

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

**DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA ANTECESSORA E DO MILHO EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

FLÁVIA MEINICKE NASCIMENTO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia - Área de Concentração em Energia
na Agricultura

BOTUCATU-SP
Janeiro - 2008

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

**DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA ANTECESSORA E DO MILHO EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

FLÁVIA MEINICKE NASCIMENTO

Prof. Dr. Sílvio José Bicudo

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia - Área de Concentração em Energia
na Agricultura

BOTUCATU-SP
Janeiro - 2008

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

Nascimento, Flávia Meinicke, 1980-
N244d Doses de nitrogênio na cultura antecessora e do milho
em sistema de plantio direto / Flávia Meinicke Nascimento.
- Botucatu : [s.n.], 2008.
xvii, 113 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Sílvio José Bicudo
Inclui bibliografia

1. Fertilizantes nitrogenados. 2. Milho. 3. Aveia. I. Bi-
cudo, Sílvio José. II. Universidade Estadual Paulista "Jú-
lio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de
Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

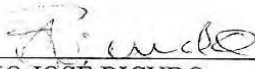
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA ANTECESSORA E DO
MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO"

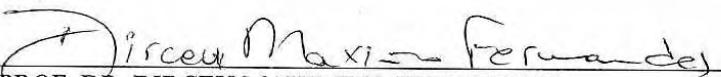
ALUNA: FLÁVIA MEINICKE NASCIMENTO

ORIENTADOR: PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO



PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF. DR. FLÁVIO SÉRGIO AFFÉRRI

Data da Realização: 31 de janeiro de 2008.

*À minha mãe Edelweiss Meinicke Nascimento e ao
meu pai Hil José de Ávila Nascimento,
pelo amor, incentivo, carinho, compreensão e paciência
em todos os momentos de minha vida.*

DEDICO

Aos meus irmãos Mônica, Érika e Luís Edmundo
e também a todos os meus familiares

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sílvio José Bicudo, pela orientação, oportunidade, valiosa contribuição em minha vida acadêmica, amizade e compreensão durante todo meu curso de graduação e mestrado.

Ao Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes, pela valorosa participação neste trabalho, dúvidas e sugestões.

Aos Professores Zacarias Xavier de Barros e Marco Antonio Martin Biaggioni, do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura.

Ao Prof. Dr. Ângelo Catâneo, pela importante ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférri, pela participação na banca examinadora.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural em especial Pedro Alves, Maury Torres da Silva e Silvio Sabatini Simonetti Scolastici, pela ajuda e amizade.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura Rosangela Cristina Moreci, pela gentileza em minhas solicitações.

Aos funcionários das Fazendas de Ensino Pesquisa e Produção, em especial Mário de Oliveira Munhoz.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal-Agricultura, pela ajuda na condução da parte de campo dos experimentos.

Às secretárias da seção de Pós-Graduação Marlene, Marilena, Jaqueline e Katia.

A todos os funcionários da biblioteca, pela ajuda e respeito em todas as vezes em que fui atendida.

Aos funcionários do Departamento de Recursos Naturais-Ciência do Solo, pelas análises laboratoriais.

A CAPES (Coordenadoria de Apoio a Pesquisa em Ensino Superior), pela Bolsa de Estudos concedida.

Aos amigos Mariléia Barros Furtado, José Guilherme Lança Rodrigues, Jairo Costa Fernandes e Ana Paula Barbosa.

Ao meu primo Guilherme Nascimento, pela ajuda no idioma inglês.

Aos Professores Wilson Badiali Crocomo e Antonio Carlos Maringoni do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas.

E a todos aqueles que de uma forma ou de outra colaboraram na execução deste trabalho

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XIV
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Adubação nitrogenada na cultura do milho.....	7
4.2 Nitrogênio no solo.....	10
4.3 Importância da cobertura morta.....	12
4.4 Sistema Plantio Direto.....	15
4.5 A cultura do milho no Sistema Plantio Direto.....	16
4.6 Cultura da aveia.....	18
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.1 Localização e características edafoclimáticas da área experimental.....	21
5.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	23
5.3 Instalação e condução dos experimentos.....	24
5.4 Avaliações realizadas.....	27
5.4.1 Antes da instalação dos experimentos.....	27
5.4.1.1 Análise química do solo.....	27
5.4.1.2 Quantificação de palhada sobre o solo.....	28
5.4.2 Na cultura da aveia.....	28
5.4.2.1 Massa de matéria seca da aveia e relação C/N.....	28
5.4.3 Na cultura do milho.....	28
5.4.3.1 Quantificação e qualificação da palhada.....	28
5.4.3.2 Análises de nitrogênio nas plantas de milho.....	29
5.4.3.3 Massa de matéria seca das plantas de milho.....	29
5.4.3.4 Diagnose foliar.....	29
5.4.3.5 Altura de plantas.....	30

5.4.3.6 Altura de inserção da espiga.....	30
5.4.3.7 Diâmetro do colmo.....	30
5.4.3.8 Índice de espigas.....	30
5.4.3.9 Componentes da Produção.....	30
5.4.3.9.1 Número de fileiras por espiga.....	30
5.4.3.9.2 Massa de 1000 grãos.....	31
5.4.3.10 Produtividade.....	31
5.5 Análise estatística.....	31
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
6.1 Experimento nº1: soja/aveia/milho.....	33
6.1.1 Massa de matéria seca no 2º corte da aveia e relação C/N.....	33
6.1.2 Massa de matéria seca da palhada sobre o solo e relação C/N na semeadura do milho e aos 95 DAS.....	35
6.1.3 Massa de matéria seca e teor de N na 1ª coleta de plantas de milho aos 18 DAS.....	39
6.1.4 Massa de matéria seca e teor de N na 2ª coleta de plantas de milho aos 49 DAS.....	40
6.1.5 Altura de plantas de milho.....	43
6.1.6 Altura de inserção da espiga.....	45
6.1.7 Diâmetro do colmo.....	47
6.1.8 Índice de espigas.....	48
6.1.9 Número de fileiras por espiga.....	50
6.1.10 Massa de 1000 grãos e produtividade.....	51
6.1.11 Diagnose foliar das plantas de milho.....	53
6.1.11.1 Nitrogênio e fósforo.....	53
6.1.11.2 Potássio, cálcio e magnésio.....	56
6.1.11.3 Enxofre.....	58
6.1.11.4 Boro.....	59
6.1.11.5 Cobre.....	60
6.1.11.6 Ferro.....	62

6.1.11.7 Manganês e zinco.....	63
6.2 Experimento nº2:milho/aveia/milho.....	65
6.2.1 Massa de matéria seca no corte da aveia e relação C/N.....	65
6.2.2 Massa de matéria seca da palhada sobre o solo e relação C/N aos 96 DAS.....	66
6.2.3 Massa de matéria seca e teor de N na 1ª coleta de plantas de milho aos 18 DAS.....	70
6.2.4 Massa de matéria seca e teor de N na 2ª coleta de plantas de milho aos 53 DAS.....	71
6.2.5 Altura de plantas de milho.....	73
6.2.6 Altura de inserção da espiga.....	75
6.2.7 Diâmetro do colmo.....	76
6.2.8 Índice de espigas.....	77
6.2.9 Número de fileiras.....	79
6.2.10 Massa de 1000 grãos.....	80
6.2.11 Produtividade.....	81
6.2.12 Diagnose foliar das plantas de milho.....	83
6.2.12.1 Nitrogênio.....	83
6.2.12.2 Fósforo.....	86
6.2.12.3 Potássio.....	88
6.2.12.4 Cálcio.....	90
6.2.12.5 Magnésio.....	91
6.2.12.6 Enxofre e Boro.....	92
6.2.12.7 Cobre.....	94
6.2.12.8 Ferro.....	95
6.2.12.9 Manganês.....	96
6.2.12.10 Zinco.....	97
6.3 Considerações Finais.....	98
7 CONCLUSÃO.....	100
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 1. Resultados das análises de solo das áreas onde foram instalados os experimentos.....	24
Tabela 2. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento nº1, soja/aveia/milho.....	26
Tabela 3. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento nº2, milho/aveia/milho.....	27
Tabela 4. Esquema da análise de variância para os experimentos em função da aplicação das doses de nitrogênio no milho e na aveia.....	32
Tabela 5. Massa de matéria seca no 2º corte da aveia (kg ha^{-1}) e relação C/N em função das doses de N aplicadas na aveia.....	34
Tabela 6. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) e relação C/N na semeadura do milho e aos 95 DAS.....	36
Tabela 7. Massa de matéria seca da palhada aos 95 DAS (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	37
Tabela 8. Relação C/N da palhada aos 95 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	37
Tabela 9. Massa de matéria seca (g) e teor de N (g kg^{-1}) na 1ª coleta de plantas de milho, aos 18 DAS , em função das doses de N aplicadas na aveia.....	39
Tabela 10. Massa de matéria seca (g) e teor de N (g kg^{-1}) na 2ª coleta de plantas de milho, aos 49 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	40
Tabela 11. Massa de matéria seca na segunda coleta plantas de milho (g), aos 49 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	41
Tabela 12. Teor de N na segunda coleta de plantas de milho (g kg^{-1}), aos 49 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	41

Tabela 13. Altura de plantas (m), inserção da espiga (m), diâmetro do colmo (mm), índice de espigas, número de fileiras , massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	44
Tabela 14. Altura de plantas de milho (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	45
Tabela 15. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	46
Tabela 16. Diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	47
Tabela 17. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	49
Tabela 18. Número de fileiras em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho...	50
Tabela 19. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	52
Tabela 20. Produtividade do milho (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	52
Tabela 21. Teores N, P, K, Ca, Mg, S (g kg^{-1}) na folha diagnose em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	54
Tabela 22. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg^{-1}) na folha diagnose em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	55
Tabela 23. Nitrogênio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	55
Tabela 24. Fósforo na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	56
Tabela 25. Potássio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	57
Tabela 26. Cálcio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	57
Tabela 27. Magnésio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	58

Tabela 28. Enxofre na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	59
Tabela 29. Boro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	60
Tabela 30. Cobre na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	61
Tabela 31. Ferro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	62
Tabela 32. Manganês na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	64
Tabela 33. Zinco na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	64
Tabela 34. Massa de matéria seca no corte da aveia (kg ha^{-1}) e relação C/N em função das doses de N aplicadas na aveia.....	65
Tabela 35. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) e relação C/N aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	67
Tabela 36. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	67
Tabela 37. Relação C/N da palhada aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	68
Tabela 38. Massa de matéria seca na 1ª coleta de plantas de milho (g) e teor de N (g kg^{-1}), aos 18 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia.....	70
Tabela 39. Massa de matéria seca na 2ª coleta de plantas de milho (g) e teor de N (g kg^{-1}), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	72
Tabela 40. Massa de matéria seca na 2ª coleta de plantas de milho (g), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	72
Tabela 41. Teor de N na segunda coleta de plantas de milho (g kg^{-1}), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	73

Tabela 42. Altura de plantas de milho (m), inserção da espiga (m), diâmetro do colmo (mm), índice de espigas, número de fileiras , massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	74
Tabela 43. Altura de plantas de milho (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	75
Tabela 44. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	76
Tabela 45. Diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	77
Tabela 46. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	78
Tabela 47. Número de fileiras em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho...	79
Tabela 48. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	80
Tabela 49. Produtividade do milho (kg ha ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	81
Tabela 50. Teores N, P, K, Ca, Mg, S na folha diagnose (g kg ⁻¹), em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	83
Tabela 51. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na folha diagnose (mg kg ⁻¹), em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	84
Tabela 52. Nitrogênio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	84
Tabela 53. Fósforo na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	86
Tabela 54. Potássio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	88
Tabela 55. Cálcio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	90
Tabela 56. Magnésio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	91

Tabela 57. Enxofre na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	92
Tabela 58. Boro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	93
Tabela 59. Cobre na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	94
Tabela 60. Ferro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	95
Tabela 61. Manganês na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	96
Tabela 62. Zinco na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Acúmulo mensal da precipitação pluvial (mm mês^{-1}), registrada durante a condução dos experimentos, Botucatu/SP.....	22
Figura 2. Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) máxima, mínima e média mensais, registradas durante a condução dos experimentos, Botucatu/SP.....	22
Figura 3. Croqui da área experimental onde o primeiro algarismo identifica a parcela, a letra o bloco e o segundo algarismo a subparcela.....	24
Figura 4. Massa de matéria seca no 2º corte da aveia (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia.....	34
Figura 5. Massa de matéria seca da palhada na semeadura do milho (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia.....	37
Figura 6. Relação C/N da palhada aos 95 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha^{-1} e 80 kg ha^{-1} de N no milho.....	38
Figura 7. Teor de N nas plantas de milho (g kg^{-1}) na segunda coleta em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} de N na aveia.....	41
Figura 8. Altura de plantas (m) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	45
Figura 9. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	46
Figura 10. Médias do diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas no milho.....	48
Figura 11. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 40 kg ha^{-1} de N na aveia.....	49
Figura 12. Número de fileiras em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha^{-1} de N na aveia.....	51
Figura 13. Nitrogênio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} de N na aveia.....	56
Figura 14. Potássio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 e 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	58

Figura 15. Enxofre na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 40 kg ha^{-1} de N na aveia.....	59
Figura 16. Boro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha^{-1} de N na aveia.....	60
Figura 17. Cobre na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha^{-1} de N no milho.....	61
Figura 18. Cobre na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} e 40 kg ha^{-1} de N na aveia.....	62
Figura 19. Ferro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha^{-1} e 100 kg ha^{-1} de N no milho.....	63
Figura 20. Manganês na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} e 20 kg ha^{-1} de N na aveia.....	64
Figura 21. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60, 80 e 100 kg ha^{-1} de N no milho.....	68
Figura 22. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	69
Figura 23. Relação C/N da palhada aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha^{-1} de N no milho.....	69
Figura 24. Massa de matéria seca na 1ª coleta de plantas de milho (g), aos 18 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia.....	71
Figura 25. Teor de N na 2ª coleta de plantas de milho (g kg^{-1}), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} e 40 kg ha^{-1} de N na aveia.....	73
Figura 26. Médias da altura de plantas de milho (m) em função das doses de N aplicadas no milho.....	75
Figura 27. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} de N na aveia.....	76

Figura 28. Diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	77
Figura 29. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	78
Figura 30. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	79
Figura 31. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	80
Figura 32. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	81
Figura 33. Produtividade do milho (kg ha ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	82
Figura 34. Produtividade do milho (kg ha ⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	82
Figura 35. Nitrogênio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	85
Figura 36. Nitrogênio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha ⁻¹ e 40 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	85
Figura 37. Fósforo na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	87
Figura 38. Fósforo na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	87
Figura 39. Potássio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 80 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	89
Figura 40. Potássio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha ⁻¹ e 60 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	89
Figura 41. Cálcio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha ⁻¹ de N no milho.....	90
Figura 42. Magnésio na folha diagnose (g kg ⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha ⁻¹ de N na aveia.....	91

Figura 43. Enxofre na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha^{-1} de N no milho.....	93
Figura 44. Enxofre na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20; 40 e 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	94
Figura 45. Cobre na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 40 kg ha^{-1} e 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	95
Figura 46. Ferro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	96
Figura 47. Manganês na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha^{-1} de N na aveia.....	97
Figura 48. Zinco na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha^{-1} de N na aveia.....	98

1 RESUMO

O aumento do emprego do Sistema Plantio Direto, no Brasil, tem revelado de maneira inquestionável a necessidade do aprofundamento das pesquisas que avaliem os efeitos das culturas antecessoras sobre culturas de gramíneas anuais, particularmente na cultura do milho. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a resposta da cultura do milho em sucessão às culturas de soja + aveia e milho + aveia, havendo a antecipação da aplicação do nitrogênio na cultura da aveia, em doses crescentes, no Sistema Plantio Direto. Foram conduzidos dois experimentos em condições de campo em solo classificado como NITOSSOLO VERMELHO distroférico, na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu. No experimento nº1, foi realizada a seguinte sucessão de culturas: soja, aveia e milho; enquanto no experimento nº2, a sucessão de culturas foi: milho, aveia e milho. Nos dois experimentos foram consideradas parcelas as doses de nitrogênio aplicadas na cultura da aveia: 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹. As doses de nitrogênio aplicadas em cobertura na cultura do milho, foram consideradas subparcelas, variando nas seguintes doses: 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹, aplicados de forma parcelada em dois estádios da cultura do milho, a saber: 1ª aplicação no estádio de 3 a 4 folhas totalmente distendidas e a 2ª aplicação no estádio de 6 a 7 folhas totalmente distendidas. Na cultura da aveia foi avaliada a massa de matéria seca e calculada a relação C/N. Na cultura do milho foi calculada a relação C/N, quantificado o nitrogênio na planta antes da primeira cobertura e quinze dias após a aplicação da segunda cobertura, sendo nesta

época determinada a massa de matéria seca das plantas de milho. A diagnose foliar, macro e micronutrientes foi realizada quando do florescimento feminino. No final do ciclo foram medidas a altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo e calculado o índice de espigas. Após a colheita foi contado o número de fileiras por espiga, medida a massa de 1000 grãos e calculada a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados através do teste F. As equações de regressão e os coeficientes de determinação (R^2) tiveram sua significância testada ao nível de 5% de probabilidade e considerados significativos quando R^2 foi superior a 60%. Os experimentos foram analisados estatisticamente separados. Os modelos foram ajustados pelo teste t a 5% de probabilidade. A aplicação do nitrogênio na cultura antecessora, interfere de forma variável na cultura do milho, considerando as sucessões de culturas, as quantidades de massa de matéria seca presentes na superfície do solo, independente das doses aplicadas.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, milho, aveia

NITROGEN DOSES ON PREVIOUS WINTER CROP AND IN THE CORN CULTURE IN NO-TILLAGE SYSTEM. Botucatu, 2008. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FLÁVIA MEINICKE NASCIMENTO

Adviser: SÍLVIO JOSÉ BICUDO

2 SUMMARY

The growing use of no-tillage system, in Brazil, has unquestionably revealed the need of deeper investigation to assess the effects of preceding cultures on current annual grass cultures, specially the corn ones. The main goal of this current research is to evaluate the response of corn plantation in succession on cultures of soybean + black oat and corn + black oat, with the anticipation of nitrogen applications in the black oat culture, in increasing doses, in no-tillage system. Two experiments in field conditions in soils classified as NITOSSOLO VERMELHO distroférico were conducted, on Lageado Experimental Farm, at Faculdade de Ciências Agrônômicas of UNESP, Botucatu Campus. On experiment nº1, the succession was conducted as follows: soybean, black oat and corn, while on experiment nº2 the culture succession was: corn, black oat and corn. On both experiments, parcels of 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ of nitrogen doses were applied on the black oat cultures. In relation to the corn cultures, subparcels were considered, varying on the following doses: 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹. The latter were applied gradually in two stages of the corn culture, as follows: 1st application on the stage of 3 to 4 totally unfolded leaves and the 2nd application on the stage of 6 to 7 totally unfolded leaves. On the black oat culture, the dry matter mass was assessed and the relation C/N calculated. On the corn culture the relation of C/N was also calculated; the nitrogen in the plants was quantified before the first covering and 15 days after the second covering, when the dry matter mass in the corn plants were determined. The foliage diagnosis and macro and micronutrients diagnosis were conducted at the event of feminine flourishing.

At the end of the cycle, the plant and the first spike insertion heights and the stem diameter were measured and the spike indexes were calculated. After the harvest, the number of rows per spike was counted, the mass of 1000 grains was measured and the productivity was calculated. The data were submitted to the variance analysis and compared through the F test. The regression equations and the determination coefficients (R^2) had their significances tested at the level of 5% of probability; they were considered significant when R^2 was superior to 60%. The statistical analysis were conducted separately for each experiment. The models were adjusted by the t-test at 5% of probability. The application of nitrogen on preceding cultures interferes in a variable ways on the corn crops, when it comes to culture successions and quantities of dry matter mass presented on the soil surface, regardless of the applied doses.

Key words: nitrogen fertilization, corn, black oat

3 INTRODUÇÃO

A expansão do emprego do sistema Plantio Direto, no Brasil, tem revelado de maneira inquestionável a necessidade do aprofundamento das pesquisas que avaliem os efeitos das culturas antecessoras sobre culturas de gramíneas anuais, particularmente na cultura do milho.

A redução do custo de produção das culturas anuais possibilita a crescente capacidade de competir dos produtos agrícolas brasileiros, o que tem levado o setor a sucessivos recordes de produção e participação na pauta de exportação. A cada etapa do desenvolvimento torna-se necessário o refinamento das técnicas e tecnologias empregadas. O uso de adubos e corretivos correspondem a significativa porcentagem do custo de produção.

Existe grande preocupação com a necessidade do aumento das quantidades de adubos a serem utilizados, em especial o nitrogênio, nutriente que sofre grande influência do meio para sua disponibilização e permanência no solo agrícola.

A proteção da superfície do solo com resíduos vegetais é um dos meios mais efetivos para reduzir as perdas de solo por erosão devido à diminuição do impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, à redução no selamento dos poros, a diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada e do aumento na infiltração de água (MANNERING e MEYER, 1963; WISCHMEYER, 1973).

Os benefícios, na fertilidade do solo, decorrentes do cultivo de uma leguminosa, em rotação com um cereal são conhecidos. Atualmente o sistema mais conhecido nos Estados Unidos no cinturão do milho é a rotação com a soja. Estudos mostraram que as

exigências em fertilizantes nitrogenados, para rendimentos economicamente ótimos, são menores para o milho semeado após uma cultura de soja do que quando semeado após uma cultura de milho (PETERSON e VARVEL, 1989; AITA et al.,1994).

Sendo a adubação nitrogenada um dos principais fatores para a produção sustentada em solos dos trópicos, as recomendações para o uso eficiente devem incluir doses e práticas de manejo que maximizem a eficiência do uso do fertilizante nitrogenado e o controle do risco deste nutriente ao meio ambiente, o que requer estudos com vistas ao aprimoramento de técnicas que permitam uma recomendação da adubação nitrogenada mais adequada.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a resposta da cultura do milho à adição de níveis crescentes de nitrogênio aplicados na cultura antecessora, aveia e no milho em Sistema Plantio Direto.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Adubação nitrogenada na cultura do milho

A cultura do milho encontra-se entre as de maior potencial de produção de fitomassa por unidade de área. No entanto, para que possa atingir elevados rendimentos biológicos, o milho necessita ter as suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, visto que produtividades elevadas implicam grande extração de nutrientes (SANGOI e ALMEIDA, 1994).

O conhecimento dessas quantidades permite estimar as taxas que serão exportadas através da colheita dos grãos e as que poderão ser restituídas ao solo através dos restos culturais (BÜLL, 1993).

Segundo Carvalho et al.(2003), o N é um elemento essencial às plantas e sua carência é observada em quase todos os solos, consistindo o critério de identificação da deficiência no aparecimento de uma clorose generalizada das folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas, o que está relacionado com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila.

O N desempenha no milho, papel de destaque como constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes de proteínas. Como a formação dos grãos depende de proteínas na planta, a produção de milho está diretamente relacionada com o suprimento de N (ULLOA et al., 1982; YAMADA, 1997; BORTOLINI et al., 2002).

O nitrogênio é o elemento que mais frequentemente limita o rendimento de grãos de milho (MUZILLI e OLIVEIRA, 1982; LEMAIRE e GASTAL, 1997), mas também é o que proporciona as maiores respostas de rendimento de grãos da cultura. Neste sentido, Amado (1997) destaca o manejo de N como uma das práticas mais importantes para manter a sustentabilidade da produção de sistemas agrícolas.

A maior parte do N disponível às culturas provém da interação entre dois processos: a fertilização nitrogenada e a mineralização do N dos resíduos das culturas e do N da matéria orgânica do solo (SAMPAIO e SALCEDO, 1993). A principal fonte de N no solo é a matéria orgânica e a maioria dos solos agrícolas contém várias toneladas de N orgânico em seus perfis. No entanto, a maior parte deste N não está disponível para as plantas.

O manejo da adubação nitrogenada nas culturas vem sendo feito com base no teor de matéria orgânica do solo, no histórico da área e na sucessão de culturas. Entretanto, uma das principais limitações é a falta de características analíticas suficientemente confiáveis para estabelecer as quantidades de nitrogênio por aplicar e a premissa do comprometimento da eficiência da adubação nitrogenada, decorrente de perdas, principalmente por lixiviação de nitrato e volatilização da amônia (CERETTA, 2002).

Segundo Mar et al. (2003), para se obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado é importante determinar as épocas em que esse nutriente é mais exigido pelas plantas, permitindo assim, corrigir as deficiências que possam ocorrer no desenvolvimento da cultura. A eficiência da adubação nitrogenada é dependente de condições climáticas, tipo de solo, acidez, conteúdo de argila, cultivares, cultura antecessora, distribuição de chuvas, níveis de fertilização nitrogenada e sua interação com outros nutrientes (SIMS, 1998).

Silva et al. (2006) relata que, utilizando-se três espécies de culturas antecessoras à cultura do milho (aveia-preta, nabo forrageiro e ervilhaca peluda) e seis doses de nitrogênio em cobertura: 0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹, foi observado que sobre a aveia-preta e o nabo forrageiro, o milho respondeu positivamente à adubação nitrogenada, porém sobre este último, menores doses foram suficientes; entretanto, após ervilhaca peluda o milho não respondeu à adubação nitrogenada, obtendo-se neste tratamento produtividade maior do que após aveia-preta e nabo forrageiro.

Bortolini et al. (2001), estudaram sete sistemas de aplicação de N em milho que constaram de: 0-30-150, 150-30-0, 75-30-75, 0-30-60, 60-30-0, 30-30-30 e 0-30-0, correspondendo, respectivamente, às quantidades de N, kg ha⁻¹, aplicadas em pré-semeadura, no momento da dessecação da aveia-preta, na semeadura e em cobertura do milho. Com a antecipação da aplicação de N da cobertura para a época de pré-semeadura, o rendimento de grãos de milho foi menor em relação ao obtido com aplicação na época convencional, principalmente sob alta disponibilidade hídrica e com elevadas doses de adubação nitrogenada.

Em trabalho visando estudar a utilização do N em cobertura, Araújo et al. (2004), tendo como fonte a uréia, nas doses de zero, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹, e as seqüências de culturas milho-milho-milho e milho-soja-milho, verificou que a adubação nitrogenada proporcionou, em relação à testemunha, aumento de 28% (2448 kg ha⁻¹) na produção de grãos de milho. A maior produtividade de grãos, 11203 kg ha⁻¹, foi alcançada com a maior dose de N (240 kg ha⁻¹). O sistema de rotação não teve efeito na produtividade, mas os teores de N na massa de matéria seca da parte aérea da planta e nos grãos de milho foram maiores no sistema milho-soja-milho.

