2001) verificou que áreas mantidas em pousio proporcionaram a formação de maior quantidade de palha que as com culturas de inverno (sorgo, girassol e feijão) utilizadas na região de Selvíria/MS.

#### **4.3.1 Introdução de novas espécies para cobertura de solo**

A diversificação do sistema produtivo depende de espécies com rápido crescimento, tolerância ao déficit hídrico, produção de biomassa, ciclagem de nutrientes e utilização humana e animal (SPEHAR, 2003).

As espécies utilizadas como cobertura do solo devem apresentar rusticidade, crescimento inicial rápido e alta produção de biomassa na época da seca (CARVALHO; SODRÉ FILHO, 2000). Conforme Alvarenga et al. (2001), 6 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca na superfície é a quantidade suficiente para se obter boa cobertura do solo.

A escolha de espécies vegetais para introdução nos sistemas de culturas depende da adaptação delas às condições de clima de cada região e do interesse do produtor (SILVA; ROSOLEM, 2001). Segundo Alvarenga et al. (2001) e Chaves e Calegari (2001), as espécies escolhidas devem crescer bem em condições de baixa a média fertilidade

do solo, e devem ter capacidade de adaptação a baixos valores de pH do solo (ERNANI et al., 2001). A produção de fitomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições climáticas, edáficas e fitossanitárias (AMADO et al., 2002) e principalmente do seu sistema radicular. Quanto mais o sistema radicular penetrar no solo, tanto maior será a produção de biomassa, além de promover a descompactação do solo. Além disso, espécies que possuam sistema radicular profundo e ramificado podem retirar nutrientes de camadas subsuperficiais, e liberá-los gradualmente nas camadas superficiais, durante o processo de decomposição, contribuindo para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, e assim permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (FIORIN, 1999).

Levando em consideração essas premissas, a nabiça pode ser uma nova alternativa para formação de cobertura de inverno para região de Botucatu uma vez que ela ocorre em todo Estado, tendo preferência por solos férteis e úmidos, sendo invasora tipicamente de cultura de inverno. Porém é necessário que se faça mais estudos para recomendação de seu cultivo.

#### 4.3.2 Nabiça

Pertencente ao gênero *Raphanus* da família das crucíferas o *Raphanus raphanistrum* L., conhecido popularmente como nabiça ou nabo selvagem, é uma planta anual, herbácea, ereta com 30-60 cm de altura. Possui haste verde-clara, glabra ou com esparsos pelos simples, brancos e levemente espessados. As folhas definitivas são simples alternas, membranáceas, pecioladas, irregularmente lobadas, verde-claras, ovaladas, de ápice obtuso, base atenuada e bordos serrados e ciliados, glabras ou com esparsos pelos simples brancos; bordo foliar nítido crenado em toda extensão (BACCHI et al., 1984).

Sua inflorescência é axilar e terminal, formada por racemos longos e multifloros. As flores possuem cálice de quatro sépalas livres e lanceoladas, verde-claras e glabras; corola com quatro pétalas espatuladas de coloração lilás, brancas ou leve purpúreas, com venação saliente e nítida; seis estames, de filetes brancos e anteras amareladas sempre menores que as pétalas; ovário súpero, alongado, verde-claro e glabro, com estigma apical captado (BACCHI et al., 1984).

Reproduz-se por sementes, com ciclo de 90 a 100 dias, florescendo predominantemente de maio a julho. A plântula apresenta hipocótilo longo, cilíndrico, brancacento e levemente pigmentado de antocianina. As folhas cotiledonares são longas pecioladas, carnosas, verdes, glabras, obcortadas e de ápice emarginado. O epicótilo é muito curto, verde-claro e glabro (BACCHI et al., 1984).

As sementes são ovóides ou elipsóides de seção transversal elíptica ou circular, com radícula bem delimitada externamente por dois sulcos longitudinais poucos profundos; 2,7 a 3,0 mm de comprimento por 2,0 a 2,5 mm de largura. O tegumento é marrom, ligeiramente avermelhado, baço, glabro e finamente reticulado. O Hilo é de coloração enegrecida, localizado em uma das extremidades da semente, acima da ponta da radícula. O fruto é tipo síliqua, indeiscente, cilíndrico, com nervuras longitudinais salientes, de ápice longo-acuminado, providos de constrições entre as sementes; na maturação, os frutos se partem nos pontos das constrições em segmentos cilíndricos, cada um com uma a duas sementes que se mantêm inclusas nos mesmos, circuncidadas por um tecido esclerenquimatoso resistente (BACCHI et al., 1984).

#### **4.4 A cultura do milho**

O milho é uma das mais importantes plantas comerciais com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. É plantado em escala comercial desde a latitude de 58° norte, na União Soviética, até 40° sul, na Argentina (GODOY, 2002; JUGENHEIMER 1990, citados por DUARTE, 2003).

As épocas de semeadura do milho referem-se ao período em que a cultura tem maior probabilidade de encontrar condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Nesse sentido, embora as plantas respondam a interação de todos os fatores climáticos, a precipitação pluviométrica, a temperatura e a radiação solar são os que têm maior influência no desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente na sua produtividade final. Portanto as épocas de semeadura variam de acordo com as regiões do país (LAZZAROTTO et al., 1997).



A cultura do milho tem um alto potencial produtivo, alcançando aproximadamente 16 toneladas de grãos por hectare, no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas. No entanto, o que se observa na prática são produtividades muito baixas e irregulares, cerca de 3,3 t.ha<sup>-1</sup> de grãos (CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2004).

De acordo com Teixeira et al. (1997), a semente é um insumo de grande importância dentro do sistema de produção e a utilização de materiais apropriados a cada condição é essencial para se obter maiores produtividades, porém, na maioria das vezes, não se tem dado devida atenção a este fato, sendo a escolha da semente feita em função apenas do potencial produtivo, ignorando-se o sistema de produção no qual a mesma será inserida.

Segundo Melo Filho e Richetti (1997), o milho é 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.

#### **4.4.1 Comportamento da cultura do milho em diferentes sistemas de preparo do solo.**

O rendimento de grãos na maioria das culturas sob diferentes manejos do solo depende, dentre outros, das condições climáticas do ano agrícola, da qualidade do manejo, do nível de fertilidade do solo e do estado sanitário da cultura. Por estas razões, tem sido bastante variável, na literatura, o comportamento das culturas sob diferentes manejos do solo. É preciso destacar, contudo, que nos anos em que ocorre deficiência hídrica perdas de rendimento quase sempre são registradas (FAGERIA et al., 1995). Na cultura do milho, os resultados referentes aos diferentes manejos do solo são bastante variados.

Fernandes et al. (1999), estudando preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho, concluíram que o sistema de plantio direto proporciona maior produção de grãos e de palhada em relação ao sistema convencional com arado de disco e convencional com arado de aiveca.

Model e Anghinoni (1992), trabalhando em um solo podzólico vermelho-escuro franco-argiloso, observaram maior produtividade de grãos de milho na semeadura direta em comparação o com sistema convencional.

Após 25 anos de experimentos com plantio direto Dick et al. (1991), verificaram que as produções da cultura do milho foram menores no plantio direto nos primeiros anos de cultivo, aumentando seu potencial a partir do terceiro ano de implantação do sistema.

Possamai et al. (2001), comparando os efeitos dos sistemas de preparo do solo, observaram que o sistema de semeadura direta proporciona menor número de dias para florescimento, maiores populações de plantas, maior diâmetro de colmo, maior altura de plantas, maior altura de inserção da primeira espiga, maior número de espigas por hectare, maior índice de espigas de milho e maior produtividade. Já Carvalho et al. (2004), observaram que o sistema convencional apresentou maiores valores para população de plantas, altura de inserção da espiga, massa de espiga, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

Pereira (2000), verificou que os índices de produção da cultura do milho (populações inicial e final, diâmetro do colmo, altura de planta e da inserção da primeira espiga, número de espiga por planta, número de filas de grãos por espiga e produção de massa úmida e seca) não sofreram influência do sistema de preparo de solo. Semelhantes resultados foram obtidos por Gamero (1985), Nascimento et al. (1996), Panazollo et al. (1996), Stefanelo et al. (1996), Bayer et al. (1998) e Marques (1999). Pauletti et al. (2003), avaliaram o rendimento de grãos de milho em Latossolo Vermelho distrófico típico sob plantio direto, preparo convencional (uma aração mais duas gradagens leves), preparo mínimo (gradagem média mais gradagem leve) e plantio direto com escarificação a cada três anos, no município de Ponta Grossa-PR, e observaram que o rendimento de grãos de milho não foi afetado pelos diferentes sistemas de manejo de solo.

Kluthcouski et al. (2000), com o objetivo de verificar o efeito de quatro sistemas de manejo do solo (plantio direto, grade aradora, escarificação profunda e aração profunda), associados com três níveis de adubação fosfatada e potássica sobre o rendimento da cultura do milho, soja, feijão e arroz sobre plantio direto durante oito anos, verificaram que na cultura do milho, a produtividade de grãos foi superior na aração em relação aos demais manejos.

Centurion e Demattê (1992), comparando os diferentes sistemas de preparo do solo [convencional (aração, gradagens pesada e niveladora); reduzido (gradagens

pesada e niveladora); semeadura direta; superpreparo (duas arações, gradagens pesada e niveladora); invertido (gradagem pesada, arado e niveladora) e enxada rotativa (gradagem pesada, enxada rotativa e grade niveladora)] sobre a produtividade do milho, em Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, observaram que a semeadura direta apresentou os menores rendimentos de grãos. Também Pontes (1999) e Cabezas (2004) observaram que a produção de milho com a incorporação da palha foi maior que nos tratamentos de plantio direto.

Para Edwards et al. (1988), Hernani (1997) e Uhde et al. (1996), a escarificação é o melhor método de manejo do solo para a cultura do milho, resultando em ligeiro acréscimo no rendimento de grãos em relação à grade aradora e ao plantio direto, enquanto que a grade aradora foi citada como o pior dos métodos (OLIVEIRA et al. 1989 e BALBINO et al. 1994).

Silveira e Stone (2003), estudaram por seis anos, os efeitos dos sistemas de preparo do solo (aração com arado de aiveca, aração com grade aradora, e plantio direto com quatro rotações de cultura) sobre a produtividade de grãos do milho, soja e trigo, em área de Latossolo Vermelho distrófico irrigada por pivô central, em Santo Antônio de Goiás-GO. Seus resultados mostraram que o sistema de preparo do solo não afetou a produtividade de soja, mas, sim, a de milho e de trigo, tendo o preparo com arado de aiveca propiciado maiores produtividades em comparação com o plantio direto. Porém, segundo os mesmos autores, as diferenças entre o plantio direto e os demais sistemas de preparo do solo, quanto à produtividade acumulada relativa de milho, diminuiriam com o tempo de cultivo.

Silva (2000), avaliando o comportamento de variedades e híbridos de milho em diferentes tipos de preparo de solo, concluiu que os sistemas de preparo do solo (preparo convencional com grade aradora e niveladora, preparo reduzido com escarificador e plantio direto), não influenciaram o diâmetro do colmo, altura das plantas, altura de inserção da primeira espiga, número de plantas acamadas, matéria seca das plantas de milho, matéria seca total e produtividade, enquanto que as populações inicial e final das plantas, número de plantas quebradas e a matéria seca de plantas daninhas e restos culturais presentes no solo após a colheita das espigas são afetadas pelo sistema de preparo do solo. Também observou que a produtividade dos híbridos e variedades de milho, têm comportamento diferenciado em função dos sistemas de preparo do solo, sendo que os mais produtivos foram CO 32 e C 909, não sendo observado diferenças significativas entre as variedades (AL-25, AL-30 e AL-34)

dentro dos sistemas de preparo do solo, o contrário foi observado para os híbridos (CO 32, Zeneca 8440, XL 360 e C 909) que se comportaram de maneira diferente em função do sistema de preparo do solo indicando uma melhor adaptação destes ao preparo reduzido.

#### **4.4.2 Adubação antecipada na cultura do milho**

No sistema plantio direto, a aplicação antecipada de fertilizantes que contêm fósforo pode ser uma alternativa para tornar mais rápida a operação de semeadura de milho. A aplicação antecipada de nitrogênio depende de uma avaliação experimental criteriosa, pois, devido à sua mobilidade no solo, perdas significativas podem ocorrer, principalmente por lixiviação, em períodos de excessiva precipitação (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 1999).

Brunetto et al. (2000), verificaram que, em relação a época de aplicação de potássio, há uma tendência de menor produtividade de milho, quando determinada parte ou todo o nutriente é aplicado na cultura antecessora.

Pavinato e Ceretta (2004), evidenciaram a baixa probabilidade de resposta em produtividade de grãos à adubação com fósforo e potássio em solo com altos teores destes nutrientes, mostrando que, nestas condições, a aplicação na cultura de inverno da adubação que seria utilizada na cultura de verão em sucessão, pode ser justificada pelas facilidades operacionais da adubação em sistemas.

A alternativa de se aplicar o N em pré-semeadura do milho tem despertado grande interesse porque, além de evitar a imobilização temporária do N do fertilizante, apresenta algumas vantagens operacionais, como maior flexibilidade no período de execução da adubação, pelo maior rendimento operacional de máquinas, pela maior facilidade de distribuição a lanço, economia de tempo e de mão-de-obra, menor custo operacional de máquinas e redução no gasto de combustível, lubrificante e reparos (CERETTA, 1998; COELHO et al., 2002). Além disso, altas concentrações de nutrientes nos estádios iniciais de desenvolvimento promovem um bom crescimento inicial do milho (YAMADA; ABDALLA, 2000).

A adubação de espécies de cobertura do solo com nitrogênio associada à adubação de cobertura na cultura do milho pode ser utilizada como ferramenta no manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. (PACE, 2001).

A aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na aveia proporcionou o mesmo rendimento de milho que a aplicação na semeadura do milho. Isso indica que o N dos resíduos de aveia-preta apresentou rápida ciclagem no solo, tornando-se disponível para a planta. O tratamento com a aplicação de todo o N até a semeadura (90 kg ha<sup>-1</sup> no manejo mecânico da aveia-preta mais 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura do milho) promoveu resultado estatisticamente semelhante ao tratamento com parcelamento (30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura mais 90 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura), indicando um fluxo de N mais estável no solo e com picos de imobilização mais baixos (SÁ, 1996).

Pauletti e Costa (2000), avaliando, no sistema plantio direto, parcelas com adubação do solo para semeadura da aveia (0 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura) e subparcelas com diferentes épocas de aplicação do N no milho (sem N; 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura mais 90 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura na sexta folha; 90 kg ha<sup>-1</sup> no manejo da aveia mais 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e; 120 kg ha<sup>-1</sup> no manejo da aveia mais 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura) observaram que o rendimento de grãos de milho não foi afetado pela aplicação antecipada do N normalmente utilizado em cobertura no milho.

Mai et al. (2003), verificaram que, em experimento instalado em solo sob plantio direto por seis anos, houve um acréscimo de 8% na eficiência do manejo de N, quando 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, que seriam aplicados em cobertura no milho, foram aplicados em pré-semeadura, embora isso tenha acontecido quando houve complementação de N em cobertura. Segundo os mesmos autores, esse resultado revela que, quando o milho é cultivado em sucessão à aveia-preta, os 20 a 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, que são recomendados, aplicados na semeadura podem ser insuficientes para atender às necessidades das plantas de milho nos estádios iniciais de seu desenvolvimento.

Amado et al. (2003), verificaram um efeito positivo da adubação nitrogenada aplicada na aveia sobre a nutrição e sobre o rendimento do milho cultivado em sucessão, embora nenhuma das doses avaliadas foi suficiente para alcançar o rendimento obtido no tratamento com pousio e N aplicado em cobertura no milho. Assim, mesmo que a adubação nitrogenada na aveia tenha contribuído para o incremento da disponibilidade de N à

cultura em sucessão, o deslocamento total dessa adubação para a aveia não foi uma estratégia eficiente para atender plenamente à demanda do milho.

Ros et al. (2003) e Mai et al. (2003), estudando a aplicação de nitrogênio em diferentes épocas (antes da semeadura, na semeadura mais cobertura) e doses, no sistema plantio direto, concluíram que a antecipação da adubação nitrogenada para a pré-semeadura aumentou a disponibilidade de N no solo nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, mas não afetou a produção de matéria seca, N acumulado e a produtividade de grãos.

Rossato et al. (2003), verificaram o baixo rendimento de grãos quando se retira parte da adubação em cobertura do milho para por na aveia. Ros et al. (2003) e Mai et al. (2003) afirmam que o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada parte na semeadura e o restante em cobertura para a cultura do milho no sistema plantio direto, mostrou ser ainda a melhor alternativa, pois aumentou a disponibilidade de N no solo nos estádios de maior demanda deste nutriente pela cultura de milho.

Herbes et al. (2000), evidenciaram o comprometimento da produção de matéria seca do milho, com reflexos negativos sobre a produtividade de grãos, quando realizaram a aplicação antecipada de todo o N que seria aplicado em cobertura no milho para época de perfilhamento da aveia preta. Os mesmos autores ainda afirmam que, mesmo quando o N foi aplicado após a dessecação da aveia preta, ficou demonstrado a importância da manutenção da aplicação de N em cobertura no milho.

Bortolini et al (2001), verificaram que, em experimento instalado em solo sob plantio direto há quatro anos, o rendimento de grãos de milho foi menor com a antecipação da aplicação de N da cobertura para a época de pré-semeadura em relação ao obtido com a aplicação na época convencional, principalmente sob alta disponibilidade hídrica e com elevada dose de adubação nitrogenada.

Cantarella et al. (2003), observaram que, com distribuição regular de chuvas durante o período de crescimento do milho, o rendimento de grãos das parcelas adubadas no período convencional foi significativamente maior do que aquele obtido quando o N de cobertura foi antecipado para 45 dias antes da semeadura do milho, logo após a rolagem da aveia.

Wolschick et al. (2003), realizaram um experimento na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, para avaliar a aplicação parcelada e antecipada de nitrogênio no milho no sistema plantio direto em sucessão à aveia preta, em dois regimes hídricos. Os tratamentos foram: aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em pré-semeadura e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, com aplicação de precipitações pluviais do "El Niño"<sup>1</sup> de 1997/98; aplicação da adubação nitrogenada, sendo 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, 30 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 31 e 57 dias após a emergência (DAE), com aplicação do "El Niño"; testemunha, sem nitrogênio e com aplicação do "El Niño", e aplicação da adubação nitrogenada, com aplicação de precipitações pluviais normais. Os autores verificaram que a aplicação de N em ambos os regimes hídricos não influenciou o índice de área foliar, altura de plantas, rendimento de grãos, percentagem de N na massa de grãos e N total translocado para os grãos. Já a produção de massa seca de folhas e colmos e o N total translocado para estas partes da planta foram menores com a aplicação das precipitações pluviais consideradas normais, em relação aos tratamentos com adubação nitrogenada e "El Niño".

