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

ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA SUBSEQUENTE, GIRASSOL, EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA.

LUCIANA MARIA DA SILVA FREIRE

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU - SP
Junho – 2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA SUBSEQUENTE, GIRASSOL, EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA.

LUCIANA MARIA DA SILVA FREIRE

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU - SP
Junho – 2009

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

F866e

Freire, Luciana Maria da Silva, 1979-
Épocas de adubação nitrogenada na cultura do milho e sua influência na cultura subsequente, girassol, em sistema de semeadura direta / Luciana Maria da Silva Freire. – Botucatu : [s.n.], 2009.
xii, 92 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Dirceu Maximino Fernandes
Inclui bibliografia.

1. Adubação antecipada. 2. Nitrogênio. 3. Sistema de semeadura direta. 4. Milho. I. Fernandes, D.M. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO E SUA INFLUÊNCIA NA CULTURA SUBSEQUENTE, GIRASSOL, EM SISTEMA SEMEADURA DIRETA"**

ALUNA: LUCIANA MARIA DA SILVA FREIRE

ORIENTADOR: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Aprovado pela Comissão Examinadora

Dirceu Maximino Fernandes

PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

PROF. DR. CARLOS SÉRGIO TIRITAN

Data da Realização: 22 de junho de 2009.

A Sabedoria traz vida

Feliz o homem que encontrou a sabedoria
e alcançou o entendimento!
Ganhá-la vale mais que a prata,
e dá mais lucro que o ouro.
É mais valiosa que as pérolas,
e não existe objeto precioso que se iguale a ela.

Prov. 3, 13ss

DEDICO

Ao meu pai Norberto e à minha mãe Joana pelo exemplo e dedicação.

Ao meu esposo Gustavo pelo companheirismo e paciência.

OFEREÇO

À Deus.

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela oportunidade de estudar, quando muitos não a tem e por concluir com êxito mais esta etapa.

Ao meu esposo Gustavo, meus pais Norberto e Joana, minhas irmãs Josiane e Fernanda, meus cunhados Ricardo e Márcio e minha sobrinha Júlia por serem meu apoio, meu amparo, meu porto seguro em toda minha caminhada. À minha querida família obrigada pelo amor incondicional. Amo muito vocês!

Ao meu orientador e amigo Professor Dr. Dirceu Maximino Fernandes pela orientação e compreensão das minhas limitações, obrigada por tudo.

À Faculdade de Ciências Agrárias - Universidade Estadual Paulista que com seus professores e funcionários me ajudaram a crescer profissionalmente.

À Fazenda da Aeronáutica de Pirassununga e seus diretores Cel. Sinay Pires Vargas Filho, Cel. Eduardo Augusto de Souza e Cel. Mauro Dias da Silva, por compreenderem a importância dos meus estudos à Organização e me apoiarem.

À Divisão de Produção e seus chefes Maj. Valdecyr dos Santos e Cap. Daniel Augusto Cavalcante e aos meus companheiros de equipe Arthur, Bianca Soraia, Vanessa e Viviane, obrigada pelo incentivo e cooperação para concluir com êxito mais esta etapa.

Aos queridos amigos Carolina, João Renato, Hernan, Miltinho, David, Elizabeth, que de alguma forma ajudaram no experimento e, hoje alguns tão distantes de Pirassununga, porém muito perto na lembrança e no coração, obrigada pela ajuda.

Aos eternos amigos Ana, Galuco, Tathiana, Michel, João, Carol, Carlinha, Eros, Vinícius e Caio que apesar da distância me apoiaram com incentivos e orações. Deus os abençoe!

SUMÁRIO

Páginas

1 RESUMO..... 01

2 SUMARY..... 03

3 INTRODUÇÃO..... 05

4 REVISÃO DE LITERATURA..... 08

4.1 A cultura do milho (*Zea mays* L.)..... 08

4.2 Nitrogênio na planta do milho..... 09

4.2.1 Épocas de aplicação de N no milho..... 12

4.3 Nitrogênio no solo..... 16

4.3.1 Sistema de semeadura direta..... 18

4.3.2 Matéria Orgânica..... 21

4.4 A cultura do girassol (*Helianthus annuus*)..... 24

4.5 A cultura do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)..... 27

5 MATERIAL E MÉTODOS..... 30

5.1 Local..... 30

5.2 Clima..... 30

5.3 Solo..... 30

5.4 Descrição dos tratamentos e delineamento experimental..... 32

5.5 Instalação e condução do experimento..... 34

5.6 Insumos agrícolas..... 37

5.6.1 Sementes..... 37

5.6.2 Tratamento de semente..... 38

5.6.3 Fertilizantes..... 38

5.6.4 Herbicidas..... 38

5.6.5 Inseticidas..... 38

5.6.6 Foliar..... 39

5.6.7 Custo material..... 39

5.7 Equipamentos agrícolas..... 39

5.8 Características avaliadas na cultura do milho..... 40

5.8.1 Estande..... 40

5.8.2 Altura de plantas..... 40

5.8.3 Altura de inserção da primeira espiga..... 40

5.8.4 Diâmetro de colmo..... 40

5.8.5 Parâmetros e componentes de produção..... 41

5.8.6 Produtividade da cultura do milho..... 41

5.9 Características avaliadas na cultura do girassol..... 42

5.9.1 Estande..... 42

5.9.2 Altura de plantas..... 42

5.9.3 Altura do capítulo..... 42

5.9.4 Diâmetro de haste..... 42

5.9.5 Parâmetros e componentes de produção..... 43

5.9.6 Produtividade da cultura do girassol..... 43

5.10 Análises estatísticas..... 43

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 44

6.1 A cultura do milho..... 44

6.1.1 Estande..... 44

6.1.2 Altura de plantas..... 45

6.1.3 Altura de inserção da primeira espiga..... 47

6.1.4 Diâmetro de colmo..... 49

6.1.5 Parâmetros e componentes de produção..... 51

6.1.6 Produtividade da cultura de milho..... 58

6.1.7 Valores dos tratamentos estudados e retorno aos produtores..... 60

6.2 A cultura do girassol..... 61

6.2.1 Estande..... 61

6.2.2 Altura de plantas..... 62

6.2.3 Altura de inserção do capítulo..... 64

6.2.4 Diâmetro da haste..... 65

6.2.5 Parâmetros e componentes de produção..... 67

6.2.6 Produtividade da cultura do girassol..... 71

6.2.7 Proteína bruta da cultura do girassol..... 73

7 CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 75

7.1 Cultura do milho..... 75

7.2 Cultura do girassol..... 76

8 CONCLUSÕES..... 77

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

LISTA DE TABELAS

Tabela **página**

1 Relação C/N das culturas utilizadas como adubo verde..... 27

2 Resultados da análise química básica de solo (semeadura milho)..... 31

3 Resultados da análise química de solo (semeadura milho)..... 31

4 Resultados da análise química básica de solo (semeadura girassol)..... 32

5 Resultados da análise química de solo (semeadura girassol)..... 32

6 Características dos híbridos de milho estudados..... 37

7 Características do híbrido de girassol estudado..... 38

8 Descrição do material utilizado no experimento..... 39

9 Número de plantas de milho por hectare obtido pelos híbridos de milho..... 44

10 Número de plantas de milho por hectare obtido pelas épocas de adubação..... 45

11 Altura de plantas de milho, em metros, obtidas pelos híbridos de milho..... 45

12 Altura de plantas de milho, em metros, obtidas pelas épocas de adubação..... 46

13 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto à altura de plantas..... 46