Vargas et al. (2004), em experimento objetivando avaliar a quantidade de nitrogênio imobilizado e sua remineralização nos sistemas plantio direto e convencional, ao longo do ciclo do milho, concluíram que a imobilização microbiana do nitrogênio foi maior no sistema plantio direto, levando a uma menor quantidade de nitrogênio mineral no solo e resultando em menor acúmulo de nitrogênio na parte aérea do milho ao final do ciclo neste sistema, em comparação com o convencional, e não observaram remineralização do nitrogênio imobilizado, indicando que a biomassa microbiana atuou mais como agente da mineralização de nitrogênio orgânico do que como fonte de nitrogênio potencialmente mineralizável.

Pöttker e Wiethölter (2004), estudando épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto, em que as épocas foram: pré-semeadura, na semeadura e na semeadura + cobertura e os métodos consistiram da aplicação na superfície, a lanço e incorporado em linhas, verificaram que a aplicação de N alguns dias após a dessecação da aveia preta, totalmente no momento da semeadura de milho, ou na semeadura e em cobertura, são práticas viáveis no sistema plantio direto e que a incorporação

de N em relação à aplicação a lanço, tanto em pré-semeadura, na semeadura ou em cobertura, proporcionou, em média, acréscimos de 5% no rendimento de grãos de milho.

Segundo Muzilli (1985), as deficiências de nitrogênio são mais acentuadas em plantio direto que em convencional. A rotação de culturas com a inclusão de leguminosas permite diminuir a intensidade das deficiências, proporcionando melhoria da produtividade e economia nos gastos com adubo nitrogenado. Essa maior demanda de nitrogênio pelas culturas deve-se à baixa taxa de mineralização da matéria orgânica, visto que não há a incorporação dos restos vegetais, havendo então a necessidade de aplicação de doses maiores (SILVA, 2002).

Segundo Silva et al. (2004), a resposta do milho à adubação nitrogenada é dependente da cultura antecessora, e quando o milho é semeado após plantas que liberam o nitrogênio de seus resíduos mais rapidamente, a resposta à adubação nitrogenada é menor.

Cazetta et al. (2004), concluíram que as doses de N proporcionaram efeitos diferenciados na produção de grãos de milho, em função do adubo verde que antecedeu a cultura.

Segundo Lourente (2004), a produtividade e o teor de nitrogênio foliar do milho, no sistema plantio direto, podem ser afetados pelas culturas antecessoras em função das doses de nitrogênio aplicadas, independente das fontes de nitrogênio testadas.

Souza (2004), estudando épocas, fontes e formas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho, em sistema de plantio direto com rotação de culturas não verificou diferença significativa de rendimentos de grãos, bem como massa ou número de espigas e população.

4.2 Nitrogênio no solo

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza. Embora a atmosfera seja a fonte principal deste elemento, constituindo cerca de 78% do ar atmosférico, este não está diretamente disponível para a maioria dos vegetais superiores.

O teor de N na camada de 0 a 0,20 m varia em geral de 0,05 a 0,5 % (SÁ, 1996). Segundo Fassbender (1975), o nitrogênio encontra-se, em sua maior parte (85-

95%), sob a forma orgânica e, em pequena proporção (5-15%), sob a forma mineral (NO_3^- , NO_2^- e NH_4^+), sendo o NO_3^- a forma predominante utilizada pelos vegetais. Com a predominância da forma orgânica de N, solos com alto teor de matéria orgânica apresentam alto potencial de suprimento de N para as culturas.

É absorvido pelas plantas em duas formas: nítrica (NO_3^-) e amoniacal (NH_4^+); sendo no entanto, a forma nítrica a mais absorvida. Esta forma é fracamente retida pelas micelas do solo e consequentemente está mais sujeita aos processos de perda por lixiviação. Já a forma amoniacal apresenta-se melhor retida pelos colóides do solo, o que diminui sua perda através do perfil (VASCONCELOS et al., 1988). Segundo Raij (1983), os dois processos, denominados de forma genérica de mineralização e imobilização, afetam o nitrogênio disponível do solo. A mineralização consiste na transformação do nitrogênio orgânico em formas minerais, enquanto a imobilização consiste na passagem do nitrogênio mineral para as formas orgânicas.

Do ponto de vista da fertilidade do solo, segundo Ferreira e Cruz (1997), o primeiro processo é o que mais interessa, pois é o nitrogênio orgânico do solo (contido na matéria orgânica), uma das principais fontes de nitrogênio para as plantas, embora estas só absorvam a forma mineral. Cabe ressaltar que, a mineralização do nitrogênio é dependente da constante de mineralização, que, por sua vez, é função da umidade e temperatura, motivo pelo qual a mineralização do N pode variar independentemente do conteúdo da matéria orgânica. O N mineralizado pode ser absorvido pelas plantas superiores, permanecer temporariamente na solução do solo, ser adsorvido aos colóides do solo ou ainda ser submetidos aos processos de perdas (MENGEL e KIRKBY, 1982).

A mineralização aumenta com um aumento da temperatura e é intensificada por umidade adequada do solo, mas não excessiva, e um bom suprimento de O_2 . A decomposição também ocorre em condições de encharcamento, apesar de ocorrer a uma taxa menor e ser incompleta. A respiração aeróbica, e em uma quantidade menor a anaeróbica, liberam o N na forma de NH_4^+ . Já a nitrificação ocorre em uma larga faixa de pH (4,5 a 10), sendo o ótimo de 8,5. Apesar disso, sempre há NH_4^+ no solo que irá influenciar o crescimento e metabolismo da planta (TISDALE et al., 1993).

A principal fonte de nitrogênio para as culturas é a matéria orgânica que se encontra na camada superficial do solo (ROS e AITA, 1996) e está sujeita a processos

de transformações que acabam determinando as relações de equilíbrio entre o N orgânico e o mineral do solo, regulando as necessidades de plantas e microorganismos (CERETTA e FRIES, 1998).

Os teores de matéria orgânica no solo são muito variáveis. Segundo Jenny (1941), nas áreas não cultivadas a quantidade presente é determinada pelos fatores de formação do solo, estabelecendo-se níveis de equilíbrio. Em áreas cultivadas, geralmente a quantidade de matéria orgânica decresce e, posteriormente, um novo equilíbrio é alcançado, o qual é característica principalmente do manejo do solo adotado e do tipo de solo.

Segundo Sá (1996), a utilização do sistema de rotação em plantio direto, cuja cultura antecessora ao milho seja uma leguminosa, proporciona uma economia de 50% de N na adubação nitrogenada.

4.3 Importância da cobertura morta

A proteção da superfície do solo com resíduos vegetais é um dos meios mais efetivos para reduzir as perdas por erosão, devido à diminuição do impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, causando redução no selamento dos poros, na velocidade de escoamento da enxurrada e aumento na infiltração de água no solo (DERPSCH et al., 1985).

Segundo Heckler (1998) e Paula et al. (1998), a camada de palha funciona como atenuadora ou dissipadora de energia, protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo ao movimento superficial do excesso de água que não infiltrou no solo e impede o transporte e o arrastamento de partículas pela enxurrada, eliminando ou minimizando dessa forma a erosão; protege a superfície do solo e, conseqüentemente, seus agregados da ação direta dos raios solares e do vento. Diminui a evaporação, aumentando a infiltração e o armazenamento de água no solo, proporciona temperaturas mais amenas ao desenvolvimento de plantas e organismos. Com sua incorporação lenta e gradativa ao solo, promove aumento da matéria orgânica.

O Plantio Direto, em comparação com o Preparo Convencional, tem efeitos positivos sobre as propriedades químicas mais importantes do solo. Sob o sistema Plantio Direto, registram-se maiores valores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio,

cálcio, magnésio e também maiores valores de pH, ao passo que a saturação de alumínio se torna mais baixa (SIDIRAS e PAVAN, 1985).

O tipo de resíduo vegetal em decomposição na superfície do solo, no sistema plantio direto, pode afetar a eficiência da utilização da adubação nitrogenada da cultura em sucessão. No caso da aveia, devido à 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 no solo, diminuindo sua disponibilidade para o milho nos estádios iniciais de desenvolvimento (WOLSCHICK et al., 2003).

Segundo Peeten (1984), são necessários o retorno de seis toneladas de resíduos por hectare, por ano, no solo, para manter o nível de matéria orgânica, reduzir a erosão, diminuir a fixação do fósforo no solo, aumentar a eficiência dos adubos aplicados, reduzir o impacto causado pelo trânsito sobre o terreno, criar condições para que a minhoca retorne a esses solos e também para controlar plantas daninhas, com menor dependência do uso de insumos caros. Bond e Willis (1969) relatam reduções na taxa de evaporação em torno de 6 mm/dia pela cobertura do solo com 6,7 t ha⁻¹ pela palha de centeio.

Também o teor de água no solo é mais constante nos terrenos protegidos por cobertura morta, sendo menos frequentes a ocorrência de déficit hídrico e excesso de umidade. Em condições de encharcamento o ar é expulso do solo, matando os organismos aeróbios, os de maior interesse agrônomo, e desenvolvem-se os anaeróbios; porém, em condições de estresse hídrico, morrem (ALMEIDA, 1985).

A produção de fitomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições climáticas, edáficas, fitossanitárias e principalmente do seu sistema radicular (AMADO et al., 2002).

Práticas de manejo e conservação, como o emprego de plantas de cobertura, são relevantes para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos. A adubação verde utiliza espécies de diferentes famílias botânicas, nativas ou introduzidas, que cobrem o terreno em períodos de tempo ou durante todo ano. As leguminosas se destacam por formarem associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂, o que resulta no aporte de quantidades expressivas desse nutriente no sistema solo-planta (PETRIN et al., 2003).

A matéria orgânica, ao se decompor, dá origem a uma série de reações bioquímicas das quais participam inúmeras bactérias do solo. Pode-se citar dentre estas bactérias: as de amonificação, que transformam o N orgânico em amoniacal; as de nitrosação, que transformam o N amoniacal em ácido nitroso e as de nitrificação, que oxidam o ácido nitroso transformando-o em nítrico, que é a forma preferencialmente absorvida pelas plantas (CHAVES e CALEGARI, 2001).

Martins e Rosa Júnior (2005), avaliaram a produção de biomassa de plantas de cobertura e a cobertura morta remanescente de culturas de cobertura de inverno, sendo para tanto utilizadas as seguintes espécies vegetais: aveia-preta, ervilhaca-peluda, nabo-forrageiro e o consórcio entre elas; antecedendo ao cultivo do milho, no sistema plantio direto e concluíram que a produção de biomassa da ervilhaca-peluda foi menor do que das demais e a persistência da cobertura morta sobre o solo, quando se usou aveia-preta, foi mais longa.

Carvalho et al. (2004), observaram a produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema plantio direto e convencional, em que as espécies de inverno utilizadas foram: mucuna-preta, guandu, crotalária, milheto, e área em pousio (vegetação espontânea); e verificaram que a crotalária cultivada na primavera proporcionou aumento de 18,5 % na produtividade do milho em sucessão, comparada à área em pousio, nos dois sistemas de preparo, em ano com precipitação normal e em ano com veranico, sendo que neste último o sistema convencional propiciou maior produtividade do milho. Já Suzuki e Alves (2004), na mesma área do experimento anterior, utilizando as mesmas espécies e sistemas de preparo de solo verificaram que quando o milheto foi utilizado como planta de cobertura, o plantio direto proporcionou melhor resposta no rendimento de grãos de milho.

Aita e Giacomini (2003), estudando diferentes proporções do consórcio entre aveia-preta e ervilhaca-comum, concluíram que, com a consorciação destas espécies, houve uma redução na decomposição dos resíduos culturais, em relação à ervilhaca solteira, porém o efeito dessa prática sobre a velocidade de decomposição foi pequena; e observaram também que a velocidade de decomposição e liberação de N dos resíduos culturais destas plantas foi inversamente proporcional às relações C/N e LIG/N e diretamente proporcional às concentrações de N total na fitomassa e de N e C da fração solúvel em água.

Heinrichs e Fancelli (1999), trabalhando com as mesmas espécies anteriores em diferentes proporções, verificaram que estas espécies podem ser cultivadas

consorciadas, beneficiando assim, a produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio e que o aporte de nitrogênio na fitomassa produzida pelo sistema consorciado é maior, em comparação ao emprego isolado da leguminosa, apesar do desempenho da ervilhaca ser afetado pela presença da aveia preta.

Holtz (1995), destaca que o efeito da redução da temperatura ou amplitude térmica é função da quantidade de palha aplicada, sendo constatado que o plantio direto no inverno apresenta temperaturas menores a 0,025 m de profundidade que a 0,075 m. No verão, as temperaturas do solo a 0,025 m foram maiores que a 0,075 m de profundidade.

Dhein et al. (1994) observaram que a produção de matéria seca das culturas utilizadas como cobertura vegetal foi superior nos tratamentos com aveia preta em relação ao sincho, ervilhaca forrageira e colza, tanto no sistema de preparo convencional como no plantio direto.

4.4 Sistema Plantio Direto

O conceito inicialmente adotado, para plantio direto, foi derivado da expressão “no-tillage”, que significa sem preparo, definido por Jones et al. (1968), como sendo um procedimento de plantio de uma cobertura morta quimicamente, ou sobre resíduos da cultura anterior, sem o preparo mecânico do leito de semeadura.

Já Muzilli (1985), define plantio direto como sendo um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual as sementes são colocadas em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e contato da semente com a terra. O controle das plantas invasoras é geralmente feito através de métodos químicos, combinados ou não com práticas mecânicas e culturais específicas.

O plantio direto foi introduzido no Brasil no início dos anos 70, segundo Denardin e Kochhann (1993), e seu objetivo principal era o de controlar a erosão nas lavouras cultivadas com a sucessão soja/trigo. A partir da década de 80 passou a ser encarado como um sistema de exploração agropecuário, composto por um complexo ordenado de práticas agrícolas, as quais devem ser inter-relacionadas e dependentes umas das outras. Segundo os autores, a partir daí o sistema plantio direto foi definido como sistema de exploração agropecuário, que envolve diversificação de espécies via rotação de culturas, as

quais são estabelecidas na lavoura mediante a mobilização de solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores sobre a superfície do solo.

O Sistema Plantio Direto também é um importante modificador da concentração e da distribuição dos nutrientes no perfil do solo. O Plantio Convencional resulta numa distribuição mais uniforme de nutrientes na camada mecanizada, devido ao revolvimento desta, enquanto no Sistema Plantio Direto fica caracterizada a acumulação de elementos na camada superficial (HOLANDA et al., 1998).

Segundo Eltz et al. (1989), os solos cultivados em plantio direto apresentam maior concentração de nutrientes e matéria orgânica na camada superficial do perfil (0-0,05 m), devido a contínua aplicação de fertilizantes a uma pequena profundidade, aliada a deposição dos resíduos das culturas sobre a superfície, permanecendo ali pelo não revolvimento do solo. A distribuição de nutrientes na superfície pode promover a concentração de raízes nessa profundidade e limitar a capacidade das plantas em absorver água disponível em profundidade, no perfil do solo (BOUNDER et al., 1985).

4.5 A cultura do milho no Sistema Plantio Direto

A cultura do milho tem um alto potencial produtivo, alcançando 11,8 t ha⁻¹ de grãos, 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 3,5 t ha⁻¹ de grãos (MILHO, 2007).

O milho é considerado uma das plantas mais eficientes na conversão de energia solar em alimentos, participando como fonte de matéria-prima de diversos produtos (LANGE, 2002). Comparativamente a outras espécies cultivadas, a cultura do milho tem experimentado avanços significativos nas mais diversas áreas do conhecimento agrônomo, principalmente nos ganhos em produtividade propiciados pelo melhoramento genético (VON PINHO, 2001).

O sistema de plantio direto não consiste apenas da semeadura em solo sem preparo, mas envolve um conjunto de técnicas, desde o seu início e também para sua eficiência e manutenção. Ao iniciar o plantio direto é necessário corrigir a acidez do solo,

eliminar as camadas compactadas e adotar um sistema de rotação de culturas que inclua espécies capazes de produzir grande quantidade de biomassa para formação de cobertura morta, reciclagem de nutrientes e melhoria das características físicas do solo. O não revolvimento do solo em plantio direto permite a manutenção de sua estrutura, e a cobertura morta que se acumula diminui a evaporação, aumenta a infiltração e capacidade de retenção de água pelo solo (MUZILLI, 1985).

O milho apresenta vantagens muito apreciáveis em plantio direto, por ser uma cultura que atinge grande produção de grãos por unidade de área e ainda deixa grandes quantidades de resíduos culturais sobre a superfície do solo. Outra característica que torna o milho muito interessante para o plantio direto é a quantidade de palha produzida por hectare em comparação com a soja, trigo e outras culturas. Peeten (1984), observou que o milho produz cerca de 6000 kg de matéria seca de restos de culturais, por hectare.

Pauletti et al. (2003), em experimento com quatro sistemas de manejo de solo (plantio direto, preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto com escarificação a cada três anos), com as culturas de milho e soja, não verificaram diferenças entre os manejos quanto à produtividade de milho.

Segundo Viegas e Peeten (1987), o milho é normalmente incluído no sistema de rotação, pois, além da produção de grãos deixa sobre o solo uma grande quantidade de restos de cultura de muita importância para ser utilizado como cobertura morta. Já no sistema de cultivo convencional, o revolvimento do solo promove uma perda de matéria orgânica maior em comparação ao sistema plantio direto; a deterioração da estrutura do solo e a conseqüente compactação que se observa normalmente entre 0,10 e 0,15 m de profundidade, prejudica o desenvolvimento do sistema radicular do milho, ao mesmo tempo em que reduz a infiltração da água no solo.

Segundo Duarte (2004), um dos problemas do plantio direto na sucessão soja/milho é a baixa cobertura do solo, sendo necessário o emprego da rotação de culturas para o sucesso do sistema. Embora o milho seja uma das espécies que mais produz palha no outono-inverno, a grande produção de massa de matéria seca da parte aérea pode não proporcionar cobertura uniforme do solo em sistemas de sucessão que sempre incluem a soja no verão.

Merten e Mielniczuk (1991), não observaram diferenças no rendimento de massa de matéria seca de raízes entre os sistemas de preparo de solo e semeadura das culturas de aveia-preta, trigo e soja, porém o milho apresentou maior massa radicular na profundidade de 0-0,10 m no preparo convencional. Nas parcelas com semeadura direta, observou-se maior concentração de fósforo, potássio, cálcio e matéria orgânica na profundidade de 0-0,05 m e de alumínio na de 0,05-0,10 m. Sidiras e Pavan (1985), e Rheinheimer et al. (1998), obtiveram resultados semelhantes. Já Muzilli (1983), observou maior acúmulo de fósforo nas camadas superficiais do solo em plantio direto; porém o potássio trocável foi similar entre os dois sistemas de cultivo; cálcio e magnésio trocáveis, mostraram tendência de diminuição gradativa com a profundidade em ambos os sistemas.

4.6 Cultura da aveia

Existem inúmeras espécies de aveia, porém, no Brasil, são cultivadas apenas as aveias branca (*Avena sativa* L.) e preta (*Avena strigosa* Schieb). As aveias são plantas anuais que concentram seu desenvolvimento nos meses mais frios do ano.

As brancas distinguem-se das pretas por apresentarem colmos mais grossos e folhas mais largas. Os grãos da primeira são em geral maiores e de coloração branca ou amarelada, enquanto os da segunda, além de serem menores, apresentam cores que variam do branco ao preto (MACHADO, 2000).

Cada espécie de aveia apresenta maior ou menor aptidão para a produção de grãos ou forragem verde. As espécies branca e amarela podem ser cultivadas para ambos os propósitos, enquanto a aveia preta, por apresentar altas produções de massa verde e possuir grãos sem valor industrial, é destinada somente para alimentação animal (FLOSS, 1979). É um dos cereais cultivados mais antigos que se tem notícia, sendo plantado no Brasil, inicialmente no sul do país e mais recentemente em áreas de cerrado, nas regiões sudeste e centro-oeste, como cultura de inverno, havendo crescente interesse no plantio da cultura pelos agricultores. A cultura da aveia ocorre basicamente em áreas onde se utiliza o plantio direto, como forma de se obter boa cobertura morta para a semeadura da cultura de interesse comercial e, principalmente, em áreas onde se cultiva arroz irrigado na safra de verão (várzeas sistematizadas), como forrageiras de inverno (SILVEIRA, 2000).

É uma cultura pouco exigente em fertilidade do solo, embora responda bem à fertilização química. A aveia preta é mais resistente a solos rasos e de pouca fertilidade, quando comparada às outras espécies cultivadas (SALERMO e TCACENCO, 1986).

Comparando algumas espécies utilizadas como cultura de cobertura do solo Holtz e Sá (1995), salientam que a aveia preta é altamente eficiente na reciclagem de nutrientes devido à grande capacidade de produção de matéria seca e ao seu alto teor de N total, característica esta atribuída a maior capacidade de absorção do seu sistema radicular, apresenta ainda, entre os adubos verdes, a melhor relação C:N, beneficiando assim, o cultivo da soja em sucessão a aveia-preta, devido ao fornecimento de uma cobertura morta estável para formação de nódulos radiculares e fixação simbiótica do N₂. Também apresenta-se como uma planta melhoradora da sanidade do solo, diminuindo a população de patógenos e, em face a isso, promover aumentos nos rendimentos da cultura em sucessão.

Segundo Ceretta et al. (2002), apesar de a aveia preta não apresentar capacidade de fixar o N atmosférico, o interesse por esta espécie é atribuído à sua rusticidade, ao rápido crescimento inicial, que favorece a cobertura do solo, à facilidade de produção de sementes e de semeadura e ao menor custo de produção em comparação com as leguminosas. As gramíneas também são eficientes no controle de ervas daninhas e os aspectos fitossanitários são menos preocupantes do que nas leguminosas. Esta gramínea é freqüentemente sucedida pela cultura do milho, estabelecendo uma sucessão de gramíneas. Nesta situação, o milho pode ter o rendimento de grãos afetado quando for cultivado em níveis baixos de adubação nitrogenada (VARGAS, 2005).

Conforme Levien (1999), a aveia-preta destaca-se como uma das mais importantes culturas empregadas para uso como adubo verde de inverno. Pode ser também aproveitada para produção de grãos, silagem, feno e pastoreio direto e quando utilizada como adubo verde, pode ser manejada através de métodos mecânicos (rolo-faca, trituradores de palhas, segadoras ou roçadeiras) ou químicos (herbicidas, dessecantes). Este manejo geralmente é efetuado próximo ao estágio denominado de grão leitoso, para não permitir a produção de sementes.

Segundo Laurentis (2000), a aveia-preta produz maior quantidade de matéria seca do que o tremoço, e se mantém durante a cultura do milho e que as quantidades

de fósforo e potássio presentes na planta e na palha da aveia-preta são maiores do que no tremoço.

Segundo Roman e Didonet (1990), a aveia preta demonstra um grande potencial no controle de plantas daninhas sob sistema plantio direto, sendo a cultura que apresenta maior versatilidade, pois além de grande produtora de massa seca proporciona excelente cobertura do solo.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e características edafoclimáticas da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Faculdade de Ciências Agrônômicas/ UNESP, Campus de Botucatu-SP, latitude de 22°51 S, longitude de 48°26 W e 740 metros de altitude, em solo classificado como Terra Roxa Estruturada por Carvalho et al.(1983), sendo na nomenclatura atual classificado como NITOSSOLO VERMELHO distroférico (Embrapa, 1999), textura argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, sendo definido como temperado (Mesotérmico), região constantemente úmida, tendo quatro ou mais meses com temperatura média superior a 10°C, onde a temperatura do mês mais quente é igual ou superior a 22°C. As figuras 1 e 2 contém os dados de precipitação pluvial (mm) e temperaturas mínima, máxima e média mensais (°C) dos meses de abril de 2006 a abril de 2007, respectivamente.

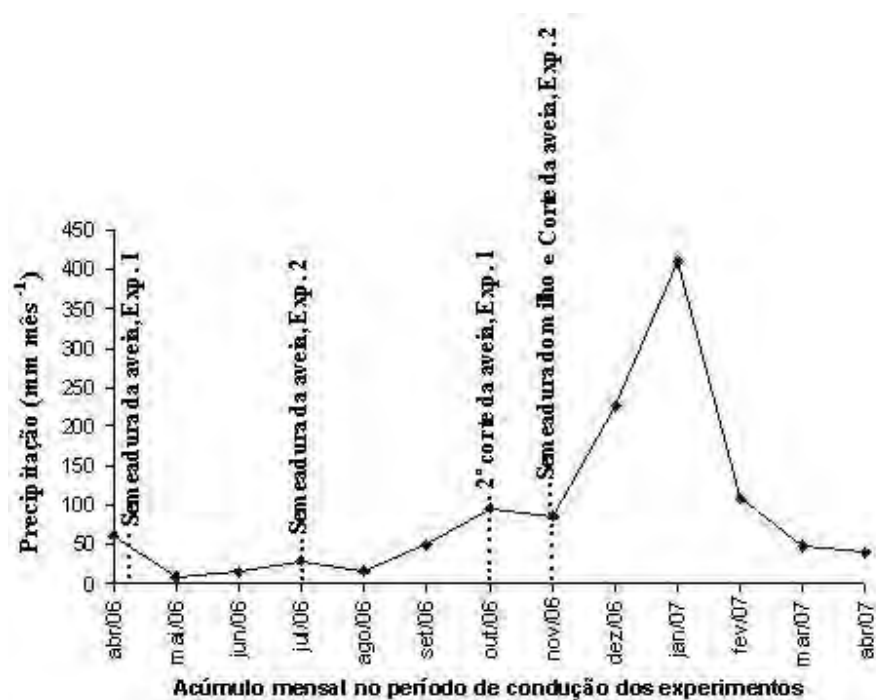


Figura 1. Acúmulo mensal da precipitação pluvial (mm mês^{-1}), registrada durante a condução dos experimentos, Botucatu/ SP.

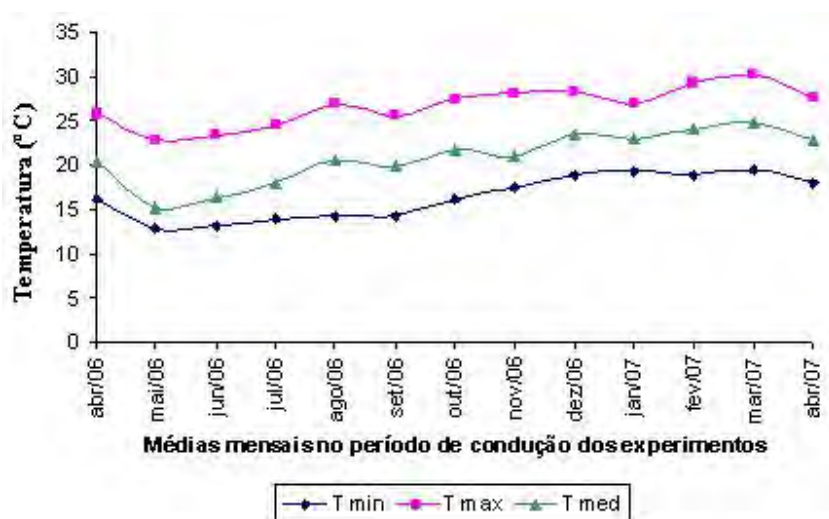


Figura 2. Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) máxima, mínima e média mensais, registradas durante a condução dos experimentos, Botucatu/ SP.