Produtividades de milho, em sistema de plantio direto, com antecipação de pelo menos parte da adubação nitrogenada, para a cultura de cobertura antecedente (aveia-preta, aveia-preta mais ervilhaca ou nabo forrageiro), em anos de precipitação normal, foram comparáveis com aquelas do sistema tradicional (parte na semeadura e parte em cobertura), em Santa Maria, RS, em 1996/1997 e 1998/1999 (BASSO; CERETTA, 2000), e em quatro (1998/1999, 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002) de cinco anos, com a cultura do milho cultivado sobre resteva de aveia-preta, em Passo Fundo, RS (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2002). Entretanto, a ocorrência de precipitações pluviométricas acima da normal pode causar diminuição na produtividade de grãos. Por isso, a aplicação de nitrogênio na semeadura e em cobertura no milho é preferencial (CERETTA et al., 2002; PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004).

---

<sup>1</sup> Fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento do planeta, e afetando assim os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias, provocando na região Sul do Brasil precipitações abundantes, principalmente na primavera, chuvas intensas de maio a julho e aumento da temperatura média (CPTEC/INPE, 2003).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Material

#### 5.1.1 Área experimental

O experimento foi instalado e conduzido no período de outubro de 2003 a julho de 2004, na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, no município de Botucatu, Estado de São Paulo, na gleba denominada Alcantis, situada ao lado da rodovia Alcides Soares (Botucatu – Vitoriana) nas proximidades do km 5,7. A localização geográfica está definida pelas coordenadas 22°51'22'' de Latitude Sul e 48°26'08'' de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 770 metros, declividade média de 6% e exposição face oeste.

A área experimental vinha sendo cultivada até 1999 com o sistema convencional de preparo do solo (uma aração e duas gradagens leves). A partir do ano de 2000, teve início o sistema de plantio direto, com rotação soja e milho no verão e pousio de inverno para produção de palha pela vegetação espontânea. No ano de 2003 a vegetação espontânea foi, predominantemente, composta por nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.), como mostra a Figura 1.





Figura 1. Vista da área experimental antes da instalação do ensaio.

### 5.1.2 Caracterização do solo

O solo da área experimental foi classificado por Carvalho et al. (1983) como Terra Roxa Estruturada, Unidade Lageado, e atualmente podendo ser denominado como Nitossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 1999). Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, as análises de solo básica, de micronutrientes e granulométrica, na profundidade de 0 – 20 cm.

Quadro 1. Análise básica do solo na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento.

<b>Análise básica</b>										
Profundi- dade	pH	MO	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	.....mmol/dm <sup>3</sup> .....						%
0-20	5,7	34	59	18	4,6	62	29	96	115	84

Quadro 2. Análise de micronutrientes do solo na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento.

<b>Micronutrientes</b>					
Profundi- dade	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	.....mg/dm <sup>3</sup> .....				
0-20	0,31	17,8	29	56,5	4,5

Quadro 3. Análise granulométrica do solo na profundidade de 0-20 cm.

<b>Granulometria</b>				
Profundidade	Areia/Total	Argila	Silte	Textura do Solo
	.....g/kg.....			
0-20	229	456	315	Argilosa

De acordo com Raij et al (2001), os teores de P<sub>resina</sub>, K, Ca, Mg, pH e V% da análise básica (Quadro 1) e os teores de Cu, Fe, Mn e Zn (Quadro 2) encontrados no solo da área experimental estão classificados como altos, enquanto que o teor de B está classificado como médio.

Os resultados dos limites de contração, liquidez e plasticidade estão demonstrados na Figura 2. O índice de plasticidade do solo da área experimental foi 14,25% e a densidade de partículas foi  $2,92 \text{ g cm}^{-3}$ .

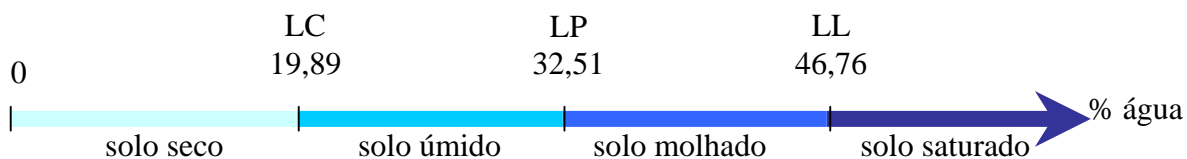


Figura 2. Limites de contração, plasticidade e liquidez da camada de solo entre 0 e 30 cm de profundidade.

As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, as médias de densidade do solo e da resistência mecânica do solo a penetração.

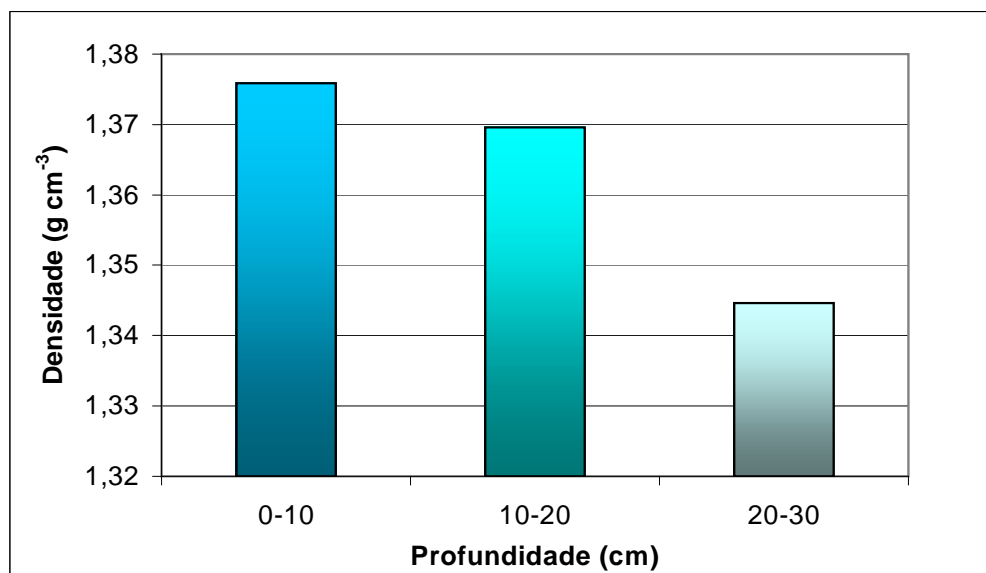


Figura 3. Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) em três profundidades antes da instalação do experimento.

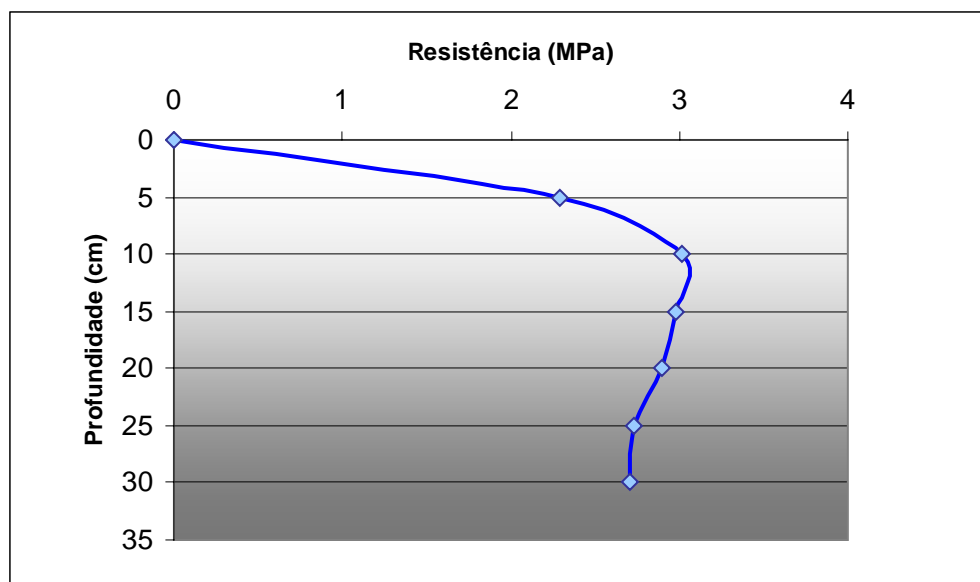


Figura 4. Resistência mecânica a penetração do solo em três profundidades antes da instalação do experimento.

De acordo com os resultados obtidos, antes da instalação dos tratamentos, não foram observadas diferenças significativas entre as parcelas para densidade do solo e tampouco para resistência do solo à penetração nas três profundidades analisadas, indicando homogeneidade da área experimental. No momento da determinação da resistência do solo à penetração, coletou-se amostras de solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm para se obter os teores de água. Esses teores foram de 26,0%, 26,7% e 26,7%, respectivamente.

### 5.1.3 Dados referentes ao clima

De acordo com Martins (2003) o clima predominante no município, segundo classificação de Köppen, é tipo Cfa, temperado (mesotérmico), região constantemente úmida, tendo quatro ou mais meses com temperaturas médias superiores a 10°C, cuja temperatura do mês mais quente é igual ou superior a 22°C, índice médio pluviométrico anual de 1.514,2 mm. Os dados de precipitação pluviométrica encontram-se no Quadro 4. Esses dados foram obtidos próximos a área experimental, na estação meteorológica automática do Departamento de Produção Vegetal da FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

Quadro 4. Precipitação pluviométrica acumulada por decêndio (mm) e totais mensais, entre novembro de 2003 e julho de 2004.

Mês/ano	1º decêndio	2º decêndio	3º decêndio	Totais Mensais
Outubro/2003	24,9	19,0	105,2	149,1
Novembro/2003	10,9	88,4	74,2	173,5
Dezembro/2003	91,0	32,7	60,2	183,9
Janeiro/2004	30,2	22,2	249,6	302,0
Fevereiro/2004	26,6	40,7	94,3	161,6
Março/2004	47,4	73,2	1,7	122,3
Abril/2004	19,5	72,6	21,9	114,0
Mai/2004	53,1	17,9	62,5	133,5
Junho/2004	21,9	4,4	2,5	28,8
Julho/2004	55,9	0,0	0,0	55,9

A Figura 5 mostra a precipitação pluviométrica acumulada entre os períodos de adubação de pré-semeadura e a semeadura do milho, adubação na semeadura e a adubação de cobertura e, adubação de pré-semeadura e adubação de cobertura. Os dados referentes ao curso anual do balanço hídrico referentes aos anos de 2003 e 2004, calculados segundo Thornthwaite e Mather (1955) e Camargo e Camargo (1984) e obtidos no Departamento de Recursos Naturais, setor de Ciências Ambientais, da FCA/UNESP, campus de Botucatu, encontram-se nas Figuras 6 e 7.

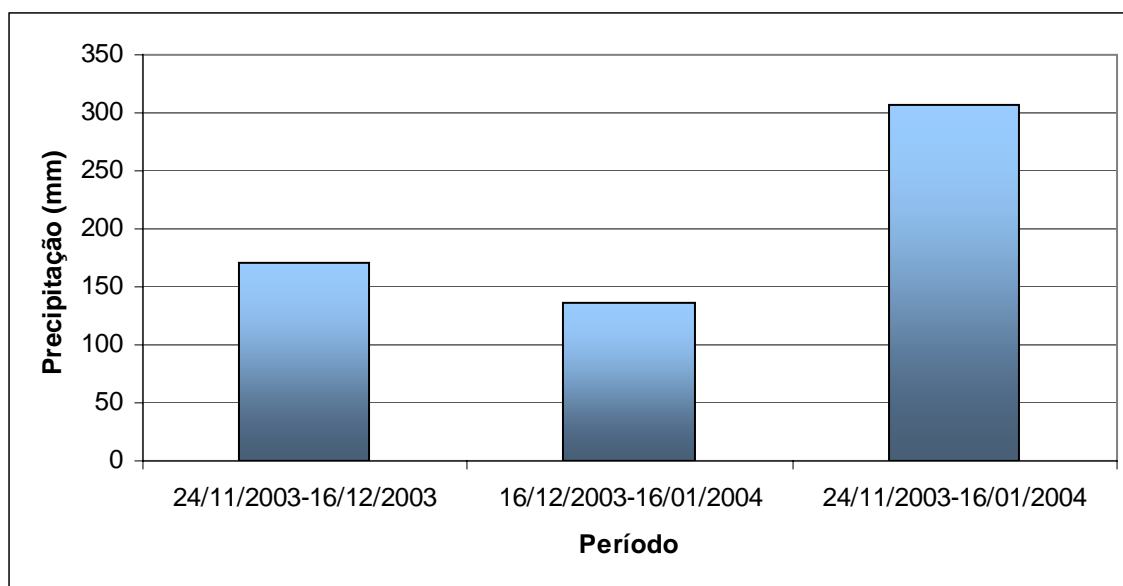


Figura 5. Precipitação pluvial acumulada entre as épocas de adubação.

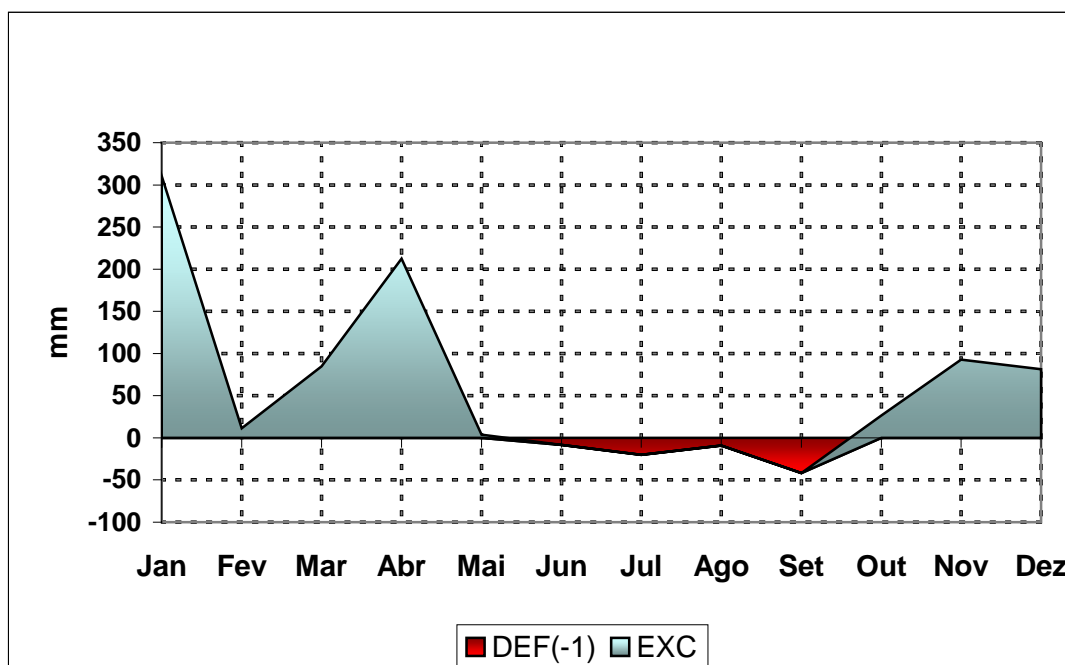


Figura 6. Balanço hídrico referente ao ano de 2003.

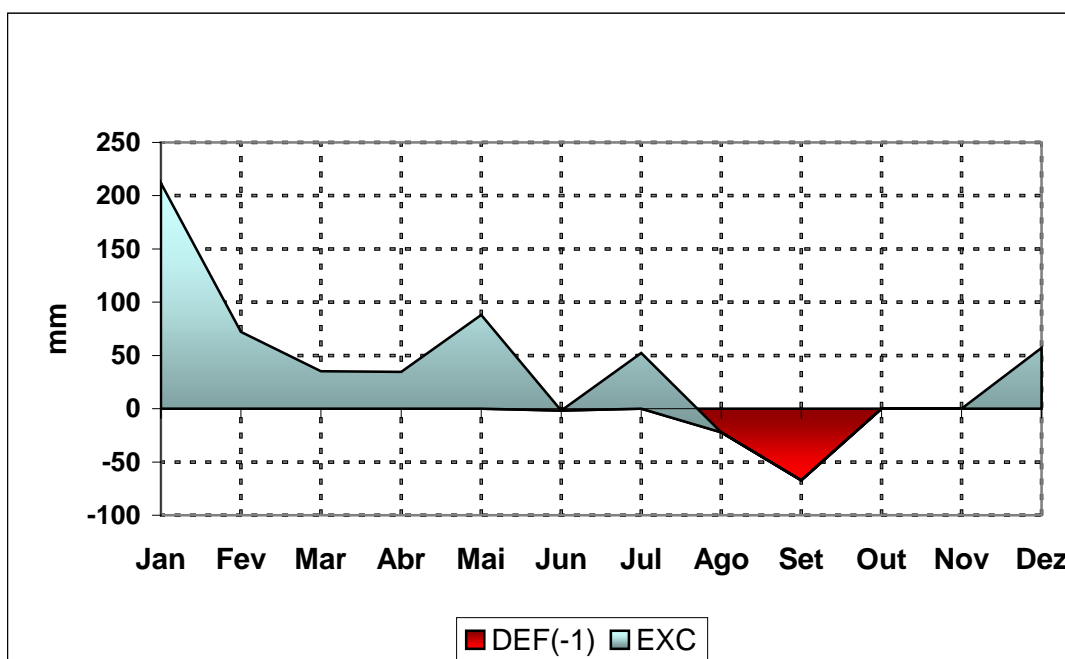


Figura 7. Balanço hídrico referente ao ano de 2004.

Conforme mostram as figuras 6 e 7, não ocorreu período de deficiência hídrica durante a condução do experimento.

## 5.1.4 Insumos agrícolas

### 5.1.4.1 Sementes

Os materiais de milho utilizados no experimento foram uma variedade da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, por possuir larga base genética, conferindo a esta grande adaptabilidade a diferentes condições e considerável potencial produtivo e baixo custo de aquisição de sementes, e por outro lado um híbrido simples modificado e um híbrido triplo por apresentarem alto e médio potencial produtivo, respectivamente, ambos com menor grau de adaptabilidade e maior custo de aquisição de sementes. Deve-se salientar que os materiais escolhidos estão entre os mais produtivos nos ensaios realizados na região de Botucatu-SP pela Secretaria da Agricultura e em dias de campo realizados pelas Fazendas de Ensino, Pesquisa e Produção da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Campus de Botucatu.

O Quadro 5 apresenta as características dos materiais de milho utilizados para a instalação do experimento.

Quadro 5. Materiais de milho utilizados no experimento e suas características agrônomicas.

Material	Tipo	Ciclo	Poder germinativo. (%)	Pureza (%)
DKB 333 B	híbrido simples modificado	superprecoce	96	98
CO 32	híbrido triplo	precoce	95	98
AL Bandeirante	variedade	semiprecoce	93	98

### 5.1.4.2 Fertilizantes

De acordo com a análise de solo, para uma produção esperada entre 10.000 e 12.000 kg ha<sup>-1</sup>, foi utilizada, tanto para os tratamentos de adubação em pré-semeadura como para os de adubação na semeadura do milho, uma mistura dos fertilizantes e doses relacionadas no Quadro 6.

A adubação em pré-semeadura foi feita a lanço, enquanto que a adubação no momento da semeadura foi incorporada ao solo em um sulco ao lado e abaixo da semente.