14 Altura de inserção da 1ª espiga, em metros, obtidos pelos híbridos de milho..... 48

15 Altura de inserção da 1ª espiga, em metros, obtidos pelas épocas de adubação..... 48

16 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto à altura de inserção da 1ª espiga..... 48

17 Diâmetro de colmo de milho, em centímetros, obtidos pelos híbridos de milho..... 50

18 Diâmetro de colmo de milho, em centímetros, obtidos pelas épocas de adubação.... 50

19 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto ao diâmetro de colmo..... 50

20 Número de espigas obtidas pelos híbridos de milho..... 51

21 Número de espigas obtidas pelas épocas de adubação..... 51

22 Massa das espigas sem palha, em gramas, obtidos pelos híbridos de milho..... 52

23 Massa das espigas sem palha, em gramas, obtidos pelas épocas de adubação..... 52

24 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto à massa das espigas sem palha..... 53

25 Diâmetro de dez espigas sem palha obtidos dos híbridos de milho..... 53

26 Diâmetro de dez espigas sem palha obtidos das épocas de adubação..... 54

27 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto ao diâmetro de dez espigas..... 54

28 Comprimento de dez espigas sem palha obtidos dos híbridos de milho..... 55

29 Comprimento de dez espigas sem palha obtidos das épocas de adubação..... 55

30 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto ao comprimento de dez espigas..... 55

31 Massa de 1.000 grãos, em gramas, obtidos pelos híbridos de milho..... 56

32 Massa de 1.000 grãos, em gramas, obtidos pelas épocas de adubação..... 57

33 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto à massa de 1.000 grãos..... 57

34 Produtividade da cultura do milho, em kg ha^{-1}, obtidos pelos híbridos de milho..... 58

35 Produtividade da cultura do milho, em kg ha^{-1}, obtidos pelas épocas de adubação.... 58

36 Desdobramento dos híbridos e épocas quanto à produtividade da cultura do milho.. 59

37 Custos de sementes e insumos por hectare em 2009..... 60

38 Receitas por hectare em 2009, em reais..... 60

39 Valor a ser recebido pelo produtor por hectare em 2009, em reais..... 61

40 Número de plantas de girassol obtido nas áreas dos híbridos de milho..... 61

41 Número de plantas de girassol obtido nas áreas das épocas de adubação..... 62

42 Altura de plantas, em metros, obtidas nas áreas dos híbridos de milho..... 62

43 Altura de plantas obtidas nas áreas das épocas de adubação do milho..... 63

44 Desdobramento entre as áreas quanto à altura de plantas de girassol..... 63

45 Altura de inserção do capítulo do girassol obtidos nas áreas dos híbridos de milho.. 64

46 Altura de inserção do capítulo do girassol obtidos nas áreas das épocas adubação... 64

47 Desdobramento das áreas quanto à altura de inserção do capítulo do girassol..... 65

48 Diâmetro de haste do girassol obtidos nas áreas dos híbridos de milho..... 66

49 Diâmetro de haste do girassol obtidos nas áreas das épocas adubação..... 66

50 Desdobramento das áreas quanto ao diâmetro de haste da cultura do girassol..... 66

51 Diâmetro de capítulos do girassol obtidos nas áreas dos híbridos de milho..... 67

52 Diâmetro de capítulos do girassol obtidos nas áreas das épocas adubação..... 67

53 Desdobramento das áreas quanto ao diâmetro de capítulo do girassol..... 68

54 Massa do capítulo do girassol obtidos nas áreas dos híbridos de milho..... 69

55 Massa do capítulo do girassol obtidos nas áreas das épocas adubação..... 69

56 Desdobramento das áreas quanto à massa do capítulo do girassol..... 70

57 Massa de 1.000 aquênios, em g, obtidos nas áreas dos híbridos de milho..... 70

58 Massa de 1.000 aquênios, em g, obtidos nas áreas das épocas adubação..... 71

59 Produtividade do girassol, em kg ha^{-1}, obtidos nas áreas dos híbridos de milho..... 72

60 Produtividade do girassol, em kg ha^{-1}, obtidos nas áreas das épocas adubação..... 72

61 Desdobramento das áreas quanto à produtividade, em kg ha^{-1}..... 72

62 Proteína bruta dos grãos de girassol obtidos nas áreas dos híbridos de milho..... 73

63 Proteína bruta dos grãos de girassol obtidos nas áreas das épocas adubação..... 73

64 Desdobramento das áreas quanto à proteína bruta dos grãos de girassol, em kg ha^{-1} 74

LISTA DE FIGURAS

Figura **página**

1 Delineamento Experimental..... 33

2 Índice Pluviométrico da cultura do milho..... 35

3 Temperatura média da cultura do milho..... 36

4 Índice Pluviométrico da cultura do girassol..... 36

5 Temperatura média da cultura do girassol..... 37

1 RESUMO

O rendimento de grãos de milho é influenciado pela disponibilidade de nitrogênio no solo durante o ciclo de desenvolvimento da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar em sistema de semeadura direta, os resultados obtidos com a adubação nitrogenada em pré-semeadura e em cobertura na cultura do milho analisando a produtividade de grãos desta cultura e da cultura subsequente, o girassol. O experimento foi conduzido em uma área no sistema de semeadura direta há cinco anos, no Sítio Santo Antônio em Pirassununga, SP no ano agrícola 2004/2005. Utilizou-se o delineamento experimental de parcelas subdivididas, sendo 3 híbridos de milho, 4 épocas de adubação e 5 repetições. A dose em cobertura de 102,5 kg ha^{-1} N, com o adubo 25-15-10, tendo como fonte de N o nitrato de amônio, foi aplicado nas seguintes épocas: Tratamento 1 (E1): testemunha (sem aplicação antecipada e sem cobertura de N); Tratamento 2 (E2): todo N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas; Tratamento 3 (E3): em cobertura metade da dose de N com milho de 3 a 4 folhas expandidas e o restante de N com milho de 7 a 8 folhas expandidas; e Tratamento 4 (E4): metade da dose de N em pré-semeadura (15 dias antes da semeadura), e a metade restante de

N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas. Após a colheita do milho semeou-se girassol nestas áreas. Como resultado para o milho tem-se os híbridos se comportaram de maneira diferentes quanto as épocas de adubação de cobertura de N, onde os híbridos AG 8060 e Pointer não apresentam diferenças significativas entre a E2, E3 e E4; já o híbrido DKB 390 apresenta sua melhor resposta na E2 e a menor média na E4. Para a cultura do girassol, as épocas de adubação de milho não interferem na produtividade, porém, o girassol semeado após o híbrido DKB 390 apresenta menor produtividade quando comparado com os híbridos AG 8060 e Pointer.

Palavras-Chave: adubação antecipada, nitrogênio, milho, sistema de semeadura direta.