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições.

Foram conduzidos dois experimentos em duas áreas distintas, sendo o experimento nº1, implantado sobre palhada de soja e o experimento nº2, sobre palhada de milho.

No experimento nº1, soja/aveia/milho, as parcelas foram constituídas pela cultura da aveia com quatro tratamentos, sendo causa de variação doses de nitrogênio a saber: 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de N, sem utilização de fertilizantes na implantação. O nitrogênio teve como fonte a uréia e foi aplicado na linha manualmente, 21 dias antes do 2º corte da aveia. As parcelas tiveram as dimensões de 4x20 m com espaçamento de 0,17 m entrelinhas e 80 sementes m⁻¹.

As subparcelas foram constituídas pela cultura do milho com quatro subtratamentos, sendo causa de variação doses de nitrogênio a saber: 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte a uréia. Houve adubação na implantação da cultura do milho conforme a recomendação de adubação. A adubação de cobertura foi parcelada da seguinte forma: 1ª aplicação no estágio de 3 à 4 folhas totalmente distendidas, quando foram aplicadas 50 % das doses; e a 2ª aplicação no estágio de 6 à 7 folhas totalmente distendidas, ocasião em que aplicou-se os 50% restantes. O nitrogênio foi aplicado na linha manualmente. As subparcelas tiveram as dimensões de 4x5 m com linhas de semeadura espaçadas de 0,45 m com uma população de 50000 plantas ha⁻¹. O croqui das áreas experimentais pode ser observado na Figura 3.

O experimento nº2, milho/aveia/milho, distinguiu do experimento nº1, soja/aveia/milho, devido à palhada inicial e também por ter tido apenas um único corte da aveia antes do plantio do milho, sendo que também neste experimento a adubação foi realizada antes do corte da aveia e o nitrogênio foi aplicado 18 dias antes do mesmo.

Em ambos experimentos foi aplicada água suplementar através de aspersores na cultura da aveia, totalizando 692 mm de água no experimento nº1 e 425,5 mm no experimento nº 2.

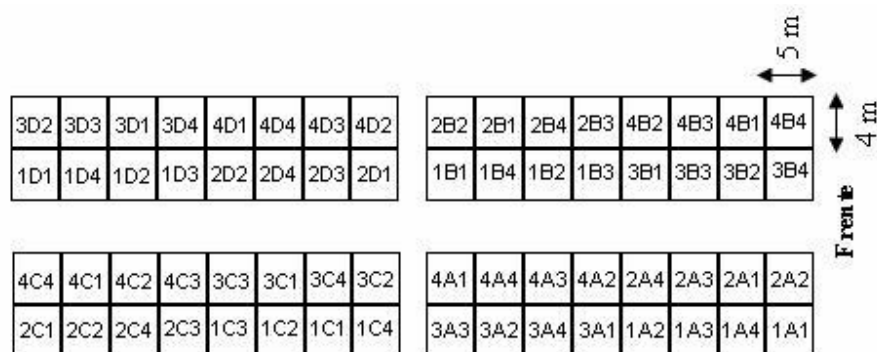


Figura 3. Croqui da área experimental, onde o primeiro algarismo identifica a parcela, a letra, o bloco e o segundo algarismo, a subparcela.

5.3 Instalação e condução dos experimentos

A cultura da aveia foi implantada em sistema plantio direto de 1º ano e sem utilização de fertilizantes na sementeira.

Foi retirada amostra de solo de 0 a 0,20 m, em ambas as áreas para caracterização das mesmas. Os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises de solo das áreas onde foram instalados os experimentos.

Data da amostragem	Exp.	pH			M.O.				P resina	
		-----CaCl ₂ -----			-----g dm ³ -----				-----mg dm ³ -----	
06/04/2006	nº1	5,9			26				52	
13/07/2006	nº2	5,3			24				34	
Data da amostragem	Exp.	Al ⁺³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	S
		-----mmol _{lc} dm ³ -----							%	-mg dm ³ -
06/04/2006	nº1	---	25	5,1	123	27	154	179	86	2
13/07/2006	nº2	---	41	2,4	47	20	69	109	63	-----

No experimento nº1, soja/aveia/milho, a aveia foi semeada no dia 19 de abril de 2006 e no experimento nº2, milho/aveia/milho, no dia 13 de julho de 2006. A aveia foi cultivada com espaçamento de 0,17 m entrelinhas, utilizando-se 80 sementes m⁻¹. Foram utilizados 4L ha⁻¹ do dessecante Gliz 480 SL (glyphosate), antes da semeadura da aveia. O corte da aveia foi feito por ocasião do florescimento, com roçadora manual.

O milho foi semeado em ambos experimentos no dia 23 de novembro de 2006, em plantio direto de 1º ano, com 5 linhas espaçadas de 0,45 m, utilizando-se o híbrido simples 2A525, de ciclo precoce, porte médio a alto, coloração alaranjada, textura semidura, da empresa Dow AgroScience. Foi utilizado 2,5 kg ha⁻¹ de Round-up (glyphosate) para dessecação da área. As duas linhas das laterais foram consideradas bordadura e as três centrais aproveitadas, para as avaliações.

A adubação de semeadura do milho foi baseada na análise de solo, em amostragem retirada no início dos experimentos, antes da semeadura da aveia, segundo recomendação (RAIJ et al.,1997) e foi a mesma para ambos experimentos para finalidade de padronização. A adubação mineral na semeadura foi realizada com 107 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16, equivalente a 8,5 kg ha⁻¹ de N, 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 17 kg ha⁻¹ de K₂O.

Foram feitas aplicações de 0,4L ha⁻¹ dos herbicidas de pós-emergência Sanson 40SC (nicosulfuron); 3,0 L ha⁻¹ de Atrazina Nortox 500 SC (atrazine) e 50 mL ha⁻¹ do inseticida Tracer (spinosad) para controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* L.).

A 1ª aplicação nitrogenada em cobertura no milho foi feita no estágio de 3 a 4 folhas totalmente distendidas e a 2ª aplicação no estágio de 6 a 7 folhas totalmente distendidas, utilizando-se como fonte a uréia segundo os tratamentos já descritos anteriormente.

A colheita do milho foi realizada manualmente no dia 12 de abril de 2007, em ambos experimentos.

O cronograma das atividades realizadas durante a condução dos experimentos encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento nº1, soja/aveia/milho

Datas	Atividades realizadas
06/04/2006	Determinação da quantidade de palhada sobre o solo (caracterização da área)
06/04/2006	Coleta de solo
19/04/2006	Semeadura da aveia
05/07/2006	1º corte da aveia
20/09/2006	Adubação da aveia
11/10/2006	Coleta de massa vegetal da aveia
11/10/2006	2º corte da aveia
23/11/2006	Semeadura do milho
23/11/2006	Amostragem de palhada
11/12/2006	1ª coleta de plantas de milho para determinação da massa de matéria seca e do teor de N
13/12/2006	1ª adubação nitrogenada em cobertura
27/12/2006	2ª adubação nitrogenada em cobertura
11/01/2007	2ª coleta de plantas de milho para determinação da massa de matéria seca e do teor de N
31/01/2007	Diagnose foliar
26/02/2007	Amostragem de palhada
21/03/2007	Medida altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo
12/04/2007	Colheita do experimento

Tabela 3. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento nº2, milho/aveia/milho

Datas	Atividades realizadas
13/07/2006	Determinação da quantidade de palhada sobre o solo (caracterização da área)
13/07/2006	Coleta de solo
13/07/2006	Semeadura da aveia
26/10/2006	Adubação da aveia
13/11/2006	Coleta de massa vegetal da aveia
13/11/2006	Corte da aveia
23/11/2006	Semeadura do milho
11/12/2006	1ª coleta de plantas de milho para determinação da massa de matéria seca e do teor de N
15/12/2006	1ª adubação nitrogenada em cobertura
28/12/2006	2ª adubação nitrogenada em cobertura
15/01/2007	2ª coleta de plantas de milho para determinação da massa de matéria seca e do teor de N
02/02/2007	Diagnose foliar
27/02/2007	Amostragem de palhada
22/03/2007	Medida altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo
12/04/2007	Colheita do experimento

5.4 Avaliações realizadas

5.4.1 Antes da instalação dos experimentos

5.4.1.1 Análise química do solo

Antes da implantação da cultura da aveia, foram retiradas amostras de solo de 0-0,20 m na qual foi baseada a recomendação de adubação de análise química para a cultura do milho.

5.4.1.2 Quantificação de palhada sobre o solo

Antes da implantação da cultura da aveia, foram retiradas amostras de palhada presente em uma área definida por um retângulo de madeira de 0,60 x 0,20 m para determinação da quantidade de palhada sobre o solo, segundo método descrito por Chaila (1986). O material foi seco em estufa a 60°C, e teve sua massa determinada.

No experimento nº1, soja/aveia/milho, apresentou 9285,27 kg ha⁻¹ de palhada, e no experimento nº2, milho/aveia/milho, apresentou 5764,46 kg ha⁻¹ de palhada.

5.4.2 Na cultura da aveia

5.4.2.1 Massa de matéria seca da aveia e relação C/N

Foram retiradas amostras de matéria vegetal presentes em uma área definida por um quadrado de madeira 0,5 x 0,5 m em três pontos por parcela para determinação da massa de matéria seca. O material vegetal foi seco em estufa à 60° C; foram retiradas alíquotas deste material e moídas para análise química, para determinação do teor de carbono e nitrogênio. O restante do material foi devolvido, posteriormente, às respectivas áreas de onde foram retirados. No primeiro experimento, o nitrogênio foi quantificado pelo método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997), três semanas após a aplicação do N e antes do 2º corte; no segundo experimento este elemento foi quantificado duas semanas após a aplicação do N e antes do corte.

5.4.3 Na cultura do milho

5.4.3.1 Quantificação e qualificação da palhada

As amostragens de palhada foram feitas retirando-se a massa de matéria seca, presente na superfície do solo, em uma área definida por um quadrado de madeira 0,5 x 0,5 m. Foram retiradas alíquotas da palhada para determinação dos teores de N e C no tecido, e o restante devolvido às parcelas.

As épocas de avaliação da palhada na cultura do milho no experimento nº1, foram feitas na época da semeadura em três pontos por parcela e aos 95 DAS em um ponto por subparcela. No experimento nº2, foi feita amostragem apenas aos 96 DAS em um ponto por subparcela.

5.4.3.2 Análises de nitrogênio nas plantas de milho

As coletas de plantas de milho para determinação do teor de nitrogênio foram feitas em duas épocas: primeira coleta, antes da aplicação da primeira cobertura, no estágio de 3 à 4 folhas totalmente distendidas, sendo coletadas 10 plantas por parcela; segunda coleta, duas semanas após a segunda aplicação de cobertura, no estágio de 6 à 7 folhas totalmente distendidas, sendo coletadas 3 plantas por subparcela.

O nitrogênio foi quantificado pelo método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA et al.,1997).

5.4.3.3 Massa de matéria seca das plantas de milho

Nas mesmas épocas em que as plantas foram retiradas para determinação do teor de nitrogênio, sub-item 5.4.3.2, foi determinada a massa de matéria seca das plantas de milho.

5.4.3.4 Diagnose foliar

A coleta de folhas para diagnose foliar foi realizada na época do florescimento, sendo retirada a folha da base da espiga na região do terço médio, em quatro plantas por subparcela, quando 50% das plantas já haviam emitido o pendão, segundo o método descrito por Cantarella et al. (1997). No laboratório, as folhas foram lavadas e repassadas em água deionizada, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa à 60°C. Secas, as amostras foram moídas e analisados macro e micronutrientes.

5.4.3.5 Altura de plantas

A altura de plantas foi medida no final do ciclo e considerada a distância do solo até a inserção da folha bandeira, em metros, nas três linhas centrais, utilizando-se 10 plantas por subparcela.

5.4.3.6 Altura de inserção da espiga

A altura de inserção da espiga foi medida no final do ciclo e considerada a distância do solo até a inserção da primeira espiga, em metros, nas três linhas centrais, utilizando-se 10 plantas por subparcela.

5.4.3.7 Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo foi medido no final do ciclo através do paquímetro no primeiro internó acima do solo, nas três linhas centrais, utilizando-se 10 plantas por subparcela.

Para as avaliações de altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo foram utilizadas as mesmas plantas.

5.4.3.8 Índice de espigas

Foi calculado dividindo-se o número de espigas pelo número de plantas, presentes na área útil de cada subparcela.

5.4.3.9 Componentes da Produção

5.4.3.9.1 Número de fileiras por espiga

O número de fileiras foi determinado a partir da contagem do número de fileiras em cinco espigas colhidas na área útil de cada subparcela.

5.4.3.9.2 Massa de 1000 grãos

Após a trilhagem do milho, realizou-se a contagem de quatro repetições de 100 grãos por subparcela, sendo posteriormente transformados para 1000 grãos e tendo a massa ajustada a 13% do teor de água.

5.4.3.10 Produtividade

Para determinação da produtividade foram colhidas todas as espigas presentes nas três linhas centrais de cada subparcela. O resultado está expresso em kg ha^{-1} , sendo o teor de água ajustado à 13 %.

5.5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo quatro níveis de adubação na aveia (0, 20, 40 e 60 kg ha^{-1}) e quatro no milho (60, 80, 100 e 120 kg ha^{-1}). Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados através do teste F. As equações de regressão e os coeficientes de determinação (R^2) tiveram sua significância testada ao nível de 5% de probabilidade e considerados significativos quando R^2 foi superior a 60%. Os experimentos foram analisados estatisticamente separados. Os modelos foram ajustados pelo teste t a 5% de probabilidade, e somente quando os resultados foram significativos foram apresentados tais modelos, independentemente do teste F ter sido ou não significativo. Os ajustes apresentados só foram lineares ou quadráticos. Os coeficientes de determinação apresentados são sempre os de maior valor. O esquema da análise de variância encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4. Esquema da análise de variância para os experimentos em função da aplicação das doses de nitrogênio na aveia e no milho.

Causa da Variação	Graus de Liberdade
Níveis de N na aveia (A)	3
Bloco	3
Erro 1	9
Níveis de N no milho (M)	3
Interação (A x M)	9
Erro 2	36
Total corrigido	63

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento nº1: soja/aveia/milho

6.1.1 Massa de matéria seca no 2º corte da aveia e relação C/N

Segundo Amado et al. (2003), a adubação nitrogenada na aveia permite que maior quantidade de resíduos permaneça protegendo a superfície do solo na cultura subsequente de milho.

O ajuste quadrático obtido para produção de massa de matéria seca da aveia preta, no 2º corte, em função das doses de nitrogênio aplicadas, revela ter havido resposta a adubação efetuada possibilitando incremento da matéria de cobertura do solo; apresentando valor máximo para este parâmetro quando da aplicação de $34,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (Tabela 5 e Figura 4). Este fato ocorreu em função desta adubação ter sido realizada por ocasião do florescimento, época em que a aveia estava na fase de enchimento de grãos. Ceretta et al.(2002a), encontraram maiores valores para massa de matéria seca da aveia quando foram aplicadas doses menores de N, entre 15 e 30 kg ha^{-1} . Já Santi et al. (2003), encontraram resultados diferentes deste trabalho, verificando respostas crescentes à aplicação de N na massa de matéria seca da aveia, sendo que a máxima resposta foi verificada na dose de 180 kg ha^{-1} .

Santi et al. (2000), verificaram que a adubação nitrogenada serviu para aumentar a concentração de nitrogênio na biomassa da aveia, aumentou a produção de matéria seca, e reduziu a relação C/N, porém não influenciou a taxa de decomposição dos resíduos, e conseqüentemente a transferência de N ao milho em sistema plantio direto.

Tabela 5. Massa de matéria seca no 2º corte da aveia (kg ha^{-1}) e relação C/N em função das doses de N aplicadas na aveia.

	Massa de matéria seca no 2º corte da aveia ----- kg ha^{-1} -----	Relação C/N
Doses de N (aveia)		
0	9124,75	37,58
20	11102,00	40,37
40	11320,50	36,22
60	10257,50	35,56
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s} , Q [*]	L ^{n.s} , Q [*]
Coefficiente de determinação	0,9962	0,6006
CV (%)	10,11	15,82
Aveia	n.s	n.s

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

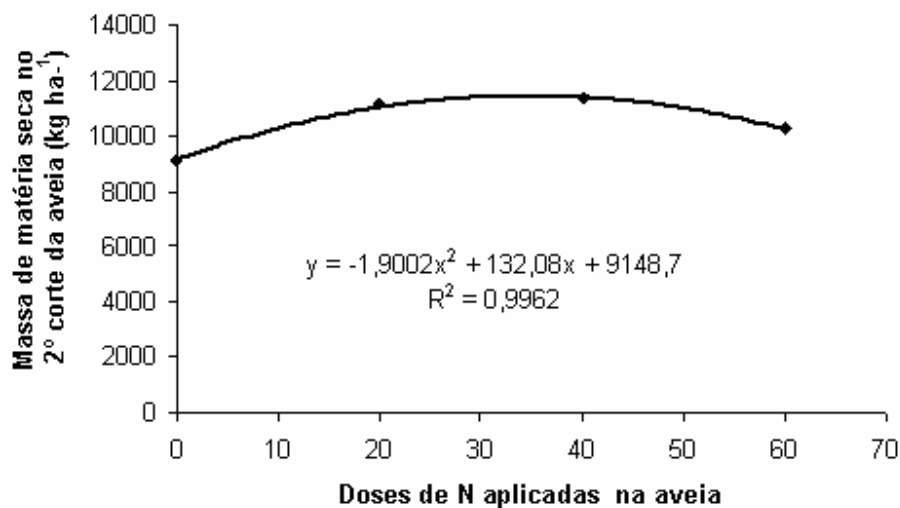


Figura 4. Massa de matéria seca no 2º corte da aveia (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia.

Para a relação C/N da aveia preta, no presente ensaio, não se obteve efeito significativo (Tabela 5), indicando haver no solo quantidades suficientes de nitrogênio, provavelmente em função deste experimento ter sido implantado sobre uma palhada inicial de soja, limitando a resposta pela cultura da aveia preta, para as doses de nitrogênio testadas.

Bortolini et al. (2001), trabalhando com doses e épocas de aplicação de N, encontraram valores muito inferiores a estes para massa de matéria seca da aveia por ocasião da dessecação, sendo o resultado encontrado por este autor de $5,7 \text{ t ha}^{-1}$, porém a relação C/N foi próxima da obtida neste ensaio; 35,4.

A elevada quantidade de palha de aveia-preta, com alta relação C/N, pode provocar imobilização do N do solo e diminuir sua disponibilidade para as plantas de milho cultivadas em sucessão.

6.1.2 Massa de matéria seca da palhada sobre o solo e relação C/N na semeadura do milho e aos 95 DAS

Para a massa de matéria seca da palhada sobre o solo por ocasião da semeadura do milho (Tabela 6 e Figura 5), foi obtido ajuste quadrático em função das doses de nitrogênio aplicadas na aveia, sendo que o valor máximo foi atingido quando da aplicação de 28 kg ha^{-1} de N; entretanto, quando esta avaliação foi realizada aos 95 DAS não foi obtido efeito significativo (Tabela 6 e 7). Pode-se observar no entanto, que a massa de matéria seca da palhada diminuiu bastante, passando de aproximadamente 11300 kg ha^{-1} na avaliação realizada no 2º corte da aveia, chegando a 7700 kg ha^{-1} na semeadura do milho, atingindo 3100 kg ha^{-1} aos 95 DAS.

Bertol et al.(2004), verificou a quase completa decomposição de $8,77 \text{ t ha}^{-1}$ dos resíduos de milho, ressaltando que ainda restavam 10 % da massa inicial, sendo que esta ocorreu em aproximadamente 900 dias na presença de N, enquanto que na ausência, a referida decomposição ocorreu em aproximadamente 1300 dias e observou também que nos primeiros quatro meses a decomposição do resíduo de milho foi 43% maior na presença de N do que na ausência.

A quantidade de N no material orgânico determinará a velocidade da sua decomposição. Muitos estudos têm mostrado que resíduos de baixa relação C/N

decompõem-se mais rápido que os de relação C/N alta. A baixa velocidade de decomposição dos resíduos de alta relação C/N tem sido atribuída à deficiência de N e à presença de constituintes recalcitrantes (ALEXANDER, 1977). Dessa forma, muitos estudos sustentam evidências de que a adição de N estimula a decomposição de resíduos incorporados ao solo.

A manutenção de palha de aveia na superfície do solo beneficia o desenvolvimento das plantas e a absorção de N, provavelmente por manter mais umidade no solo (ERNANI et al., 2005).

Tabela 6. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) e relação C/N na semeadura do milho e aos 95 DAS.

	Relação C/N da palhada na semeadura	Massa de matéria seca da palhada na semeadura ---- kg ha^{-1} ----	Relação C/N da palhada aos 95 DAS	Massa de matéria seca da palhada aos 95 DAS ----- kg ha^{-1} -----
Doses de N (aveia)				
0	40,28	6086,75	25,90	3394,87
20	32,62	7734,00	23,45	3480,81
40	35,14	6851,50	21,29	3181,31
60	38,38	5996,75	19,67	3607,68
Ajustes ⁽¹⁾	$L^{n.s}, Q^{n.s}$	$L^{n.s}, Q^*$	$L^{n.s}, Q^{n.s}$	$L^{n.s}, Q^{n.s}$
Coefficiente de determinação	0,8708	0,8330	0,9998	0,3599
CV 1(%)	11,64	20,56	39,93	47,27
Doses de N (milho)				
60			22,50	3488,75
80			22,20	3384,56
100			22,89	3370,06
120			22,71	3421,31
Ajustes			$L^{n.s}, Q^{n.s}$	$L^{n.s}, Q^*$
Coefficiente de determinação			0,3515	0,9966
CV 2(%)			19,52	30,84
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	-----	-----	n.s	n.s
Interação A x M	-----	-----	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

Tabela 7. Massa de matéria seca da palhada aos 95 DAS (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	3500,25	3168,00	3290,25	3621,00	3394,87
20	3566,00	3471,00	3343,75	3542,50	3480,81
40	3233,50	3135,25	3659,75	2696,75	3181,31
60	3655,25	3764,00	3186,50	3825,00	3607,68
Médias	3488,75	3384,56	3370,06	3421,31	

Tabela 8. Relação C/N da palhada aos 95 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s.}	80 L*, Q ^{n.s.}	100	120	Médias
0	26,38	26,88	25,99	24,35	25,90
20	23,27	23,58	21,99	24,96	23,45
40	22,04	19,98	23,79	19,33	21,29
60	18,29	18,34	19,81	22,22	19,67
Médias	22,50	22,20	22,89	22,71	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

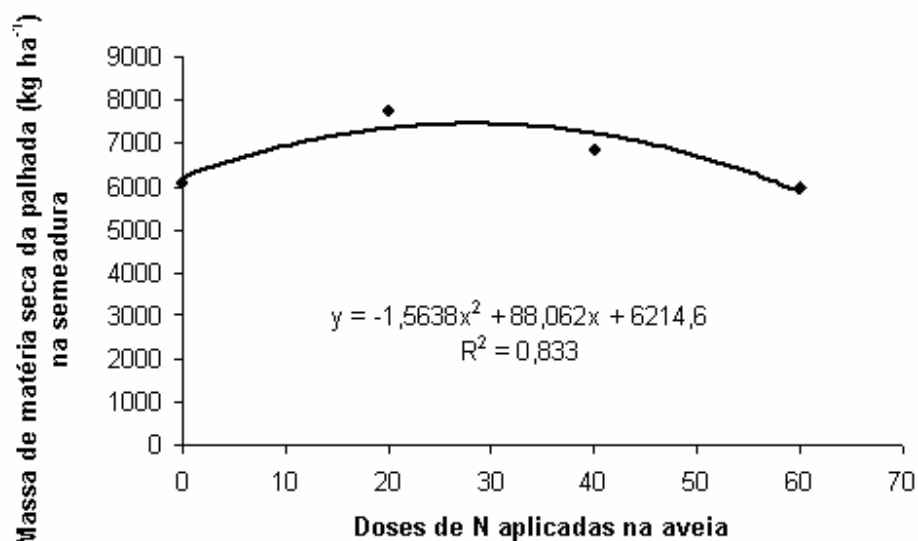


Figura 5. Massa de matéria seca da palhada na semeadura do milho (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia.

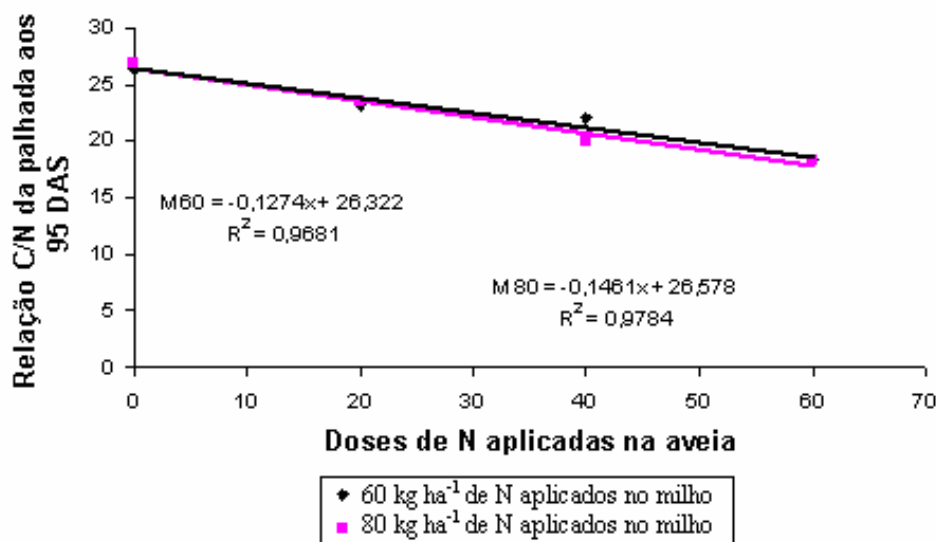


Figura 6. Relação C/N da palhada aos 95 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ de N no milho.

Para a relação C/N da palhada sobre o solo quando da semeadura, não foi obtido efeito significativo (Tabela 6), repetindo os resultados obtidos quando da avaliação da relação C/N existente na aveia preta no segundo corte (Tabela 5), reflexo da participação na cobertura do solo, de material originário da aveia preta.

Na avaliação realizada aos 95 DAS foi obtido ajuste linear decrescente (Tabela 6 e 8 e Figura 6) para as doses de nitrogênio aplicadas na aveia quando da aplicação de 60 e 80 kg ha⁻¹ no milho associada a maior dose de N aplicada na aveia que foi de 60 kg ha⁻¹. A relação C/N observada na palhada coletada quando da semeadura até a coleta realizada aos 95 DAS, apresentou redução importante, passando de aproximadamente 32 a 40 para 19 a 25, devido ao fato de que até a semeadura, influíram doses de N aplicadas na aveia, podendo-se notar que com o aumento das doses do adubo nitrogenado a relação C/N tende a diminuir.