Quadro 6. Fertilizantes utilizados com respectivos teores de nutrientes e quantidades aplicadas por hectare.

Fertilizante	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Quantidade de fertilizante aplicada kg ha <sup>-1</sup>
Sulfato de amônio	20	---	---	150
Superfosfato triplo	---	41	---	122
Cloreto de potássio	---	---	58	86
Total (kg ha <sup>-1</sup> )	30	50	50	358

Quanto à adubação de cobertura foi aplicado 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (aproximadamente 228 kg ha<sup>-1</sup> de uréia) em uma única aplicação aos 30 dias após a semeadura em todos os tratamentos.

#### 5.1.4.3. Herbicidas

No manejo da cobertura vegetal, foi utilizado Round up WG (glyphosate), na dosagem de 2 kg ha<sup>-1</sup>. Para o controle de plantas invasoras em pós-emergência, foi utilizado o herbicida seletivo Siptran 500 Sc (atrazine) misturado com óleo mineral Assist, nas dosagens de 5,0 L ha<sup>-1</sup> e 1,5 L ha<sup>-1</sup> respectivamente.

#### 5.1.4.4 Inseticida

Foi feita uma aplicação, aos 27 D.A.S., de Tracer (spinosad), na dosagem de 50 mL ha<sup>-1</sup>, para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* L.).

#### 5.1.5 Equipamentos agrícolas

##### 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 para operação de escarificação;



- Trator marca Massey Ferguson, modelo 283, motor Perkins com potência de 60,3 kW, utilizado para as operações de adubação em pré-semeadura e semeadura do milho;

- Trator marca Massey Ferguson, modelo 235, motor Perkins com potência de 33 kW, utilizado na operação de adubação de cobertura e transporte de materiais para a área experimental (fertilizantes, sementes, etc);

- Trator marca New Holland, modelo 3030, motor Ford com 38,2 kW de potência, utilizado nas operações de aplicação de defensivos agrícolas.

### **5.1.5.2 Equipamentos**

- Escarificador marca Jan, modelo Jumbo Matic JMAD-7, de arrasto com mecanismo de levante no sistema hidráulico, equipado com sete hastes espaçadas a 40 cm, ponteira de 5 cm de largura e 43 cm de comprimento, discos de corte de 18” e rolo destorroador/nivelador laminar dentado e massa total de 1400 kg;

- Esparramadora de calcário, marca Nevoeiro, modelo 5003-ST4, com massa de 1350 kg, capacidade de carga de 3000 kg, largura útil de 3,30 m e largura total de 4,25 m, utilizada na operação de adubação na pré-semeadura;

- Pulverizador de barras montado marca Jacto, modelo Condor M12, capacidade de 600 litros de calda no tanque, barras com 24 bicos espaçados de 50 cm, comprimento total de 12 m e massa total de 195 kg;

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

- Semeadora-adubadora marca Semeato, modelo PS-6 para plantio direto com quatro linhas espaçadas a 90 cm, distribuição de sementes tipo discos perfurados horizontais e intercambiáveis, compactadores com banda de rodagem de borracha flexível, distribuição de adubo tipo rotores dentados, os quais giram na posição horizontal, massa da máquina de 1575 kg, capacidade em litros e quilos de adubo de 614 L e 650 kg e de semente de 242 L e 180 kg, respectivamente, e disco de corte corrugado, mecanismos sulcadores tipo discos duplos para fertilizante e semente;

- Trilhadora de grãos montada no sistema de três pontos do trator, marca NUX, modelo SDMN-15/35, com acionamento na TDP;

### **5.1.5.3 Equipamentos e materiais utilizados para coleta de amostras e avaliações**

#### **5.1.5.3.1 Determinação da fertilidade e textura do solo**

Para coleta das amostras de solo, foram utilizados enxadão, balde, sacos plásticos e etiquetas.

#### **5.1.5.3.2 Determinação da densidade do solo**

Para coleta de amostras e determinação da densidade do solo, foi utilizado enxadão, sacos plásticos, cápsulas de alumínio, parafina, aparelho para “banho Maria”, fio de algodão, vidrarias, balança de precisão (0,01 g) e estufa elétrica.

#### **5.1.5.3.3 Determinação da massa seca de nabiça antes da instalação dos tratamentos**

A coleta do material vegetal foi feita com auxílio de um quadrado de madeira com 50 cm de lado (0,25 m<sup>2</sup>), tesoura de poda, sacos de papel, estufa elétrica com circulação forçada de ar e balança de precisão (0,1 g).

#### **5.1.5.3.4 Determinação da porcentagem de cobertura do solo por resíduos vegetais**

Para determinação da porcentagem de cobertura do solo pelos resíduos vegetais, foi utilizada uma trena de 15 m de comprimento, com marcações a cada 15 cm, totalizando 100 pontos, conforme Laflen et al. (1981).

#### **5.1.5.3.5 Determinação da profundidade de semeadura**

Para determinação da profundidade de semeadura foi utilizado estilete, enxadão, sacos de papel e régua graduada em centímetros.

#### **5.1.5.3.6 Amostragem de folhas para diagnose foliar**

Para este parâmetro foi utilizada tesoura de poda, água, detergente, água deionizada, estufa elétrica com circulação forçada de ar e moinho elétrico.

#### **5.1.5.3.7 Determinação da altura das plantas de milho, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo e da espiga**

Para determinação das alturas de plantas e inserção da primeira espiga foi utilizada uma régua de madeira graduada em centímetros, e para a determinação do diâmetro do colmo e da espiga foi utilizado um paquímetro.

#### **5.1.5.3.8 Determinação da produtividade da cultura do milho**

Para determinação do rendimento de grãos foram utilizados trena graduada em centímetros, sacos de rafia, trilhadora montada (descrita anteriormente), balanças eletrônicas (precisões de 1 e 0,01 g), estufa elétrica e cápsulas de alumínio.

#### **5.1.5.3.9 Determinação da massa seca de milho após a colheita das espigas**

Foram utilizados trena, tesoura de poda, sacos de papel, estufa elétrica com circulação de ar forçada e balança de precisão (0,1 g).

#### **5.1.5.3.10 Determinação do teor de água do solo**

Foram utilizados para coleta das amostras de solo, enxadão, cápsulas de alumínio, fita crepe, caixa de isopor, estufa elétrica e balança de precisão (0,01 g).

#### **5.1.5.3.11 Determinação da resistência mecânica do solo à penetração**

Foi utilizado um penetrógrafo manual marca Soil Control, modelo SC-60, com penetração máxima de 60 cm, resistência de  $76 \text{ kg cm}^{-2}$ , carga máxima admitida de 120 kg, cone com ângulo de  $30^\circ$ , área da base de  $0,2 \text{ pol}^2$ , diâmetro da haste de 9,53 mm e dimensões, sem haste, de 350 x 370 x 120 mm e massa total de 4 kg.

### **5.2 Métodos**

#### **5.2.1 Delineamento experimental**

O experimento foi constituído por doze tratamentos, sendo a combinação de dois sistemas de manejo do solo, duas épocas de adubação e três materiais de milho.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com quatro repetições, onde as parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo do solo, as subparcelas pelas épocas de adubação e as subsubparcelas pelos materiais de milho, totalizando oito parcelas, dezesseis subparcelas e quarenta e oito subsubparcelas.

Cada parcela teve dimensões de 20 metros de comprimento por 22 metros de largura; cada subparcela teve 20 metros de comprimento por 11 metros de largura; cada subsubparcela 20 metros de comprimento por 3,7 metros de largura. Os carregadores eram de 10 metros de comprimento, sendo utilizados para a estabilização dos conjuntos motomecanizados e também para manobras.

A área experimental possuía uma declividade média de 6%, conforme Figura 8 que mostra a distribuição dos blocos e tratamentos.

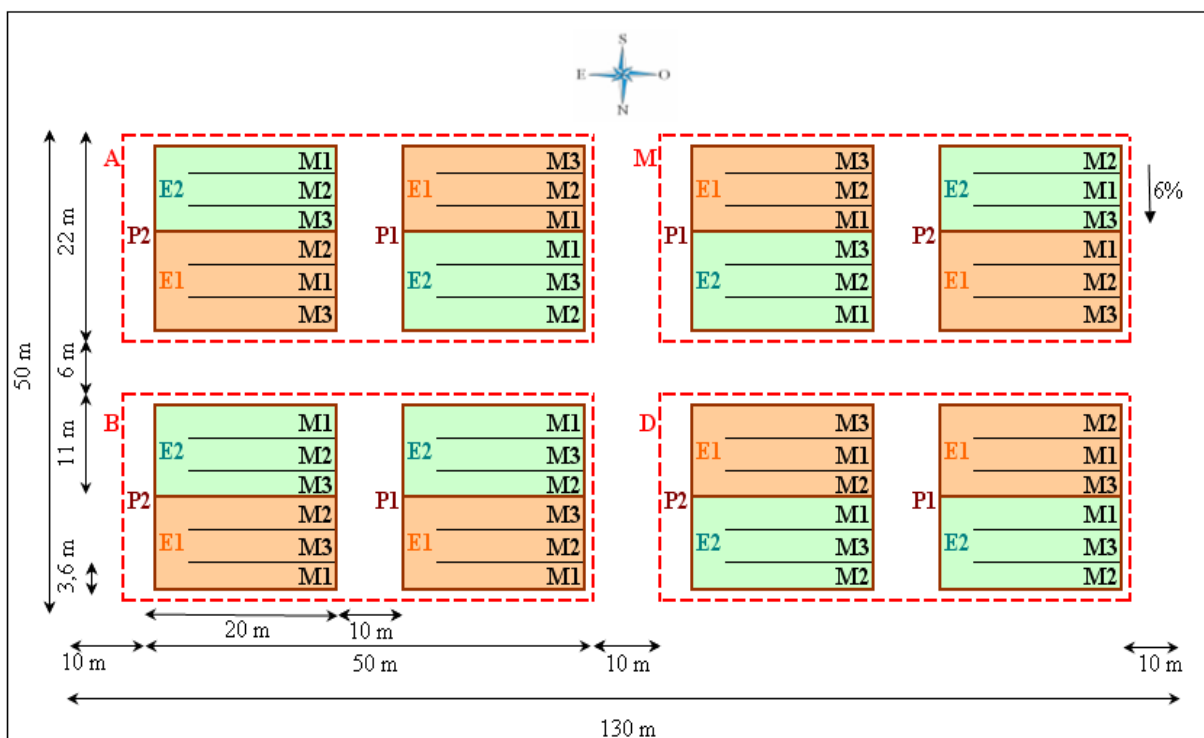


Figura 8. Distribuição dos blocos e dos tratamentos na área experimental.

### 5.2.2 Descrição dos tratamentos

Os sistemas de manejo de solo empregados foram: P1 – plantio direto e P2 – preparo reduzido com escarificação, na profundidade de 30 cm, conjugada com rolo destorroador. As épocas de adubação da cultura do milho foram: E1 – adubação de pré-semeadura a lanço realizada 22 dias antes da semeadura do milho e E2 – adubação realizada simultaneamente com a operação de semeadura do milho, sendo os fertilizantes incorporados ao solo. Os materiais utilizados foram: M1 – DKB 333 B (híbrido simples modificado), M2 – CO 32 (híbrido triplo) e M3 – AL Bandeirante (variedade da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo).

### 5.2.3 Instalação e condução do experimento

Após a colheita da soja na safra 2002/2003, a área experimental permaneceu em pousio invernal para formação de cobertura por meio de vegetação

espontânea. Esta vegetação foi praticamente toda constituída por nabiça. Assim, os dois sistemas de manejo de solo foram realizados sobre cobertura vegetal de nabiça. O Quadro 7 mostra a seqüência de atividades para instalação e condução do experimento.

Quadro 7. Seqüência de atividades para instalação e condução do experimento.

<b>Datas</b>	<b>Atividades realizadas</b>
01/10/2003	Demarcação das parcelas.
02/10/2003	Amostragem de solo para análises químicas, granulométrica e ensaio de proctor.
05/11/2003	Coleta de solo para determinação da densidade do solo e de partículas.
20/11/2003	Determinação da resistência mecânica do solo à penetração e amostragem de solo para verificação do teor de água.
20/11/2003	Determinação da porcentagem de cobertura vegetal antes do preparo do solo.
21/11/2003	Escarificação do solo nas parcelas de preparo reduzido, determinação do teor de água do solo e determinação da porcentagem de cobertura vegetal após o preparo do solo.
24/11/2003	Adubação dos tratamentos de pré-semeadura.
15/12/2003	Dessecação da vegetação espontânea.
16/12/2003	Semeadura de todos os tratamentos e adubação das parcelas restantes.
12/01/2004	Aplicação de herbicida e inseticida.
14/01/2004	Avaliação da população inicial
16/01/2004	Adubação de cobertura (uréia).
02/03/2004	Amostragem de folhas para diagnose foliar.
05/03/2004	Avaliação de diâmetro do colmo, altura de plantas e inserção da primeira espiga.
26/05/2004	Determinação da população final e contagem de plantas acamadas e quebradas.
27/05/2004	Colheita manual do milho.
01/06/2004	Amostragem de plantas de milho para determinação de matéria seca.
02/06/2004	Determinação da resistência mecânica do solo à penetração, amostragem de solo para verificação do teor de água.
03/06/2003	Coleta de solo para determinação da densidade do solo e de partículas.

No dia 24/11/2003 foi realizada a adubação de pré-semeadura do milho, com adubo distribuído na superfície do solo. Em 16/12/2003, realizou-se a semeadura do milho com espaçamento entre linhas de 0,90 m e 5,4 sementes viáveis de cada material por metro de linha para se obter uma população de aproximadamente 60.000 plantas por hectare.

Entre os tratamentos com adubação de pré-semeadura e a adubação de cobertura decorreram 53 dias e entre os tratamentos com adubação na semeadura e a adubação de cobertura 31 dias.



Figura 9. Vista da área experimental aos 55 dias após a semeadura.

#### **5.2.4 Densidade do solo**

O método utilizado para determinação da densidade do solo foi o do torrão parafinado, de acordo com Embrapa (1979). Os torrões foram retirados em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) com um enxadão, antes da instalação dos tratamentos e após a colheita do milho.

### **5.2.5 Resistência mecânica do solo à penetração**

Com o penetrógrafo manual descrito anteriormente no item 3.1.5.3.12, foram feitos três gráficos indicadores da resistência à penetração, em cada parcela até 30 cm de profundidade, antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.

### **5.2.6 Teor de água do solo**

Para determinação do teor de água do solo, foi utilizado o método gravimétrico padrão, descrito por Embrapa (1979). Foram coletadas amostras de solo em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm) imediatamente após a determinação da resistência à penetração e após as operações de escarificação e semeadura.

### **5.2.7 Análise granulométrica do solo**

Foi realizada no Departamento de Ciência do Solo da FCA – UNESP, de acordo com o método de Bouyoucus, descrito em Kiehl (1979), com amostras de solo retiradas na profundidade de 0-20 cm.

### **5.2.8 Ensaio de compactação do solo (Ensaio de Proctor)**

Para orientar o teor de água que o solo deveria ser manejado, foi realizado o ensaio de proctor normal, segundo a metodologia descrita por Kiehl (1979). O teor de água e a densidade máxima foram 29,67% e  $1,51 \text{ g cm}^{-3}$ , respectivamente, conforme ilustrado na Figura 10.



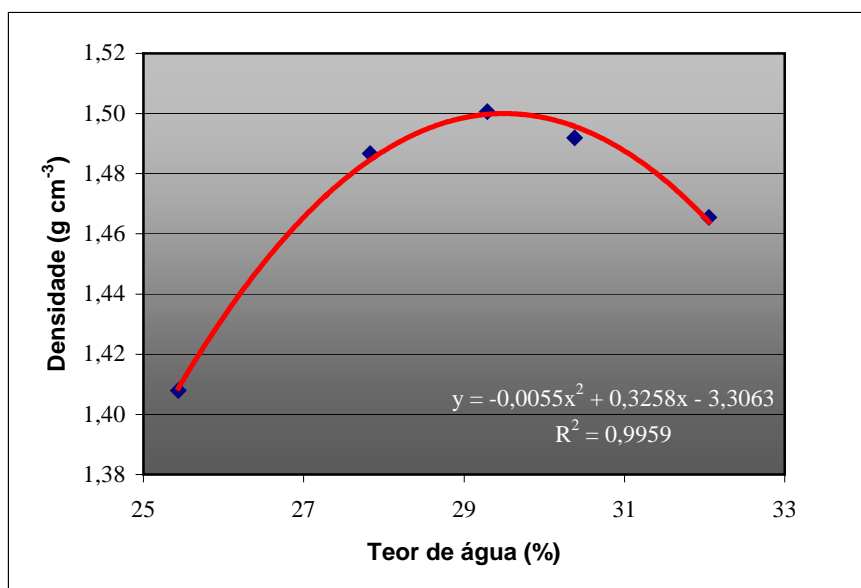


Figura 10. Curva característica do Ensaio de Proctor Normal para o solo da área experimental.

O teor de água no momento do preparo do solo era de 22,6%, 24,6% e 25,6% para as camadas de 0-10, 10-20 e 30 cm de profundidade. No momento da semeadura, os valores do teor de água do solo para o plantio direto eram de 27,9%, 26,8% e 26,6% para as camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade respectivamente, enquanto que para o preparo reduzido os valores eram de 23,6%, 26,3% e 28,1%, seguindo a mesma ordem de profundidade.

### 5.2.9 Fertilidade do solo

Para determinação da fertilidade do solo antes da instalação do experimento, foram amostrados quarenta pontos ao acaso, numa profundidade de 0-20 cm, em toda área experimental, formando uma amostra composta. A metodologia utilizada foi de acordo com Instituto Agrônomo de Campinas descrita em Raij et al. (2001). As análises foram processadas no Departamento de Recursos Naturais, setor de Ciência do Solo, da FCA/UNESP.

### **5.2.10 Porcentagem de cobertura do solo após a operação de preparo**

A porcentagem de cobertura do solo foi determinada logo após a operação de preparo do solo, segundo o método da trena descrito por Laflen et al. (1981), onde cada marca da trena coincidente com resíduos vegetais na superfície do solo foi considerada um ponto percentual de cobertura. Foram feitas duas leituras diagonais, formando um “x” dentro de cada parcela.

### **5.2.11 Massa seca da cobertura vegetal antes da instalação dos tratamentos**

Determinou-se a massa seca de nabiça segundo a metodologia do quadrado (0,25 m<sup>2</sup>) de madeira descrito por Chaila (1986). O material vegetal coletado foi embalado em sacos de papel e seco em estufa a 65°C até atingirem massa constante. Após secagem, os valores foram transformados em kg ha<sup>-1</sup>.

### **5.2.12 Profundidade de semeadura do milho**

Foi determinada medindo-se dez plantas, aleatórias, por subparcela, segundo a metodologia proposta por Marques (1999). As plantas foram cortadas rentes ao solo, desenterradas e, então, mediu-se a profundidade de semeadura.

### **5.2.13 Populações inicial e final de plantas**

As populações inicial e final de plantas foram determinadas após a estabilização da emergência e antes da colheita, respectivamente, em cinco metros em cada linha útil, e posteriormente extrapolando-se os valores para número de plantas por hectare.