TIMING OF NITROGEN FERTILIZATION IN CULTURE OF CORN AND ITS INFLUENCE ON SUBSEQUENT CULTURE, SUNFLOWER, IN NO-TILLAGE SYSTEM**.** Botucatu, 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Luciana Maria da Silva Freire
Adviser: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

2 SUMARY

The income of grains of corn is influenced by the avaiability of nitrogen in soil during the cycle of a plant development. The mainly objective of this research evaluate the results obtained with the nitrogen fertilization in pre-sowing and in covering of the culture of corn in a no-tillage system analyzing the productivity of grains from this culture and the subsequent culture, the sunflower. The experimented was in an area were there had already been developed the no-tillage system for five years, in the Santo Antônio Farm in Pirassununga, SP, in agricultural year 2004/2005. Used the experimental outline of subdivided parcels, being 3 corns hybrids, 4 timings of fertilization and 5 repetitions. The dose covering 102,5 kg ha^{-1} N, with 25-15-10 fertilizer, and as a source of N ammonium nitrate was applied at the following times: Treatment 1 (E1): testimony (without anticipated application of without application of N in covering); Treatment 2 (E2): all N in covering with corn of 3 to 4 expanded leaves; Treatment 3 (E3): in covering with half dose of N with corn of 3 to 4 expanded leaves and half of the left dose of N with corn of 7 to 8 expanded leaves; and Treatment 4 (E4): half dose of N in pre-sowing (15 days before sowing), and half dose of N in

covering with corn of 3 to 4 expanded leaves. After of harvest of corn was sowing sunflower this area. As result for the corn has been the hybrids behaved as different seasons as the times of covering fertilization of N, where the hybrid AG 8060 and Pointer not differ significantly between the E2, E3 and E4; since the hybrid DKB 390 presents its best response in the E2 and the lowest average in the E4. For the culture of sunflower, the times of fertilization of corn does not interfere with productivity, however, the sunflower sown after the hybrid DKB 390 has lower productivity compared to the hybrid AG 8060 and Pointer.

Keywords: anticipated fertilization, nitrogen, corn, no-tillage system.

3 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é o terceiro cereal mais cultivado no mundo, 140 milhões de hectares, tendo papel fundamental na alimentação animal, principalmente de aves e suínos na produção de rações, na alimentação humana e na indústria, produção de cerveja, óleos, remédios, etc.

A cultura do milho na safra de 2008 ocupou uma área de 14,45 milhões de hectares cultivados no Brasil, mas o que se observa é que apesar de uma grande área cultivada a produtividade média nacional ainda é muito baixa, sendo de 4.086 kg ha^{-1} no ano de 2008 (IBGE, 2009), quando a cultura do milho tem potencial de atingir produtividades acima de 10.000 kg ha^{-1}.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes minerais requeridos em maior quantidade e o que mais limita o crescimento das plantas (SOUZA & FERNANDES, 2006) e o que mais influencia na produtividade do milho, além de ser o que mais onera o custo de produção (SILVA et al., 2005; AMADO et al., 2002).

A época de adubação do fertilizante nitrogenado tem grande influência no aproveitamento deste nutriente pelo milho (MENGEL & BARBER, 1974). No entanto, tem

havido divergências sobre qual a melhor época de aplicação de N no sistema de semeadura direta. A dinâmica do N no solo é complexa e a quantidade de N disponível é variável em função da cultura antecessora, dos processos de imobilização, mineralização, das perdas, das condições edafoclimáticas, do sistema de cultivo e outros fatores, que acabam por dificultar sobremaneira a utilização do solo como indicativo da necessidade ou não de aplicar N (GODOY, 2002).

A semeadura direta favorece o aumento de N total do solo, o qual é detectado inicialmente nas camadas mais superficial e, com o passar dos anos estende-se para as camadas mais profundas.

O Sistema de Semeadura Direta (SSD) é uma prática crescente no Brasil, segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP, 2009), na safra 1990/1991 havia no Brasil 1 milhão de hectares com sistema de semeadura direta e na safra de 2000/2001 passou para 17,36 milhões de hectares e na safra 2004/2005 atingiu 25,5 milhões de hectares. No estado de São Paulo nota-se um aumento de 45 mil hectares na safra de 1997/1998 para 1 milhão de hectares em 2000/2001, dobrando a área em quatro safras.

A expansão das áreas com o sistema de semeadura direta está ocorrendo não só pela redução nos custos de plantio, mas também por ser um sistema conservacionista, principalmente quanto ao controle de erosão, podendo reduzir em até 90% as perdas de solo, além da conservação da umidade do solo, controle de plantas daninhas e aumento do nível de matéria orgânica (FANCELLI, 1985). Atribui-se o aumento do teor de matéria orgânica no solo principalmente pela manutenção dos resíduos na superfície, alterações da estrutura do solo e pela rotação de culturas, resultando no aumento da fauna e da biomassa microbiana do solo (VENZKE FILHO, 2003).

O girassol, originário da América do Norte, constitui-se uma das quatro maiores fontes de óleo combustível do mundo e boa parte do território brasileiro apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo. É uma cultura de baixo investimento, fácil mecanização, matéria-prima de entressafra, oleaginosa alternativa (UNGARO, 1998).

Segundo dados do IBGE, 2006 a cultura do girassol aumentou sua área de 42.665 ha em 2005 para 68.508 ha em 2006. O girassol possui sistema vascular pivotante

que areja o solo, reduz a erosão e a lixiviação e promove uma reciclagem dos nutrientes, preparando as condições do solo para as culturas posteriores (BRINHOLI, 1994).

O objetivo do experimento foi avaliar em um sistema de semeadura direta, os resultados obtidos com a adubação nitrogenada em pré-semeadura e em cobertura na cultura do milho e seus efeitos na cultura subsequente, o girassol, analisando a produtividade de grãos e outras características agronômicas das culturas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.2 A cultura do milho (*Zea mays* L.)

O milho pertence à Divisão Angiospermae; Classe Monocotyledoneae; Ordem Graminales; Família Gramineae; Gênero *Zea*; Espécie *Zea mays*, Fancelli & Dourado Neto (2000).

O milho é uma planta de ciclo bastante variado, ocorrendo desde cultivares extremamente precoces, com florescimento aos 30 dias, até cultivares com ciclo de vida de 300 dias. Em nossas condições, os cultivares variam entre 110 e 180 dias de ciclo, da semeadura até a colheita. De forma geral, seu ciclo vital compreende as seguintes etapas de desenvolvimento: germinação e emergência, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturidade.

Para maior facilidade, dividiu-se o ciclo da planta em 10 estádios de desenvolvimento, sendo os estádios anteriores ao florescimento determinados pelo número de folhas e, os posteriores, pelo desenvolvimento e pela consistência dos grãos (FANCELLI & DOURADO NETO, 1996): Estádio 0: compreendido entre a semeadura e a emergência das plântulas; Estádio 1: planta com 4 folhas totalmente expostas, quase coincidindo com a