Ceretta et al. (2002b), verificaram que sob condições onde ocorre acúmulo de resíduos com relação C/N alta, tenderá a ocorrer uma redução na disponibilidade

de nitrogênio. Nesse caso, a adubação nitrogenada poderá fornecer nitrogênio, suprimindo a necessidade de N no solo.

Pace (2001), trabalhando com diferentes espécies de cobertura, dentre elas aveia preta, verificou que esta gramínea quando não adubada com nitrogênio foi o tratamento no qual a palhada apresentou maior relação C/N, independente da coleta, sendo elas: manejo das espécies de cobertura do solo, semeadura do milho, 30, 60 e 90 dias após a semeadura do milho.

6.1.3 Massa de matéria seca e teor de N na 1ª coleta de plantas de milho aos 18 DAS

Quanto a massa de matéria seca de plantas de milho realizadas na primeira coleta, aos 18 DAS, feita antes da 1ª cobertura, e o teor de nitrogênio nas folhas, não foram observados efeitos significativos e por este motivo não foi possível ajustar um modelo (Tabela 9). Este fato se deve provavelmente porque a aplicação em pré-semeadura foi desnecessária, em função deste experimento ter sido instalado sobre palhada de soja, o que indica que o milho provavelmente já estivesse com suas necessidades nutricionais plenamente satisfeitas.

Tabela 9. Massa de matéria seca (g) e teor de N (g kg^{-1}) na 1ª coleta de plantas de milho, aos 18 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia.

	Massa de matéria seca na 1ª coleta de plantas de milho	Teor de N na 1ª coleta de plantas de milho
	-----g-----	-----g kg ⁻¹ -----
Doses de N (aveia)		
0	13,49	35,73
20	12,75	35,49
40	13,57	36,52
60	12,67	36,64
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coefficiente de determinação	0,2070	0,7561
CV (%)	7,18	3,62
Aveia	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

6.1.4 Massa de matéria seca e teor de N na 2ª coleta de plantas de milho aos 49 DAS

Para a massa de matéria seca de plantas de milho, por ocasião da segunda coleta, aos 49 DAS, feita após a 2ª cobertura, não foi observado efeito significativo (Tabelas 10 e 11), porém para o teor de nitrogênio nas plantas, foi obtido ajuste linear crescente (Tabelas 10 e 12 e Figura 7) para as doses de nitrogênio aplicadas no milho, quando da ausência de aplicação de nitrogênio na aveia, associada à máxima dose aplicada no milho, 120 kg ha⁻¹. A não ocorrência de resposta para esta característica se deve ao fato já explicado anteriormente, ou seja, a adubação em pré-semeadura provavelmente foi desnecessária, pois já deveria haver nitrogênio no solo suficiente para o pleno desenvolvimento vegetativo das plantas de milho.

Tabela 10. Massa de matéria seca (g) e teor de N (g kg⁻¹) na 2ª coleta de plantas de milho, aos 49 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	Massa de matéria seca na 2ª coleta de plantas de milho	Teor de N na 2ª coleta de plantas de milho
	-----g-----	-----g kg ⁻¹ -----
Doses de N (aveia)		
0	176,56	24,25
20	188,35	22,87
40	170,56	24,31
60	185,29	22,81
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s} , Q ^{n.s}	L ^{n.s} , Q ^{n.s}
Coefficiente de determinação	0,0288	0,2015
CV 1(%)	21,46	9,62
Doses de N (milho)		
60	174,84	23,18
80	192,55	22,68
100	173,82	24,06
120	179,56	24,31
Ajustes	L ^{n.s} , Q ^{n.s}	L [*] , Q ^{n.s}
Coefficiente de determinação	0,1657	0,6564
CV 2(%)	21,99	8,62
Aveia	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s
Interação A x M	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 11. Massa de matéria seca na segunda coleta plantas de milho (g), aos 49 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	173,30	181,71	185,99	165,22	176,56
20	175,99	217,45	156,85	203,12	188,35
40	162,34	167,63	176,77	175,50	170,56
60	187,72	203,41	175,65	174,40	185,29
Médias	174,84	192,55	173,82	179,56	

Tabela 12. Teor de N na segunda coleta de plantas de milho (g kg^{-1}), aos 49 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	22,25	23,50	26,00	25,25	24,25
20	22,50	23,25	22,50	23,25	22,87
40	24,50	23,00	24,75	25,00	24,31
60	23,50	21,00	23,00	23,75	22,81
Médias	23,18	22,68	24,06	24,31	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

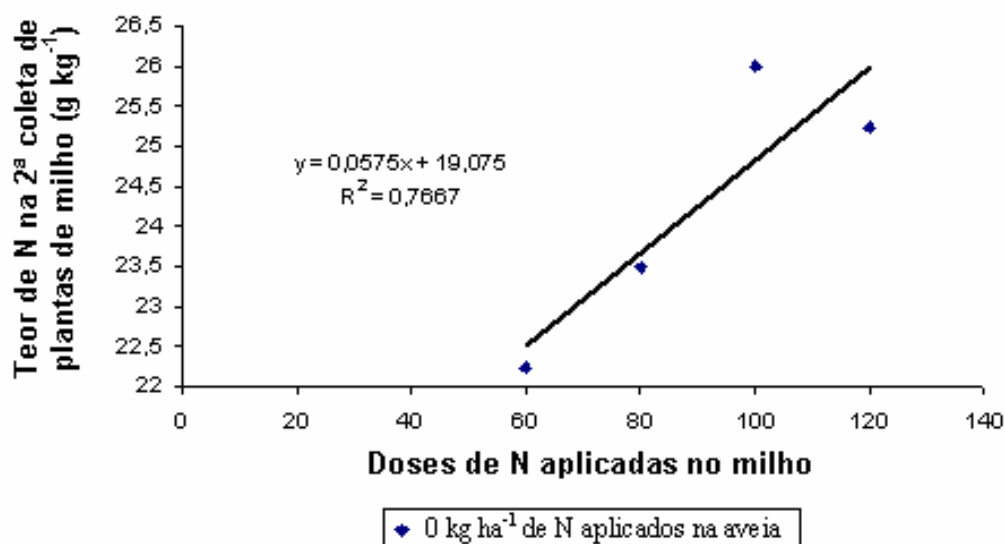


Figura 7. Teor de N nas plantas de milho (g kg^{-1}) na segunda coleta em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} de N na aveia.

O conhecimento dos padrões normais de acúmulo de matéria seca por uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados à nutrição mineral e, conseqüentemente, da adubação (BÜLL, 1993).

Ao contrário do que acontece na relação grãos/palha+colmo do trigo e da cevada, em que o incremento das doses de N aumentam mais a palha que o peso de grãos, no milho, acontece o inverso. Isto ocorre devido ao fato do milho não poder aumentar o número de perfilhos; respondendo, desta forma, com maior produção de grãos; a relação pode aumentar de 1/3 para 1/1 (KRANTZ e CHANDLER, 1951, citado por MALAVOLTA e DANTAS, 1987).

Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos de milho varie de 20 a 28 kg ha⁻¹. A sua absorção pela planta ocorre durante todo o ciclo vegetativo, sendo pequena nos primeiros 30 dias. Nesta fase, as plantas absorvem menos do que 0,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de N (SCHRÖDER et al., 2000).

Os dados deste ensaio para massa de matéria seca das plantas de milho estão de acordo com os obtidos por Pace (2001), que não verificou diferenças significativas entre as doses utilizadas, para nenhuma das coletas realizadas; aos 30 dias após a semeadura, 60, 90 e na colheita. Já para o teor de nitrogênio nas referidas coletas, este autor observou que aos 60 dias após a semeadura, o teor de nitrogênio na planta foi menor quando não foi feita adubação de cobertura, sendo que todas as espécies estudadas tiveram maior resposta para a máxima dose aplicada no milho, 120 kg ha⁻¹, a mesma utilizada neste trabalho.

Silva et al. (2006), estudando doses de nitrogênio e plantas de cobertura do solo, constatou que o incremento nas doses de N proporcionou aumento no teor de nitrogênio total nas folhas de milho, de forma quadrática, nos três sistemas de cobertura do solo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2004) e Souto (2004), que verificaram menor produção de fitomassa seca da parte aérea na ausência de adubação nitrogenada, o que vem indicar a importância da adubação nitrogenada em relação a uma maior produção de massa de matéria seca pela cultura do milho.

6.1.5 Altura de plantas de milho

Para altura de plantas, foi obtido ajuste quadrático para doses de nitrogênio aplicadas na cultura do milho (Tabelas 13 e 14 Figura 8), sendo que este apresentou maior altura quando foram aplicados 60 kg ha^{-1} na aveia e 87 kg ha^{-1} de N na cultura do milho, indicando que para este estudo esta combinação de doses foi considerada ideal para que as plantas de milho expressassem o máximo crescimento. Para as demais doses aplicadas na aveia e também para as doses aplicadas no milho não houve efeito significativo. Este fato demonstra que para a altura de plantas a adubação em pré-semeadura foi eficiente, proporcionando maior crescimento vegetativo das plantas de milho, sem a necessidade da máxima dose aplicada no milho.

Para Fassio et al. (1998), a altura de plantas é uma característica que determina o grau de desenvolvimento da cultura e tem alta relação com o acúmulo de reservas.

Segundo Sá (1993), o porte das plantas de milho deve ser de médio à baixo, com o objetivo de obter maior eficiência na colheita mecânica e evitar problemas de quebra e acamamento. O porte baixo tolera maiores densidades de semeadura, mantendo a uniformidade das espigas.

Os milhos tropicais, em geral, apresentam plantas e espigas muito altas. Seleção recorrente para planta e espiga baixas praticada no milho Tuxpeño, no CIMMYT (México), depois de 15 gerações reduziu a altura da planta de 282 cm para 179 cm, a altura da espiga de 191 cm para 99 cm, o índice AE /AP de 0,68 para 0,55 e a produtividade aumentou de $3,17 \text{ t ha}^{-1}$ para 5 t ha^{-1} (JOHNSON et al., 1986, citado por PATERNIANI, 1993).

Souza et al. (2003), estudando culturas antecessoras e adubação nitrogenada no milho em plantio direto irrigado, sendo que uma das culturas utilizadas foi aveia preta, não encontrou diferenças estatísticas para altura de plantas, diâmetro do colmo, índice de espigas, comprimento e diâmetro de espigas. Já Costa (2001), relata que todos os componentes de produção apresentaram resposta à adubação nitrogenada.

Souza e Soratto (2006), estudando fontes e doses de N no milho safrinha em plantio direto, observaram que a aplicação de N em cobertura proporcionou aumentos na altura de plantas, altura de inserção da espiga, número de grãos por espiga e produtividade de grãos em sucessão à soja.

Tabela 13. Altura de plantas (m), inserção da espiga (m), diâmetro do colmo (mm), índice de espigas, número de fileiras, massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	Altura de plantas	Inserção da espiga	Diâmetro do colmo	Índice de espigas	Número de fileiras	Massa de 1000 grãos	Prod.
	---m---	----m----	---mm---			---g---	-kg ha ⁻¹ -
Doses de N (aveia)							
0	1,98	1,04	23,56	0,95	14,12	323,29	8791,00
20	1,97	1,03	23,99	0,92	14,00	328,59	8364,68
40	2,00	1,05	23,95	0,95	14,06	320,80	8669,31
60	1,97	1,02	23,15	0,95	14,15	325,41	9160,62
Ajustes	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q*	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,1146	0,4574	0,9895	0,4419	0,8766	0,0067	0,9545
CV 1(%)	5,28	8,44	5,11	4,99	3,64	11,94	22,42
Doses de N (milho)							
60	1,96	1,02	22,98	0,93	14,05	325,48	8775,06
80	1,97	1,02	23,82	0,92	13,91	319,55	8414,18
100	2,00	1,06	24,16	0,96	14,32	324,08	8995,93
120	1,99	1,04	23,68	0,96	14,05	328,99	8880,00
Ajustes	L*, Q*	L*, Q*	L ^{n.s.} , Q*	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,7388	0,6800	0,9931	0,5983	0,1530	0,8887	0,1615
CV 2(%)	2,75	4,80	5,38	5,56	2,80	5,59	11,35
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s	n.s	n.s	0,0431	n.s	n.s
Interação A x M	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

A importância destas características é que elas estão relacionadas à produtividade de grãos, e que podem indicar possíveis limitações enfrentadas pelas plantas, no seu desenvolvimento (DOMINGUES, 2004).

Tabela 14. Altura de plantas de milho (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	1,96	1,99	1,98	2,00	1,98
20	1,96	1,94	1,99	1,99	1,97
40	1,98	1,97	2,01	2,03	2,00
60 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	1,95	1,98	2,02	1,93	1,97
Médias	1,96	1,97	2,00	1,99	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

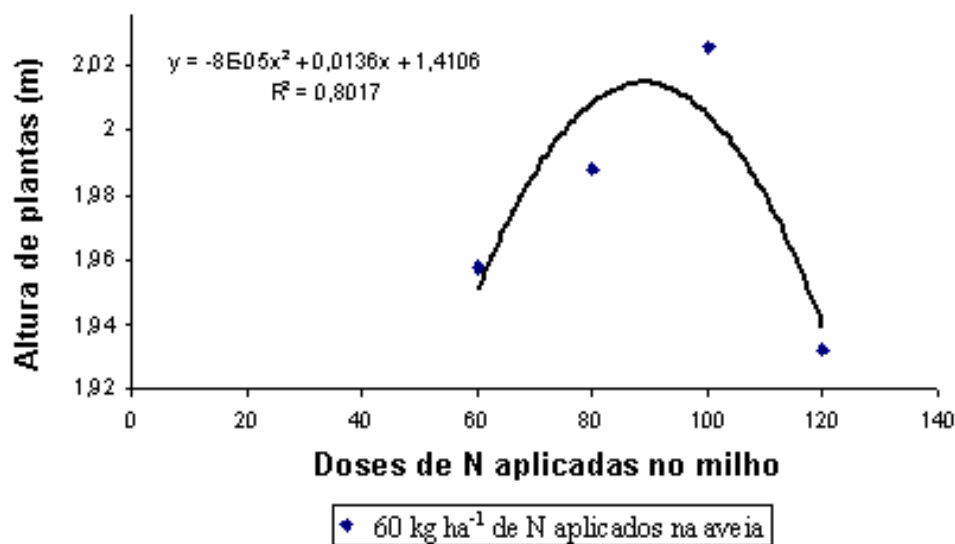


Figura 8. Altura de plantas (m) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.1.6 Altura de inserção da espiga

Para altura de inserção da espiga (Tabelas 13 e 15 e Figura 9), foi obtido uma resposta semelhante à altura de plantas, com máxima eficiência quando utilizadas a mesma combinação de doses para o parâmetro anterior; sendo obtido ajuste quadrático para as doses de N aplicadas no milho, sendo que para esta característica, o valor máximo se deu quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 96,5 kg ha⁻¹ de N no milho, demonstrando

ser esta combinação de doses a que proporcionou maior valor para este parâmetro. Novamente foi demonstrada a eficiência da aplicação do fertilizante nitrogenado em pré-semeadura.

Tabela 15. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	1,01	1,05	1,04	1,07	1,04
20	1,04	1,00	1,04	1,05	1,03
40	1,04	1,01	1,06	1,09	1,05
60 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	0,98	1,03	1,09	0,97	1,02
Médias	1,02	1,02	1,06	1,04	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

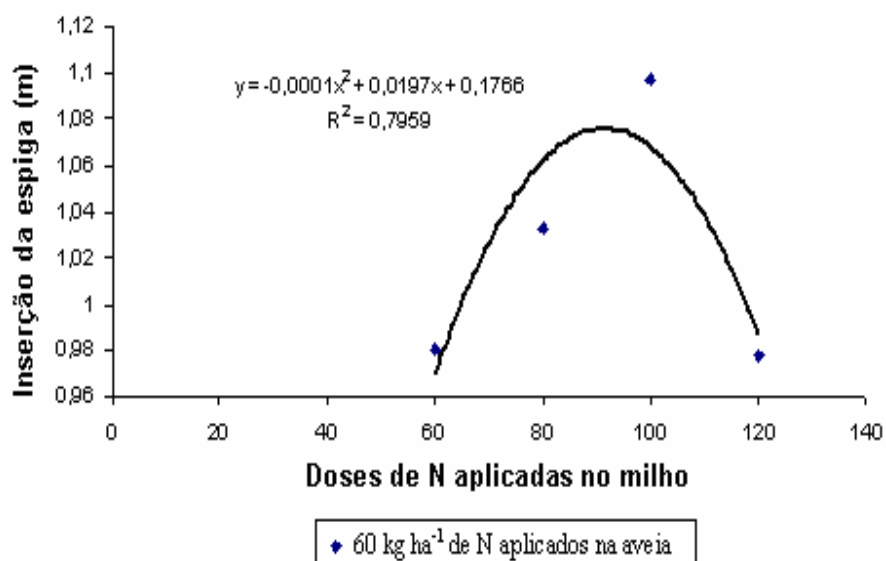


Figura 9. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

Lacerda (2004), estudando a resposta do milho ao modo de aplicação e doses de N em sistema de semeadura direta, observou que a dose de 120 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou maior altura de inserção da espiga.

Bertolini (2005), estudando adubação em pré-semeadura e em semeadura do milho, verificou que as épocas de adubação não proporcionaram diferenças estatísticas para o diâmetro do colmo, altura de plantas, índice de espigas, número de fileiras, massa de 1000 grãos e produtividade, porém influenciaram a altura de inserção da espiga quando a adubação foi feita na semeadura.

Villela (1999), constatou que a altura de inserção da espiga diferiu apenas na testemunha, sendo inferior nas demais fontes e doses.

6.1.7 Diâmetro do colmo

Para o diâmetro do colmo, foi obtido ajuste quadrático em função das doses de N aplicadas no milho (Tabelas 13 e 16 e Figura 10), sendo a dose de 100 kg ha⁻¹ de N, a responsável pelo maior diâmetro do colmo, reposta esta encontrada em função das médias das doses aplicadas na cultura do milho pois não foi possível estabelecer um modelo em função das doses aplicadas na aveia e no milho separadamente.

Como o nitrogênio é constituinte da molécula de clorofila e faz parte dos aminoácidos e aminoaçúcares, as plantas bem supridas por este nutriente podem realizar bem a fotossíntese e acumular maiores quantidades de reservas no colmo (FAQUIN, 1994). O colmo da planta de milho é um órgão de sustentação e também de reserva de fotoassimilados. Plantas com colmos fracos são mais sujeitas ao quebramento, o que pode levar a perdas de espigas pelo apodrecimento no contato com o solo e perdas na colheita mecânica. As plantas bem supridas de nitrogênio apresentam diâmetros de colmo maiores que aquelas que sofreram deficiência do elemento (FORNASIERI FILHO, 1992).

Tabela 16. Diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	22,68	23,58	24,30	23,68	23,56
20	23,44	24,29	24,14	24,08	23,99
40	23,51	23,98	24,16	24,16	23,95
60	22,31	23,45	24,05	22,81	23,15
Médias	23,68	23,82	24,16	23,68	

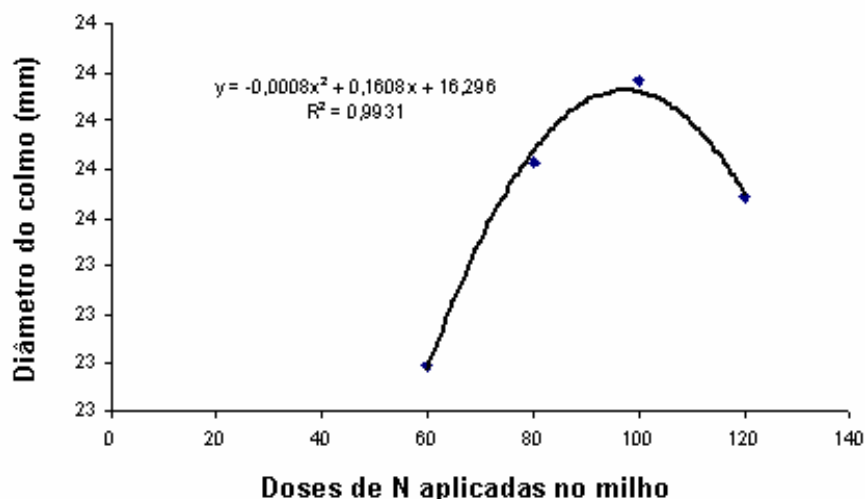


Figura 10. Médias do diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas no milho.

Souto (2004), encontrou respostas crescentes com o aumento das doses de N para altura de plantas e diâmetro do colmo.

Silva (2004), estudando a interação entre culturas antecessoras e doses de nitrogênio verificou que a análise de variância foi significativa para o diâmetro do colmo, encontrando máximo valor para tal parâmetro na dose de 180 kg ha⁻¹; constatando também que com relação a altura de plantas, menores valores para esta característica foram obtidos quando o milho foi semeado após a aveia preta.

Villela (1999), encontrou diferenças significativas entre a testemunha e as demais doses, sendo que a não realização de adubação nitrogenada resultou em menores diâmetros do colmo, sintoma bastante comum de deficiência de N.

6.1.8 Índice de espigas

Para o índice de espigas, foi obtido ajuste linear crescente (Tabelas 13 e 17 e Figura 11) em função das doses de N aplicadas no milho, sendo que para esta

característica a maior resposta ocorreu quando foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na aveia e 120 kg ha⁻¹ de N no milho, demonstrando ser esta a combinação ideal de doses de N para este parâmetro. Tal fato demonstrou para esta característica, a necessidade da aplicação em pré-semeadura, pois a planta de milho começa a formar espigas no estágio V3, ou seja, 3 folhas totalmente distendidas, época na qual foi feita a primeira adubação em cobertura, não dando tempo desta forma, para a planta responder a esta adubação.

Tabela 17. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	0,93	0,96	0,95	0,92	0,95
20	0,92	0,90	0,94	0,93	0,92
40 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	0,93	0,89	0,98	0,99	0,95
60	0,96	0,93	0,96	0,94	0,95
Médias	0,93	0,92	0,96	0,96	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

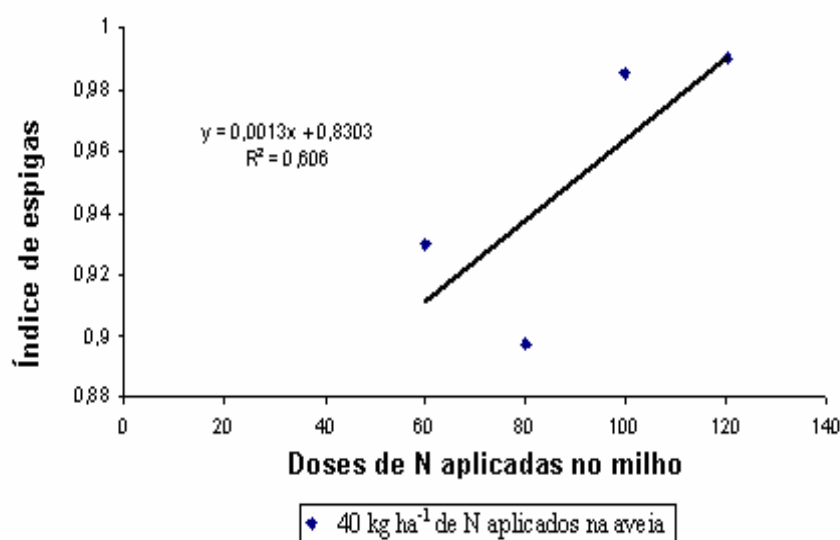


Figura 11. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na aveia.

Segundo Paterniani (1978), a melhor fertilidade do solo e a disponibilidade de elementos nutritivos e de água, associados às baixas populações promovem a produção de espigas maiores, eventualmente duas por planta, o que caracteriza a prolificidade do híbrido. Segundo Malavolta e Dantas (1987), o número de plantas com duas espigas cresce com o fornecimento de N.

6.1.9 Número de fileiras por espiga

Para o número de fileiras por espiga foi obtido ajuste quadrático para as doses de nitrogênio aplicadas no milho (Tabelas 13 e 18 e Figura 12), sendo que o maior valor para esta característica ocorreu quando da aplicação de 20 kg ha⁻¹ na aveia e 100 kg ha⁻¹ de N no milho. Como o número de fileiras é definido do estágio V8, oito folhas totalmente distendidas, ou seja muito próximo da segunda aplicação em cobertura, feita no estágio de 6 a 7 folhas totalmente distendidas, não houve tempo para que tal aplicação surtisse efeito, de modo que a aplicação em pré-semeadura foi eficiente.

Silva et al. (2005), verificou que o incremento nas doses de N aplicadas, proporcionou aumento nos valores de número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira, atingindo o ponto de máxima eficiência técnica com as doses de 162 e 154 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, e que para a massa de 1000 grãos, observou-se efeito linear em relação às doses testadas.

Tabela 18. Número de fileiras em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	14,30	13,90	14,20	14,10	14,12
20 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q*	13,60	13,90	14,60	13,90	14,00
40	14,30	13,87	14,30	13,80	14,06
60	14,00	14,00	14,20	14,40	14,15
Médias	14,05	13,91	14,32	14,05	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Casagrande e Fornasieri Filho (2002), estudando adubação nitrogenada em milho safrinha, verificaram não haver efeito das doses nem da forma de aplicação do N,

nas características de rendimento de grãos, massa de mil grãos, índice de colheita, altura das plantas e espigas, número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos.

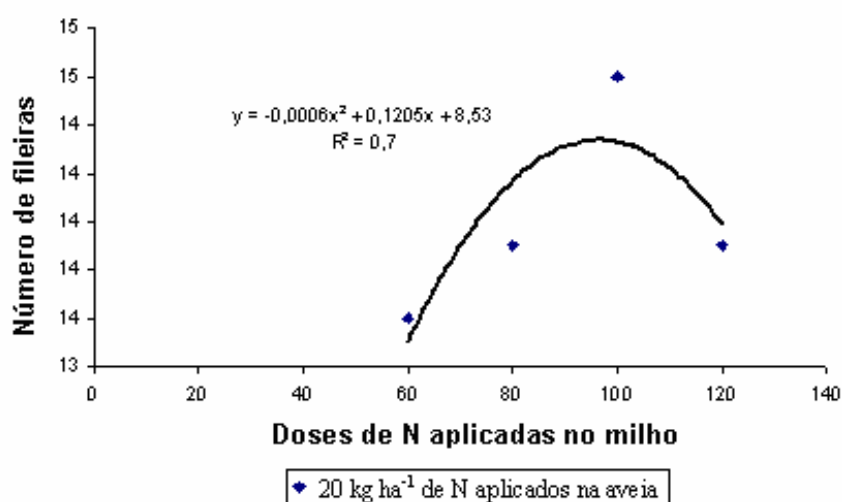


Figura 12. Número de fileiras em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.1.10 Massa de 1000 grãos e produtividade

A massa de 1000 grãos e a produtividade do milho não apresentaram efeito significativo (Tabelas 13, 19 e 20). Este fato demonstra que o fornecimento de nitrogênio pela palhada inicial de soja, provavelmente foi suficiente para o desenvolvimento da cultura.