### **5.2.14 Amostragem de folhas para diagnose foliar**

Para diagnose foliar, foram coletadas 20 folhas da base da espiga na fase de pendoamento (50% das plantas pendoadas), das quais se utilizaram apenas o terço

central. O material foi levado para o laboratório, onde as folhas foram lavadas com solução de detergente diluído, água de torneira e água deionizada, respectivamente. Em seguida, o material foi levado a uma estufa com circulação forçada de ar e mantido a 60-70°C até obtenção de peso constante, após o que foi moído em moinho elétrico com peneira de 40 meshes e armazenado em saquinhos de papel até o momento das análises. As análises foram processadas no laboratório do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciência do Solo da FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

#### **5.2.15 Altura das plantas de milho**

A determinação da altura das plantas de milho foi realizada, com o auxílio de uma régua de madeira graduada em centímetros, medindo-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira no colmo das plantas. Foram medidas 15 plantas por subsubparcela na época do florescimento.

#### **5.2.16 Altura da inserção da primeira espiga**

Foram avaliadas medindo-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga, em 15 plantas por subsubparcela, com o auxílio da mesma régua do item anterior.

#### **5.2.17 Diâmetro do colmo de plantas**

O diâmetro do colmo foi obtido com um paquímetro de precisão de 0,1 mm, medindo-se o primeiro internódio do colmo, a partir da superfície do solo. Foram medidas 15 plantas por subsubparcela.

#### **5.2.18 Produtividade de grão de milho**

A produtividade da cultura foi determinada colhendo-se manualmente as espigas das plantas presentes em cinco metros de cada uma das duas linhas centrais de cada

subsubparcela. Após trilha mecânica, a massa de grãos foi pesada e desta foi retirada uma amostra para determinação do teor de água dos grãos. A produtividade foi corrigida para quilos por hectare com 13% de água.

#### **5.2.19 Número de plantas acamadas e quebradas**

O número de plantas acamadas e quebradas foi avaliado na mesma área utilizada para determinação do rendimento de grão, contando-se às plantas que se apresentavam quebradas abaixo da primeira espiga e as tombadas num ângulo abaixo de 45°, respectivamente.

#### **5.2.20 Massa seca das plantas de milho após a colheita das espigas**

Coletaram-se as plantas presentes em um metro de cada uma das duas linhas centrais de cada subsubparcela. As plantas de milho coletadas foram embaladas em sacos de papel e colocadas em estufa a 65°C até adquirirem peso constante.

#### **5.2.21 Comprimento e diâmetro da espiga**

O comprimento e o diâmetro da espiga foram avaliados a partir de uma amostra de 10 espigas coletadas aleatoriamente dentro de cada subsubparcela. O comprimento foi obtido com auxílio de uma régua graduada em centímetros e o diâmetro com um paquímetro de precisão de 0,1 mm.

#### **5.2.22 Número de fileiras por espiga e número de grãos por espiga**

O número de fileiras e grãos por espiga foi obtido pela contagem dos mesmos em uma amostra de dez espigas de cada uma das subsubparcelas.

### **5.2.23 Índice de espiga**

O índice de espiga foi determinado através da relação entre o número de espigas colhidas (do item 3.2.19) e a população final de plantas de milho.

### **5.2.24 Índice de colheita**

O índice de colheita foi obtido através da relação entre a produtividade de grãos de milho e a matéria seca das plantas de milho após a colheita das espigas.

### **5.2.25 Massa de 1000 grãos de milho**

Para determinação da massa de cem grãos de milho, foram retiradas amostras dos grãos colhido e trilhados de cada subsubparcela. Foram contados e pesados 100 grãos inteiros. Os valores obtidos foram corrigidos para 13% de água.

### **5.2.26 Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas, em processos univariado e multivariado, com o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System).

Primeiramente, na análise univariada, os resultados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente com teste de Tukey para comparar as médias entre sistemas de manejo do solo, épocas de adubação e materiais de milho e os desdobramentos das interações entre esses três fatores. O nível de significância para os testes foi de 5 % de probabilidade.

Posteriormente, os dados obtidos referentes aos componentes de produção da cultura do milho foram analisados por métodos multivariados através da Análise de Agrupamento e Componentes Principais, de forma a se distinguir os tratamentos semelhantes e qual ou quais variáveis interferem nessa classificação.

A análise de Componentes Principais foi utilizada com a intenção de reduzir o conjunto, inicialmente de 17 componentes de produção, para duas novas variáveis

não correlacionadas entre si, que são os componentes principais indicados como Y1 e Y2. A análise de Componentes Principais também permitiu visualizar a capacidade discriminatória de cada componente de produção no processo de formação dos grupos, o que é indicado pelo coeficiente de correlação.

A aplicação da Análise de Agrupamento foi precedida por um pré-tratamento dos dados, pois as variáveis são de escalas diferentes. Quando não é feito o pré-tratamento, as variáveis com valores numéricos mais altos serão mais importantes no cálculo que as variáveis com valores numéricos mais baixos. O pré-tratamento empregado foi a transformação Z, que transformou as medidas de cada variável de tal modo que o conjunto de dados tenha média zero e variância um.

Então, para realização da Análise de Agrupamentos utilizou-se os dados transformados, calculando-se as distâncias euclidianas médias entre os tratamentos para o conjunto das 17 variáveis estudadas. Foi utilizado o algoritmo não ponderado UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average) de agrupamento aos pares usando médias aritméticas, por ser a técnica mais utilizada onde o espaço é conservativo. Os resultados finais destes agrupamentos são apresentados na forma de um dendrograma. Os dendrogramas apresentam os tratamentos e os respectivos pontos de fusão dos grupos formados em cada estágio, onde existem tantos grupos quanto aos objetos, ou seja, cada objeto forma um agrupamento. Inicialmente, os objetos mais similares são agrupados e fundidos formando um único grupo. Eventualmente o processo é repetido, e com o decréscimo da similaridade, todos os subgrupos são fundidos, formando um único grupo com todos os objetos.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Análise univariada**

Os resultados obtidos serão apresentados na forma de quadros e figuras. Nos quadros, as médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna ou de mesma letra minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A ausência de letras no interior dos quadros indica que não ocorreram diferenças significativas. O coeficiente de variação é representado por CV e a diferença mínima significativa entre as médias por DMS. Nas figuras, diferentes letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e na ausência de letras estas diferenças não ocorreram.

#### **6.1.1 Massa seca da cobertura vegetal antes da instalação dos tratamentos**

A massa seca da vegetação espontânea, praticamente toda composta por nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.), não apresentou diferenças significativas entre as parcelas destinadas aos sistemas de manejo do solo (Quadro 8), indicando homogeneidade da área experimental antes da instalação dos tratamentos. A produção média de massa seca pela vegetação espontânea foi de 8.109 kg ha<sup>-1</sup>, evidenciando que a nabiça pode ser uma nova

alternativa para formação de cobertura vegetal do solo durante o inverno para região de Botucatu.

Também Boller (1996), Marques (1999), Pontes (1999) e Silva (2000) evidenciaram a possibilidade de se obter uma cobertura vegetal do solo adequada através de plantas espontâneas.

Quadro 8. Massa seca da parte aérea de nabiça, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , antes da instalação dos tratamentos.

<b>Manejo do solo</b>	<b>Massa seca (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>)</b>
Plantio direto	8.353
Preparo reduzido	7.866
DMS	741
CV (%)	4,06
Média	8.109

### 6.1.2 Porcentagem de cobertura do solo

Os valores percentuais de cobertura antes do preparo do solo encontram-se no Quadro 9, onde pode ser observado que não houve diferenças entre as parcelas, indicando homogeneidade da área experimental antes da instalação dos tratamentos. A porcentagem média de cobertura vegetal do solo nessa ocasião foi de 93%.

Nos tratamentos de plantio direto, por não haver nenhuma movimentação mecânica do solo antes da semeadura da cultura do milho, praticamente manteve-se a porcentagem de cobertura, pois a operação de preparo foi realizada apenas nos tratamentos de preparo reduzido. Assim, após a escarificação do solo, parte desse material foi incorporada, resultando em porcentagens de cobertura distintas e com diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo, como demonstra o Quadro 9.



Quadro 9. Índice de cobertura do solo, antes e após o preparo.

Manejo do solo	Cobertura do solo (%)	
	Antes do manejo	Após o manejo
Plantio direto	94,6 Aa	92,8 Aa
Preparo reduzido	93,3 Aa	47,2 Bb
DMS manejo	3,71	
DMS cobertura	4,49	
CV (%)	3,17	

### 6.1.3 Teor de água no solo durante a semeadura do milho

De acordo com o Quadro 10, durante a semeadura da cultura do milho, os teores de água no solo diferiram entre o plantio direto e o preparo reduzido nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, apresentando seus maiores teores no plantio direto, que por manter maior porcentagem de cobertura vegetal na superfície do solo, quando comparado a outros sistemas de manejo, fica menos exposto aos ventos e raios solares, diminuindo a perda de água por evaporação. Na camada de 20 a 30 cm de profundidade os teores de água não diferiram estatisticamente entre os manejos.

Quadro 10. Teor de água no solo (%) no momento da semeadura da cultura do milho.

Manejo do solo	Teor de água (%)		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
Plantio direto	26,8 A	27,9 A	26,6 A
Preparo reduzido	25,0 B	26,3 B	27,0 A
DMS	0,61	0,69	1,28
CV (%)	1,04	1,14	2,13

### 6.1.4 Profundidade de semeadura do milho

Conforme pode ser constatado no Quadro 11, a profundidade de semeadura da cultura do milho apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo menor no plantio direto. Isto deve ter ocorrido porque a regulagem de profundidade de deposição de sementes da semeadora foi a mesma para os dois sistemas de manejo do solo.

Também Silva (2003) obteve variações da profundidade de semeadura do milho quando comparou a semeadura direta, a escarificação e o preparo convencional.

Quadro 11 Profundidade de semeadura da cultura do milho.

<b>Manejo do solo</b>	<b>Profundidade de semeadura (cm)</b>
Plantio direto	3,90 B
Preparo reduzido	5,26 A
DMS	0,08
CV (%)	4,5

### **6.1.5 População inicial de plantas de milho**

De acordo com os dados apresentados no Quadro 12, verifica-se que não houve diferenças significativas entre a população inicial de plantas de milho em função dos sistemas de manejo do solo. Silva (2000) e Benez (1983) também não encontraram diferenças significativas entre os diferentes sistemas de preparo do solo que avaliaram. Já Furlani (2000) obteve maior população inicial de feijão na semeadura direta, com diferença estatística em relação a escarificação.

A população inicial de plantas não foi influenciada pelas diferentes épocas de adubação.

Quanto aos materiais de milho, foram observadas diferenças significativas, indicando que estes influenciaram na definição da população inicial de plantas, discordando dos resultados obtidos por Silva (2000). Os materiais CO 32 e DKB 333 B apresentaram as maiores médias, respectivamente, diferindo estatisticamente do material AL Bandeirante.

Quadro 12. População inicial de plantas de milho (plantas ha<sup>-1</sup>) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	População Plantas (ha <sup>-1</sup> )
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	64.510 A
Preparo reduzido	65.098 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	64.901 A
Semeadura	64.705 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	65.367 A
CO 32	67.868 A
AL Bandeirante	61.176 B
DMS manejo	4.331
DMS época	1.997
DMS material	3.477
CV (%)	6,07
Média do experimento	64.804

Nos dados apresentados no Quadro 13 pode-se constatar que a população inicial de plantas não apresentou diferenças significativas nas interações entre as épocas de adubação e os sistemas de manejo do solo.

Quadro 13. População inicial de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	64.216	65.588
Semeadura	64.804	64.607
DMS manejo	6.124	
DMS época	2.825	

No Quadro 14 pode ser verificado que, a população inicial de plantas não apresentou diferença significativa entre os manejos para cada material. Entretanto, ocorreram diferenças estatísticas entre os materiais para cada manejo. No plantio direto os materiais CO 32 e DKB 333 B apresentaram maior população inicial e diferiram do AL Bandeirante, enquanto que, no preparo reduzido a maior população foi verificada no material CO 32, que diferiu estatisticamente do AL Bandeirante e o DKB 333 B não diferiu destes.

Quadro 14. População inicial de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>) para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	66.029 Aa	64.705 ABa
CO 32	66.617 Aa	69.117 Aa
AL Bandeirante	60.882 Ba	61.470 Ba
DMS manejo	6.124	
DMS material	4.918	

Conforme consta no Quadro 15, na adubação de pré-semeadura os materiais CO 32 e DKB 333 B apresentaram-se com maiores populações iniciais, respectivamente e foram estatisticamente diferentes do AL Bandeirante. Na adubação de semeadura a maior população do CO 32 diferiu estatisticamente das demais. Apenas o material DKB 333 B apresentou populações iniciais diferentes estatisticamente entre as épocas de adubação, sendo maiores valores verificados na adubação de pré-semeadura.

Quadro 15. População inicial de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	66.911 Aa	63.823 Bb
CO 32	66.911 Aa	68.823 Aa
AL Bandeirante	60.882 Ba	61.470 Ba
DMS época	2.825	
DMS material	4.918	

### 6.1.6 População final

A população final de plantas de milho (Quadro 16) manteve a mesma tendência observada para população inicial, não se encontrando diferenças significativas entre a população final de plantas de milho em função dos sistemas de manejo do solo. Também Silva (2000) e Pereira (2000) não encontraram diferenças significativas entre o plantio direto e a escarificação. Em contrapartida, Trein et al. (1991) observou diferenças estatísticas para

estande final entre o preparo do solo através da escarificação e o plantio direto, sendo maior no primeiro.

Ainda no Quadro 16 verifica-se, que a população final de plantas dos tratamentos que receberam adubação na pré-semeadura não diferiu estatisticamente dos tratamentos que a adubação foi realizada no momento da semeadura do milho. Quanto aos materiais de milho, foram observadas diferenças significativas, indicando que estes influenciaram na definição da população final de plantas, concordando dos resultados obtidos por Silva (2000).

Quadro 16. População final de plantas de milho (plantas ha<sup>-1</sup>) para manejo do solo, época de adubação e material.

<u>Fontes de Variação</u>	<u>População final (plantas ha<sup>-1</sup>)</u>
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	62.598 A
Preparo reduzido	62.647 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	62.843 A
Semeadura	62.402 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	62.868 B
CO 32	66.912 A
AL Bandeirante	58.088 C
DMS preparo	4.197
DMS época	2.967
DMS material	3.526
CV (%)	6,38
Média do experimento	62.623

Os valores apresentados no Quadro 17 mostram que a população final nas interações entre as épocas de adubação e os sistemas de manejo do solo não apresentou diferenças significativas.

Quadro 17. População final de plantas de milho (plantas ha<sup>-1</sup>) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação (E)	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	62.058	63.627
Semeadura	63.137	61.666
DMS manejo	5.935	
DMS época	4.195	

De acordo com o Quadro 18, não ocorreu diferença significativa para população final entre os manejos para cada material. Entretanto, os materiais diferiram estatisticamente em ambos sistemas manejo do solo. No plantio direto os materiais CO 32 e DKB 333 B apresentaram a maior população final e diferiram estatisticamente relação ao AL Bandeirante, enquanto que, no preparo reduzido a maior população final foi verificada no material CO 32, que diferiu estatisticamente do AL Bandeirante e do DKB 333 B.

Quadro 18. População final de plantas de milho (plantas ha<sup>-1</sup>) para interação material e manejo do solo.

Material (C)	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	63.970 Aa	61.764 Ba
CO 32	66.029 Aa	67.794 Aa
AL Bandeirante	57.794 Ba	58.382 Ba
DMS preparo	5.935	
DMS material	4.986	

Conforme valores apresentados no Quadro 19, na adubação de pré-semeadura os materiais CO 32 e DKB 333 B, com maiores populações finais, respectivamente, foram estatisticamente diferentes do AL Bandeirante e na adubação de semeadura a maior população do CO 32 diferiu estatisticamente das demais. Apenas a população final do DKB 333 B apresentou diferença estatística entre as épocas de adubação, sendo maior quando a adubação foi realizada na pré-semeadura.

Quadro 19. População final de plantas de milho (plantas ha<sup>-1</sup>) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	64.999 Aa	60.735 Bb
CO 32	66.176 Aa	67.647 Aa
AL Bandeirante	57.353 Ba	58.823 Ba
DMS época	4.195	
DMS material	4.986	

### 6.1.7 Plantas quebradas

Verifica-se no Quadro 20 que não houve diferença significativa do número de plantas quebradas entre os sistemas de manejo do solo, tampouco entre as duas épocas de adubação. As diferenças foram observadas apenas em relação aos materiais utilizados, ocorrendo maior número de plantas quebradas para o CO 32, que diferiu estatisticamente do DKB 333 B, enquanto o AL Bandeirante não diferiu destes.

Quadro 20. Número de plantas quebradas para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Plantas quebradas
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	23,09 A
Preparo reduzido	36,46 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	28,09 A
Semeadura	31,46 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	18,90 B
CO 32	39,47 A
AL Bandeirante	30,96 AB
DMS preparo	18,63
DMS época	13,64
DMS material	19,94
CV (%)	75,88
Média do experimento	29,78

Número de plantas quebradas por hectare com dados transformados em SQRT (X + 1,00)

As interações entre as épocas de adubação e os sistemas de manejo do solo não resultaram em diferenças significativas para o número de plantas quebradas, conforme mostra o Quadro 21.

Quadro 21. Número de plantas quebradas para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	20,36	35,82
Semeadura	25,83	37,10
DMS manejo	26,35	
DMS época	19,29	

Número de plantas quebradas por hectare com dados transformados em SQRT (X + 1,00)

Constata-se pelo Quadro 22 que o número de plantas quebradas não apresentou diferença estatística entre os materiais em cada sistema de manejo do solo. Em relação aos sistemas de manejo para cada material, apenas o AL Bandeirante apresentou diferença significativa, com maior número de plantas quebradas no preparo reduzido.

Quadro 22. Número de plantas quebradas para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	18,90 Aa	18,90 Aa
CO 32	34,20 Aa	44,74 Aa
AL Bandeirante	16,18 Ab	45,74 Aa
DMS manejo	26,35	
DMS material	28,20	

Número de plantas quebradas por hectare com dados transformados em SQRT (X + 1,00)

O número de plantas quebradas nas interações entre as épocas de adubação e os materiais de milho não resultou em diferenças significativas, conforme Quadro 23.



Quadro 23. Número de plantas quebradas para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	18,90	18,90
CO 32	38,97	39,97
AL Bandeirante	26,39	35,52
DMS época	19,29	
DMS material	28,20	

Número de plantas quebradas por hectare com dados transformados em SQRT (X + 1,00)

### 6.1.8 Teor de nitrogênio nas folhas de milho

Verifica-se no Quadro 24 que, o teor de nitrogênio nas folhas de milho na época do pendoamento não diferiu estatisticamente em relação aos sistemas de manejo do solo e aos materiais utilizados.