segunda semana após a emergência. Ocorre a diferenciação do meristema apical, cujas estruturas ainda se encontram abaixo da superfície do solo, e intenso crescimento do sistema radicular; Estádio 2: planta com 8 folhas totalmente expostas, cerca de 30 dias após a emergência. Ocorre o crescimento do colmo, tanto em diâmetro como em comprimento, e a aceleração da formação do pendão; Estádio 3: planta com 12 folhas totalmente expostas, entre 6 a 7 semanas após a emergência. A planta apresenta de 85% a 90% de área foliar; Estádio 4: encerra o período vegetativo da planta com a emissão do pendão, cerca de 8 a 9 semanas após a emergência. As diferenças de ciclo entre as variedades ocorrem, principalmente, no período vegetativo – o período reprodutivo – que aqui se inicia e é mais ou menos fixo entre variedades; Estádio 5: inicia com o florescimento e com a polinização, cerca de 9 a 10 semanas após a emergência. O crescimento do colmo cessa; Estádio 6: grãos leitosos, aproximadamente 12 a 15 dias após o início da polinização. É caracterizado pelo do acúmulo de reservas no endosperma dos grãos; Estádio 7: fase de grãos pastosos, aproximadamente 20 a 28 dias após a emergência do estilo-estigma. Caracteriza-se pelo rápido desenvolvimento dos grãos, e o embrião encontra-se totalmente diferenciado; Estádio 8: início da formação de "dentes" nos grãos, aproximadamente 30 a 40 dias após o início da polinização. Os grãos estão em fase de transição do estado pastoso para o farináceo; Estádio 9: grãos duros, aproximadamente 48 a 55 dias após o início da polinização. Os grãos estão em fase rápida de perda de umidade; Estádio 10: grãos maduros fisiologicamente, cerca de 50 a 65 dias após o início da polinização. Ocorre a paralisação total do acúmulo de reservas nos grãos.

As quantidades extraídas de nutrientes pela cultura do milho variam em função da produção obtida, que depende de fatores como a variedade ou híbrido utilizado, nível de disponibilidade de nutrientes, manejo da cultura, condições climáticas entre outros (BÜLL, 1993).

4.2 Nitrogênio na planta de milho

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento. Ele faz parte das proteínas, ácidos nucléicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos

hormônios vegetais. Sua deficiência resulta em clorose gradual das folhas mais velhas e redução do crescimento da planta; inicialmente em detrimento das reservas da parte aérea, a planta promove alongamento do sistema radicular, como uma tentativa de “buscar” o nutriente (SOUZA & FERNANDES, 2006). O N não é apenas o nutriente exigido em maior quantidade e o que mais influencia na produtividade do milho, mas, também, o que mais onera o custo de produção (SILVA et al., 2005; AMADO et al., 2002).

Dentre os macronutrientes, o N é, sem dúvida, o mais importante, tanto em termos de extração como de exportação, como por apresentar maiores respostas quanto à produção de fotoassimilados (BÜLL, 1993; MAGALHÃES et al., 1994).

O N está disponível no solo em diversas formas, incluindo amônio, nitrato, aminoácidos, peptídios e formas complexas insolúveis. Os espécies vegetais diferem na sua preferência por fontes de N, mas o absorvem principalmente sob formas inorgânicas, como nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+) (WILLIAMS & MILLER, 2001).

A absorção de NO_3^- através da membrana plasmática ocorre através de transportadores de íons (carregadores) simultâneos (simporte), transportando simultaneamente o NO_3^- e $2H^+$. O NO_3^- absorvido pode ser reduzido a NH_4^+, por meio de ação sequencial das enzimas nitrato redutase e nitrito redutase. A redução do NO_3^- a nitrito (NO_2^-) ocorre no citossol pela enzima nitrato redutase e do NO_2^- a NH_4^+ ocorre no cloroplasto (plastídeo) por meio da nitrito redutase. O NO_3^- também pode ser acumulado no vacúolo ou exportado para outras partes da planta (SOUZA & FERNANDES, 2006).

A absorção de NH_4^+ através da membrana plasmática ocorre através de transportadores de íons (carregadores) unidirecionais (uniporte), transportando somente o NH_4^+ para o interior do citossol. O NH_4^+ absorvido ou proveniente da redução do NO_3^- é imediatamente incorporado em esqueletos de C preferencialmente por meios das enzimas da via glutamina sintetase – glutamato sintetase. A enzima glutamina sintetase (GS) incorpora NH_4^+ ao grupo caboxílico do glutamato, formando a glutamina; e a enzima glutamato sintetase (GOGAT) promove a transferência redutiva do grupo amida da glutamina para o α - cetoglutarato, formando duas moléculas de glutamato (FERNANDES & SOUZA, 2006).

Normalmente, grande parte do N aplicado à cultura do milho não é utilizada, ficando sujeita as possíveis perdas por erosão, lixiviação, desnitrificação e

volatilização, bem como a grande interação que este nutriente sofre com o N do solo por processos de mineralização/imobilização (LARA CABEZAS et al., 2000).

O rendimento de grãos de milho é influenciado pela disponibilidade de N no solo durante o ciclo de desenvolvimento da planta. As exigências de N variam de acordo com os estádios de desenvolvimento do milho, sendo mínima nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento, alcançando um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e formação dos grãos. Entretanto, uma deficiência do N quando a planta se encontra no estádio 2, quando ocorrem as diferenciações de várias partes da planta e a definição de sua produção potencial, será reduzido o número de óvulos nos primórdios da espiga e consequentemente sua produção (SILVA et al., 2005a).

Segundo Alley et al. (1997) a disponibilidade inadequada de N da segunda a sexta semana após o plantio pode resultar em menor potencial de rendimento de grãos de milho, apesar da maior necessidade do N ser durante o período de crescimento máximo (próximo pendoamento).

Aita et al. (2001), ao avaliar o uso de gramínea, leguminosa e pousio no inverno, evidenciaram a possibilidade de redução das quantidades de N mineral aplicada ao milho, quando cultivado depois das leguminosas. De-Polli & Chada (1989), ao estudar a adubação verde incorporada ou em cobertura, na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade, verificaram que essa adubação proporcionou rendimento de grãos maior do que a de N mineral, e foi até quatro vezes superior à do tratamento controle. Nesse contexto, estabeleceu-se a hipótese de que o uso combinado de uma fonte inorgânica de N, com adubos verdes, poderia aumentar a eficiência de utilização de N do fertilizante pelo milho cultivado em sistema de semeadura direta.

No estádio 1 da cultura do milho (sexta folha), a planta está com três semanas após a emergência. (RITCHIE, et al., 2003). A aplicação de N em cobertura, no estádio 1, resulta em aumento da disponibilização do N, mas não coincide com a época de maior demanda por parte da cultura. Com a aplicação antecipada, o N fica mais disponível justamente na fase em que é mais requerido pela cultura (AIDAR et al., 2006).

Silva et al. (2006b) observou que apesar da maior percentagem de N nativo do solo acumulada no milho cultivado em sucessão ao milheto, comparada a do milho em sucessão à crotalária, o N nativo do solo não contrabalanceou o N suprido pelo fertilizante,

em termos de produtividade de grãos, a qual foi menor nesta sucessão. Tal fato, provavelmente, deveu-se à maior relação C/N dos resíduos desta gramínea que promoveu maior imobilização do N presente na solução do solo. A maior absorção do N nativo do solo pode ter ocorrido numa época em que a planta tivesse definido seu produção potencial (estágio de quatro a seis folhas expandidas (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000)), não proporcionando o mesmo efeito que teria proporcionado se fosse absorvido antes dessa fase.

As aplicações totais do N são indicadas pelo potencial de rendimento do solo. Solos que permitem enraizamento mais profundo e tem capacidade elevada de retenção de água apresentarão maior rendimento de grãos de milho do que solos com propriedades físicas que restringem o crescimento da raiz, ou solos arenosos que têm baixa capacidade de armazenamento de água (ALLEY et al. 1997).