Porém pode-se observar maior efeito das doses de N na cultura antecessora, quando da aplicação da menor dose, 60 kg ha⁻¹ de N, na cultura do milho; demonstrando o efeito do nitrogênio aplicado na cultura da aveia, na produção de milho. Nota-se também que a associação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 60 kg ha⁻¹ de N no milho, proporcionaram produtividades superiores quando comparadas à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N no milho associado a ausência de aplicação na aveia (Tabela 20), indicando a importância da adubação em pré-semeadura.

Tabela 19. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	324,00	326,59	316,85	325,70	323,29
20	338,20	320,61	322,92	332,65	328,59
40	320,50	314,17	328,12	320,42	320,80
60	319,22	316,81	328,45	337,18	325,41
Médias	325,48	319,55	324,08	328,99	

Tabela 20. Produtividade do milho (kg ha⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	8497,00	8541,50	9376,75	8748,75	8791,00
20	8809,25	8213,50	8314,50	8121,50	8364,68
40	8503,25	7989,00	8913,75	9271,25	8669,31
60	9290,75	8912,75	9378,75	9060,25	9160,62
Médias	8775,06	8414,18	8995,93	8880,00	

A massa de 1000 grãos é um parâmetro muito importante, pois a partir de um mesmo número de óvulos fecundados pode-se obter maior produtividade, apenas com o aumento das reservas acumuladas nos grãos (SILVA, 2004).

Martins e Rosa Júnior (2005), estudando culturas antecessoras, verificaram não haver diferenças significativas sobre o rendimento de milho sob as diferentes coberturas vegetais. Já Ohland et al. (2005), constatou que independente da cultura de cobertura, a adição de nitrogênio eleva a produtividade de grãos de milho.

Segundo Silva (2004), a resposta do milho à adubação nitrogenada é dependente da cultura antecessora e que quando o milho é semeado após plantas que disponibilizam o nitrogênio de seus resíduos mais rapidamente, a resposta à adubação nitrogenada é menor.

Já Piza et al. (2004), concluiu que independente do tipo de palhada existente no primeiro ano de cultivo do milho em plantio direto, não houve respostas em relação a características morfológicas ou produtividade do milho.

Silva et al. (2006), verificaram que sobre a aveia-preta, o milho respondeu positivamente à adubação nitrogenada, com máxima eficiência na dose de 205 kg ha⁻¹.

Ceretta et al. (2002 a), estudando o manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto, constatou que a produtividade de grãos de milho diminuiu à medida que se retirou nitrogênio que seria aplicado em cobertura no milho para aplicar no perfilhamento da aveia preta e que a aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do milho aumentou a disponibilidade de nitrogênio no início do ciclo do milho, mas ficou demonstrado que se deve manter a aplicação de N em cobertura. Resultados semelhantes foram obtidos por Bortolini et al. (2001) e Pauletti e Costa (2000).

Pöttker e Wiethölter (2004), cultivando a aveia preta precedendo ao milho, e testando épocas de aplicação de nitrogênio, constatou que a aplicação de N na semeadura e em cobertura proporcionou rendimento de milho semelhante às aplicações efetuadas em pré-semeadura e na semeadura e que em safra com elevada precipitação nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, a aplicação de N na semeadura e em cobertura ocasionou rendimento de milho superior à aplicação em pré-semeadura e na semeadura

Fernandes et al. (2005), estudando doses e eficiência do uso do N em cultivares de milho constatou que as doses influenciaram a massa de 1000 grãos e produtividade de grãos e que a eficiência do uso do nitrogênio diminuiu quando se aumentou a dose de N aplicada. Já Silva et al. (2003), verificou que o nitrogênio não teve efeito para a massa de 1000 grãos, porém, proporcionou aumento na altura de plantas, inserção da espiga, número e peso de espigas e o rendimento de grãos.

Aita et al. (2001), utilizando várias culturas antecessoras ao milho, observaram que as leguminosas proporcionam melhores produtividades quando os teores de N são baixos, porém quando se adiciona altas doses do elemento as produtividades não diferem estatisticamente.

6.1.11 Diagnose foliar das plantas de milho

Os dados referentes à diagnose foliar são apresentados na Tabela 21 e 22.

6.1.11.1 Nitrogênio e fósforo

Para o nitrogênio na planta na época da diagnose foliar, foi obtido ajuste linear para as doses de nitrogênio aplicadas no milho (Tabelas 21 e 23 e Figura 13), e o máximo valor para o teor deste nutriente ocorreu quando da ausência de aplicação do fertilizante nitrogenado na cultura da aveia e da utilização da máxima dose de N no milho, 120 kg ha⁻¹, ocorrendo o mesmo efeito de quando foi realizada a segunda coleta de plantas e analisado o teor de nitrogênio nas folhas. Os valores adequados para o teor de nitrogênio na cultura do milho foram obtidos a partir da dose de 69,1 kg ha⁻¹ de N, que está compreendido na faixa considerada adequada para a cultura que é de 27,0 a 35,0 g kg⁻¹ de N (CANTARELLA et al., 1997).

A associação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 60 kg ha⁻¹ de N no milho, apresentou teor de N semelhante à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N no milho, associado à ausência de aplicação na aveia (Tabela 23).

Tabela 21. Teores N, P, K, Ca, Mg, S (g kg⁻¹) na folha diagnose em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
Doses de N (aveia)						
0	27,62	2,69	28,31	2,25	1,52	2,30
20	28,68	2,74	27,12	2,43	1,59	2,25
40	28,37	2,70	28,25	2,31	1,51	2,26
60	28,68	2,83	27,93	2,43	1,66	2,23
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,7347	0,7412	0,2140	0,4000	0,5405	0,7714
CV 1(%)	12,50	10,95	7,42	27,42	30,10	10,02
Doses de N (milho)						
60	27,81	2,73	27,50	2,43	1,67	2,21
80	27,75	2,76	28,18	2,31	1,55	2,20
100	28,75	2,71	28,43	2,43	1,50	2,30
120	29,06	2,76	27,50	2,25	1,58	2,33
Ajustes	L [*] , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q [*]	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,8570	0,1007	0,9593	0,4000	0,9903	0,8395
CV 2(%)	4,44	4,44	4,11	18,94	17,76	7,58
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	0,0095	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Interação A x M	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Quanto ao teor de fósforo, este não apresentou efeito significativo, e desta forma não foi possível estabelecer um modelo (Tabelas 21 e 24). Os valores encontrados para os teores de fósforo encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹ de P (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 22. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg⁻¹) na folha diagnose em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg Kg ⁻¹ -----				
Doses de N (aveia)					
0	14,68	11,87	111,50	59,06	29,58
20	15,25	12,43	102,06	64,81	29,95
40	15,12	12,43	95,37	61,37	30,32
60	15,50	12,81	97,18	60,18	30,69
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,7966	0,9020	0,9894	0,6478	0,4007
CV 1(%)	17,46	20,31	24,40	18,76	14,19
Doses de N (milho)					
60	15,25	12,06	99,31	56,81	29,87
80	15,06	12,18	103,68	61,43	29,56
100	15,43	12,56	107,18	63,87	30,56
120	14,81	12,75	95,93	63,31	30,56
Ajustes	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q [*]	L [*] , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,4292	0,9657	0,8679	0,7807	0,6485
CV 2(%)	8,22	6,85	13,31	9,96	7,85
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s	n.s	0,0097	n.s
Interação A x M	n.s	n.s	0,0382	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 23. Nitrogênio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L [*] , Q ^{n.s.}	26,75	27,25	28,00	28,50	27,62
20	28,50	28,00	28,50	29,75	28,68
40	27,75	27,50	29,50	28,75	28,37
60	28,25	28,25	29,00	29,25	28,68
Médias	27,81	27,75	28,75	29,06	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 24. Fósforo na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	2,75	2,67	2,65	2,70	2,69
20	2,65	2,75	2,77	2,70	2,74
40	2,65	2,72	2,67	2,77	2,70
60	2,80	2,90	2,77	2,87	2,83
Médias	2,73	2,76	2,71	2,76	

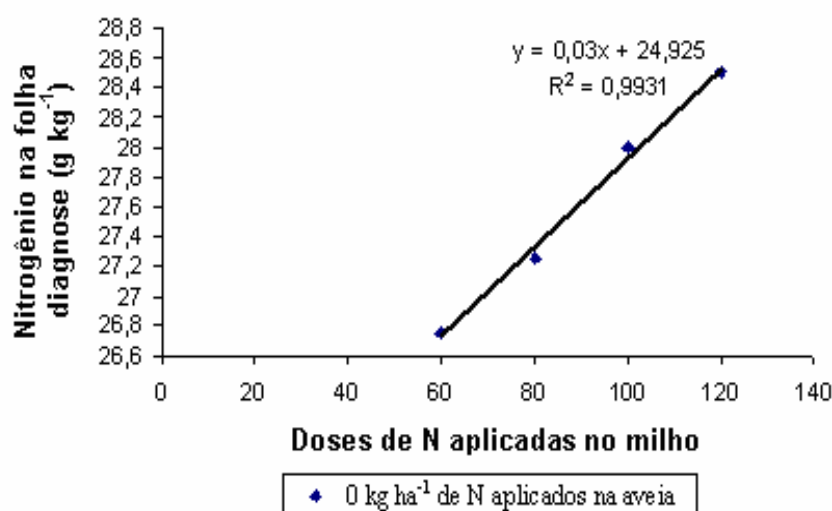


Figura 13. Nitrogênio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} de N na aveia.

6.1.11.2 Potássio, cálcio e magnésio

Para o potássio na planta em função das doses de N aplicadas no milho foi obtido ajuste linear crescente (Tabelas 21 e 25 e Figura 14), apresentando máximo valor quando da aplicação de 20 kg ha^{-1} de nitrogênio na aveia e a utilização da dose máxima no milho, 120 kg ha^{-1} .

Também foi obtido ajuste quadrático para as doses de N aplicadas no milho, sendo que o maior valor para o teor deste elemento foi encontrado com a combinação de 60 kg ha⁻¹ na aveia e 86 kg ha⁻¹ de N no milho; podendo-se considerar desta forma, que o maior valor para o potássio nas condições em que foi realizado o experimento está compreendida na faixa de 20 a 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e de 80 a 120 kg ha⁻¹ de N no milho. Os teores de potássio estão na faixa considerada adequada para cultura do milho que é de 17,0 a 35,0 g kg⁻¹ de K (CANTARELLA et al., 1997).

Para os teores de cálcio e magnésio não foram obtidos efeitos significativos e desta forma não foi possível ajustar um modelo (Tabelas 21, 26 e 27). Os teores de cálcio encontram-se um pouco abaixo da faixa adequada para cultura que é de 2,5 a 8,0 g kg⁻¹ de Ca (CANTARELLA et al., 1997); já os teores de magnésio estão dentro da faixa adequada para o milho que é de 1,5 a 5,0 g kg⁻¹ de Mg (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 25. Potássio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	27,75	29,00	28,75	27,75	28,31
20 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	26,25	26,25	28,00	28,00	27,12
40	28,25	28,50	28,50	27,75	28,25
60 L ^{n.s} , Q*	27,75	29,00	28,50	26,50	27,93
Médias	27,50	28,18	28,43	27,50	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 26. Cálcio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
20	2,75	2,25	2,50	2,25	2,43
40	2,25	2,25	2,50	2,25	2,31
60	2,50	2,50	2,50	2,25	2,43
Médias	2,43	2,31	2,43	2,25	

Tabela 27. Magnésio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	1,80	1,40	1,40	1,50	1,52
20	1,62	1,77	1,47	1,50	1,59
40	1,50	1,47	1,47	1,62	1,51
60	1,77	1,55	1,65	1,70	1,66
Médias	1,67	1,55	1,50	1,58	

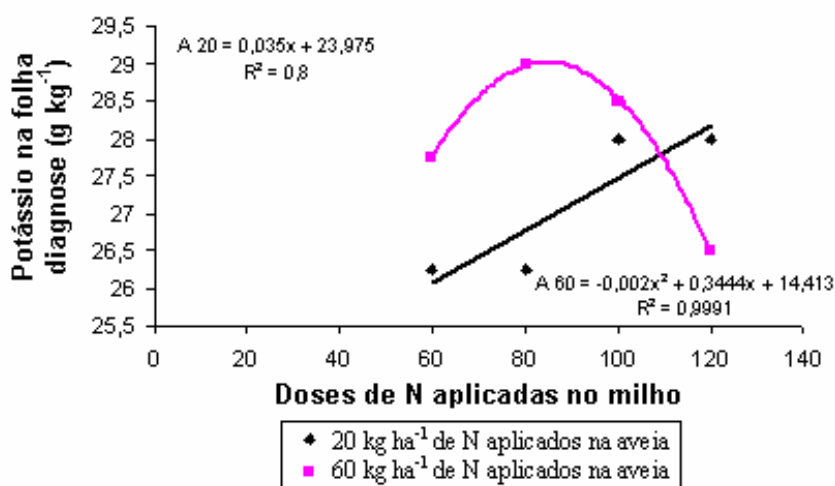


Figura 14. Potássio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 e 60 kg ha^{-1} de N na aveia.

6.1.11.3 Enxofre

Para o enxofre foi obtido ajuste quadrático para as doses do fertilizante nitrogenado aplicados na cultura do milho (Tabelas 21 e 28 e Figura 15), apresentando máximo valor para o teor deste elemento quando foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N na aveia e 101 kg ha^{-1} de N no milho, o que mostra ser essa a melhor combinação de doses de nitrogênio para que o enxofre apresente teores mais elevados. Os valores encontrados para os teores de

enxofre encontram-se na faixa adequada para a cultura para que é de 1,5 a 3,0 g kg⁻¹ de S (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 28. Enxofre na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	2,27	2,30	2,27	2,35	2,30
20	2,20	2,02	2,27	2,50	2,25
40 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	2,15	2,30	2,40	2,20	2,26
60	2,22	2,17	2,25	2,30	2,23
Médias	2,21	2,20	2,30	2,33	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

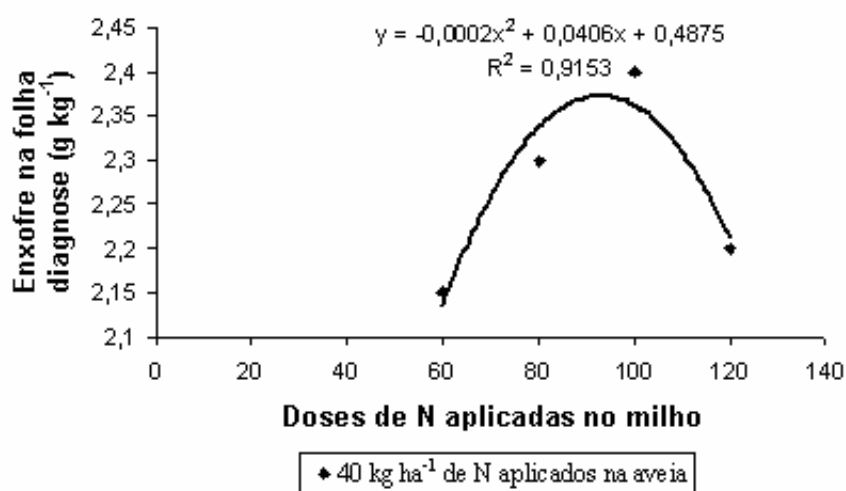


Figura 15. Enxofre na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.1.11.4 Boro

Para o boro foi obtido ajuste linear decrescente para as doses de N aplicadas na cultura do milho (Tabelas 22 e 29 e Figura 16), apresentando valor mínimo quando da aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na aveia, e da máxima dose aplicada no milho, 120 kg ha⁻¹ de N, o que demonstra ser esta a combinação de doses que o milho apresentará o menor

valor para o teor deste elemento. Os teores de boro estão na faixa adequada para a cultura que é de 10 a 25 mg kg⁻¹ de B (CANTARELLA et al.,1997).

Tabela 29. Boro na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	14,25	13,75	16,00	14,75	14,68
20 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	16,25	16,25	14,25	14,25	15,25
40	15,25	15,00	15,75	14,50	15,12
60	15,25	15,25	15,75	15,75	15,50
Médias	15,25	15,06	15,43	14,81	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

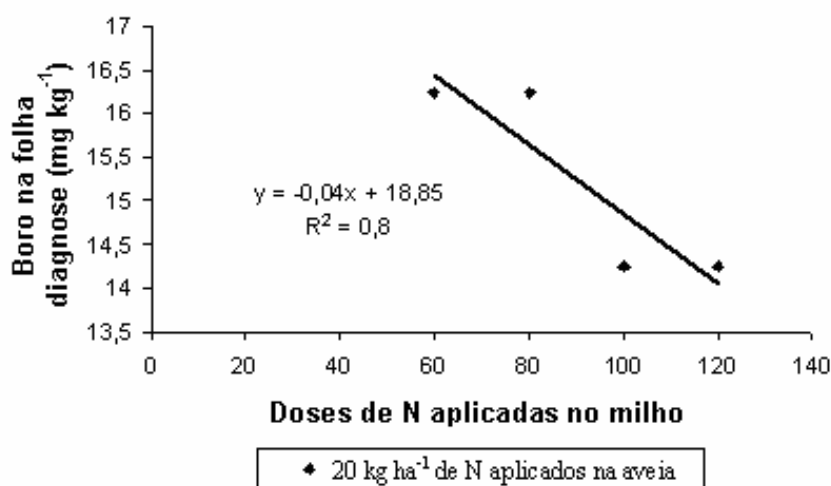


Figura 16. Boro na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.1.11.5 Cobre

Para o cobre na planta foi obtido ajuste linear crescente para as doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 22 e 30 e Figura 17), apresentando valor máximo para o teor deste elemento quando foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de N no milho e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

Para as doses do fertilizante nitrogenado aplicadas no milho (Tabelas 22 e 30 Figura 18), também foram obtidos ajustes lineares crescentes, sendo que o cobre apresentou valores máximos quando da ausência de aplicação de N na aveia e quando aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na referida cultura, associados a maior dose aplicada no milho, 120 kg ha⁻¹ de N. Os teores de cobre encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 6 a 20 mg kg⁻¹ de Cu (CANTARELLA et al., 1997)

Tabela 30. Cobre na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60 L*, Q ^{n.s}	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	11,00	11,50	12,50	12,50	11,87
20	12,25	12,50	12,25	12,75	12,43
40 L*, Q ^{n.s}	11,75	12,25	12,75	13,00	12,43
60	13,25	12,50	12,75	12,75	12,81
Médias	12,06	12,18	12,56	12,75	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

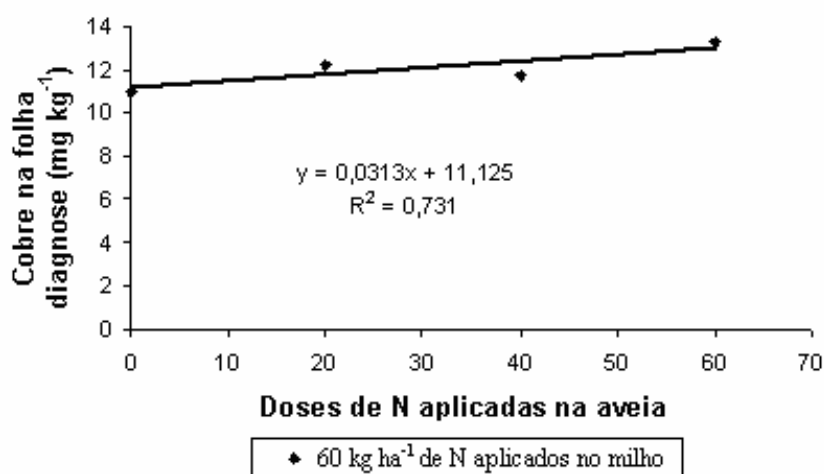


Figura17. Cobre na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N no milho.

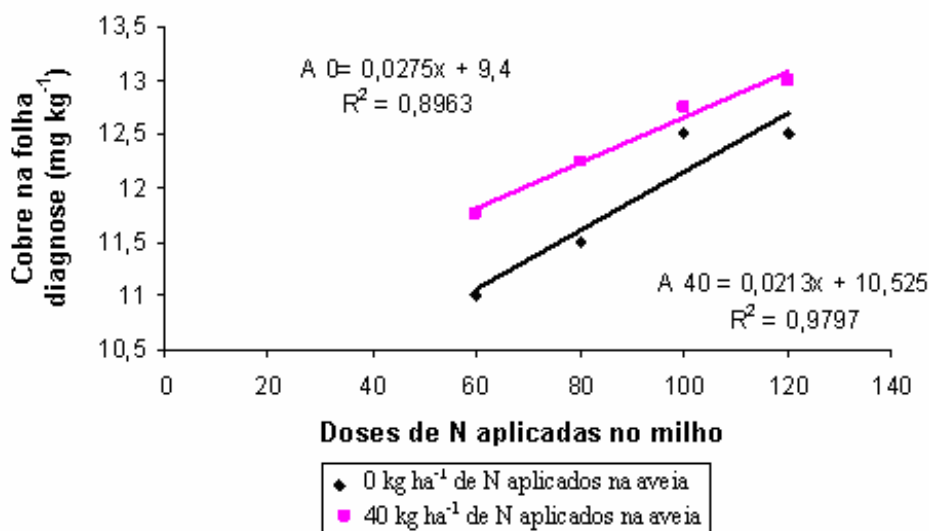


Figura18. Cobre na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.1.11.6 Ferro

Para o ferro foram obtidos ajustes lineares decrescentes para as doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 22 e 31 e Figura 19), apresentando valores mínimos para os teores deste elemento quando foram aplicados 60 e 100 kg ha⁻¹ de N no milho, associados a máxima dose na aveia, 60 kg ha⁻¹. Os teores de ferro estão na faixa adequada para a cultura que é de 30 a 250 mg kg⁻¹ de Fe (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 31. Ferro na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	80	100 L*, Q ^{n.s}	120	Médias
0	118,25	101,75	131,75	94,25	111,50
20	95,50	116,25	100,75	95,75	102,06
40	91,50	93,75	98,50	97,75	95,37
60	92,00	103,00	97,75	96,00	97,18
Médias	99,31	103,68	107,18	95,93	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

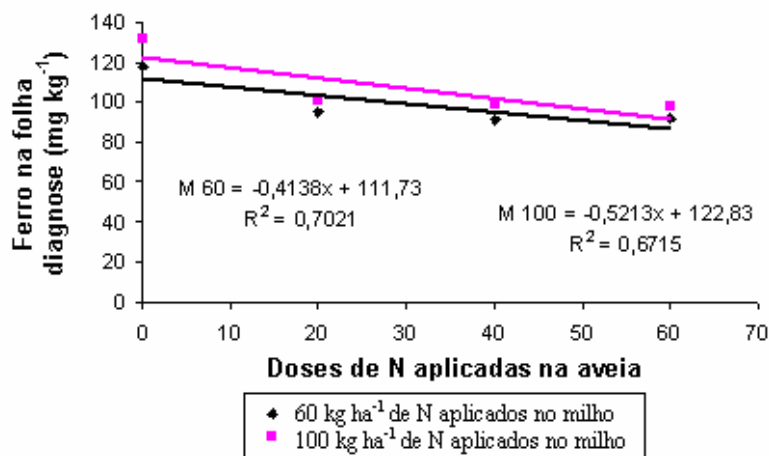


Figura 19. Ferro na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha^{-1} e 100 kg ha^{-1} de N no milho.

6.1.11.7 Manganês e zinco

Para o manganês foi obtido ajuste quadrático para as doses de N aplicadas no milho (Tabelas 22 e 32 e Figura 20), apresentando valor máximo para o teor deste elemento quando da ausência de aplicação do fertilizante nitrogenado na aveia associado a aplicação $99,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no milho.

Porém, também foi obtido ajuste linear crescente para as doses de N aplicadas no milho (Tabelas 22 e 32 e Figura 20), apresentando máximo valor para o teor de manganês quando foram aplicados 20 kg ha^{-1} de N na aveia e 120 kg ha^{-1} de N no milho, mostrando desta forma que a aplicação até 20 kg ha^{-1} de N na aveia associado a uma aplicação de 100 a 120 kg ha^{-1} de N no milho serão apresentados teores mais elevados para este elemento. Os teores de manganês estão na faixa adequada para o milho que é de 20 a 200 mg kg^{-1} de Mn (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 32. Manganês na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	49,75	62,00	63,75	60,75	59,06
20 L [*] , Q ^{n.s.}	60,00	64,00	63,75	71,50	64,81
40	59,75	59,25	67,50	59,00	61,37
60	57,75	60,50	60,50	62,00	60,18
Médias	56,81	61,43	63,87	63,31	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

Tabela 33. Zinco na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	28,25	30,00	31,00	29,00	29,58
20	30,00	28,75	30,75	32,50	29,95
40	28,50	28,75	30,00	30,00	30,32
60	32,75	30,75	30,50	30,75	30,69
Médias	29,87	29,56	30,56	30,56	

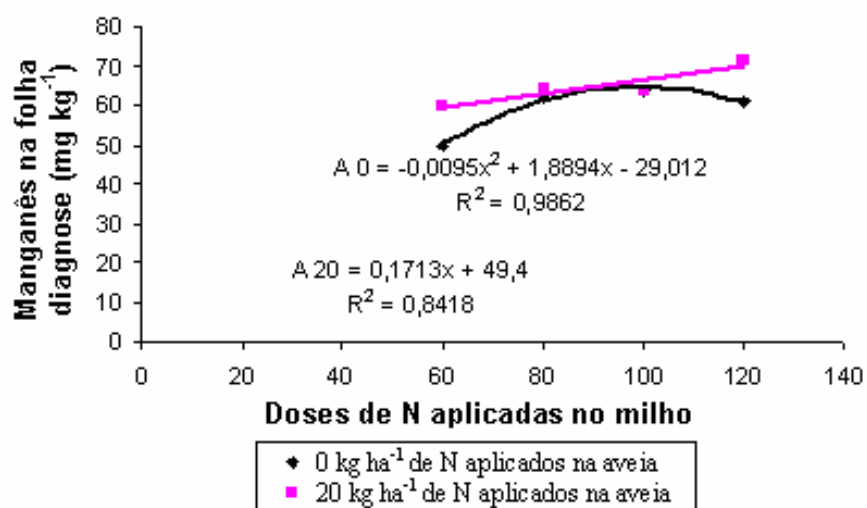


Figura 20. Manganês na folha diagnose (mg kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} e 20 kg ha^{-1} de N na aveia.

Os teores de zinco não apresentaram efeito significativo e desta forma não foi possível ajustar um modelo (Tabelas 22 e 33). Os valores de zinco estão na faixa adequada para a cultura que é de 15 a 100 mg kg⁻¹ de Zn (CANTARELLA et al., 1997).

6.2 Experimento nº2: milho/aveia/milho

6.2.1 Massa de matéria seca no corte da aveia e relação C/N

A produção de massa de matéria seca da aveia preta na época em que foi realizado o corte desta cultura não apresentou efeito significativo. Este fato provavelmente ocorreu em função do nitrogênio ter sido aplicado após o florescimento da aveia preta, época em que a cultura já estava em senescência (Tabela 34).