Quadro 24. Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas de milho para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de variação	Teor de nitrogênio
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	28,13 A
Preparo reduzido	26,75 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	26,67 B
Semeadura	28,21 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	28,06 A
CO 32	26,44 A
AL Bandeirante	27,81 A
DMS preparo	4,04
DMS época	1,45
DMS material	2,57
CV (%)	10,61
Média do experimento	27,44

Ainda no Quadro 24 constata-se que, as diferenças estatísticas aconteceram entre as épocas de adubação, com menores teores verificados na adubação realizada na pré-semeadura. Uma possível explicação para este fato seria a perda de nitrogênio para maiores profundidades do solo, promovida pelo volume de precipitação pluvial ocorrido no período compreendido entre a adubação de pré-semeadura e a semeadura do milho, o que prejudicou a absorção de nitrogênio pelas plantas de milho. Resultados semelhantes foram obtidos por Basso e Cereta (2000).

As interações entre as os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação (Quadro 25) como também entre sistemas de manejos e materiais (Quadro 26) não influenciaram o teor de nitrogênio presente nas folhas.

Quadro 25. Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	27,50	25,83
Semeadura	28,75	27,67
DMS manejo	5,72	
DMS época	2,05	

Quadro 26. Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	29,50	26,63
CO 32	26,63	26,25
AL Bandeirante	28,25	27,38
DMS manejo	5,72	
DMS material	3,63	

No Quadro 27 constata-se que, o teor de nitrogênio nas folhas dos materiais de milho não diferiu estatisticamente para cada época de adubação. A única diferença estatística constatada foi entre as épocas de adubação para o DKB 333 B, que apresentou maior teor de nitrogênio quando a adubação foi realizada no momento da semeadura.

Quadro 27. Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	26,75Ab	29,38Aa
CO 32	26,25Aa	26,63Aa
AL Bandeirante	27,00Aa	28,63Aa
DMS época	2,05	
DMS material	3,63	

### 6.1.9 Teor de fósforo nas folhas de milho

No Quadro 28 verifica-se que, o teor de fósforo nas folhas de milho na época do pendoamento não diferiu estatisticamente em relação aos sistemas de manejo do solo e épocas de adubação. As diferenças estatísticas aconteceram entre os materiais, com maiores teores verificados para o CO 32, diferindo estatisticamente em relação ao AL Bandeirante e ao DKB 333 B, os quais não diferiram entre si.

Quadro 28. Teor de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de variação	Teor de fósforo
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	3,12 A
Preparo reduzido	3,50 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	3,35 A
Semeadura	3,28 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	3,08 B
CO 32	3,70 A
AL Bandeirante	3,16 B
DMS preparo	0,78
DMS época	0,24
DMS material	0,27
CV (%)	9,09
Média do experimento	3,31

Como se pode observar no Quadro 29, não houve diferenças significativas nas interações entre os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação para o teor de fósforo presente nas folhas.

Quadro 29. Teor de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	3,23	3,47
Semeadura	3,02	3,53
DMS manejo	1,10	
DMS época	0,33	

Constata-se no Quadro 30 que, não houve diferença do teor de fósforo entre os sistemas de manejo para cada material. Já para cada manejo, o teor de fósforo dos materiais diferiu estatisticamente, sendo o maior teor observado no CO 32 em ambos os sistemas e com diferença estatística em relação aos demais, enquanto que o DKB 333 B e AL Bandeirante não diferiram entre si.

Quadro 30. Teor de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	2,90Ba	3,25Ba
CO 32	3,43Aa	3,96Aa
AL Bandeirante	3,03Ba	3,29Ba
DMS manejo	1,10	
DMS material	0,38	

Verifica-se no Quadro 31 que, o teor de fósforo não diferiu estatisticamente entre as épocas de adubação para cada material. Também se constata no Quadro 31 que, tanto na adubação realizada na pré-semeadura como na semeadura o material CO 32 apresentou o maior teor de fósforo e com diferença estatística em relação aos outros materiais, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

Quadro 31. Teor de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	3,13Ba	3,03Ba
CO 32	3,79Aa	3,61Aa
AL Bandeirante	3,13Ba	3,19Ba
DMS época	0,33	
DMS material	0,38	

### 6.1.10 Teor de potássio nas folhas de milho

Assim como os teores de fósforo, o teor de potássio nas folhas de milho na época do pendoamento não diferiu estatisticamente em relação aos sistemas de manejo do solo e épocas de adubação (Quadro 32). As diferenças significativas ocorreram entre os materiais, sendo que o DKB 333 B e o CO 32 apresentaram os maiores teores, não diferindo entre si, e foram estatisticamente diferentes do teor do material AL Bandeirante.

Quadro 32. Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de variação	Teor de potássio
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	20,54 A
Preparo reduzido	22,13 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	21,58 A
Semeadura	21,08 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	22,06 A
CO 32	22,63 A
AL Bandeirante	19,31 B
DMS preparo	5,23
DMS época	0,95
DMS material	1,71
CV (%)	9,09
Média do experimento	21,33

No Quadro 33 pode-se constatar que, as interações entre manejo do solo e épocas de adubações não resultaram em diferenças estatísticas em relação ao teor de potássio nas folhas de milho na época do pendoamento.

Quadro 33. Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	20,83	22,33
Semeadura	20,25	21,92
DMS manejo	7,39	
DMS época	1,35	

No Quadro 34 constata-se que, no plantio direto o teor de potássio do DKB 333 B não diferiu dos teores dos demais materiais, mas o CO 32 apresentou o maior teor de potássio, diferindo estatisticamente do teor observado no material AL Bandeirante. No preparo reduzido os teores de potássio dos materiais DKB 333 B e CO 32 não diferiram e foram maiores, com diferença estatística, do teor do AL Bandeirante. O teor de potássio não diferiu entre os sistemas de manejo do solo para cada material.

Quadro 34. Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	20,50ABa	23,63Aa
CO 32	22,25Aa	23,00Aa
AL Bandeirante	18,88Ba	19,75Ba
DMS manejo	7,39	
DMS material	2,42	

No Quadro 35 verifica-se que, na adubação de pré-semeadura os maiores teores de potássio foram observados nos materiais CO 32 e DKB 333 B, sem diferença estatística entre estes, porém diferindo do teor encontrado no material AL Bandeirante. Na adubação realizada na semeadura os teores de potássio não diferiram entre os materiais.

Ainda no Quadro 35 verifica-se que os materiais DKB 333 B e AL Bandeirante não tiveram seus teores de potássio influenciados pelas épocas de adubação. Já o material CO 32 teve seu maior teor de potássio quando a adubação foi realizada no momento da semeadura, diferindo estatisticamente do teor encontrado quando a adubação foi feita na pré-semeadura.

Quadro 35. Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	22,25Aa	21,88Aa
CO 32	23,50Aa	21,75Ab
AL Bandeirante	19,00Ba	19,63Aa
DMS época	1,35	
DMS material	2,42	

#### 6.1.11 Diâmetro do colmo das plantas

O diâmetro do colmo não foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo (Quadro 36). Também Siqueira (1999), Marques (1999) e Silva (2000) não encontraram diferenças significativas de diâmetro de colmo quando compararam diferentes sistemas de preparo do solo. No entanto, Benez (1983) observou a tendência de obtenção de maiores diâmetros para os preparos menos mobilizados.

O diâmetro do colmo não apresentou diferenças estatísticas entre as épocas de adubação da cultura do milho.

Os materiais diferiram estatisticamente entre si, apresentando os maiores diâmetros de colmo o material DKB 333 B, AL Bandeirante e CO 32, respectivamente. O menor diâmetro do colmo do material CO 32 pode estar correlacionado com sua maior população inicial. Também Silva (2000) verificou menores diâmetros médios em materiais que apresentaram maiores populações. Estas diferenças também podem ser explicadas pelas características genéticas próprias de cada um dos materiais utilizados.

Quadro 36. Diâmetro do colmo das plantas de milho (mm) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Diâmetro do colmo (mm)
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	22,11 A
Preparo reduzido	22,07 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	22,16 A
Semeadura	22,02 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	23,44 A
CO 32	20,65 C
AL Bandeirante	22,19 B
DMS preparo	3,39
DMS época	0,81
DMS material	0,84
CV (%)	4,31
Média do experimento	22,09

Os valores de diâmetro do colmo nas interações entre épocas de adubação e sistemas de manejo do solo não apresentaram diferenças significativas (Quadro 37).

Quadro 37. Diâmetro do colmo (mm) das plantas para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	22,47	21,85
Semeadura	21,76	22,29
DMS manejo	4,80	
DMS época	1,15	

Conforme se verifica no Quadro 38, não ocorreram diferenças estatísticas para o diâmetro do colmo entre os sistemas manejo do solo para cada material. No entanto, para cada sistema de manejo os materiais apresentaram diferença significativa, sendo que no plantio direto o DKB 333 B apresentou o maior diâmetro do colmo, diferindo



estatisticamente dos demais e no preparo reduzido, apesar do DKB 333 B também ter obtido os maiores valores para diâmetro do colmo, ele não diferiu do AL Bandeirante; estes por sua vez, diferiram estatisticamente do CO 32.

Quadro 38. Diâmetro do colmo (mm) das plantas para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	23,63 Aa	23,25 Aa
CO 32	20,94 Ba	20,37 Ba
AL Bandeirante	21,77 Ba	22,60 Aa
DMS manejo	4,80	
DMS material	1,19	

No Quadro 39 constata-se que o diâmetro do colmo não foi influenciado pelas épocas de adubação para cada material. Já os materiais apresentaram diferenças significativas em relação ao diâmetro do colmo para cada época de adubação. Na adubação de pré-semeadura DKB 333 B obteve o maior diâmetro de colmo diferindo estatisticamente do CO 32 e AL Bandeirante, que não diferiram entre si. Na adubação feita no momento da semeadura o CO 32 teve menores valores de diâmetro do colmo, diferindo dos demais.

Quadro 39. Diâmetro do colmo (mm) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	23,48 Aa	23,40 Aa
CO 32	20,93 Ba	20,38 Ba
AL Bandeirante	22,08 Ba	22,30 Aa
DMS época	1,15	
DMS material	1,19	

### 6.1.12 Altura de plantas

Conforme o Quadro 40, a altura de plantas não foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2000), Siqueira (1999), Marques (1999) e Pontes (1999) quando avaliaram o comportamento da cultura do milho em diferentes sistemas de preparo do solo. A altura de plantas também não apresentou diferença estatística entre as épocas de adubação. Em relação aos materiais, o DKB 333 B e o AL Bandeirante não diferiram estatisticamente, apresentando maior altura de plantas em relação ao CO 32. Essa menor altura de plantas do material CO 32 pode ser explicada por sua maior população e também por fatores genéticos.

Quadro 40. Altura das plantas de milho (m) para manejo do solo, época de adubação e material.

<u>Fontes de Variação</u>	<u>Altura de plantas (m)</u>
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	2,12 A
Preparo reduzido	2,21 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	2,14 A
Semeadura	2,20 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	2,25 A
CO 32	2,04 B
AL Bandeirante	2,21 A
DMS preparo	0,13
DMS época	0,07
DMS material	0,08
CV (%)	4,32
Média do experimento	2,17

No Quadro 41 verifica-se que a altura de plantas de milho não apresentou diferenças significativas nas interações entre sistemas de manejo do solo e épocas de adubação.

Quadro 41. Altura das plantas de milho (m) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	2,08	2,20
Semeadura	2,17	2,22
DMS manejo	0,18	
DMS época	0,10	

Verifica-se no Quadro 42 que, não houve diferenças de altura de plantas entre os sistemas manejos para cada material, mas os materiais apresentaram diferenças estatísticas em cada manejo, sendo que, tanto no plantio direto como no preparo reduzido, as plantas do material CO 32 tiveram as menores alturas e diferiram estatisticamente do DKB 333 B e AL Bandeirante, estes por sua vez, não diferiram entre si.

Quadro 42. Altura das plantas de milho (m) para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	2,23 Aa	2,28 Aa
CO 32	1,98 Ba	2,10 Ba
AL Bandeirante	2,16 Aa	2,26 Aa
DMS manejo	0,18	
DMS material	0,12	

De acordo com os valores do Quadro 43, a altura das plantas não foi influenciada pelas épocas de adubação em cada material. Ainda no Quadro 43 pode-se constatar que, nas duas épocas de adubação, o DKB 333 B teve as maiores alturas de planta, não diferindo do AL Bandeirante; estes por sua vez, foram diferentes estatisticamente do CO 32.

Quadro 43. Altura das plantas de milho (m) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	2,24 Aa	2,27 Aa
CO 32	2,02 Ba	2,07 Ba
AL Bandeirante	2,17 Aa	2,25 Aa
DMS época	0,10	
DMS material	0,12	

### 6.1.13 Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas

Em relação aos manejos de solo, a altura de inserção da espiga (Quadro 44), manteve a mesma tendência observada para altura de plantas de milho, não diferindo estatisticamente. O mesmo foi observado por Silva (2000) e Siqueira (1999). As épocas de adubação influenciaram a altura de inserção da primeira espiga, com maiores valores observados quando a adubação foi realizada na semeadura, sendo estatisticamente diferentes dos valores da adubação feita em pré-semeadura. Os materiais DKB 333 B e AL Bandeirantes não diferiram, apresentando os maiores valores de altura da primeira espiga e estatisticamente diferentes do material CO 32.

Quadro 44. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Altura de inserção da espiga (m)
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	1,19 A
Preparo reduzido	1,25 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	1,20 B
Semeadura	1,25 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	1,27 A
CO 32	1,12 B
AL Bandeirante	1,26 A
DMS	0,08
DMS	0,04
DMS	0,7
CV (%)	6,18
Média do experimento	1,22

Esses resultados demonstram que quanto maior a planta, maior a altura de inserção da primeira espiga. Siqueira (1999) observou uma correlação positiva entre altura das plantas e altura da inserção da espiga de 82%.

Como pode ser observado no Quadro 45, a altura de inserção da primeira espiga não foi influenciada pelos manejos em cada época de adubação. Quanto às épocas de adubação para cada preparo, apenas no plantio direto a altura de inserção da espiga apresentou diferença significativa, sendo que a adubação na semeadura resultou em maior altura de inserção da primeira espiga, diferindo estatisticamente dos tratamentos que foram adubadas na pré-semeadura.

Quadro 45. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	1,15 Ba	1,24 Aa
Semeadura	1,22 Aa	1,27 Aa
DMS manejo	0,12	
DMS época	0,06	

No Quadro 46 constata-se que a altura da primeira espiga não apresentou diferenças estatísticas entre os manejos do solo para cada material, mas os materiais em cada manejo foram influenciados, sendo que tanto em plantio direto como no preparo reduzido, as plantas do material CO 32 tiveram as menores alturas inserção da primeira espiga, diferenciando-se estatisticamente do DKB 333 B e do AL Bandeirante.

Quadro 46. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	1,25 Aa	1,30 Aa
CO 32	1,08 Ba	1,17 Ba
AL Bandeirante	1,23 Aa	1,30 Aa
DMS manejo	0,12	
DMS material	0,09	

No Quadro 47 verifica-se que apenas o material CO 32 apresentou diferença significativa entre as épocas de adubação, com maiores alturas de inserção da primeira espiga quando a adubação foi realizada no momento da semeadura. Em relação aos materiais para cada época de adubação, tanto em pré-semeadura como na semeadura, o DKB 333 B e AL Bandeirante não diferiram entre si e o CO 32 apresentou as menores alturas de inserção da espiga, diferindo dos demais.

Quadro 47. Altura de inserção da primeira espiga no colmo das plantas de milho (m) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	1,27 Aa	1,28 Aa
CO 32	1,09 Bb	1,16 Ba
AL Bandeirante	1,23 Aa	1,30 Aa
DMS época	0,06	
DMS material	0,09	

#### 6.1.14 Índice de colheita

O índice de colheita não apresentou diferenças significativas para sistemas de manejo do solo, tampouco para épocas de adubação, diferindo estatisticamente apenas entre os materiais, portanto, novamente, devido a fatores genéticos (Quadro 48). O material CO 32 diferiu do DKB 333 B, apresentando o maior e o menor índice de colheita respectivamente, e o material AL Bandeirante não diferiu de ambos, apresentando valores intermediários.

Quadro 48. Índice de colheita para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Índice de colheita
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	1,14 A
Preparo reduzido	1,08 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	1,07 A
Semeadura	1,14 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	1,01 B
CO 32	1,18 A
AL Bandeirante	1,14 AB
DMS preparo	0,29
DMS época	0,09
DMS material	0,18
CV (%)	17,89
Média do experimento	1,11

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 49 os manejos não influenciaram o índice de espiga para cada época de semeadura. Entretanto, no plantio direto a adubação feita no momento da semeadura apresentou maior índice de colheita, diferindo estatisticamente da adubação em pré-semeadura (Quadro 49).

Quadro 49. Índice de colheita para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	1,04 Ba	1,11 Aa
Semeadura	1,23 Aa	1,05 Aa
DMS manejo	0,41	
DMS época	0,12	

Os resultados apresentados no Quadro 50 mostram que, o índice de colheita não apresentou diferenças estatísticas nas interações entre as os sistemas de manejo do solo e materiais.

Quadro 50. Índice de colheita para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	1,05	0,96
CO 32	1,25	1,12
AL Bandeirante	1,11	1,16
DMS manejo	0,41	
DMS material	0,25	

No Quadro 51 verifica-se que, houve diferença estatística no índice da colheita entre as épocas de adubação apenas para o material CO 32, apresentando maiores valores na adubação feita no momento da semeadura. Ainda no Quadro 51 constata-se que, ocorreu influência de materiais apenas para adubação realizada no momento da semeadura, na qual o material CO 32 diferiu estatisticamente do DKB 333 B, apresentando o maior e o menor índice de colheita respectivamente, e o AL Bandeirante não diferiu de ambos, apresentando valores intermediários.

Quadro 51. Índice de colheita para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	1,00 Aa	1,01 Ba
CO 32	1,10 Ab	1,27 Aa
AL Bandeirante	1,13 Aa	1,14 Aba
DMS época	0,12	
DMS material	0,25	

### 6.1.15 Índice de espigas

Conforme se pode constatar no Quadro 52, os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação não influenciaram significativamente o índice de espigas. As variações são novamente decorrentes das diferenças genéticas existentes entre os materiais utilizados. Os materiais AL Bandeirante e DKB 333 B apresentaram os maiores índices de espiga diferindo estatisticamente do CO 32.



Quadro 52. Índice de espiga para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Índice de espigas
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	1,02 A
Preparo reduzido	1,02 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	1,01 A
Semeadura	1,02 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	1,03 A
CO 32	0,99 B
AL Bandeirante	1,04 A
DMS preparo	0,03
DMS época	0,04
DMS material	0,03
CV (%)	3,39
Média do experimento	1,02

Os resultados apresentados no Quadro 53 revelam que, as interações entre as os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação não resultaram em diferenças estatísticas em relação ao índice de espiga.

Quadro 53. Índice de espiga para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	1,02	1,00
Semeadura	1,03	1,03
DMS manejo	0,05	
DMS época	0,05	

No Quadro 54 verifica-se que, não houve diferença estatística do índice de espiga entre os sistemas de manejo para cada material. Entretanto, no plantio direto o AL Bandeirante diferiu do CO 32, apresentando o maior e o menor índice de espiga respectivamente, e o DKB 333 B não diferiu de ambos, apresentando valores intermediários. No preparo reduzido o índice de espiga dos materiais não diferiu estatisticamente.