Kluthcouski et al. (2006) verificaram que na prática, inúmeros equívocos são cometidos com relação ao N, especialmente no que se diz respeito com as doses, épocas e métodos de incorporação, notadamente em solos mais ricos em matéria orgânica, como aqueles sob sistema de semeadura direta. Concluíram que, assim, em alguns casos, a antecipação da adubação nitrogenada, em relação às recomendações convencionais ou, até mesmo, em relação à semeadura da cultura, pode ser mais eficiente no aumento da produtividade das culturas graníferas anuais.

4.2.1 Épocas de aplicação de N em milho

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado tem grande influência no aproveitamento deste nutriente pelo milho (MENGEL & BARBER, 1974). No entanto, não tem havido muita concordância sobre qual a melhor época de aplicação de N no sistema de semeadura direta. Alguns resultados de pesquisa tem demonstrado rendimento de grãos superior do milho com a antecipação da adubação nitrogenada em sistema de semeadura direta, comparado ao manejo tradicional, parcelamento de N (SÁ, 1996; BASSO, 1999). Outros demonstram a necessidade de aumento da dose de N, no momento da semeadura, para suprir a carência inicial em função da imobilização, e que parte seja fornecido em cobertura (BORTOLINI et al., 2002). Contudo, existe uma série de variáveis que condicionam as transformações do N no solo, que são mediadas por microrganismos, e dependem das

condições edafoclimáticas, principalmente do tipo de solo, da precipitação pluvial e da temperatura (LARA CABEZAS et al., 2004); dependem, além disso, das características dos resíduos vegetais da cultura de cobertura antecessora ao milho (AMADO et al., 2002).

O manejo da adubação nitrogenada a fim de aumentar sua eficiência, é fator importante na busca de melhores produtividades; tal manejo tem sido a parte mais desafiante e limitante na produção de milho, principalmente nos solos das regiões que, em geral, apresentam baixa capacidade de suprimento de N (SILVA et al., 2005).

A aplicação de N em pré-semeadura pode ser vantajosa pelo maior rendimento operacional de máquinas, pela maior facilidade de distribuição a lanço, economia de tempo e de mão-de-obra, menor custo operacional de máquinas e redução no gasto de combustível, lubrificante e reparos (CERETTA, 1998). Segundo esse autor, a aplicação de N em pré-semeadura possibilita também maior flexibilidade no período da aplicação de N e uso da mão-de-obra. Além disso, altas concentrações de nutrientes nos estádios iniciais de desenvolvimento promovem um bom crescimento inicial do milho (YAMADA & ABDALLA, 2000).

Villas Bôas, et al. (1999) estudaram o parcelamento e a largura da faixa de aplicação como meio para aumentar a recuperação pelo milho do N da uréia aplicada em superfície. Concluíram que o parcelamento da uréia aumentou os valores de massa seca, o conteúdo de N na parte aérea, a quantidade N extraída pela planta e recuperação do N na planta de milho em relação a aplicação em uma única vez.

Mai et al. (2003) estudaram em Coronel Bicaco (RS) a sucessão aveia preta/milho, a produção de matéria seca e o acúmulo de N pela aveia preta e sua relação com a produtividade do milho em sucessão; a influência de épocas de aplicação de N, sobre os teores de N no solo e a produtividade de grãos do milho. O N aplicado no perfilhamento da aveia preta, na pré-semeadura (à lanço, cinco dias antes da semeadura), na semeadura e na cobertura do milho (com 4 a 6 folhas desenroladas). Concluíram que o aumento na produção de matéria seca e de N acumulado pela aveia preta, com as aplicações de N no seu perfilhamento, não alteraram a produtividade de grãos de milho. Apesar da aplicação de N em pré-semeadura do milho ter proporcionado maior teor de N no solo no início do desenvolvimento, a aplicação de N em cobertura propicia a obtenção de maiores produtividades de grãos.

Lara Cabezas et al. (2004), trabalhando em Uberlândia (MG) com dois sistemas de semeadura: SSD (Sistema de Semeadura Direta) e SC (Sistema Convencional); duas culturas antecessoras ao milho: milheto e nabo forrageiro; e adubação antecipada (sete dias antes da semeadura) mais adubação de cobertura realizado à lanço no estádio de 4 a 5 folhas expandidas. Notaram que nos tratamentos com a adubação em pré-semeadura a eficiência do fertilizante foi superior na sucessão milheto/milho do que na sucessão nabo/milho em SSD, sendo similares em SC (onde as culturas de inverno foram incorporadas ao solo). Maiores rendimentos de milho foram observados com a incorporação dos resíduos (SC), com uma influência menor da adubação nitrogenada, comparando-se com o observado em SSD.

Silva et al. (2005a) estudaram a melhor época e forma de aplicação do N na cultura do milho no sistema semeadura direto, em solo de cerrado, em Montividiu (GO), em Latossolo Vermelho distrófico, com quatro épocas de aplicação do N: 20 dias antes da semeadura do milho, todo na semeadura, 15 dias após a emergência (DAE) e 35 DAE; duas formas de aplicação do N: superficial à lanço e incorporado na entrelinha da cultura. Concluíram que a época e o modo de aplicação do N influenciaram a produtividade do milho, sendo os melhores resultados obtidos com a incorporação do fertilizante na semeadura ou 15 DAE. A aplicação do N em pré-semeadura do milho, 20 dias antes, demonstrou não ser recomendável para as condições edafoclimáticas estudadas.

Dieckow et al. (2006) avaliaram, em Cruz Alta (RS), a influência da aplicação de N em pré-semeadura (20 dias antes da semeadura do milho), na semeadura do milho e em cobertura na decomposição de resíduos superficiais de aveia preta, na imobilização e remineralização do N do solo e na absorção de N pelo milho, no sistema de culturas aveia/milho em sistema de semeadura direta. Notaram que a maior parte do N inorgânico foi convertido em $N\text{-}NO_3^-$ e que não ocorreu imobilização do N em pré-semeadura logo após sua aplicação, e concluíram que o N aplicado em pré-semeadura é mais vulnerável a perdas por lixiviação. Por outro lado, com a aplicação parcelada de N, as plantas de milho apresentaram sintomas de deficiência de N antes da aplicação em cobertura. Sugeriram, então, duas indicações de manejo do N fertilizantes no sistema aveia/milho: (a) no caso de aplicação parcelada, a aplicação em cobertura deveria ser realizada antes dos 30 dias após a emergência,

e (b) se a aplicação integral for preferida dada às vantagens operacionais no campo, essa deveria ser realizada durante a semeadura.

Silva et al. (2006a) procuraram definir a melhor dose e época de aplicação, e a eficiência de utilização do N, utilizando-se uréia marcada com ^{15}N, pelo milho cultivado sob sistema de semeadura direta, em sucessão à crotalária (*Crotalaria juncea*), ao milheto (*Pennisetum americanum*) e à vegetação espontânea (pousio), em um Latossolo Vermelho no Cerrado. Utilizando duas épocas de aplicação do N (estádio quatro ou oito folhas); e concluíram que o cultivo do milho em sucessão à crotalária proporciona maior produtividade de grãos, quantidade de N na planta proveniente do fertilizante, absorção e recuperação do N em relação ao pousio e ao milheto; as épocas de aplicação do N não influenciam na quantidade de N proveniente do fertilizante, na planta, nem na recuperação do N do fertilizante e; a aplicação do N no estádio quatro folhas proporciona maior produtividade de grãos de milho, em sucessão ao milheto, comparada à aplicação com oito folhas.