A relação C/N também não apresentou efeito significativo e por este motivo não foi apresentado nenhum ajuste (Tabela 34). Tal fato provavelmente ocorreu porque este experimento foi implantado sobre palhada de milho, que normalmente apresenta alta relação C/N, não possibilitando resposta a aplicação do fertilizante nitrogenado, devido a imobilização do nitrogênio.

Tabela 34. Massa de matéria seca no corte da aveia (kg ha⁻¹) e relação C/N em função das doses de N aplicadas na aveia.

	Massa de matéria seca no corte da aveia -----kg ha ⁻¹ -----	Relação C/N
Doses de N (aveia)		
0	9209,50	38,45
20	8270,25	34,79
40	8755,00	35,72
60	7622,50	38,68
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q [*]
Coefficiente de determinação	0,6664	0,9709
CV (%)	15,85	28,21
Aveia	n.s	n.s

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05

6.2.2 Massa de matéria seca da palhada sobre o solo e relação C/N aos 96 DAS

Para massa de matéria seca da palhada sobre o solo aos 96 DAS, foram obtidos ajustes quadráticos para as doses de nitrogênio aplicadas na aveia (Tabela 35 e 36 e Figura 21), sendo que maiores valores foram atingidos quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N no milho associados a aplicação de 23 kg ha⁻¹ de N na aveia; e também quando da aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N no milho associados a aplicação de 39 kg ha⁻¹ de N na aveia. No entanto, também foi obtido ajuste linear crescente para as doses de N aplicadas na aveia quando da aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N no milho (Tabela 35 e 36 e Figura 21). Pode-se concluir desta forma, que maiores respostas para massa de matéria seca da palhada foram atingidas na faixa de 60 a 100 kg ha⁻¹ de N aplicados no milho combinados com a aplicação de 23 a 60 kg ha⁻¹ de N na aveia, quando da adubação realizada em pré-semeadura.

Já para as doses do fertilizante nitrogenado aplicados no milho, foi obtido ajuste quadrático, sendo que o máximo valor foi atingido quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia associado aplicação de 98 kg ha⁻¹ de N no milho (Tabela 35 e 36 e Figura 22).

Pode-se observar que a massa de matéria seca da palhada diminuiu bastante da avaliação realizada no corte da aveia para aos 96 DAS, passando de aproximadamente 9200 para 4100 kg ha⁻¹.

Para a relação C/N na avaliação realizada aos 96 DAS, foi obtido ajuste linear decrescente para as doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 35 e 37 e Figura 23), sendo que o menor valor foi observado quando da aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N no milho associada a maior dose aplicada na aveia, 60 kg ha⁻¹ de N, mostrando desta forma que com o aumento das doses do adubo nitrogenado a relação C/N tende a diminuir. Este fato também ocorreu no experimento instalado na palhada de soja, nesta mesma época, pois em ambos experimentos já foi possível responder a adubação feita no milho, devido a mineralização do nitrogênio.

Nota-se também que neste experimento, a massa de matéria seca da palhada e a relação C/N foram superiores ao experimento nº1, soja/aveia/milho, tal fato deve-se provavelmente a imobilização do nitrogênio proporcionada pela palhada de milho.

Tabela 35. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) e relação C/N aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	Massa de matéria seca da palhada aos 96 DAS ----- kg ha^{-1} -----	Relação C/N da palhada aos 96 DAS
Doses de N (aveia)		
0	4163,25	48,54
20	4463,31	47,47
40	4555,12	45,04
60	4489,00	41,57
Ajustes ⁽¹⁾	L*, Q*	L ^{n.s.} , Q*
Coefficiente de determinação	0,9986	0,9998
CV 1(%)	42,06	21,71
Doses de N (milho)		
60	4467,12	47,24
80	4235,81	46,70
100	4338,43	41,47
120	4629,31	47,23
Ajustes	L ^{n.s.} , Q*	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coefficiente de determinação	0,9877	0,4789
CV 2(%)	24,18	16,35
Aveia	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s
Interação A x M	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

Tabela 36. Massa de matéria seca da palhada (kg ha^{-1}) aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q*	80L ^{n.s.} , Q*	100L*, Q ^{n.s.}	120	Médias
0	4384,75	3628,75	3666,25	4973,25	4163,25
20	5104,50	4548,25	3820,25	4380,25	4463,31
40	4564,00	4386,50	4563,00	4707,00	4555,12
60 L ^{n.s.} , Q*	3815,25	4379,75	5304,25	4456,75	4489,00
Médias	4467,12	4235,81	4338,43	4629,31	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

Tabela 37. Relação C/N da palhada aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	120	Médias
0	46,60	50,61	44,88	52,07	48,54
20	48,57	48,52	46,52	46,28	47,47
40	48,33	43,85	40,72	47,27	45,04
60	45,44	43,81	33,75	43,28	41,57
Médias	47,24	46,70	41,47	47,23	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

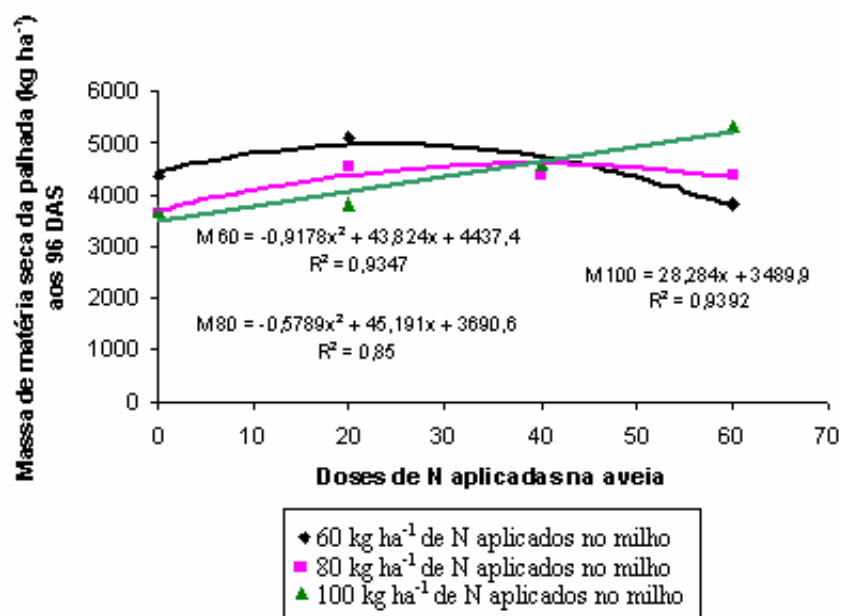


Figura 21. Massa de matéria seca da palhada (kg ha⁻¹) aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60, 80 e 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

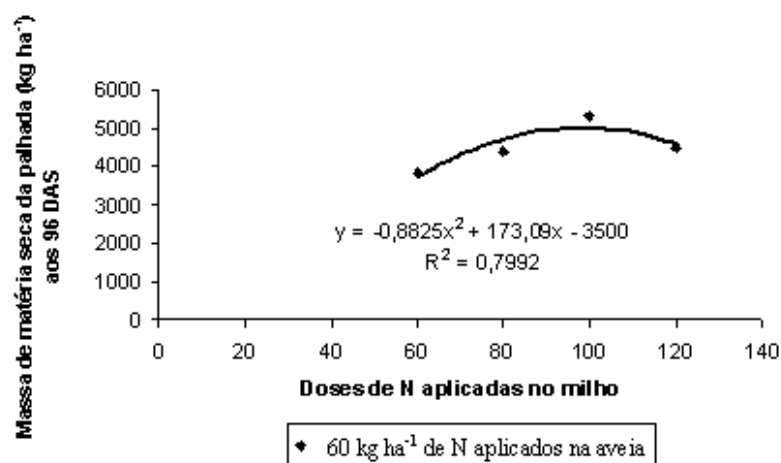


Figura 22. Massa de matéria seca da palhada (kg ha⁻¹) aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

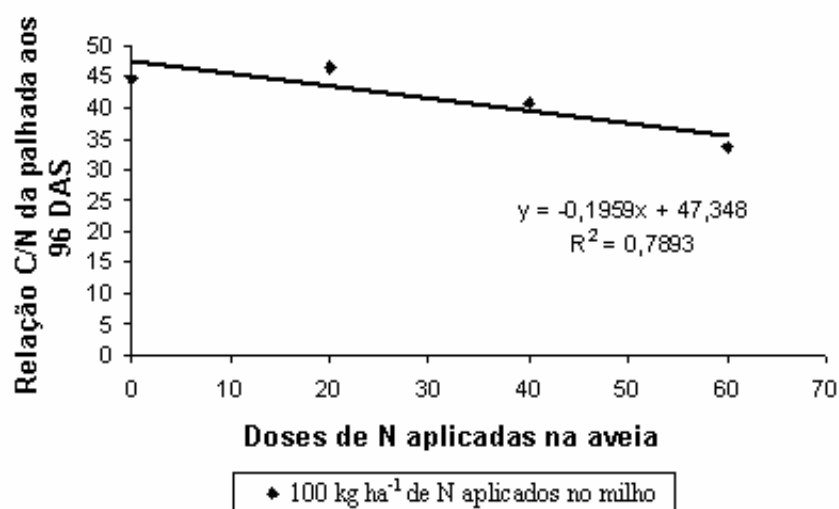


Figura 23. Relação C/N da palhada aos 96 DAS em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

6.2.3 Massa de matéria seca e teor de N na 1ª coleta de plantas de milho aos 18 DAS

Quanto à massa de matéria seca das plantas de milho, realizadas na primeira coleta, aos 18 DAS, feita antes da 1ª cobertura, foi obtido ajuste linear crescente em função das doses de N aplicadas na aveia (Tabela 38 e Figura 24), sendo que a dose de 60 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou maior resposta para esta característica. Neste experimento, por ter sido instalado sobre palhada de milho, a aplicação do N em pré-semeadura foi uma prática interessante, pois o mesmo não ocorreu, quando o ensaio foi implantado sobre a palhada inicial de soja; podendo-se notar que tanto a massa de matéria seca das plantas de milho, como os teores de nitrogênio foram inferiores ao do experimento nº1, soja/aveia/milho.

Para o teor de N nas folhas nesta coleta não foi obtido efeito significativo (Tabela 38).

Tabela 38. Massa de matéria seca na 1ª coleta de plantas de milho (g) e teor de N (g kg⁻¹), aos 18 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia.

	Massa de matéria seca na 1ª coleta de plantas de milho	Teor de N na 1ª coleta de plantas de milho
	-----g-----	-----g kg ⁻¹ -----
Doses de N (aveia)		
0	6,99	32,11
20	8,15	32,32
40	8,48	34,19
60	9,60	34,32
Ajustes ⁽¹⁾	L*, Q ^{n.s}	L ^{n.s} , Q ^{n.s}
Coef. de determinação	0,9619	0,8662
CV (%)	19,25	5,72
Aveia	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

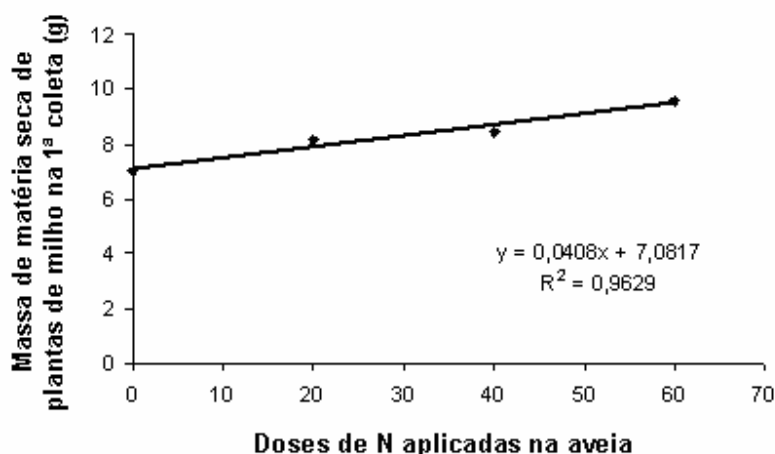


Figura 24. Massa de matéria seca na 1ª coleta de plantas de milho (g), aos 18 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia

6.2.4 Massa de matéria seca e teor de N na 2ª coleta de plantas de milho aos 53 DAS

Na segunda coleta de plantas de milho, aos 53 DAS, feita 18 dias após a 2ª cobertura, não houve efeito significativo para produção de massa de matéria seca (Tabelas 39 e 40). Tal fato pode ser explicado por ter havido deficiência de nitrogênio na cultura do milho o que pode ser comprovado pelos teores de nitrogênio presentes nas plantas. Este fato provavelmente ocorreu devido a alta relação C/N da palhada de milho na qual o experimento foi instalado. Pode-se notar que as massas das plantas nesta coleta foram superiores que no experimento nº1, soja/aveia/milho, tal fato pode ser explicado por esta coleta ter sido feita quatro dias após a realizada no experimento nº1 (Tabela 11), ou pelo fato de os tratamentos terem sido mais eficientes neste experimento em função da palhada inicial ser de milho.

Para o teor de nitrogênio nas plantas foi obtido ajuste linear crescente (Tabelas 39 e 41 e Figura 25), quando da aplicação de 0 e 40 kg ha⁻¹ de N na aveia e 120 kg ha⁻¹ de N no milho, sendo estas as combinações que proporcionaram maior teor deste nutriente nas plantas de milho, porém ainda insuficientes para o ótimo desenvolvimento da cultura, o que ocorreu provavelmente devido a imobilização do nitrogênio, ou por ter ocorrido efeito de

diluição em função dos maiores valores encontrados para massa de matéria seca neste experimento, pois pode-se notar que os teores de nitrogênio são menores que no experimento nº1 (Tabela 12).

Tabela 39. Massa de matéria seca na 2ª coleta de plantas de milho (g) e teor de N (g kg^{-1}), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	Massa de matéria seca na 2ª coleta de plantas de milho	Teor de N na 2ª coleta de plantas de milho
	-----g-----	-----g kg ⁻¹ -----
Doses de N (aveia)		
0	181,78	19,62
20	195,30	17,18
40	212,39	18,31
60	204,69	18,93
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,9229	0,7432
CV 1(%)	20,42	12,20
Doses de N (milho)		
60	195,47	17,25
80	189,77	17,62
100	198,93	19,93
120	209,97	19,25
Ajustes	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L*, Q*
Coef. de determinação	0,9612	0,7540
CV 2(%)	19,59	8,68
Aveia	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s
Interação A x M	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 40. Massa de matéria seca na 2ª coleta de plantas de milho (g), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	166,22	190,86	164,79	205,24	181,78
20	204,11	179,18	203,35	194,56	195,30
40	212,48	222,74	210,45	203,87	212,39
60	199,08	166,31	217,15	236,23	204,69
Médias	195,47	189,77	198,93	209,97	

Tabela 41. Teor de N na segunda coleta de plantas de milho (g kg^{-1}), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	17,75	18,00	21,00	21,75	19,62
20	16,50	16,25	18,50	17,50	17,18
40 L*, Q ^{n.s}	17,25	17,25	19,75	19,00	18,31
60	17,50	19,00	20,50	18,75	18,93
Médias	17,25	17,62	19,93	19,25	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

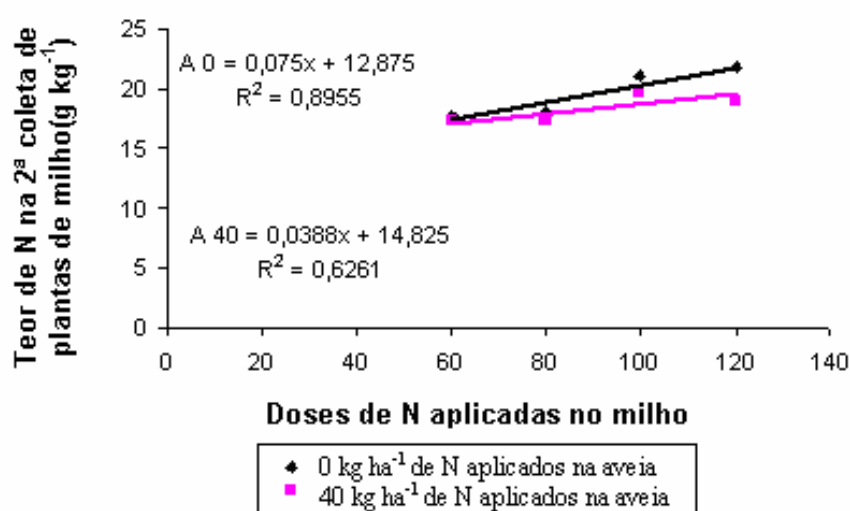


Figura 25. Teor de N na 2ª coleta de plantas de milho (g kg^{-1}), aos 53 DAS, em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} e 40 kg ha^{-1} de N na aveia.

6.2.5 Altura de plantas de milho

Para a característica altura de plantas de milho, foi obtido ajuste linear crescente em função das doses de N aplicadas no milho (Tabelas 42 e 43 e Figura 26), sendo que a dose de 120 kg ha^{-1} de N, foi a que proporcionou maior altura, sendo esta repostada encontrada em função das médias das doses aplicadas na cultura do milho, pois não foi

possível estabelecer um ajuste em função das doses aplicadas na aveia e no milho separadamente. Neste caso as doses aplicadas na aveia não surtiram efeito devido à provável imobilização do N, em função deste experimento ter sido instalado sobre palhada inicial de milho.

Tabela 42. Altura de plantas de milho (m), inserção da espiga (m), diâmetro do colmo (mm), índice de espigas, número de fileiras, massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	Altura de plantas	Inserção da espiga	Diâmetro do colmo	Índice de espigas	Número de fileiras	Massa de 1000 grãos	Prod.
	---m---	---m---	---mm---			---g---	-kg ha ⁻¹ -
Doses de N (aveia)							
0	1,80	1,02	21,15	0,83	14,05	281,49	5289,31
20	1,76	0,94	20,80	0,87	13,87	278,57	5072,43
40	1,82	0,96	21,39	0,89	13,95	298,30	6238,87
60	1,79	0,98	20,60	0,90	13,94	277,73	5317,18
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coef. de determinação	0,0287	0,8058	0,2854	0,9998	0,6478	0,2916	0,2515
CV 1(%)	7,95	18,37	4,74	15,64	4,17	14,87	39,34
Doses de N (milho)							
60	1,75	0,92	20,50	0,84	13,97	271,75	4534,12
80	1,79	0,96	20,67	0,87	14,04	273,24	5315,37
100	1,80	0,98	21,31	0,89	13,75	297,86	6192,62
120	1,82	1,05	21,47	0,88	14,05	293,24	5876,68
Ajustes	L [*] , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L [*] , Q [*]	L ^{n.s.} , Q [*]
Coef. de determinação	0,8936	0,9569	0,9314	0,9968	0,2293	0,7476	0,9476
CV 2(%)	4,47	14,27	4,76	9,28	3,55	5,12	17,06
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s	0,0219	n.s	n.s	0,0367	0,0001
Interação A x M	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 43. Altura de plantas de milho (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	1,78	1,80	1,82	1,81	1,80
20	1,71	1,75	1,75	1,81	1,76
40	1,77	1,81	1,86	1,85	1,82
60	1,75	1,81	1,78	1,81	1,79
Médias	1,75	1,79	1,80	1,82	

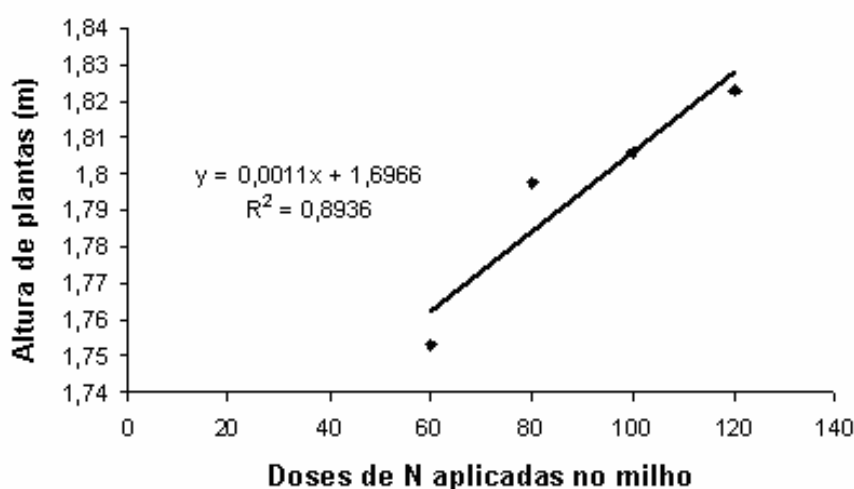


Figura 26. Médias da altura de plantas de milho (m) em função das doses de N aplicadas no milho.

6.2.6. Altura de inserção da espiga

Para altura de inserção da espiga foi obtido ajuste linear crescente em função das doses de N aplicadas no milho (Tabelas 42 e 44 e Figura 27), sendo encontrado maior valor para esta característica quando da ausência de aplicação de N na cultura da aveia, associado a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N no milho. Pode-se notar que este comportamento também foi observado para altura de plantas, devido ao fato já explicado no item anterior.

Tabela 44. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	0,93	0,95	0,97	1,24	1,02
20	0,91	0,93	0,97	0,96	0,94
40	0,90	0,96	1,01	0,99	0,96
60	0,95	0,99	0,98	1,00	0,98
Médias	0,92	0,96	0,98	1,05	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

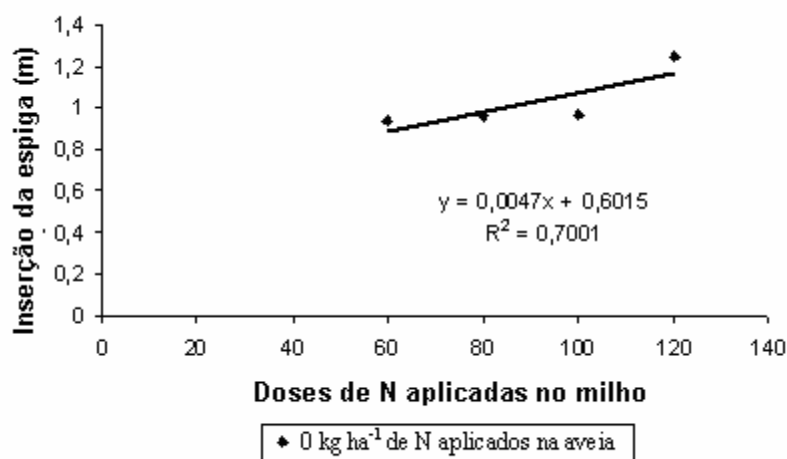


Figura 27. Altura de inserção da espiga (m) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha⁻¹ de N na aveia.

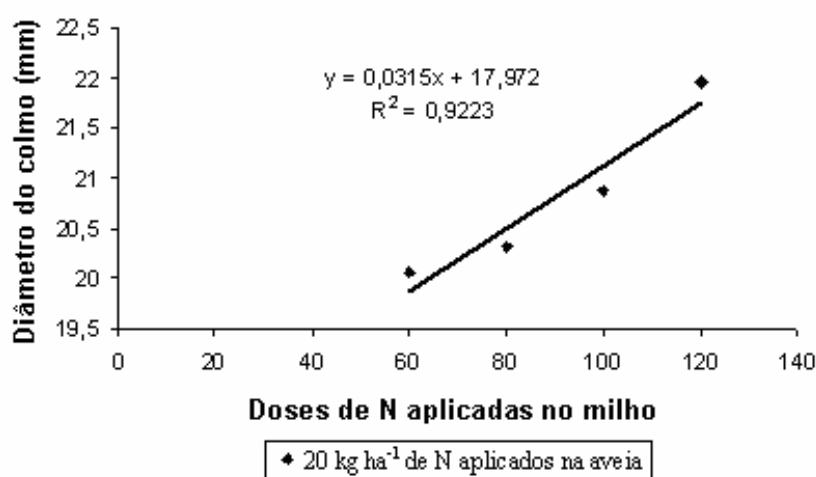
6.2.7 Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo seguiu o mesmo comportamento que altura de plantas e inserção da espiga, sendo obtido ajuste linear crescente em função das doses de N aplicadas no milho (Tabelas 42 e 45 e Figura 28), apresentando máximo valor quando da aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na aveia e 120 kg ha⁻¹ de N no milho, sendo esta combinação de doses do fertilizante nitrogenado a que proporcionou maior resposta para este parâmetro.

Tabela 45. Diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	20,75	21,04	21,34	21,49	21,15
20 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	20,05	20,32	20,88	21,96	20,80
40	20,60	20,91	22,59	21,47	21,39
60	20,60	20,39	20,43	20,96	20,60
Médias	20,50	20,67	21,31	21,47	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

**Figura 28.** Diâmetro do colmo (mm) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.8 Índice de espigas

Para o índice de espigas foi obtido ajuste linear crescente em função das doses de nitrogênio aplicadas na aveia (Tabelas 42 e 46 e Figura 29), apresentando máximo valor quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 60 kg ha⁻¹ de N no milho.

No entanto, foi obtido ajuste quadrático para as doses do fertilizante nitrogenado aplicadas na cultura do milho (Tabelas 42 e 46 e Figura 30), apresentando máximo valor quando da ausência da aplicação de N na aveia, associado à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N no milho. Apesar de este experimento ter sido instalado sobre palhada inicial de

milho, também para esta característica, como explicado anteriormente no item 6.1.8, a adubação em pré-semeadura foi eficiente

Tabela 46. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60 L [*] , Q ^{n.s.}	80	100	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	0,71	0,89	0,87	0,86	0,83
20	0,86	0,86	0,89	0,85	0,87
40	0,88	0,85	0,91	0,91	0,89
60	0,92	0,89	0,89	0,90	0,90
Médias	0,84	0,87	0,89	0,88	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

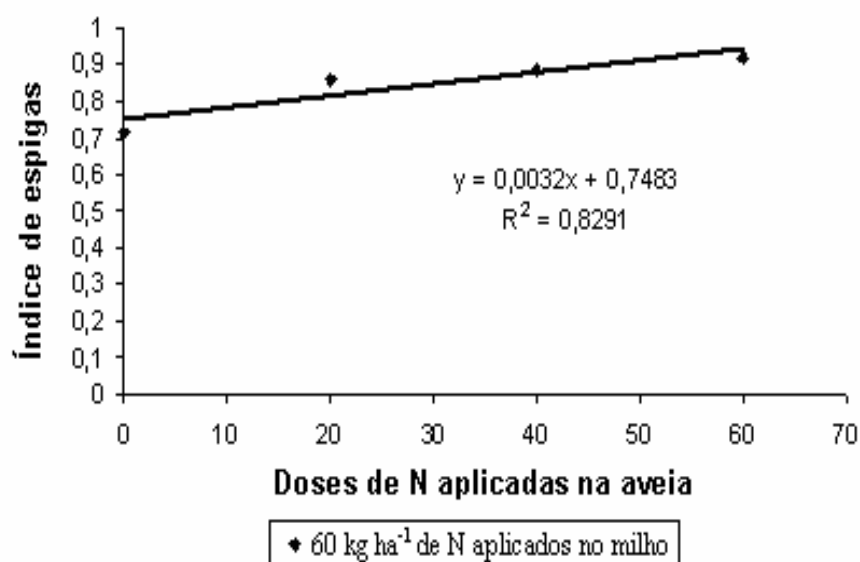


Figura 29. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N no milho.