Quadro 54. Índice de espiga para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	1,03 ABa	1,04 Aa
CO 32	0,99 Ba	0,99 Aa
AL Bandeirante	1,05 Aa	1,03 Aa
DMS manejo	0,05	
DMS material	0,04	

Conforme o Quadro 55, o índice de espiga nas interações entre épocas de adubação e materiais de milho não apresentou diferenças significativas.

Quadro 55. Índice de espiga para interação material e época de adubação.

Material (C)	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	1,02	1,05
CO 32	0,99	1,00
AL Bandeirante	1,03	1,04
DMS época	0,05	
DMS material	0,04	

#### 6.1.16 Diâmetro da espiga

No Quadro 56 constata-se que, não houve diferenças significativas entre os diâmetros da espiga de milho em relação aos sistemas de manejo do solo. Da mesma forma, Pereira (2000) avaliando diferentes sistemas de preparo do solo na cultura do milho, não encontrou diâmetros de espiga diferentes estatisticamente.

Também entre as épocas de adubação e entre os materiais de milho, o diâmetro da espiga não apresentou diferenças significativas, indicando que este componente de produção não interferiu na produtividade de grãos de milho.

Quadro 56. Diâmetro da espiga (mm) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Diâmetro da espiga (mm)
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	48,97
Preparo reduzido	47,69
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	49,07
Semeadura	47,58
<u>Material</u>	
DKB 333 B	47,09
CO 32	49,43
AL Bandeirante	48,77
DMS preparo	4,69
DMS época	4,46
DMS material	5,32
CV (%)	4,26
Média do experimento	48,33

As interações entre as os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação, sistemas de manejo do solo e materiais, e épocas de adubação e materiais de milho não resultaram em diferenças estatísticas, conforme os Quadros 57, 58 e 59.

Quadro 57. Diâmetro da espiga (mm) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	50,93	47,22
Semeadura	47,01	48,16
DMS manejo	6,63	
DMS época	6,30	

Quadro 58. Diâmetro da espiga (mm) para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	47,05	47,13
CO 32	52,12	46,14
AL Bandeirante	47,74	49,80
DMS manejo	6,63	
DMS material	7,52	

Quadro 59. Diâmetro da espiga (mm) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	46,82	47,36
CO 32	51,66	46,60
AL Bandeirante	48,75	48,79
DMS época	6,30	
DMS material	7,52	

### 6.1.17 Comprimento das espigas

No Quadro 60 pode ser verificado que, o comprimento das espigas de milho não foi influenciado pelos sistemas de manejo nem pelas épocas de adubação. As diferenças significativas mais uma vez aconteceram devido às diferenças genéticas existentes entre os materiais utilizados. O material DKB 333 B obteve o maior comprimento de espiga, seguido pelo AL Bandeirante e CO 32, respectivamente, com diferenças estatísticas entre todos.

Quadro 60. Comprimento da espiga (cm) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Comprimento da espiga (cm)
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	16,80 A
Preparo reduzido	16,81 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	16,68 A
Semeadura	16,93 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	17,80 A
CO 32	15,68 C
AL Bandeirante	16,93 B
DMS preparo	1,85
DMS época	0,63
DMS material	0,63
CV (%)	4,26
Média do experimento	16,81

O comprimento da espiga não foi influenciado pelas interações entre os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação, não resultando em diferenças estatísticas (Quadro 61).

Quadro 61. Comprimento da espiga (cm) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	16,85	16,50
Semeadura	16,74	17,13
DMS manejo	2,61	
DMS época	0,90	

No Quadro 62 pode-se constatar que no plantio direto o comprimento da espiga diferiu estatisticamente entre todos os materiais, com valores em ordem decrescente para o DKB 333 B, AL Bandeirante e CO 32. No preparo reduzido o DKB 333 B e o AL Bandeirante não diferiram e o menor comprimento de espigas foi observado no CO 32, sendo diferente estatisticamente dos demais. Entre os sistemas manejo, o comprimento de espiga não apresentou diferenças significativas para cada material.

Quadro 62. Comprimento da espiga (cm) para interação manejo do solo e material.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	17,85 Aa	17,75 Aa
CO 32	15,68 Ca	15,69 Ba
AL Bandeirante	16,86 Ba	17,00 Aa
DMS manejo	2,61	
DMS material	0,89	

No Quadro 63 verifica-se que, não houve diferenças estatísticas entre as épocas de adubação para cada material, porém estas ocorreram entre os materiais para cada época. Na adubação de pré-semeadura o maior comprimento de espiga foi observado no DKB 333 B e o menor no CO 32. Nos tratamentos em que a adubação foi feita no momento da semeadura o material CO 32 obteve o menor comprimento de espigas, diferindo estaticamente dos demais.

Quadro 63. Comprimento da espiga (cm) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	17,79 Aa	17,82 Aa
CO 32	15,45 Ca	15,91 Ba
AL Bandeirante	16,79 Ba	17,07 Aa
DMS época	0,90	
DMS material	0,89	

### 6.1.18 Número de filas por espiga e número de grãos por espiga

Os resultados apresentados no Quadro 64 indicam que o número de filas por espiga e número de grãos por espiga mantiveram a mesma tendência observada para o diâmetro da espiga, não sendo observadas diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo, épocas de adubação e materiais de milho, indicando também, que estes componentes de produção não interferiram na produtividade (Quadro 64).

Quadro 64. Número de filas por espiga e número de grãos por espiga para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Número de filas	Número de grãos
<u>Manejo do solo</u>		
Plantio direto	14,33	483,00
Preparo reduzido	14,25	482,81
<u>Época de adubação</u>		
Pré-semeadura	13,86	479,59
Semeadura	14,72	486,23
<u>Material</u>		
DKB 333 B	13,53	491,88
CO 32	14,73	478,08
AL Bandeirante	14,61	478,77
DMS preparo	1,57	61,46
DMS época	1,54	25,97
DMS material	1,86	29,94
CV (%)	14,76	7,02
Média do experimento	14,29	482,91

As interações entre as os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação, sistemas de manejo do solo e materiais, épocas de adubação e materiais de milho, não resultaram em diferenças estatísticas, conforme os Quadros 65, 66 e 67.

Quadro 65. Número de filar por espiga e número de grãos por espiga para a interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo			
	Nº de filar por espiga		Nº grãos por espiga	
	Plantio direto	Preparo reduzido	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	13,63	14,09	481,07	478,11
Semeadura	15,03	14,42	484,94	487,52
DMS manejo	2,22		86,92	
DMS época	2,18		36,73	

Quadro 66. Número de filar por espiga e número de grãos por espiga para interação entre material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo			
	Nº de filar por espiga		Nº grãos por espiga	
	Plantio direto	Preparo reduzido	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	13,31	13,75	492,13	491,63
CO 32	15,46	14,00	472,55	483,60
AL Bandeirante	14,23	15,00	484,33	473,21
DMS manejo	2,22		86,92	
DMS material	2,63		42,35	

Quadro 67. Número de filar por espiga e número de grãos por espiga para interação entre material e época de adubação.

Material	Época de adubação			
	Nº de filar por espiga		Nº grãos por espiga	
	Pré-semeadura	Semeadura	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	13,23	13,84	476,20	507,56
CO 32	13,90	15,56	479,40	476,75
AL Bandeirante	14,45	14,78	483,16	474,38
DMS época	2,18		36,73	
DMS material	2,63		42,35	

### 6.1.19 Massa de 1.000 grãos

Os sistemas de manejo do solo não influenciaram significativamente a massa de mil grãos (Quadro 68). Resultado semelhante foi obtido por Siqueira (1999) quando comparou diferentes métodos de preparo do solo. A massa de mil grãos também não foi influenciada pelas épocas de adubação.

As diferenças significativas ocorreram entre os materiais, sendo que o AL Bandeirante não diferiu estatisticamente do DKB 333 B e o CO 32 apresentou a menor massa de mil grãos e diferiu dos demais.

Quadro 68. Massa de mil grãos (g) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de variação	Massa de 100 grãos (g)
<u>Manejo do solo</u>	602,7 A
Plantio direto	597,2 A
Preparo reduzido	
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	600,5 A
Semeadura	599,4 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	605,4 A
CO 32	587,6 B
AL Bandeirante	606,8 A
DMS preparo	5,8
DMS época	11,0
DMS material	15,8
CV (%)	2,98
Média do experimento	599,9

A massa de mil grãos não apresentou diferença significativa nas interações entre os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação (Quadro 69).



Quadro 69. Massa de mil grãos (g) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	604,2	596,8
Semeadura	601,2	597,7
DMS manejo	8,2	
DMS época	15,6	

No Quadro 70 pode-se constatar que, ocorreu diferença estatística entre os sistemas de manejo do solo apenas para o material CO 32, tendo maior massa de mil grãos no plantio direto. Ainda no Quadro 70 verifica-se que no preparo reduzido o AL Bandeirante diferiu do CO 32, apresentando a maior e a menor massa de mil grãos respectivamente, e o DKB 333 B não diferiu de ambos, apresentando valores intermediários. No plantio direto não ocorreu diferença estatística entre os materiais.

Quadro 70. Massa de mil grãos (g) para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	609,1 Aa	601,7 ABa
CO 32	594,8 Aa	580,4 Bb
AL Bandeirante	604,1 Aa	609,6 Aa
DMS manejo	8,2	
DMS material	22,4	

Verifica-se no Quadro 47 que, a massa de mil grãos não diferiu entre os materiais na adubação de pré-semeadura. Já na adubação feita no momento da semeadura o AL Bandeirante diferiu do CO 32, apresentando a maior e a menor massa de mil grãos respectivamente, e o DKB 333 B não diferiu de ambos, apresentando valores intermediários. Não houve diferença significativa para massa de mil grãos para cada material nas diferentes épocas de adubação.

Quadro 71. Massa de mil grãos (g) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	607,6 Aa	603,2 ABa
CO 32	591,5 Aa	583,7 Ba
AL Bandeirante	602,4 Aa	611,3 Aa
DMS época	15,6	
DMS material	22,4	

### 6.1.20 Produtividade

No Quadro 72 pode ser constatado que o plantio direto apresentou maior produtividade de grãos, porém não diferiu estatisticamente do preparo reduzido, concordando com os dados obtidos por Silva (2000). Marques (1999), Furlani (2000) Pontes (2002) e Pauletti et al. (2003) não encontraram diferenças do tipo de preparo do solo na produtividade de grãos. Para Edwards et al. (1988), Hernani (1997) e Uhde et al. (1996), a escarificação é o melhor método de manejo do solo para a cultura do milho, resultando em ligeiro acréscimo no rendimento de grãos em relação à grade aradora e ao plantio direto. Já Carvalho (2000), Pontes (1999) e Kluthcouski et al. (2000) verificaram uma tendência da produtividade ser maior à medida que se aumenta a mobilização do solo, enquanto que Fernandes et al. (1999) Model e Anghinoni (1992) e Possamai et al. (2001) observaram maiores produtividades no sistema de plantio direto. Dick et al. (1991), verificaram que as produções da cultura do milho foram menores no plantio direto nos primeiros anos de cultivo, aumentando seu potencial a partir do terceiro ano de implantação do sistema.

Conforme a Figura 5, do item 5.1.3, ocorreu cerca de 170 mm de precipitação pluvial entre a adubação de pré-semeadura e a semeadura do milho, porém isso não prejudicou a produtividade dos tratamentos que receberam adubação em pré-semeadura, como se pode notar no Quadro 72, pois as épocas de adubação não diferiram estatisticamente em relação à produtividade de grãos de milho. Esses dados discordam de Basso e Ceretta (2000), que observaram queda da produtividade em adubação de pré-semeadura com excesso de precipitação, quando avaliaram a antecipação da adubação de cobertura para pré-semeadura. Em anos de precipitação normal os mesmos autores não encontraram diferenças

entre as épocas de adubação quando o milho foi semeado sobre nabo forrageiro. Entretanto, Wolschick et al. (2003) relatam que a produtividade não foi afetada significativamente pelas diferentes épocas de adubação, mesmo com elevadas precipitações. Já Sá (1996) observou que a aplicação de nitrogênio em pré-semeadura foi vantajosa, mesmo com precipitação de 330 mm entre a adubação de pré-semeadura e a semeadura do milho. É importante ressaltar que os resíduos vegetais presentes no solo, dependendo da sua relação C/N, podem exercer influência no aproveitamento da adubação pela cultura do milho nas diferentes épocas.

Verifica-se ainda no Quadro 72 que, ocorreram diferenças significativas entre os materiais de milho, tendo o DKB 333 B apresentado a maior produtividade de grãos de milho, diferindo estatisticamente dos materiais CO 32 e AL Bandeirante; estes por sua vez não diferiram entre si. Esses resultados podem ser atribuídos às diferenças genéticas existentes entre os materiais. Silva (2000) também encontrou diferenças entre os materiais que estudou devido a fatores genéticos.

A menor produtividade da variedade AL Bandeirante pode ser explicada por sua menor população final em relação aos híbridos. Entretanto, um dos fatores que possivelmente justifique a produtividade obtida por esta variedade é o peso de mil grãos, uma vez que, dentre os materiais estudados, os maiores valores para este componente de produção foi obtido pela AL Bandeirante. Atingindo  $9.080 \text{ kg ha}^{-1}$  nas condições do experimento, ela ficou próxima do seu maior potencial produtivo, que de acordo com Cati (2005) é  $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . A utilização de variedades por parte de agricultores menos tecnificados se faz vantajosa, pois apresentam produtividades satisfatórias, tem maior capacidade de adaptação e por isso menores possibilidades de erros na escolha do material a ser semeado, além de ter preço de semente 75% menor quando comparado com a semente de milho híbrido.

No Quadro 72 também pode ser constatado que a produtividade média de grãos de milho sobre solo com cobertura vegetal de nabiça foi de, aproximadamente,  $9.678 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Quadro 72. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para manejo do solo, época de adubação e material.

Fontes de Variação	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
<u>Manejo do solo</u>	
Plantio direto	9.710 A
Preparo reduzido	9.645 A
<u>Época de adubação</u>	
Pré-semeadura	9.607 A
Semeadura	9.749 A
<u>Material</u>	
DKB 333 B	10.504 A
CO 32	9.448 B
AL Bandeirante	9.080 B
DMS preparo	840
DMS época	505
DMS material	558
CV (%)	6,53
Média do experimento	9.678

Conforme Quadro 73, a produtividade de grãos nas interações entre as épocas de adubação e os sistemas de manejo do solo não resultou em diferenças significativas, indicando que a adubação de pré-semeadura, em relação aos sistemas de manejo, é semelhante à adubação feita na semeadura.

Quadro 73. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para interação época de adubação e manejo do solo.

Época de adubação	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
Pré-semeadura	9.665	9.549
Semeadura	9.755	9.742
DMS manejo	1.188	
DMS época	715	

No Quadro 74 verifica-se que, a produtividade de grãos entre os sistemas de manejo em cada material não apresentou diferenças estatísticas. Ainda no Quadro 74 constata-se que, o material DKB 333 B, tanto no plantio direto como no preparo reduzido,

apresentou a maior produtividade e com diferença estatística dos materiais CO 32 e AL Bandeirante, os quais não diferiram entre si.

Quadro 74. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para interação material e manejo do solo.

Material	Manejo do solo	
	Plantio direto	Preparo reduzido
DKB 333 B	10.515 Aa	10.493 Aa
CO 32	9.670 Ba	9.226 Ba
AL Bandeirante	8.944 Ba	9.217 Ba
DMS manejo	1.188	
DMS material	789	

De acordo com o Quadro 75, a produtividade nas diferentes épocas de adubação não resultou em diferenças significativas para cada material. Entretanto, o material DKB 333 B foi mais produtivo na adubação de pré-semeadura, em aproximadamente  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de grãos a mais em relação à adubação na semeadura, enquanto que os outros materiais foram mais produtivos na adubação realizada no momento da semeadura. Isto pode ser explicado pela diferença de ciclo entre os materiais, ou seja, talvez a adubação de pré-semeadura supriu a necessidade de nitrogênio do DKB 333 B na fase adequada e o fornecimento de nitrogênio, tanto para o CO 32 como para o AL Bandeirante, pode ter sido mais adequado na adubação de semeadura.

Os materiais diferiram estatisticamente em cada época de adubação. Na adubação de pré-semeadura o DKB 333 B foi mais produtivo e diferiu estatisticamente dos demais, enquanto que, na adubação feita no momento da semeadura o DKB 333 B manteve a maior produtividade de grãos diferindo estatisticamente do AL Bandeirante e a produtividade do material CO 32 não diferiu das demais (Quadro 75).

Quadro 75. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para interação material e época de adubação.

Material	Época de adubação	
	Pré-semeadura	Semeadura
DKB 333 B	10.704 Aa	10.303 Aa
CO 32	9.332 Ba	9.564 ABa
AL Bandeirante	8.784 Ba	9.378 Ba
DMS época	715	
DMS material	789	

### 6.1.21 Resistência mecânica do solo a penetração

As médias dos teores de água no solo no momento da obtenção dos valores referentes à resistência mecânica do solo à penetração após a colheita do milho não diferiram estatisticamente entre os sistemas de manejo, sendo no plantio direto de 27,8%, 29,1% e 30,6% para as camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm de profundidade respectivamente e de 27,3%, 30,2 e 30,9% para o preparo reduzido, seguindo a mesma ordem das camadas.

A resistência mecânica do solo a penetração diferiu estatisticamente a partir de 5 cm até 30 cm de profundidade entre os sistema de manejo do solo, apresentando valores superiores no plantio direto (Figura 11). Também Furlani (2000) verificou maiores valores da resistência à penetração do solo no plantio direto em relação a escarificação.

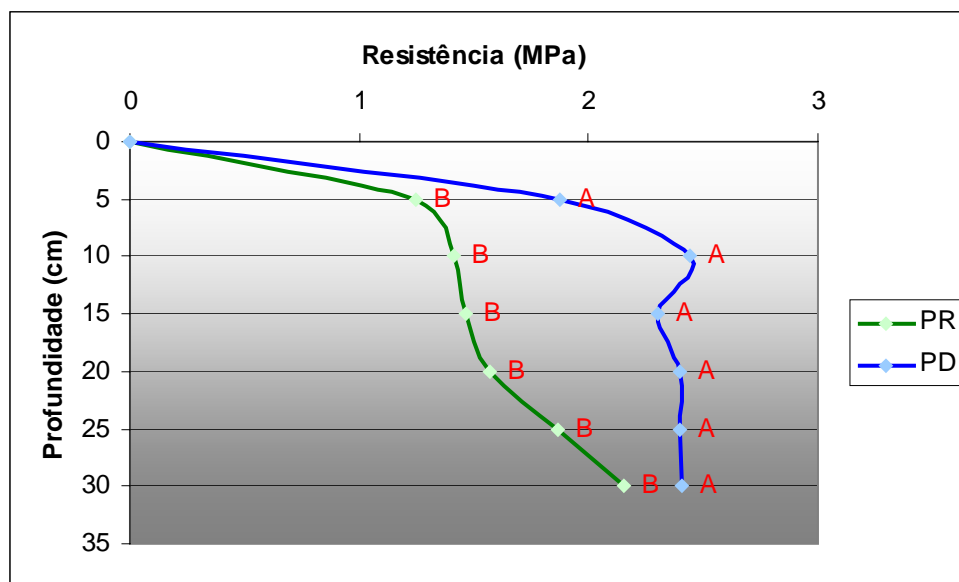


Figura 11. Resistência mecânica a penetração do solo em plantio direto (PD) e preparo reduzido (PR) após a colheita do milho.