Lara Cabezas et al. (2005) e Lara Cabezas & Couto (2007) estudando em Uberlândia (MG) o N imobilizado no solo (^{15}N-orgânico), no sulco de adubação, e o N-recuperado na planta nos estádios de 5–6 folhas, 11–12 folhas, florescimento e maturação fisiológica, utilizou Sulfato de amônio (SA) e uréia (U) marcados com ^{15}N e aplicados na cultura do milho, em sucessão à aveia preta no sistema de semeadura direta, 43 dias antes e 31 dias depois da semeadura, concluiu que: a) a adubação em pré-semeadura do milho, no sulco de adubação, parte do N aplicado como U e SA foi imobilizada, apresentando o SA maior rapidez na ciclagem do N imobilizado-mineralizado e consequente maior assimilação pelo milho; b) na adubação em cobertura no milho, no sulco de adubação, somente ocorreu imobilização do N da U, retardando a sua assimilação pela planta, em relação ao N do SA; c) para cada kg de N fertilizante imobilizado no sulco de adubação, independentemente da época de aplicação das fontes, maior quantidade de N do SA foi recuperada pela planta entre os estádios de 11–12 folhas e florescimento; d) maior produtividade de grãos de milho foi obtida pela utilização do SA, independentemente da época de aplicação; e) a aplicação de sulfato de amônio em pré-semeadura se apresenta mais vantajosa que a aplicação da uréia. A uréia é mais bem aproveitada pela cultura na aplicação em cobertura, quando a imobilização não se mostra significativa.

Lange et al. (2008) realizando aplicação antecipada de N na semeadura da aveia preta; oito dias antes da semeadura do milho; na adubação de cobertura com 4 a 5 folhas desdobradas e 7 a 8 folhas desdobradas, em Uberlândia (Minas Gerais), concluiu que a recuperação do nitrogênio das fontes nitrato e sulfato de amônio pelo milho, na planta inteira, é superior quando o nitrogênio é aplicado em cobertura, em relação à aplicação em pré-semeadura; o parcelamento em cobertura não melhora a recuperação do fertilizante em relação a apenas uma aplicação e na palha residual, a recuperação do fertilizante nitrogenado suplementar à semeadura é superior, quando aplicado em cobertura, em relação à aplicação em pré-semeadura, assim como o parcelamento em cobertura melhora a sua recuperação.

Lara Cabezas (2008) estudando na região noroeste paulista no município de Votuporanga (SP), com objetivo de avaliar a produtividade de grãos e a atividade respiratória da biomassa microbiana, quando efetuada a cobertura nitrogenada de forma antecipada à semeadura (59, 45, 21 e seis dias antes da semeadura de milho) e de forma tradicional (22 e 46 dias após a semeadura, nos estágios respectivos V5 e V8), em duas condições de adensamento de palha (5.120 kg ha^{-1} e 3.648 kg ha^{-1}). Concluiu que não houve efeito significativo na atividade respiratória após a aplicação de N nas três épocas e, tampouco, devido ao adensamento de cobertura morta. Fica em destaque que o denominado sistema semeadura direta praticado na região, sem preocupação com rotação de culturas e manutenção do solo coberto, não favorece a adubação antecipada.

Cruz et al. (2008) realizando o parcelamento da adubação de cobertura em 15, 30 e 60 dias após a semeadura (DAS), nas dosagens: a) 120 kg ha^{-1} aos 15 DAS, b) 60 kg ha^{-1} aos 15 DAS e 60 kg ha^{-1} aos 30 DAS, c) 120 kg ha^{-1} aos 30 DAS, d) 60 kg ha^{-1} aos 30 DAS e 60 kg ha^{-1} aos 45 DAS, utilizando três híbridos diferentes no estado de Alagoas, concluiu que o parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura não se faz necessário no sistema semeadura direta nas condições estudadas.

4.3 Nitrogênio no solo

A dinâmica do N no solo é complexa e a quantidade de N disponível é variável em função da cultura antecessora, dos processos de imobilização, mineralização, das

perdas, das condições edafoclimáticas, do sistema de cultivo e outros fatores, que acabam por dificultar sobremaneira a utilização do solo como indicativo da necessidade ou não de aplicar N (GODOY, 2002).

Quando o sistema de semeadura direta é adotado, uma das primeiras alterações que ocorrem em relação ao sistema convencional é a manutenção dos restos culturais sobre a superfície do solo. Com isso toda a dinâmica dos nutrientes é alterada, inclusive do N, especialmente pelo aumento da matéria orgânica do solo e manutenção da cobertura morta como consequente aumento da atividade biológica. A liberação do N de resíduos culturais depende dos processos microbianos de imobilização e mineralização, que são influenciados por vários fatores ambientais, como temperatura do solo, regime de água/aeração (AULAKH et al., 1991), pH e teor de nitrogênio no solo (AITA, 1997), mostrando que a resposta do milho à aplicação de N deve variar em função do ambiente. Segundo Crusciol et al. (2005) a maior velocidade de liberação dos macronutrientes ocorreu entre 10 e 20 dias após o manejo da fitomassa, indicando rápida liberação inicial dos macronutrientes acumulado na palhada de nabo forrageiro.

O N-amoniacal segue vários caminhos: a. absorvido em quantidades razoáveis por alguns dos próprios amonificadores ou por outros microrganismos capazes de utilizar este composto. b. absorvido pelas plantas que tem capacidade de absorver diretamente essa forma de N. c. adsorvido pelos minerais de argila fazendo parte do complexo de troca do solo. d. fixado no solo e inclusão entre as lâminas dos minerais de argila do tipo 2:1 tornando-se indisponíveis para as plantas. e. oxidado a nitrato por certas bactérias quimilitotróficas que utilizam como fonte de energia, iniciando assim o processo de nitrificação (FANCELLI, 1987; VICTÓRIA et al., 1992; BISSANI et al., 2004).

O nitrato é um íon móvel e move-se facilmente com água na maioria dos solos, e nos subsolos com alto teor de óxidos de ferro e baixo pH a mobilidade do íon nitrato é diminuída mesmo assim ela é maior que a dos outros íons. A redistribuição do N no solo e aproveitamento pela planta depende do movimento do íon nitrato, da relação C/N que influencia a taxa de mineralização, da imobilização por microrganismos no solo e a relação oferta/demanda pelas culturas (CAMPOS, 2004).

4.3.1 Sistema semeadura direta

O sistema de semeadura direta é um processo em solo não revolvido e devidamente protegido por resíduos de culturas anteriores, no qual as sementes são colocadas em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para adequada cobertura e contato das mesmas com a terra (MUZILI, 1981).

O não-revolvimento do solo promove acúmulo de resíduos orgânicos na superfície com consequente aumento na atividade biológica e modificações na ciclagem dos nutrientes, o N é o mais afetado, pois a decomposição mais lenta dos resíduos vegetais deixados na superfície do solo, processos como a imobilização, mineralização, lixiviação, volatilização e desnitrificação são alterados (LARA CABEZAS et al., 2000; CAMPOS, 2004).