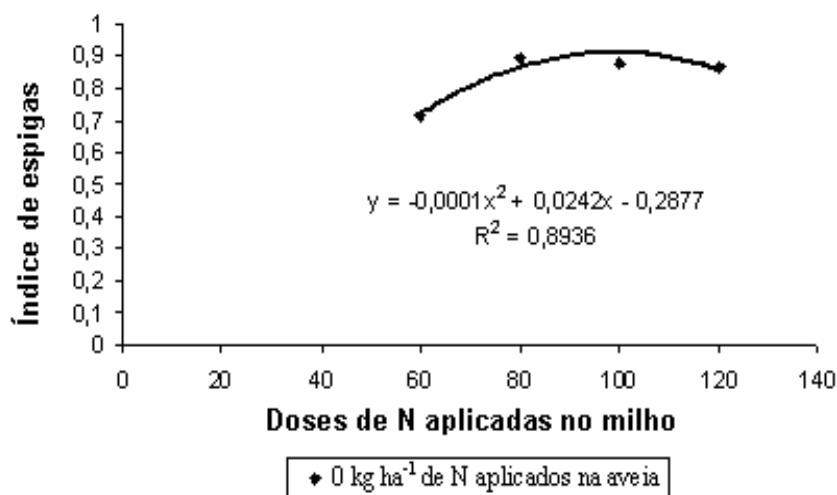


Figura 30. Índice de espigas em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.9 Número de fileiras

O número de fileiras não apresentou efeito significativo e desta forma não foi possível ajustar um modelo (Tabelas 42 e 47). Apesar do número de fileiras ser definido no início do ciclo como foi explicado no item 6.1.9, este fato provavelmente ocorreu, devido a imobilização do nitrogênio causada pela elevada relação C/N da palhada de milho.

Tabela 47. Número de fileiras em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	13,70	14,20	14,00	14,30	14,05
20	14,10	14,00	13,20	14,20	13,87
40	13,80	14,20	13,90	13,90	13,95
60	14,30	13,77	13,90	13,80	13,94
Médias	13,97	14,04	13,75	14,05	

6.2.10 Massa de 1000 grãos

Observa-se que para massa de 1000 grãos (Tabelas 42 e 48 e Figura 31), foi obtido ajuste quadrático em função das doses de nitrogênio aplicadas na aveia, sendo apresentado maior valor quando da aplicação de 32 kg ha⁻¹ de N na aveia e 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

Para o efeito proporcionado pela aplicação das doses de nitrogênio no milho (Tabelas 42 e 48 e Figura 32), verifica-se que foi obtido ajuste linear crescente, sendo que a maior resposta se deu quando da ausência de aplicação de N na aveia e 120 kg ha⁻¹ de N no milho. Neste experimento em função da palhada inicial ter sido a de milho, a adubação em pré-semeadura se mostrou eficiente.

Tabela 48. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100 L ^{n.s} , Q [*]	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L [*] , Q ^{n.s}	269,75	276,67	284,71	294,83	281,49
20	267,98	245,78	304,59	295,96	278,57
40	286,09	292,96	312,67	301,50	298,30
60	263,21	277,56	289,47	280,68	277,73
Médias	271,75	273,75	297,86	293,24	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

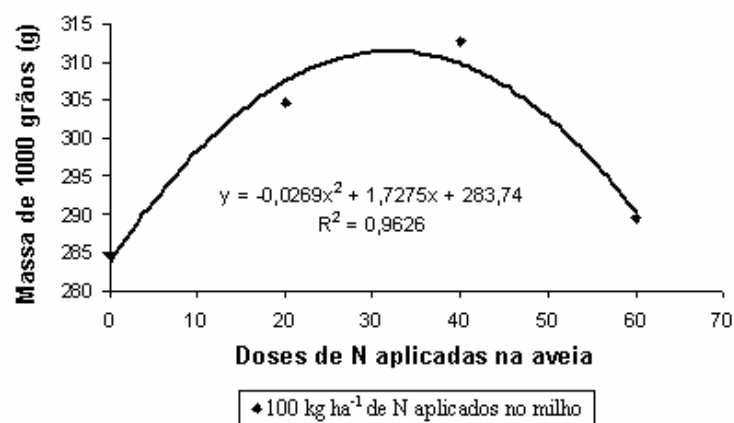


Figura 31. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

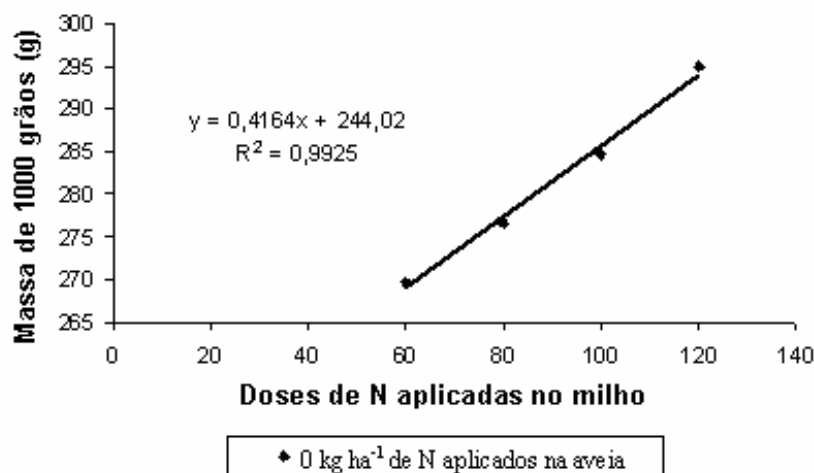


Figura 32. Massa de 1000 grãos (g) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.11 Produtividade

Para produtividade foi obtido ajuste quadrático em função das doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 42 e 49 e Figura 33), sendo que a associação de 100 kg ha⁻¹ de N no milho e 30,8 kg ha⁻¹ de N na aveia, foi a combinação de doses que permitiu ao milho expressar seu maior potencial produtivo.

Tabela 49. Produtividade do milho (kg ha⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100 L ^{n.s.} , Q [*]	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L [*] , Q ^{n.s.}	4472,00	5051,00	5591,75	6042,50	5289,31
20	4195,25	4245,75	6358,50	5490,25	5072,43
40	5423,50	5897,50	7370,75	6263,75	6238,87
60	4045,75	6067,25	5449,50	5710,25	5317,18
Médias	4534,12	5315,37	6192,62	5876,68	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

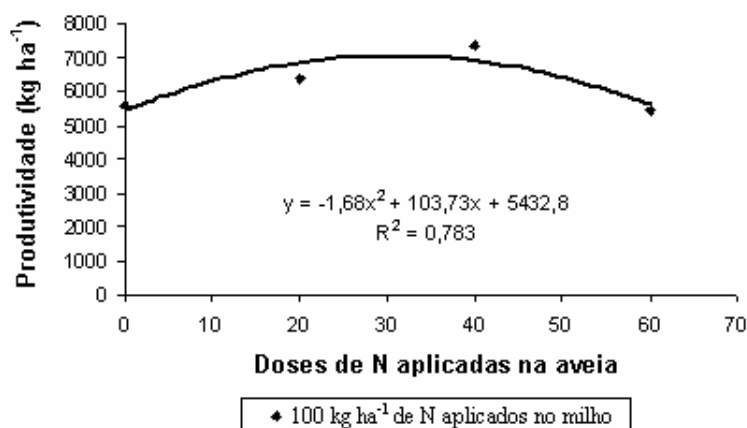


Figura 33. Produtividade do milho (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha^{-1} de N no milho.

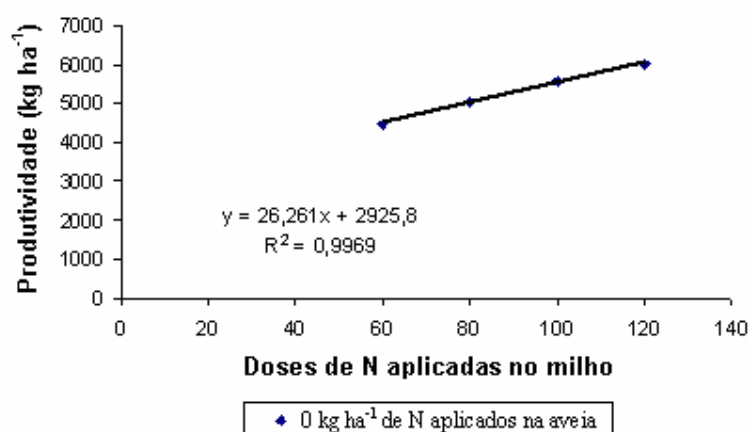


Figura 34. Produtividade do milho (kg ha^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha^{-1} de N na aveia.

Para o efeito das doses de nitrogênio aplicadas no milho (Tabelas 42 e 49 e Figura 34), nota-se que foi obtido ajuste linear crescente, com alto valor para R^2 , 99%, sendo que o valor máximo para esta característica ocorreu quando da ausência de aplicação do fertilizante nitrogenado na aveia associada a aplicação da dose máxima no milho, 120 kg ha^{-1} .

¹de N. Conforme o esperado, a produtividade da cultura apresentou o mesmo comportamento que o da massa de 1000 grãos, devido ao fato explicado no item anterior.

6.2.12. Diagnose foliar das plantas de milho

Os dados referentes à diagnose foliar estão apresentados na Tabelas 50 e 51.

6.2.12.1 Nitrogênio

Para o nitrogênio na planta na época da diagnose foliar foi obtido ajuste linear para as doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 50 e 52 e Figura 35), sendo que o maior valor apresentado para o teor deste elemento foi atingido quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

Tabela 50. Teores N, P, K, Ca, Mg, S na folha diagnose (g kg⁻¹), em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
Doses de N (aveia)						
0	21,12	2,76	24,75	2,81	2,05	1,80
20	21,75	2,55	24,06	2,81	1,95	1,76
40	22,62	2,70	24,68	2,87	2,12	2,01
60	22,12	2,71	24,87	2,93	1,95	1,96
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coeficiente de determinação	0,8899	0,5234	0,6119	0,8909	0,1000	0,5952
CV 1(%)	16,26	32,93	6,58	24,77	36,84	14,99
Doses de N (milho)						
60	20,25	2,67	23,56	2,75	2,03	1,75
80	20,43	2,64	24,68	2,62	1,97	1,81
100	23,75	2,71	25,00	3,12	2,05	2,00
120	23,18	2,70	25,12	2,93	2,01	1,98
Ajustes	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L [*] , Q ^{n.s.}
Coeficiente de determinação	0,7536	0,4057	0,8226	0,4000	0,0530	0,8449
CV 2(%)	8,26	9,92	5,37	14,79	8,85	9,36
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	n.s	n.s	0,0076	0,0110	n.s	0,0005
Interação A x M	n.s	0,0161	n.s	n.s	n.s	n.s

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

Tabela 51. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na folha diagnose (mg kg^{-1}), em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg^{-1} -----				
Doses de N (aveia)					
0	18,50	8,37	88,56	36,37	27,00
20	19,62	8,12	91,81	39,87	25,68
40	19,25	8,68	97,56	38,37	28,50
60	20,93	8,62	99,87	40,12	27,31
Ajustes ⁽¹⁾	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coeficiente de determinação	0,7966	0,4788	0,9782	0,6186	0,1764
CV 1(%)	32,68	17,86	19,50	32,91	16,22
Doses de N (milho)					
60	21,12	7,62	92,93	34,68	26,75
80	19,43	8,06	89,18	36,62	26,87
100	18,68	9,00	92,87	42,06	26,81
120	19,06	9,12	102,81	41,37	28,06
Ajustes	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}	L ^{n.s.} , Q ^{n.s.}
Coeficiente de determinação	0,9995	0,9458	0,9993	0,8365	0,9046
CV 2(%)	27,62	11,29	20,95	14,55	9,52
Aveia	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Milho	n.s	0,0001	n.s	0,0012	n.s
Interação A x M	n.s	n.s	n.s	n.s	0,0093

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

Tabela 52. Nitrogênio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100 L [*] , Q ^{n.s.}	120	Médias
0 ⁽¹⁾ L [*] , Q ^{n.s.}	20,00	20,25	21,75	22,50	21,12
20	20,50	19,25	24,50	22,75	21,75
40 L [*] , Q ^{n.s.}	20,75	21,50	23,75	24,50	22,62
60	19,75	20,75	25,00	23,00	22,12
Médias	20,25	20,43	23,75	23,18	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: $P < 0,05$.

Já ao analisar o efeito das doses de nitrogênio aplicadas no milho (Tabelas 50 e 52 e Figura 36), pode-se observar que foi obtido ajuste linear crescente, sendo que quando da ausência de aplicação do N e também quando foi feita aplicação de 40 kg ha^{-1} de N na aveia, associada à maior dose aplicada no milho, 120 kg ha^{-1} de N, foi a combinação de doses que proporcionou maior teor de N nas plantas de milho. Os valores encontrados para

os teores de nitrogênio estão abaixo da faixa adequada para a cultura que é de 27,0 a 35,0 g kg⁻¹ de N (CANTARELLA et al., 1997). Este fato pode ter ocorrido devido à imobilização do nitrogênio em função deste experimento ter sido instalado sobre palhada de milho, podendo-se destacar que no experimento n °1, soja/aveia/milho, os teores deste elemento estão dentro da faixa adequada para a cultura, sendo aproximadamente 30% superiores aos valores encontrados neste experimento.

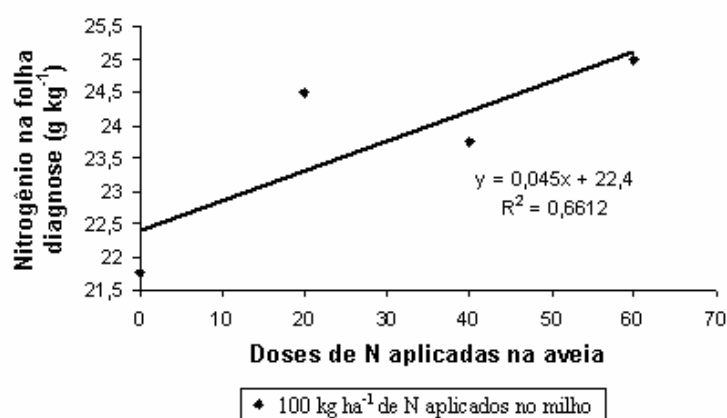


Figura 35. Nitrogênio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

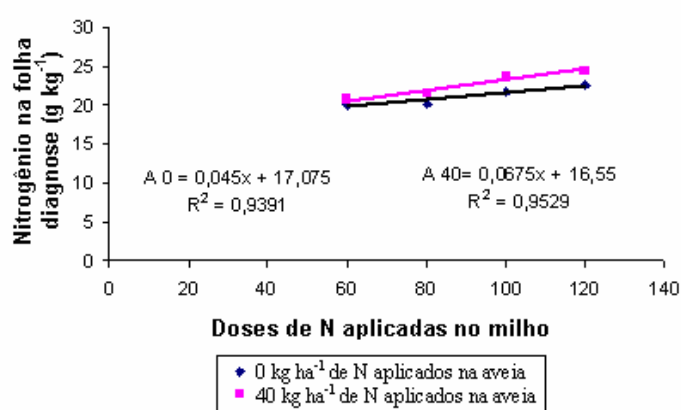


Figura 36. Nitrogênio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 0 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.2 Fósforo

Para o fósforo foi obtido ajuste linear decrescente em função das doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 50 e 53 e Figura 37), sendo que quando da aplicação da máxima dose na aveia, 60 kg ha⁻¹ de N, associada a dose de 60 kg ha⁻¹ de N no milho, foi obtido o menor valor para o teor deste nutriente.

Para as doses de nitrogênio aplicadas na cultura do milho foi obtido ajuste quadrático (Tabelas 50 e 53 e Figura 38), sendo que o maior valor para o teor de fósforo foi encontrado com combinação das doses de 95,5 kg ha⁻¹ de N no milho e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia. Os teores de fósforo encontram-se na faixa adequada para a cultura do milho que é de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹ de P (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 53. Fósforo na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	80	100	120	Médias
0	2,87	2,50	2,60	3,07	2,76
20	2,67	2,52	2,60	2,40	2,55
40	2,77	2,72	2,72	2,57	2,70
60 L ^{n.s} , Q*	2,37	2,82	2,92	2,75	2,71
Médias	2,67	2,64	2,71	2,70	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

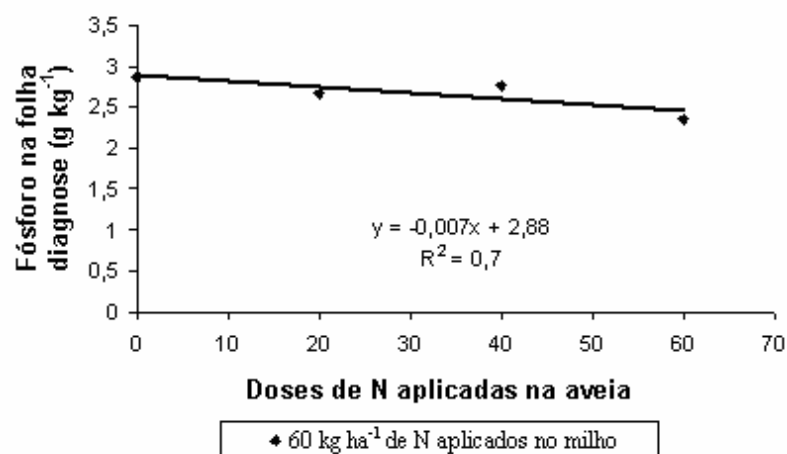


Figura 37. Fósforo na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N no milho.

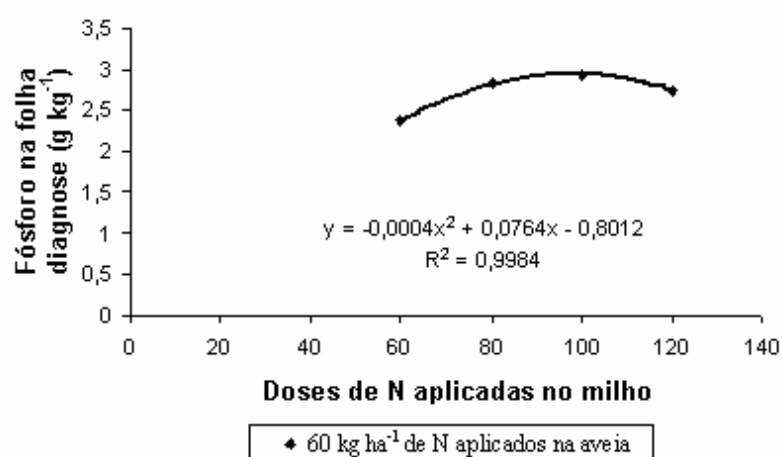


Figura 38. Fósforo na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.3 Potássio

Para o potássio na planta foi obtido ajuste linear crescente para as doses de N aplicadas na aveia (Tabelas 50 e 54 e Figura 39), sendo que a maior resposta para o teor deste elemento foi encontrado quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 80 kg ha⁻¹ de N no milho.

Para as doses de nitrogênio aplicadas na cultura do milho, foi obtido ajuste linear crescente (Tabelas 50 e 54 e Figura 40), sendo que os maiores valores para o potássio foram encontrados quando da aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N no milho e 20 kg ha⁻¹ de N na aveia .

Porém pode-se observar também que foi obtido ajuste quadrático para as doses de N aplicadas no milho (Tabelas 50 e 54 e Figura 40), sendo o maior valor para o teor de potássio obtido com a combinação de 94,7 kg ha⁻¹ de N no milho e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia. Desta forma pode-se considerar que para as condições em que foi realizado o experimento, os maiores valores para o teor de potássio nas folhas do milho foram encontradas na faixa de 20 a 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e de 95 a 120 kg ha⁻¹ de N no milho, quando da aplicação das doses de N na cultura do milho. Os teores de potássio encontram-se na faixa adequada para a cultura para que é de 17,0 a 35,0 g kg⁻¹ de K (CANTARELLA et al.,1997).

Tabela 54. Potássio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80 L [*] , Q ^{n.s}	100	120	Médias
0	25,00	24,25	24,75	25,00	24,75
20 ⁽¹⁾ L [*] , Q ^{n.s}	22,75	23,50	24,50	25,50	24,06
40	23,25	25,00	25,50	25,00	24,68
60 L ^{n.s} , Q [*]	23,25	26,00	25,25	25,00	24,87
Médias	23,56	24,68	25,00	25,12	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

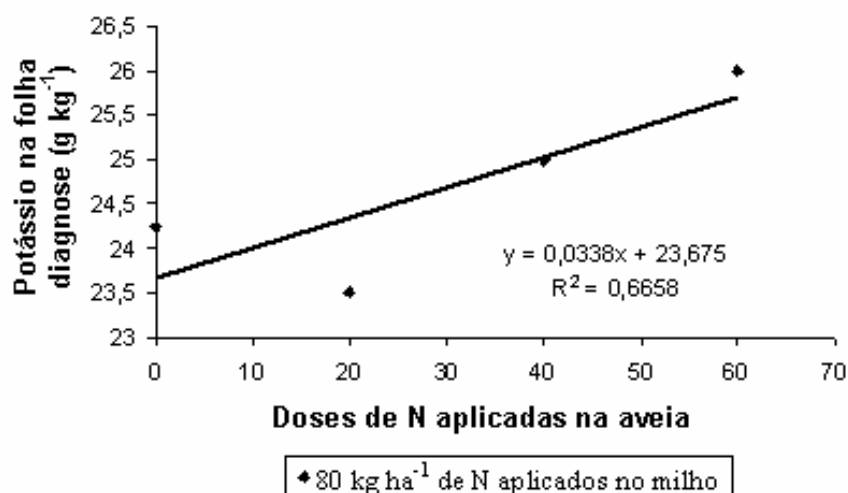


Figura 39. Potássio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 80 kg ha^{-1} de N no milho.

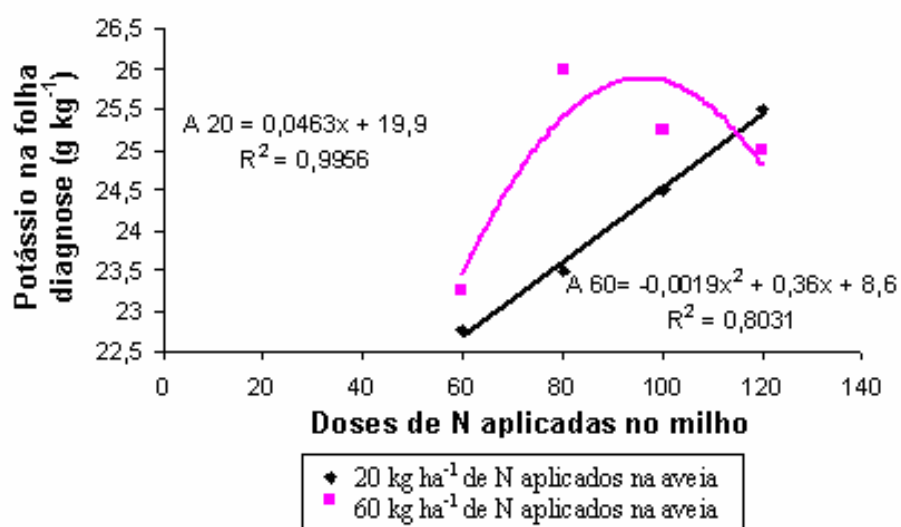


Figura 40. Potássio na folha diagnose (g kg^{-1}) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha^{-1} e 60 kg ha^{-1} de N na aveia.

6.2.12.4 Cálcio

Para o cálcio foi obtido ajuste linear crescente para as doses de nitrogênio aplicadas na aveia (Tabelas 50 e 55 e Figura 41), sendo que o maior valor para o teor deste nutriente foi obtido quando da combinação da máxima dose na aveia, 60 kg ha⁻¹ de N, e 100 kg ha⁻¹ de N no milho. Os teores de cálcio estão na faixa adequada para a cultura que é de 2,5 a 8,0 g kg⁻¹ de Ca (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 55. Cálcio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	120	Médias
0	2,75	2,75	2,75	3,00	2,81
20	2,75	2,50	3,25	2,75	2,81
40	2,75	2,75	3,00	3,00	2,87
60	2,75	2,50	3,50	3,00	2,93
Médias	2,75	2,62	3,12	2,93	

⁽¹⁾L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

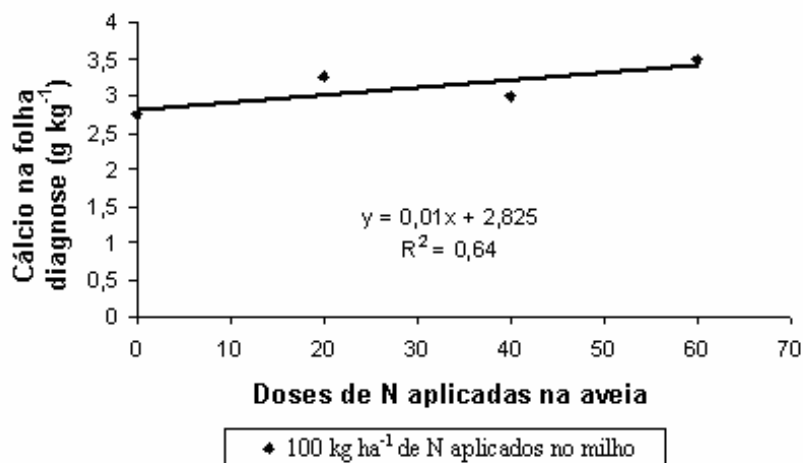


Figura 41. Cálcio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

6.2.12.5 Magnésio

Para o magnésio foi obtido ajuste quadrático para as doses de N aplicadas no milho (Tabelas 50 e 56 e Figura 42), apresentando valor máximo para o teor deste elemento quando foram aplicados 86,5 kg ha⁻¹ de N no milho e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia. Os teores de magnésio estão na faixa adequada para a cultura que é de 1,5 a 5,0 g kg⁻¹ de Mg (CANTARELLA et al.,1997).