Sob plantio direto, os valores de resistência à penetração do solo antes da instalação do experimento não diferiram estatisticamente dos valores encontrados após a colheita do milho (Figura 12).

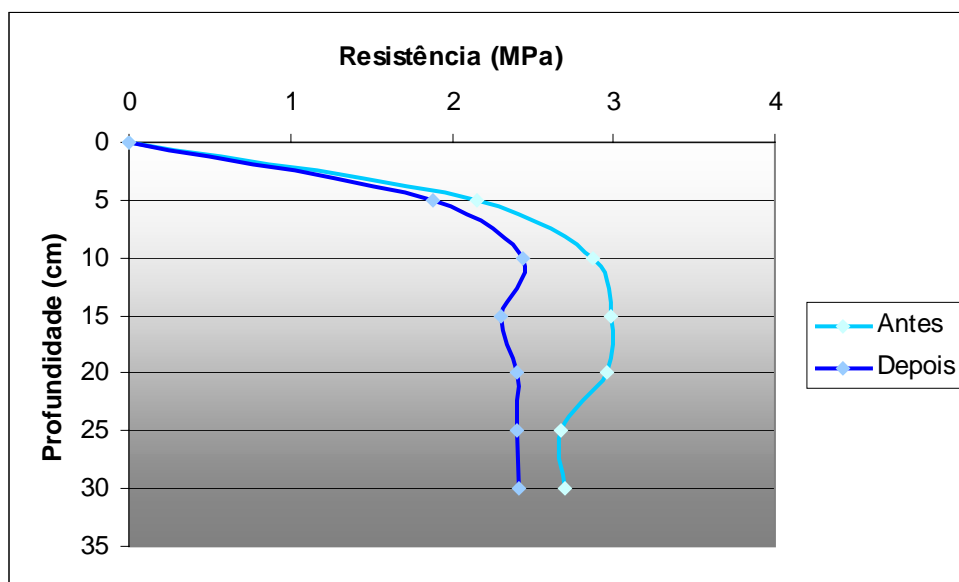


Figura 12. Resistência mecânica a penetração do solo em plantio direto antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.

A escarificação foi eficaz para reduzir a resistência mecânica do solo à penetração, uma vez que os valores desta após a colheita do milho foram inferiores e com diferenças estatísticas dos valores encontrados antes do manejo através da escarificação, a partir de 5cm até os 30 cm de profundidade (Figura 13).

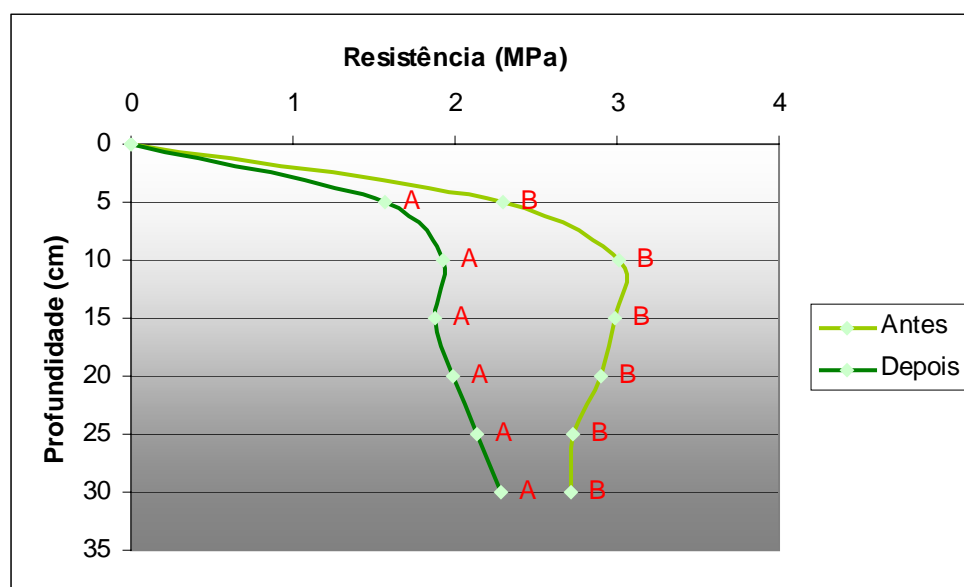


Figura 13. Resistência mecânica a penetração do solo em preparo reduzido antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.

### 6.1.22 Densidade do solo

A Figura 14 mostra que, os sistemas de manejo do solo não influenciaram a densidade do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Benez e Gamero (1983), Siqueira (1999), Furlani (2000).

De acordo com as Figuras 15 e 16, a densidade do solo antes da instalação dos tratamentos e após a colheita do milho não apresentou diferenças estatísticas, tanto para as de parcelas plantio direto como para as de preparo reduzido. No entanto, pode-se constatar que no plantio direto a densidade do solo aumentou enquanto que no preparo através da escarificação ela diminuiu.

A Figura 15 mostra ainda o comportamento típico da densidade do solo em áreas sob sistema de plantio direto, com maiores valores nas camadas superficiais



adquiridas com o tráfego intenso de operações, como pulverizações e colheita, uma vez que neste sistema não há mobilização do solo.

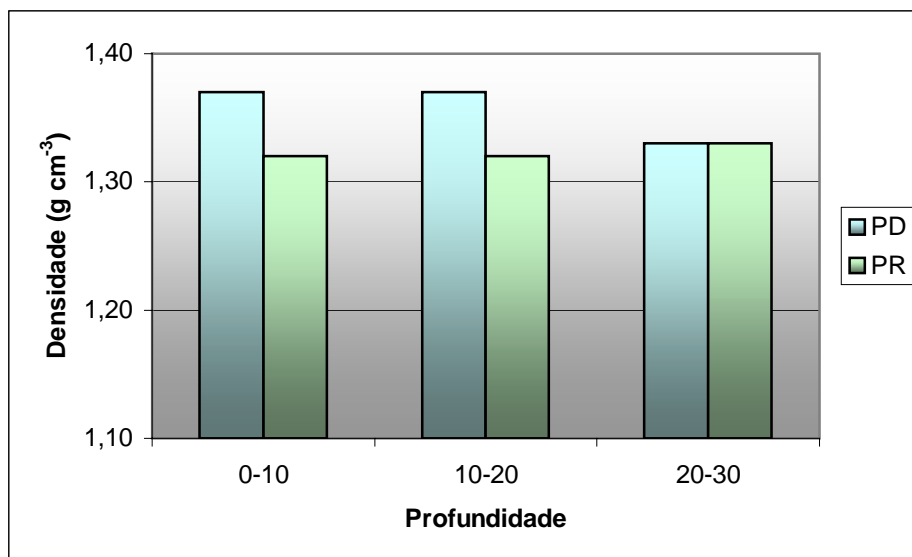


Figura 14. Densidade do solo em plantio direto (PD) e preparo reduzido (PR) após a colheita do milho

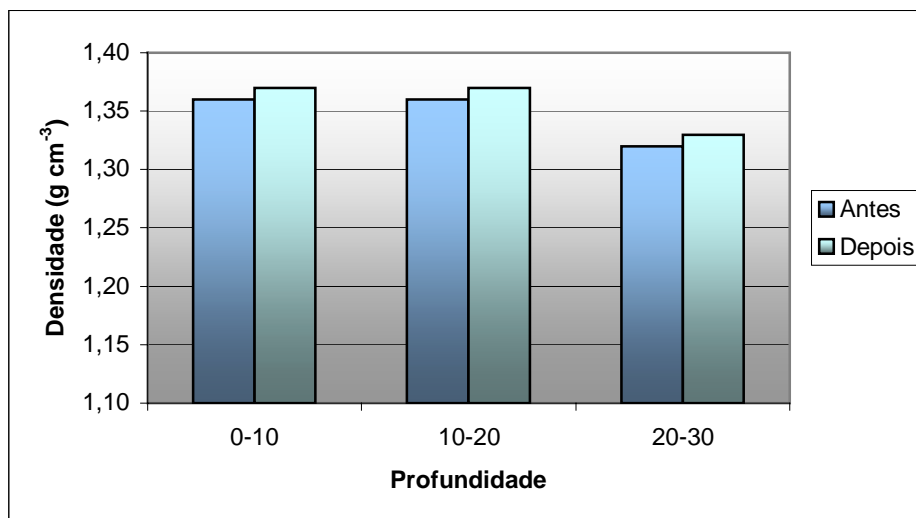


Figura 15. Densidade do solo em plantio direto antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.

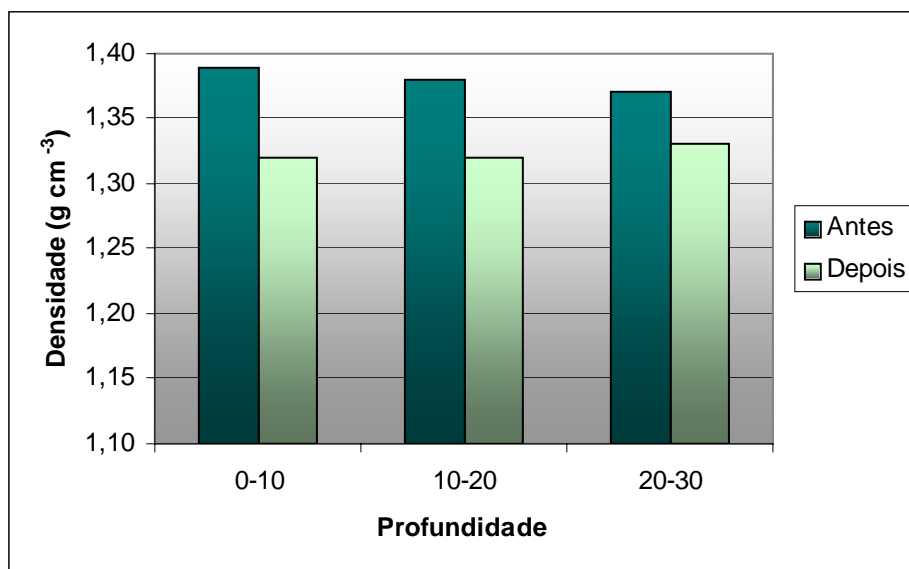


Figura 16. Densidade do solo em preparo reduzido antes da instalação dos tratamentos e depois da colheita do milho.

## 6.2 Análise multivariada

Os resultados da análise de Componentes Principais são apresentados no Quadro 76, que contém os coeficientes de correlação entre as 12 variáveis estudadas e os dois componentes principais (Y1 e Y2) calculados a partir delas.

Apesar dos sinais positivos e negativos estarem ligados a forma de calcular os vetores da matriz de covariância e, portanto, podendo ser invertidos sem prejuízo das conclusões, manteve-se neste estudo os sinais conforme obtidos.

Quadro 76. Correlação entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Porcentagem de informação contida nas 17 variáveis e retida em cada componente principal.

<b>Componentes de produção</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>
População inicial	-0,248072	0,372114
População final	-0,266409	0,330376
Índice de espiga	0,326398	-0,122448
Plantas quebradas	-0,240189	-0,145191
Diâmetro do colmo	0,322625	0,180503
Altura de plantas	0,284562	0,075246
Altura da espiga	0,281712	0,010585
Produtividade	0,115718	0,450128
Índice de colheita	-0,179966	-0,285448
Peso de mil grãos	0,263078	-0,073305
Comprimento da espiga	0,335068	0,180126
Diâmetro da espiga	-0,025943	-0,153842
Nº de filas de grãos por espiga	-0,136259	-0,343569
Nº de grãos por espiga	0,166633	0,148684
Teor de nitrogênio nas folhas	0,238758	-0,102530
Teor de fósforo nas folhas	-0,284826	0,087813
Teor de potássio nas folhas	-0,162604	0,417135
<b>% Informação total</b>	<b>43,65</b>	<b>17,44</b>
<b>% Informação acumulada</b>	<b>43,65</b>	<b>61,09</b>

O primeiro componente principal (Y1) reteve 43,65% da informação total contida no conjunto das 17 variáveis. O segundo componente principal (Y2) reteve outros 17,44%, resultando num total de 61,09%.

Dessa forma, considerando o primeiro componente principal Y1, as variáveis de maior contribuição, correlacionadas positivamente com ele, foram diâmetro do colmo, índice de espiga e comprimento da espiga, enquanto que as correlacionadas mais negativamente foram teor de fósforo na folha, população final e população inicial.

Quanto ao segundo componente principal Y2, as variáveis de maior contribuição correlacionadas positivamente foram a produtividade de grãos e o teor de potássio nas folhas, enquanto que as correlacionadas mais negativamente foram número de filar de grãos por espiga, índice de colheita e diâmetro da espiga.

A Figura 17 foi construída com os pares ordenados dos componentes principais Y1 e Y2. Na representação gráfica sobre o plano cartesiano, verifica-se uma nítida distribuição dos doze tratamentos, formando três grupos distintos.

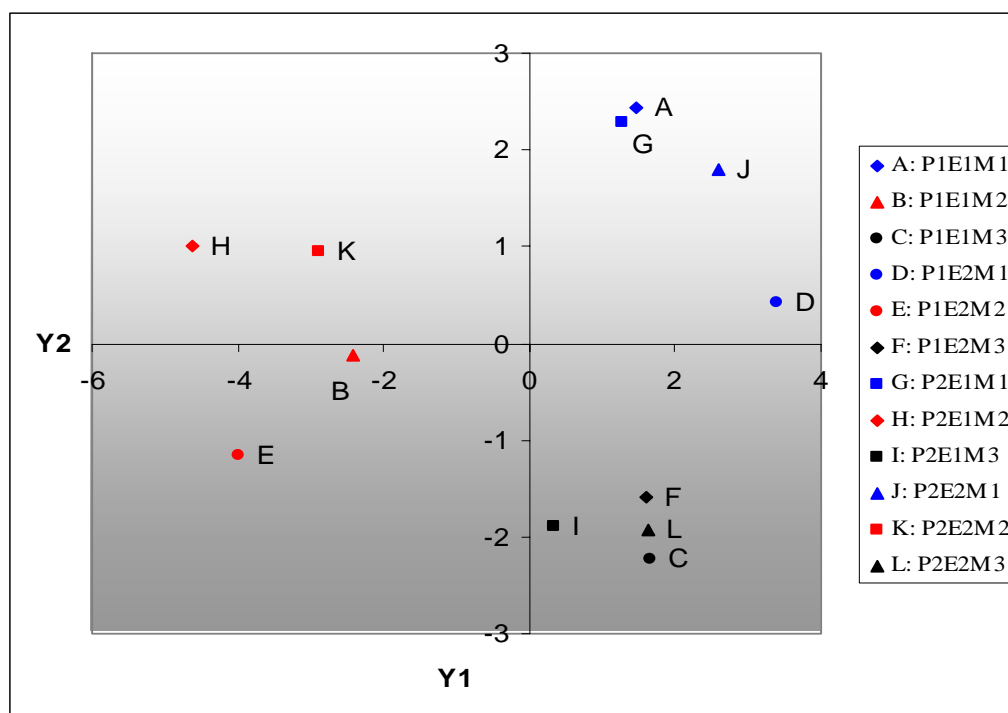


Figura 17. Ordenação dos 12 tratamentos utilizando-se os pares de valores dos componentes principais Y1 e Y2, obtidos na Análise de Componentes Principais, com indicação dos grupos formados, de acordo com a cor dos pontos, onde na legenda P1 representa o plantio direto, P2 preparo reduzido, E1 adubação na pré-semeadura, E2 adubação na semeadura, M1 DKB 333 B, M2 CO 32 e M3 AL Bandeirante.

O primeiro grupo é formado pelas letras A, G, J e D, ou seja, pelo material DKB 333 B. O segundo grupo é formado pelas letras I, F, L e C, ou seja, pelo material AL Bandeirante. O terceiro grupo é formado pelas letras K, H, B e E, ou seja, pelo material CO 32.

Portanto, de acordo com a Figura 17, pode-se constatar que os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação não influenciaram os componentes de produção da

cultura do milho, sendo as variações ocorridas para cada componente de responsabilidade exclusiva das diferenças genéticas existentes entre os três materiais, confirmando os resultados obtidos na análise univariada das subsubparcelas.

Considerando o dendrograma estabelecido pela Análise de Agrupamentos (Figura 18) evidenciou-se também a formação de três grupos principais, sendo o primeiro composto pelo material DKB 333 B, o segundo pelo AL Bandeirante e o terceiro pelo CO 32. Mais uma vez os sistemas de manejo do solo e as épocas de adubação não interferiram na formação dos grupos, ficando comprovado que as diferenças obtidas entre os tratamentos estudados foram devido a fatores genéticos.

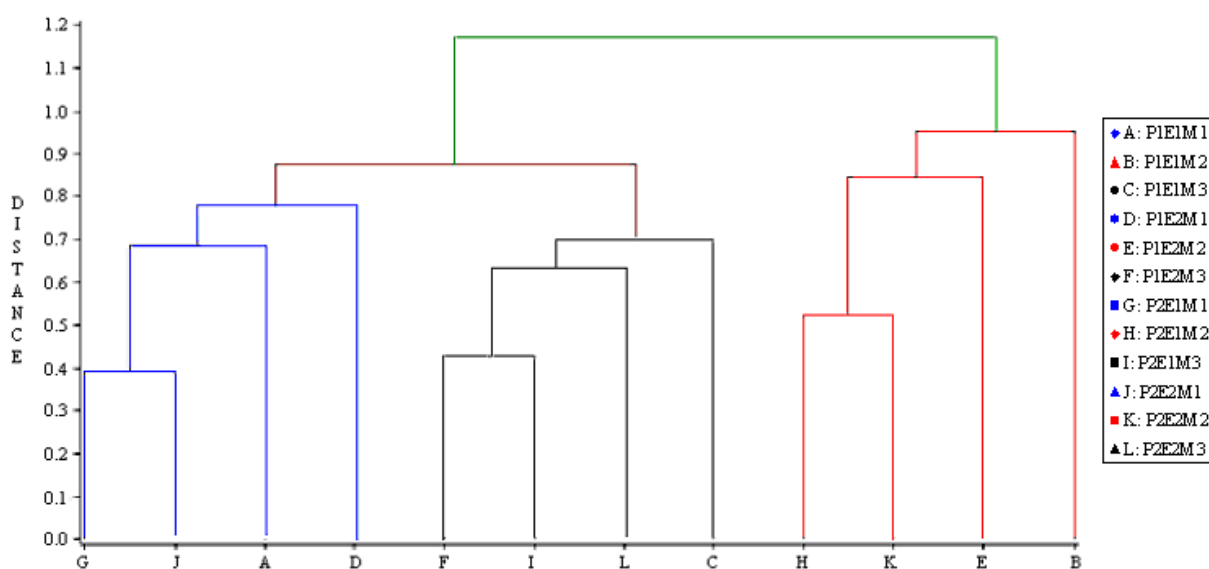


Figura 18. Dendrograma resultante da Análise de Agrupamento dos 12 tratamentos, utilizando-se a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade e o algoritmo UPGMA, com indicação dos grupos formados, de acordo com a cor dos ramos, onde na legenda P1 representa o plantio direto, P2 preparo reduzido, E1 adubação na pré-semeadura, E2 adubação na semeadura, M1 DKB 333 B, M2 CO 32 e M3 AL Bandeirante.