Estudando o efeito do manejo do solo na composição microbiana, comparando o sistema de semeadura direta e sistema convencional, Doram (1980) observou aumento da biomassa microbiana do solo e mudanças nos grupos funcionais como nitritadores (oxidantes de amônio), nitratadores (oxidante de nitrito) e aumento considerável de desnitrificadores na camada 0-7,5 cm. Devido à reciclagem de nutrientes realizada pela mineralização da biomassa das culturas de cobertura, que antecedem as culturas de valor comercial em um sistema rotacionado com semeadura direta, a recomendação de adubação deve ser em quantidade menor quando comparada ao sistema de semeadura com preparo convencional do solo (BORKET et al., 1999).

Victoria et al. (1992), mostraram ainda que o conteúdo de N-amoniacal e N-mineralizado no sistema de semeadura direta foi duas vezes superior ao sistema convencional na camada 0-7 cm, e nessa camada o N-mineral foi basicamente representado pelo $N\text{-}NO_3^-$. Isso indica maior atividade de microrganismos nitrificadores, pois nessa camada do perfil, a umidade, a temperatura, o teor de carbono, o pH e a disponibilidade de nutrientes para a atividade desses agentes são mais favoráveis no sistema de semeadura direta do que no sistema convencional. A semeadura direta favorece o aumento do N total do solo, o qual é detectado inicialmente na camada mais superficial e, com o passar dos anos, estende-se para as camadas mais profundas. O aumento do estoque de N no solo está relacionado com a diminuição nas perdas, especialmente por erosão, e com o aumento das adições pela fixação biológica do N atmosférico e pela ciclagem de N disponível no solo. O histórico das culturas,

especialmente leguminosas, e das adubações utilizadas irá determinar o tamanho deste estoque, também influenciado pelas condições de solo e clima.

Os sistemas de manejo sem revolvimento do solo e com elevado aporte de resíduos vegetais, favorecem o acúmulo de matéria orgânica no solo e induzem a uma diminuição no seu grau de humificação (BAYER & MIELNICZUC, 1997). Em relação à ciclagem biológica, o sistema de semeadura direta tende a maximizar a conservação dos nutrientes no agroecossistema, bem como reduzir suas perdas, quando há manutenção da palhada sem revolvimento do solo (WISNIEWSKI & HOLTZ, 1997). A perda do solo por erosão também implica na perda de nutrientes da camada arável e o estudo de Noleto & Goedert (1999) mostrou que o sistema de semeadura direta proporcionou redução da perda de solo de 78% quando comparado com o sistema convencional.

O aporte constante de resíduos orgânicos ao solo favorece a ciclagem dos nutrientes, e quando o material vegetal é de baixa taxa de decomposição (elevada relação C/N), ocorre o favorecimento da humificação, criando uma reserva de nutrientes no solo. Já, quando o aporte for de material vegetal de rápida decomposição (baixa relação C/N) haverá uma rápida mineralização dos nutrientes (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2000).

O sistema de semeadura direta proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos na camada superficial do solo devido a princípios como o não revolvimento do solo, calagem, adubação e a deposição dos resíduos das culturas na superfície (VENZKE FILHO, 2003). Neste sistema, a decomposição superficial dos resíduos vegetais e a não-incoporação desses ao solo contribuem para a diminuição das perdas de matéria orgânica por erosão e mineralização microbiológica (AMADO et al., 2002). O uso da crotalária como cobertura do solo, reduziu em 67,2% e em 85,0% as perdas de água e solo, respectivamente, quando comparado com o cultivo do milho morro abaixo (CARVALHO et al., 2009).

Para ser viabilizado técnica e economicamente, o sistema de semeadura direta não deve ser enfocado apenas como um método alternativo de semeadura ou de manejo do solo, necessita ser tratado como um sistema de produção, abrangendo um complexo ordenado de práticas agrícolas interrelacionadas e interdependentes que incluem, além do não revolvimento do solo, a rotação diversificada de culturas, o uso de plantas de cobertura para formar e manter a palhada sobre o terreno, a estratégia proposta por Muzilli

(2000) consiste em manter a fertilidade do solo em níveis adequados e cultivar plantas de coberturas capazes de aproveitar o efeito residual das adubações realizadas nas culturas comerciais, contribuindo, assim, para promover efeitos de ciclagem ao longo do perfil do solo.

A quantidade e qualidade de palhada sobre a superfície do solo dependem do sistema de rotação adotado e, em grande parte, do tipo de planta de cobertura e do manejo que lhe é dado. A maior produção de fitomassa indica maior oferta de palha sobre o solo, podendo, ainda, dar uma idéia sobre a reciclagem de nutrientes desde que se conheça o padrão de extração de nutrientes da espécie (ALVARENGA et al., 2001).

Segundo Flores et al. (2008) os sistemas de preparo convencional e de semeadura direta aumentam a densidade e reduzem a porosidade total, a microporosidade, a retenção e a disponibilidade de água em relação ao campo e à mata nativa em Argissolo Vermelho. O sistema convencional reduz o teor de matéria orgânica e a estabilidade dos agregados, enquanto o sistema de semeadura direta, após cinco anos, aumenta o teor de matéria orgânica na camada superficial e eleva a estabilidade de agregados para valores próximos dos sistemas campo e mata nativa. A estabilidade dos agregados tem relação direta com o teor de matéria orgânica até um patamar próximo de 25g kg^{-1}, a partir do qual o aumento da matéria orgânica não se traduz em aumento da estabilidade dos agregados. A densidade do solo, a macroporosidade, o teor de matéria orgânica e a estabilidade dos agregados são bons indicadores das mudanças que ocorrem no solo. No Argissolo, o sistema de semeadura direta recupera a estabilidade da estrutura, observada pelo aumento do diâmetro médio geométrico, mas não os atributos relacionados à densidade e à porosidade do solo.

Giracca et al. (2008) estudando o comportamento da macrofauna do solo após a aplicação de calcário, concluíram que a macrofauna do solo foi beneficiada pela aplicação de calcário 100% na superfície e incorporado no verão (soja) e 100% em superfície no inverno (aveia). Leal et al. (2008) concluíram que após 18 meses da aplicação de calcário em superfície, na implantação do sistema de semeadura direta, seu efeito foi observado apenas na camada superficial (0-0,05 m), independentemente do modo ou cultura de cobertura utilizada.

4.3.2 Matéria orgânica

O solo é considerado um sistema vivo e dinâmico, onde são encontrados milhares de organismos e pequenos animais intimamente associados à matéria orgânica, utilizando-a como fonte de energia e de nutrientes necessários as biossínteses celulares, principalmente dos microorganismos. A energia e os nutrientes disponíveis aos microrganismos são provenientes dos resíduos vegetais e animais e estão contidos numa ampla variedade de compostos orgânicos tais como carboidratos, lignina, proteínas, lipídios e substâncias húmicas. Consequentemente, a fração orgânica do solo representa um complexo, constituído de diversas substâncias, sendo sua dinâmica determinada pela incorporação de material vegetal e animal ao solo e pela transformação deste, por meio da ação de distintos grupos de microrganismos, de enzimas e da fauna do solo (ROSCOE et al.,2006).