Tabela 56. Magnésio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	2,22	2,00	1,90	2,10	2,05
20	1,92	1,87	2,07	1,92	1,95
40	2,15	2,05	2,10	2,20	2,12
60 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	1,82	1,97	2,15	1,85	1,95
Médias	2,03	1,97	2,05	2,01	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

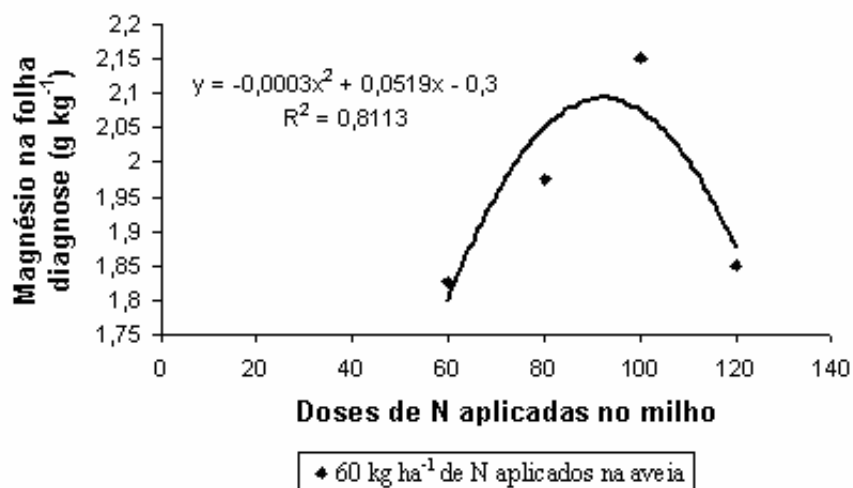


Figura 42. Magnésio na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.6 Enxofre e Boro

Para o enxofre foi obtido ajuste linear crescente em função das doses de N aplicadas na cultura da aveia (Tabelas 50 e 57 e Figura 43), sendo que o valor máximo para o teor deste elemento foi obtido quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

Para as doses do fertilizante nitrogenado aplicados no milho também foram obtidos ajustes lineares crescentes (Tabelas 50 e 57 e Figura 44), sendo que maiores valores para os teores de enxofre nas plantas de milho foram obtidos quando da aplicação de 20 kg ha⁻¹ e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia quando combinados com a aplicação da máxima dose no milho, 120 kg ha⁻¹ de N.

Porém também foi obtido ajuste quadrático para as doses de N aplicadas no milho (Tabelas 50 e 57 e Figura 44), sendo que o maior valor para o teor deste nutriente foi obtido com a combinação 83,2 kg ha⁻¹ de N no milho e 40 kg ha⁻¹ de N na aveia.

Desta forma pode-se considerar que para as condições em que foi realizado experimento, os maiores valores para o teor de enxofre foram encontradas na faixa de 20 kg ha⁻¹ a 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e de 85 kg ha⁻¹ a 120 kg ha⁻¹ de N no milho, quando da aplicação das doses do fertilizante nitrogenado na cultura do milho. Os valores obtidos para o teor de enxofre encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 1,5 a 3,0 g kg⁻¹ de S (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 57. Enxofre na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100 L [*] , Q ^{n.s}	120	Médias
0	1,82	1,72	1,80	1,87	1,80
20 ⁽¹⁾ L [*] , Q ^{n.s}	1,62	1,60	1,87	1,97	1,76
40 L ^{n.s} , Q [*]	1,85	2,10	2,15	1,97	2,01
60 L [*] , Q ^{n.s}	1,72	1,85	2,17	2,10	1,96
Médias	1,75	1,81	2,00	1,98	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

O boro não apresentou efeito significativo (Tabelas 51 e 58). Os teores de boro encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 10,0 a 25,0 mg kg⁻¹ de B (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 58. Boro na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	18,25	19,75	17,75	18,25	18,50
20	24,25	17,50	17,50	19,25	19,62
40	18,25	20,00	19,00	19,75	19,25
60	23,75	20,50	20,50	19,00	20,93
Médias	21,12	19,43	18,68	19,06	

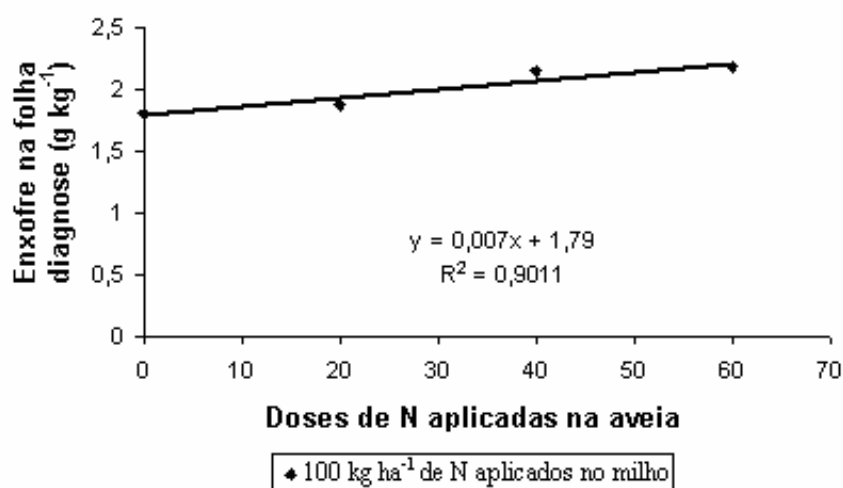


Figura 43. Enxofre na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia, quando aplicados 100 kg ha⁻¹ de N no milho.

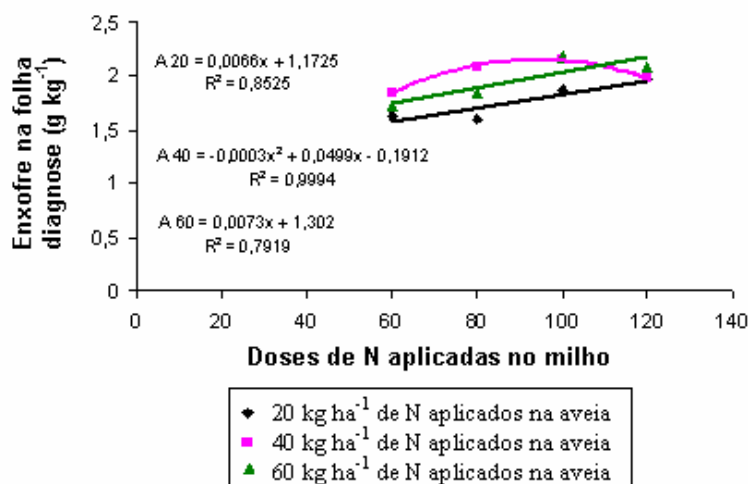


Figura 44. Enxofre na folha diagnose (g kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20; 40 e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.7 Cobre

Para o cobre foram obtidos ajustes lineares crescentes em função das doses de nitrogênio aplicadas no milho (Tabelas 51 e 59 e Figura 45), sendo que os máximos valores para os teores de cobre foram encontrados quando da aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia associados a máxima dose aplicada milho, 120 kg ha⁻¹ de N. Os teores de cobre encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 6 a 20 mg kg⁻¹ de Cu (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 59. Cobre na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	7,75	8,25	8,50	9,00	8,37
20	7,75	7,25	9,00	8,50	8,12
40 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	8,00	8,50	8,75	9,50	8,68
60 L*, Q ^{n.s}	7,00	8,25	9,75	9,50	8,62
Médias	7,62	8,06	9,00	9,12	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

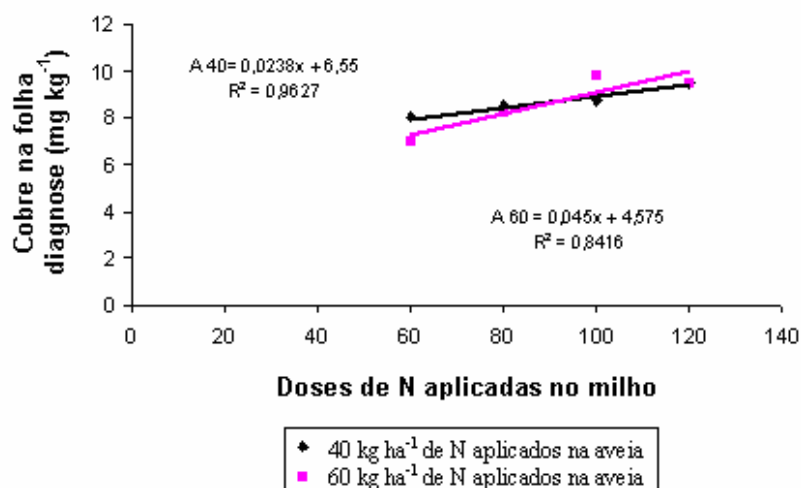


Figura 45. Cobre na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 40 kg ha⁻¹ e 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.8 Ferro

Para o ferro foi obtido ajuste linear crescente em função das doses do fertilizante nitrogenado aplicados na cultura do milho (Tabelas 51 e 60 e Figura 46), sendo que o valor máximo para o teor deste nutriente foi obtido quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N de na aveia e 120 kg ha⁻¹ de N no milho. Os teores encontrados para ferro encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 30 a 250 mg kg⁻¹ de Fe (CANTARELLA et al.,1997).

Tabela 60. Ferro na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	82,00	87,50	86,25	98,50	88,56
20	96,00	84,75	95,00	91,50	91,81
40	109,50	92,00	92,00	96,75	97,56
60 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	84,25	92,50	98,25	124,50	99,87
Médias	92,93	89,18	92,87	102,81	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

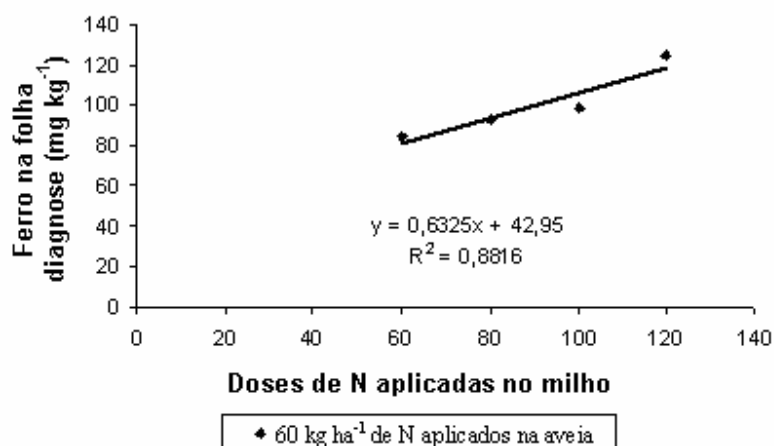


Figura 46. Ferro na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.9 Manganês

Para o manganês foi obtido ajuste linear crescente em função das doses de N aplicadas no milho (Tabelas 51 e 61 e Figura 47), sendo que o valor máximo para o teor deste nutriente foi obtido quando da aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na aveia e 120 kg ha⁻¹ de N no milho. Os valores obtidos para manganês encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 20 a 200 mg kg⁻¹ de Mn (CANTARELLA et al.,1997).

Tabela 61. Manganês na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	32,00	38,25	38,00	37,25	36,37
20 ⁽¹⁾ L*, Q ^{n.s}	32,25	34,50	48,75	44,00	39,87
40	37,50	35,75	38,50	41,75	38,37
60	37,00	38,00	43,00	42,50	40,12
Médias	34,68	36,62	42,06	41,37	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

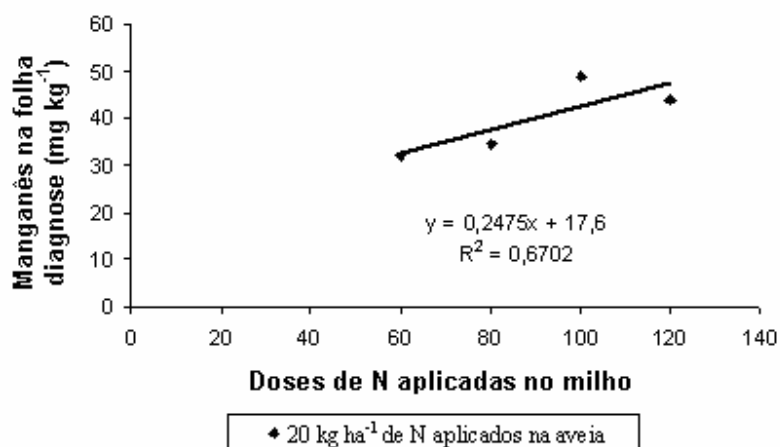


Figura 47. Manganês na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 20 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.2.12.10 Zinco

Para o zinco foi obtido ajuste quadrático em função das doses de N aplicadas no milho (Tabelas 51 e 62 e Figura 48), sendo que o valor máximo para o teor deste nutriente foi obtido quando da aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N na aveia e 95,6 kg ha⁻¹ de N no milho. Os valores obtidos para o zinco encontram-se na faixa adequada para a cultura que é de 15 a 100 mg kg⁻¹ de Zn (CANTARELLA et al., 1997).

Tabela 62. Zinco na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas na aveia e no milho.

Aveia/milho	60	80	100	120	Médias
0	29,25	26,00	26,25	26,50	27,00
20	24,75	23,25	27,50	27,25	25,68
40	28,75	28,75	25,50	31,00	28,50
60 ⁽¹⁾ L ^{n.s.} , Q [*]	24,25	29,50	28,00	27,50	27,31
Médias	26,75	26,87	26,81	28,06	

⁽¹⁾ L: ajuste linear; Q: ajuste quadrático; n.s.: não significativo; *: P<0,05.

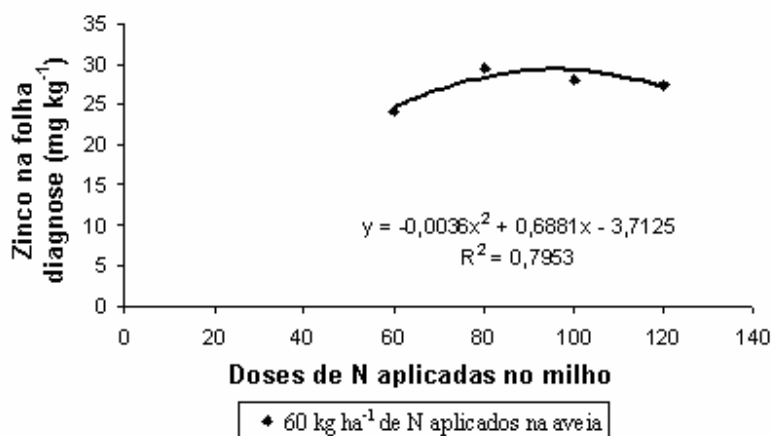


Figura 48. Zinco na folha diagnose (mg kg⁻¹) em função das doses de N aplicadas no milho, quando aplicados 60 kg ha⁻¹ de N na aveia.

6.3 Considerações Finais

As sucessões de culturas, soja/aveia/milho e milho/aveia/milho, foram determinantes quanto aos resultados alcançados nos parâmetros avaliados. No experimento em que a cultura da soja antecedeu a cultura da aveia, experimento nº1, a resposta às aplicações de nitrogênio na cultura da aveia, refletiu no aumento da massa de matéria seca da aveia preta, interferiu na relação C/N da palhada tanto no início do desenvolvimento da cultura do milho, como aos 95 DAS. Parâmetros da cultura do milho, como altura de plantas, altura de inserção da espiga e número de fileiras, também foram influenciados pela antecipação da aplicação de nitrogênio na cultura da aveia.

No experimento nº2, milho/aveia/milho, a antecipação na aplicação do nitrogênio na cultura da aveia preta não produziu respostas, exceto para o parâmetro massa de 1000 grãos; sendo que os efeitos mais importantes deveram-se a aplicação do nitrogênio na cultura do milho, como altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo.

Destaque deve ser dado a resposta obtida no parâmetro produtividade, onde fica evidente a interferência da aplicação antecipada do nitrogênio, quando se observa particularmente a resposta linear ao incremento das doses no tratamento que não recebeu aplicação de nitrogênio na cultura da aveia preta.

As diferenças obtidas nos experimentos realizados devem ser atribuídas de maneira geral à capacidade de fixação do nitrogênio pela cultura da soja e particularmente às diferentes quantidades de massa de matéria seca presentes em ambos experimentos, destacando-se que no experimento nº2, milho/aveia/milho, as quantidades foram inferiores a do experimento nº1, soja/aveia/milho.

A proximidade da relação C/N em ambos experimentos, no início do desenvolvimento, e as acentuadas diferenças à aproximadamente 95 DAS, também colaboram com a assertiva de que a sucessão de culturas foi determinante nas respostas obtidas.

7 CONCLUSÃO

A aplicação do nitrogênio na cultura antecessora, interfere de forma variável na cultura do milho, considerando as sucessões de culturas e as quantidades de massa de matéria seca presentes na superfície do solo, independente das doses aplicadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; CERETTA, C. A.; THOMAS, A. L.; PAVINATO, A.; BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 18, p. 101-108, 1994.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 601-612, 2003.

AITA, C. et al. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 157-165, 2001.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2nd ed. New York : J. Wiley, 1977. 472 p.

ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: _____. **Atualização em plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 103-144.

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

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

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.

BERTOL, I.; LEITE, D.; ZOLDAN JR., W. A. Decomposição do resíduo de milho e variáveis relacionadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 369-375, 2004.

BERTOLINI, E. V. **Adubação de pré-semeadura na cultura do milho em diferentes manejos de solo**. 2005. 122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Energia na Agricultura) –Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

BOND, J. J.; WILLIS, W. O. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effect. **Soil Science Society of America Proceedings**, Detroit, v. 33, p. 445-448, 1969.

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

BORTOLINI, C. G. et al. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 361-366, 2002.

BOUNDER, J. W.; RANDALL, G. W.; SCHULER, R. T. Effects of tillage with controlled wheel traffic on soil properties and root growth of corn. **Journal of Soil Water Conservation**, Ankeny, v. 40, p. 381-385, 1985.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Orgs.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 301 p.

CANTARELLA, H. et al. Cereais. In: RAIJ, B. Van. et al. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 45-71 (Boletim técnico, 100).

CARVALHO, M. A. C. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 445-450, 2003.

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

CARVALHO, W. A. et al. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado**: Estação Experimental “Presidente Médici”. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 1983. 95 p. (Boletim técnico, 1).

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002.

CAZETTA, D. A. et al. Componentes produtivos do milho em semeadura tardia sob diferentes doses de N em sucessão ao cultivo de primavera de crotalária e milheto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS; EMBRAPA Milho e Sorgo; Epagri, 2004. 1CD-ROM.

CERETTA, C. A.; FRIES, M. R. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: NUEENBERG, N. J. (Ed). **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages, SC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1998. p. 111-121.

CERETTA, C. A. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/ milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, p. 163-171, 2002a.

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. **Ciencia Rural**, Santa Maria, RS, v. 32, n. 1, p. 125-136, 2002b.

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**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.

COSTA, F. M. P. **Severidade de *Phaeosphaeria maydis* e rendimento de grãos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes ambientes e doses de nitrogênio.** 2001. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e manutenção do sistema. In: _____. **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 19-28.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 7, p. 761-763, 1985.

DHEIN, R. A.; VIAU, L. V. M., SARTORI, C. Produtividade de milho em plantio direto e preparo convencional sobre diferentes coberturas/ adubações verdes de inverno, em monocultivo ou rotação com soja. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994. p. 123-125.

DOMINGUES, L. A. da S. **Milho em plantio direto sobre *Brachiaria brizanta* em sistema integração agricultura-pecuária.** 2004. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

DUARTE, A. P. Milho safrinha: características e sistemas de produção. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.). **Tecnologias de Produção de Milho.** Viçosa: UFV, 2004. 366p.

ELTZ, F. L. F., PEIXOTO, R. T. G., JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 13, p. 259-267, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília; Rio de Janeiro; 1999. 412 p.

ERNANI, P. R. et al. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 360-365, 2005.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras, MG: ESALQ; Fundação de apoio ao ensino, Pesquisa e Extensão. 1994. 227 p.

FASSBENDER, M. **Química de suelos com enfasis en suelos de America Latina**. Turrialba: IICA, 1975. 398 p.

FASSIO, A. et al. **Maiz**: aspectos sobre fenologia. Montevideo: INIA La Estanzuela, 1998. 51 p. (Serie tecnica, 101).

FERNANDES, F. C. F. et al. Doses, eficiência e uso do nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Nitrogênio no solo**. Jaboticabal: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Solos e Adubos, 1997. 23 p. (Apostila).

FLOSS, E. L. Produção de sementes de aveia. In: UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO. Faculdade de Agronomia. **Resultados de pesquisa em aveia obtidos na Faculdade de Agronomia de Passo Fundo, em 1978**. Passo Fundo, 1979. p. 56-59.

FORNASIERI FILHO, D. A. **A cultura do milho**. Jaboticabal: UNESP, Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 1992. 273 p.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C. Palha. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C; FONTES; C. Z. (Orgs.). **Sistema plantio direto**. Brasília, DF: EMBRAPA, SPI; Dourados: EMBRAPA, CPAO, 1998. 248 p.

HEINRICHS, R.; FANCELLI, A. L. Influência do cultivo consorciado de aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 27-31, 1999.

HOLANDA, F. R. S. 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.

HOLTZ, G. P. **Dinâmica da decomposição da palhada e a distribuição de nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambá/ PR**. 1995. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

HOLTZ, G. P.; SÁ, J. C. Resíduos culturais: reciclagem de nutrientes e impacto na fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1995, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1994. p. 22.

JENNY, H. **Factor of soil formation**. New York: McGraw – Hill, 1941. 281 p.

JONES, J. N. et al. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 60, p. 17-20, 1968.

LACERDA, N. B. **Resposta do milho ao modo de aplicação e doses de nitrogênio, em sistema de semeadura direta**. 2004. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema plantio direto no cerrado**. 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

LAURENTIS, C. S. **Manejo da adubação fosfatada e potássica para o milho (*Zea mays*, L.) em rotação com coberturas verdes de inverno**. 2000. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIER, G. (Org.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: Springer, 1997. p. 1-56.

LEVIEN, R. **Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 305f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

LOURENTE, E. R. P. L. et al. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio na produção do milho em sistema plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS; EMBRAPA Milho e Sorgo; Epagri, 2004. 1 CD - ROM.

MACHADO, L. A. Z. **Aveia: forragem e cobertura do solo**. Dourados: EMPRAPA, CPAO, 2000. 16 p. (Coleção sistema plantio direto, 3).

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987 .v. 2, p. 541-593.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

MANNERING, J. V.; MEYER, L. R. D. The effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. **Soil Science American Proceedings**., v. 27, p. 84-86, 1963.

MAR, G. D. et al. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.

MARTINS, R. M. G.; ROSA JÚNIOR, E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 27, n. 2, p. 225-232, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3rd ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 593 p.

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**, Viçosa, MG, v. 15, p. 369-374, 1991.

MILHO. **Agrianual 2006**: anuário estatístico da agricultura brasileira, São Paulo, p. 405-423, 2007.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. et al. (Coords.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985a. p. 147-158.

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

MUZILLI, O. O plantio direto no Brasil. In: FANCELLI, A. L. (Org.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985b. p. 1-16.

MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O milho no Paraná**. Londrina, PR, 1982. p. 88-104. (Circular, 29).

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciencia Agrotécnica**, Lavras, MG, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

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

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Orgs.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 301 p.

PATERNIANI, E. Phenotypica recurrent selection for prolificacy in maize. **Maydica**, Bergamo, v. 23, n. 29, 1978.

PAULA, M. B. et al. Efeitos do manejo dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 191, p. 66-70, 1998.

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.

PEETEN, H. O controle de erosão em 200.000 ha cultivados na região de Campos Gerais do Paraná, pelo sistema de plantio direto. In: _____. **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 79-92.

PETERSON, T. A.; VARVEL, G. E. Crop yield as affected by rotation and nitrogen rate. III. corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 735-738, 1989.

PETRIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 7, p. 791-796, 2003.

PIZA, R. J. et al. Efeito de culturas de inverno sobre a produtividade do milho em plantio direto na região de Passos-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS; EMBRAPA Milho e Sorgo; Epagri, 2004. 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.

RAIJ, B. Van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 142 p.

RAIJ, B. Van. et al. (Eds.). Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n. 100, 1997. 285 p. 2. ed. rev. atual.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 713-721, 1998.

ROMAN, E. S., DIDONET, A. D. Controle de plantas daninhas no sistema plantio direto de trigo e soja. Passo Fundo: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1990. 32 p. (Circular técnica, 2).

ROS, C. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 135-140, 1996.

SÁ, J. C. M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema de plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.

SÁ, J. C. M. Sistema de produção de milho visando alta produtividade na região dos campos gerais no centro-sul do Paraná. In: BÜLL, L. T; CANTARELLA, H. (Orgs.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 301 p.

SALERMO, A. R.; TCACENCO, F. A. **Características e técnicas de cultivo de forrageiras de estação fria no vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1986. (Boletim técnico, 38).

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Mineralização e absorção por milho do nitrogênio do solo, da palha de milho-(^{15}N) e da uréia-(^{15}N). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 17, p. 423-429, 1993.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta: Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.

SANTI, A. et al. Nitrogênio aplicado na aveia: influência na decomposição dos resíduos e produtividade do milho em sucessão. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2000, p. 414-422.

SCHRÖDER, J. J. et al. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production?: reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 151-164, 2000.

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

SILVA, D. A. **Cultura antecessora e adubação nitrogenada na produção do milho, em um sistema plantio direto**. 2004. 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, 2004.

SILVA, E. C. et al. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 5, n. 2, p. 202-217, 2006.

SILVA, E. C. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.21, n. 3, p. 452-455, 2003.

SILVA, T. R. B. **Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de plantio direto**. 2002. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SILVEIRA, M. H. D. **Produção de matéria seca e evapotranspiração real da aveia preta (*Avena strigosa* S.) em seis níveis freáticos**. 2000. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SIMS, A. L. et al. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-tillage and conventional till: tillage and surface-residues variables. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 5, p. 630-637, 1998.

SOUTO, L. S. **Resposta do milho à adição de níveis de fitomassa de *Brachiaria decumbens* Stapf e nitrogênio em Latossolo Vermelho**. 2004. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.

SOUZA, J. A. et al. Época, fontes e formas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho, em sistema de plantio direto com rotação de culturas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, EMBRAPA Milho e Sorgo; Epagri, 2004. 1 CD - ROM.

SOUZA, L. C. F. et al. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 2, n. 3, p. 55-62, 2003.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciada pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 26, n. 1, p. 61-65, 2004.

TISDALE, S. L. et al. **Soil fertility and fertilizers**. 5. ed. New York: Macmillan, 1993. p. 120-172.

ULLOA, A. M. C.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. **Utilização do nitrogênio fertilizante por dois híbridos de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 66 p.

VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 76-83, 2005.

VASCONCELOS, C. A.; SANTOS, H. L.; FRANÇA, G. E. Calagem e adubação na cultura do sorgo. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, 1988, Machado. S.I: POTAFÒS, 1988. p. 16-26.

VIEGAS, G. P.; PEETEN, H. Sistema de produção. In : PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Orgs.) **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 453-538.

VILLELA, F. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio na produtividade de milho (*Zea mays* L.) cultivado em solo de várzea**. 1999. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

VON PINHO, T. et al. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho: A experiência na região de Mauá da Serra-PR. In: WORKSHOP SOBRE MANEJOS DE ADUBOS NITROGENADOS E SULFATADOS NA AGRICULTURA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 2001. 1 CD - ROM.

WISCHMEYER, W. H. Conservation tillage to control water erosion. Ankeny, Soil Conserv. Soc. Am., 1973. Trabalho apresentado na Conservation Tillage Conference.

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, MG, v. 27, n. 3, p. 461-468, 2003.

YAMADA, T. Manejo do nitrogênio na cultura do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Coords.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 121-130