## 7 CONCLUSÕES

Os resultados experimentais obtidos permitiram concluir que:

- A nabiça é capaz de fornecer boa quantidade de massa seca, concretizando sua viabilidade para produção de cobertura vegetal no solo durante o inverno, sendo a produtividade média de grãos de milho obtida sobre solo com cobertura vegetal de nabiça de  $9.678 \text{ kg ha}^{-1}$ .

- Os sistemas de preparo de solo não influenciaram nos componentes de produção da cultura do milho e na densidade do solo;

- As épocas de adubação não influenciaram na: população inicial, população final, índice de espiga, plantas quebradas, diâmetro do colmo, altura da planta, produtividade, massa seca das plantas de milho, índice de colheita, peso de mil grãos, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de filas por espiga, número de grãos por espiga e os teores fósforo e potássio nas folhas de milho; e influenciaram na: altura da espiga e teor de nitrogênio nas folhas, apresentando maiores valores para estes dois parâmetros na adubação de semeadura;

- A adubação realizada no momento da semeadura resultou em maior produtividade média de grãos em relação à adubação feita na pré-semeadura, entretanto não se constatou diferença estatística entre ambas;

- As diferenças observadas dos componentes de produção entre os materiais de milho foram devido a fatores genéticos;

- O DKB 333 B foi o material de milho com maior produtividade de grãos em ambos sistemas de manejo e épocas de adubação.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

AMADO, T. J. C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 1997. 201 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189, 2000.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1085-1096, 2003.



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 soil tillage implements. In:\_\_\_\_. **ASAE standards 1995**: standards engineering practices data. San. Joseph, 1995. p. 245-256.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage implements. In:\_\_\_\_. **ASAE standards 1997**: standards engineering practices data. San. Joseph, 1997. p. 254-275.

BACCHI, O.; LEITÃO FILHO, H. de F.; ARANHA, C. **Plantas invasoras de culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984. v. 3, p.657-659.

BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, E. F.; RALISCH, R. Desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) submetido a três sistemas de manejo em um Latossolo Roxo eutrófico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos...** Goiânia : ABMS, 1994. p. 221.

BALLOTA, E. L.; ANDRADE, D. S.; COLOZZI FILHO, A. Avaliações microbiológicas em sistemas de preparo do solo e sucessão de culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1996. Ponta Grossa. **Resumos expandidos...** Ponta Grossa: IAPAR, 1996, v. 1, p. 9-11.

BARTZ, H. R. **Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistemas de produção sob plantio direto**. Disponível em: <<http://www.rau.edu.uy/agro/uepp/siembra6.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2003.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUCK, J.; PAVINATO, A. Sistemas de manejo do solo e seus efeitos sobre o rendimento de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 23-28, 1998.

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

BENEZ, S. H. **Efeito dos tipos de preparo de solo, cultivos e calagem na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1980. 130 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1980.

BENEZ, S. H. Semeadura direta e seus efeitos nas produções de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília: Editerra, 1983. p. 1425-1438.

BENEZ, S. H.; GAMERO, C.A. Estudo da densidade aparente na semeadura direta na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília: Editerra, 1983. p. 1457-1467.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

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

BOLLER, W.; KLEIN, V. A.; DALLMEYER, A. U. Semeadura de milho em solo sobre preparo reduzido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 123-130, 1998.

BORKERT, C. M. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.

BORTOLINI, C.G. et al. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1101-1106, 2001.

BRUNETTO, G. et al. Estimativa da ciclagem de potássio de um argissolo vermelho sob plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Resumos expandidos...** Santa Maria, 2000.

BUKHARI, S. et al. Effect of disk and till angle on field capacity and power requirements of mounted plow. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, Tóquio, v. 23, p. 9-13, 1992.

CABEZAS, W. A. R., et al. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1005-1013, 2004

CAIRES, E. F. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto: experiências no Estado do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2000, Santa Maria. Fertbio 2000. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 1 CD-ROM.

CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 1992, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: AEA; COAMO, 1993. p. 104-116.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Teste de uma equação simples para estimativa da evapotranspiração potencial baseada na radiação solar extraterrestre e na temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 1984, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 229-242, 1984.

CAMARGO, O. A.; ALEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 94 p.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ FILHO, J. **Uso de adubos verdes como cobertura do solo**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2000. 20 p. (Boletim de Pesquisa, 11).

CARVALHO, M. A. C. de et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental Presidente Médici. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas**. UNESP Botucatu, n. 1, p. 1-95, 1983.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41 p.

CASTRO, O. M. Avaliação de sistemas de manejo do solo. In: SILVEIRA, G.M. **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Jundiaí: Fundação Cargill, 1990. p. 35-38.

CANTARELLA, H. et al. Antecipação de N em milho em sistema de plantio direto usando <sup>15</sup>N-uréia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. Ribeirão Preto. Resumos... Botucatu: UNESP, 2003. 1 CD ROM.

CATTELAN, A. J., VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileiro Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 125-132, 1990.

CENTRO de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto de Pesquisa Espaciais do Ministério da Ciência e Tecnologia / Brasil (CPTEC/INPE). **El Niño e La Niña**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/enos/>>. Acesso em: 25/08/2003.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNANDES, F. M. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 267-270, 1985.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Sistemas de preparo de solos de cerrado: efeito nas propriedades físicas e na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 315-324, 1992.

CERETTA, C. A. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto:sucessão aveia/milho. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2. 1998, Ijuí. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998, p. 49-62.

CERETTA, C. A. et al. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002.

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

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 53-60, 2001.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Rendimento de milho no Brasil: Chegamos ao Máximo. In: SIMPÓSIO DE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 3., 2002, Piracicaba. **Trabalho apresentado...** Piracicaba: ESALQ, 2002, 32 p.

CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasília, DF). **Comparativo da área, produção e produtividade:** safra 2003/2004. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em: 23 ago. 2004.

COORDENADORIA de Assistência Técnica Integral (CATI). Milho AL Bandeirante. Disponível em: <[www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br)>. Acesso em: 01/03/2005.

CRUZ, J. C. et al. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. In: Plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo horizonte: EPAMIG, v. 22, p. 13-24, 2001.

CURY, B. Porque fazer plantio direto. In: **Guia para plantio direto**, 2000. Ponta Grossa: Federação de Plantio Direto na Palha. 2000. p. 9-15.

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 DO 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. 127-123.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 761-773, 1985.

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. 272 p.

DICK, W. A. et al. Continuous application of no-tillage to Ohio soils. **Agronomy Journal**, v. 83, n. 1, p. 65-73. 1991.

DUARTE, J. O. Importância econômica do milho. Embrapa Milho e Sorgo, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/importancia.htm>>. Acesso em: 25 ago 2003.

EDWARDS, J. H.; THURLOW, D. L.; EASON, J. T. Influence of tillage and crop rotation on yield of corn, soybeans and wheat. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 76-80, 1988.

EHLERS, E. Plantio direto e sustentabilidade no meio rural. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio direto na palha, 2000. p. 69.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 259-267, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Parte 1, “não pág.”.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412 p.

ERNANI, P. R.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 897-904, 2001.

FAGERIA, N. K.; SANTANA, E. P.; MORAIS, O. P. de. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro favorecido à fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 9, p. 1155-1161, 1995.

FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.

FERNANDES, L. A. et al. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1691-1698, 1999.

FIGUEIREDO, P. R. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Otimização do desempenho de uma máquina de preparo mínimo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 3, p. 325-327.

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO. 1999, Passo Fundo. **Resumos de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p. 39-55.

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 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

GAMERO, C. A. **Efeitos do tipo de preparo sobre características do solo e da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1985. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

GAMERO, C. A. **Enxada rotativa: desempenho em função do tipo de lâmina, do número de pares de lâminas por flange, da rotação do rotor e da velocidade de deslocamento**. 1991. 227 f. Tese (Livre Docência). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

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

GIACOMINI, S. J. et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003a.

GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003b.

GRANDI, L. A. preparo do solo. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 191, p. 5-6, 1998.

GREGO, C. R.; BENEZ, S. H. Cobertura vegetal espontânea e produtividade da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), através do preparo do solo e manejo da cobertura. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 29-38, 1999.

HÅKANSON, I. Soil tillage for crop production and for protection of soil and environmental quality: a scandinavian viewpoint. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 30, p. 109-124, 1994.

HEINRICHS, R. et al. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-340, 2001.

HERBES, M. G. et al. Adubação nitrogenada para as culturas de aveia preta e milho, no sistema plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Resumos expandidos...** Santa Maria, 2000.

HERNANI, L. C. Manejo e conservação de recursos naturais da região Oeste do Brasil. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Milho: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA, CPAO, 1997. p. 39-67. (Circular Técnica, 5).

HERNANI, L. C., SALTON, J. C. Manejo e conservação de solos. In: EMBRAPA. **Milho: informações técnicas**. Dourados: Embrapa – CPAO, 1997. p. 39-67.

HOLANDA, F. S. R. et al. Influence of crop rotations and tillage systems on phosphorus and potassium stratification and root distribution in the soil profile. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 29, n. 15/16, p. 2383-2394, 1998.

JANSSEN, B. H. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. **Plant Soil**, v. 181, p. 39-45, 1996.

JONES, J. N. et al. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, v. 50, p. 17-20, 1968.



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

KLUTHCOUSKI, J. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, p. 341-343, 1981

LAURENTIS, C. S. **Manejo da adubação fosfatada e potássica para o milho (*Zea mays L.*) em rotação com coberturas verdes de inverno**. 2000. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LAZZAROTTO, C. et al. Épocas de semeadura e zoneamento agrícola. In: EMBRAPA. **Milho: informações técnicas**. Dourados: Embrapa – CPAO, 1997. p. 86-100.

MACHADO, J. A. **Efeito dos sistemas de cultivo reduzido e convencional na alteração de algumas propriedades físicas e químicas do solo**. 1976. 129 f. Tese (livre-docência) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria – RS, Santa Maria, 1976.

MAGLEBY, R. S.; SCHERTZ, D. L. Conservation tillage chalks up steady gains. **Agricultural Engineering**, v. 67, p. 14-16, 1988.

MAI, M. E. M. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 125-131, 2003.

MARIA, I. C.; CASTRO, O. M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um latossolo roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 471-477, 1993.

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. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 674 p.

MARTINS, D. **Classificação climática de Botucatu**. Botucatu: Departamento de Ciências Ambientais - Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, 2003. 1 p.

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

MELLO, L. M. M. **Efeito de diferentes sistemas de preparo de solo na cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) e sobre algumas propriedades de um latossolo vermelho escuro de cerrado**. Botucatu, 1988. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

MERTEN, G. H.; MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em latossolo roxo sob dois sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 369-374, 1991.

MODEL, N. S.; ANGHINONI, I. Resposta do milho a modos de aplicação de adubos e técnicas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 55-59, 1992.

MOODY, J. E.; SHER, G. M.; JONES JUNIOR, J. N. Growing corn without tillage. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 6, p. 516-517, 1961.

MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, p. 95-102, 1983.

MUZILLI, O.; BORGES, G. O.; MIRANDA, M. Síntese das questões de como viabilizar a sustentabilidade da agricultura tendo o plantio direto como carro chefe. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. (ed). **Plantio direto**: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: Instituto Agrônomico do Paraná (IAPAR), 1997. p. 48-50.

NASCIMENTO, J. L. et. Al. Efeito do sistema de cultivo na produção de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, IAPAR, 1996. p. 202.

OLIVEIRA, E. F. de; BAIRRÃO, J. F. M.; CARRARO, I. M., Efeito dos sistemas de preparo do solo sobre algumas características físicas e rendimentos de grãos de soja e milho. In: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. **Resultados da pesquisa na safra de verão 1987/88**. Cascavel: OCEPAR, 1989. p. 233-237.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las maquinas agricolas y su aplicación**. Madrid Mund-Prensa, 1980. 490 p.

PACE, L. **Adubação nitrogenada na cultura do milho em sucessão a espécies de cobertura do solo**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em agronomia / Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

PANAZOLLO, A. L.; MULLER, A. G.; UHDE, L. T. Efeito do preparo do solo e semeadura realizado em diferentes teores de umidade sobre o estado do meio e sua interação com o rendimento do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, IAPAR, 1996. p. 143.

PARRA, M. S. **Dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes num Latossolo Roxo distrófico submetido aos sistemas de plantio convencional e direto e a diferentes sucessões de culturas**. 1986. 94 f. Tese (Mestrado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

PAULETTI, V.; COSTA, L. C. Época de aplicação de nitrogênio no milho cultivado em sucessão à aveia preta no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 599-603, 2000.

PAULETTI, V. et al. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 491-495, 2003.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1779-1784, 2004.

PEREIRA, P. G. P. **Influência energética entre três sistemas de preparo de solo em diferentes épocas na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2000. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PERTICARRARI, J. G.; IDE, B. Y. Cultivo mínimo. In: SEMINÁRIOS DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988. Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: COPERSUCAR, 1988. p. 43.

POLLI, H. de; CHADA, S. S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 287-293, 1989.

PONTES, J. R. V. **Manejo da vegetação espontânea, desempenho dos equipamentos e efeitos na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

PORTELLA, J. A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. Máquinas e implementos para plantio direto. In: EMBRAPA / Centro nacional de Pesquisa de Trigo. Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa / FECOTRIGO, Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 29-36.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M. de; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82. 2001.

PÖTTKER, D.; ROMAN, E. S. Efeito de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 763-770, 1994.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Antecipação da aplicação de nitrogênio em milho. In: EMBRAPA Trigo: **Pesquisa em andamento on line**, n.1, 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_pa01.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_pa01.htm)>. Acesso em: 29 ago. 2003.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Efeito da época e do modo de aplicação de nitrogênio na cultura do milho cultivado sob sistema plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2002 (Fertbio 2002), Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 1 CD-ROM.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, 2004.

QUEMADA, M.; CABRERA, M. L. Carbon and nitrogen mineralized from leaves and stems of four cover crop residues. **Soil Science Society of America Journal**, v. 59, p. 471-477, 1995.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588 p.

RANELLS, N. N.; WAGGER, M. G. Nitrogen-15 recovery and release by rye and crimson clover cover crops. *Agronomy Journal*, v. 61, p. 943-948, 1997.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAIJ, B. V. et al. Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, Fundação IAC, 2001. 285 p.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 151-160, 2001.

ROS, C. O. da et al. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 799-804, 2003.

ROSSATO, O. B. et al. Adubação nitrogenada na aveia preta como cultura de cobertura na depressão central gaúcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. Ribeirão Preto. Resumos... Botucatu: UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SÁ, J.C. de M. Plantio direto: transformações e benefícios ao agroecossistema. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. Anais... Castro: Fundação ABC, 1995. p. 9-20.

SÁ, J. C. M. **Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 23 p.

SÁ, J. C. M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NA UFV, 1., 1998, Viçosa. **Resumo das palestras...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 19-61.

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O. et al. (eds.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas.** Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p. 267-319.

SALET, R. L. et al. Porque a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p. 217.

SALTON, J. C. Alternativas para produzir palha no Mato Grosso do Sul. In: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo / Embrapa, Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa/FECOTRIGO, Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 159-162.

SANTOS, H. P. dos et al. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 545-552, 2003.

SANTOS, H. P. dos; SIQUEIRA, O. J. W. Plantio direto e rotação de culturas para cevada: efeitos sobre fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 163-169, 1996.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O. Estudo da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 407-414, 1996.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 477-486, 2003.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; LHAMBY, J. C. B. Plantio direto *versus* convencional: efeitos na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 449-454, 1995.

STEFANELO, H. R.; UHDE, L. T.; MULLER, A. G. |Influência de diferentes sistemas de manejo do solo após o pastejo animal sobre a estrutura do solo e sua interação com o rendimento do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, IAPAR, 1996. p. 142.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Variabilidade vertical de fósforo e potássio disponíveis e profundidade de amostragem do solo no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 611-617, 2000.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. 1 ed. Porto Alegre: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 1978. 83 p.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. 2 ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 124 p.

SHEAR, G. M.; MOSCHER, W. W. Continuous corn by the no tillage and continue tillage methods a six-year comparison. **Agronomy Journal**, Madison, v. 58, n. 1, p. 147-148, 1969.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v. 9, p. 249-254, 1985.

SILVA, A. R. B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo**. 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, A. R. B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo e espaçamentos entre fileiras**. 2003. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p. 253-260, 2001.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 240-244, 2003.

SILVEIRA P. M. da et al. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2057-2064, 2000.

SIQUEIRA, N. S.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo e propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 1996, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Instituto Agrônomo do Paraná, 1996. p. 114-115.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. 1999. 191 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 885-896, 2000.

SPEHAR, C. R. et al. Amaranço BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 659-663, 2003.

STURNY, W. G. Bodenbearbeitung. **Die Grüne**, v. 115, n. 46, p. 13-24, 1987.

TEIXEIRA, M. R. O.; ARIAS, E. R. A.; MUNIZ, J. A. Cultivares. In: EMBRAPA. **Milho**: informações técnicas. Dourados: Embrapa – CPAO. 1997. p. 101-107.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

TOKURA, A. M. et al. Formas de fósforo em solo sob plantio direto em razão da profundidade e tempo de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1467-1476, 2002.



TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura de trevo, na rotação aveia+trevo sobre milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 2, p. 105-111, 1991.

UHDE, L. T.; COGO, N. P.; TREIN, C. R. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 3, p. 493-501, 1996.

VIEIRA, S. R. et al. Umidade e temperatura da camada superficial do solo em função da cobertura morta por resteva de soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 219-224, 1991.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 105-120.

WENDT, V. **Efeito da adubação verde de inverno associada a três doses de NPK, na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em dois sistemas de semeadura**. 1998. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

WOLSCHICK, D. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho no sistema plantio direto em ano com precipitação pluvial normal e com "El Niño". **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 3, p. 461-468, 2003.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? Piracicaba: POTAFOS. **Informações Agrônômicas**, n. 91, p. 1-5, 2000.

YANO, E. H., MELLO, L. M. M., TAKAHASHI, C. M. Cobertura do solo em cultivo mínimo e plantio direto no verão sobre resteva de culturas de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Trabalhos apresentados...** Foz do Iguaçu: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

YENISH, J. P.; WORSHAM, A. D.; YORK, A. C. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 10, p. 815-821, 1996.

ZAGATTO, A. O plantio direto no Brasil. **Correio Agrícola**, São Paulo, 1983, p. 558-564.