Definir a qualidade, disponibilidade e atividade dos nutrientes nos substratos orgânicos em diferentes compartimentos do solo é a chave para entender e descrever processos de mineralização-imobilização dos nutrientes na forma orgânica. Independente da forma orgânica do nutriente, a matéria orgânica dos diferentes tipos de solo difere quanto à qualidade e habilidade de suprir nutrientes às plantas. Assim, a tentativa de compartimentalizar a matéria orgânica do solo pode ser um bom instrumento para se compreender o seu potencial de fornecimento de nutrientes. A biomassa microbiana é considerada a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, constituída por fungos, bactérias, actinomicetos, protozoários, algas e microfauna (DE-POLLI & GUERRA, 1999; GAMA-RODRIGUES, 1999; TÓTOLA & CHAER, 2002).

A relação C/N da palha presente na superfície ou incorporada no sistema tem importância na liberação de N para as culturas posteriores. Culturas como centeia aveia e milho apresentam relações maiores que 30/1, o que proporciona maior imobilização inicial de N, que a mineralização. Culturas como ervilhaca e nabo apresentam relações menores que 30/1 proporcionando sobreposição da mineralização sobre a imobilização. Isto se deve a composição das células dos microorganismos decompositores da matéria orgânica, que para assimilar uma molécula de N retém 10 de C e perdem outras 20 na forma de CO_2. (DEEPSH & CALEGARI, 1992).

Pavinato et al. (1994) encontraram que, transcorridas quatro semanas do manejo de plantas da família das leguminosas, houve a liberação de aproximadamente 70% do N da fitomassa. De fato, tem-se observado que a liberação do N das culturas de cobertura segue o padrão de decomposição dos resíduos. Com isso, visando otimizar o aproveitamento do N da fitomassa, recomenda-se que a semeadura do milho seja feita em um período de tempo não superior a uma semana após o manejo das leguminosas (AITA et al., 2001).

Amado et al. (1999), avaliando a decomposição de resíduos de aveia no sistema de semeadura direta, concluíram que apenas 20% do N contido nas plantas foi liberado nas primeiras quatro semanas após o manejo, resultando em assincronismo com a demanda inicial do milho. A elevada capacidade de absorção de N das gramíneas constitui importante estratégia para reduzir os riscos de contaminação do lençol freático com o nitrato e aumentar a ciclagem de N durante a entressafra das culturas comerciais, pois as gramíneas apresentam elevada capacidade de absorção e acumulação de N na planta e sua contribuição na disponibilidade de N é inferior às das leguminosas.

Quando resíduos de gramíneas são adicionados à superfície do solo, verifica-se uma decomposição muito mais lenta que aquela das leguminosas e crucíferas. Dentre os fatores que concorrem para isto, destacam-se a elevada relação C/N e, em muitas situações, a reduzida disponibilidade de N mineral do solo. Assim, ao invés de um fornecimento de N da gramínea para a cultura em sucessão, geralmente verifica-se um decréscimo na disponibilidade deste nutriente, resultando em menor absorção de N pelo milho, especialmente em situação de ausência ou limitada fertilização nitrogenada mineral (AITA et al., 1994).

O cultivo de plantas de cobertura do solo na entressafra, no sistema de semeadura direta, principalmente de leguminosas, tem demonstrado ser uma alternativa promissora na suplementação de N para o milho (GONÇALVES et al., 2000). A qualidade do resíduo vegetal, sobretudo sua relação C/N, e a disponibilidade de N mineral na solução do solo influenciam diretamente a taxa de decomposição (AMADO et al., 2002). A elevada capacidade de absorção de N das gramíneas, em função do seu sistema radicular abundante, constitui-se numa importante estratégia para a reciclagem desse nutriente, durante a entressafra, e para redução dos riscos de contaminação do lençol freático por nitrato (SÁ,

1996; AMADO et al., 2002). Além disso, resíduos de gramíneas, em virtude de sua baixa taxa de decomposição, proporcionam melhor cobertura do solo (PERIN et al., 2004).

Resultados de pesquisas em condições edafoclimáticas diferentes e que apresentam considerável acúmulo de palha, maior teor de matéria orgânica do solo e maior tempo de adoção do sistema de semeadura direta, tem influenciado na recomendação de manejo da adubação nitrogenada no milho, para as condições de cerrado. Isto implica a necessidade de mais estudos, para o entendimento da dinâmica e recuperação do N no sistema solo-planta, e possibilita a tomada de decisão quanto as formas de manejo, para que a disponibilidade de N ocorra em sincronia com a necessidade da cultura (LARA CABEZAS et al., 2004; FIGUEIREDO et al., 2005).

As substâncias húmicas são os principais componentes da matéria orgânica dos solos, das águas e dos sedimentos. Além de influenciar as propriedades químicas, físicas e biológicas, determinando a produção biológica dos ecossistemas, elas exercem efeito direto sobre o crescimento e metabolismo das plantas, especialmente sobre o desenvolvimento radicular (CANELLAS et al. 2006).

Cunha et al. (2007) avaliando a influencia da inclusão da braquiária na rotação de culturas (arroz, feijão, milho e soja) nas propriedades físico-hídricas e no conteúdo de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho distrófico em sistema de semeadura direta concluíram que a porosidade total e o teor de matéria orgânica do solo foram favorecidos pelas rotações que incluíram maior número de cultivos de soja; a associação de soja com a braquiária contribuiu para a estabilidade dos agregados; a associação de gramíneas de verão com a braquiária contribuiu para diminuir a resistência do solo à penetração.

A matéria orgânica do solo desempenha funções no ambiente estando ligada a processos fundamentais como a ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica. O sistema de semeadura direta tende a preservar a matéria orgânica principalmente por reduzir a sua taxa de decomposição e, quando adequadamente adotado (incluindo rotação de culturas), por promover uma maior entrada de resíduos no sistema (ROSCOE et al., 2006).

Segundo Santos (2008) após alguns anos sob sistema de semeadura direta é possível observar que a matéria orgânica do solo se concentra na superfície e diminui rapidamente com o aumento da profundidade. Este gradiente de concentração faz com que se

deduza, às vezes de forma equivocada, que o solo está acumulando mais carbono do que no preparo convencional de solo. A incorporação dos resíduos vegetais no sistema de preparo convencional e homogeneização do solo na camada arável pode proporcionar uma distribuição mais uniforme da matéria orgânica até camadas mais profundas do solo (SANTOS et al., 1995). Dessa forma, dependendo da profundidade do solo estudada, resultados diferentes sobre acumulação de C, MOS, P e K no solo podem ser obtidos quando se compara sistemas de manejo de solo. Por outro lado, a utilização do estoque de C na floresta subtropical, como referencial de situação estável ao longo do tempo, permite inferir a contribuição dos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na emissão ou no sequestro de CO_2 pelo solo.

A determinação de espécies de cobertura produtoras de fitomassa e os efeitos dos resíduos no solo são importantes para a adoção de estratégias adequadas de manejo visando à sustentabilidade do solo; no cerrado o guandu, milheto, feijão-de-porco e níger são espécies adequadas à obtenção de rendimentos de fitomassa, superiores a 14 t ha^{-1} no outono-inverno; com a palha de feijão-de-porco, aveia, lablabe, crotalaria juncea e níger tem-se um incremento no carbono da biomassa microbiana do solo no início das chuvas e; a prática do pousio com vegetação espontânea infestante deve ser evitada para redução dos prejuízos no carbono da biomassa microbiana e no carbono orgânico do solo (CARNEIRO et al., 2008).

4.4 A cultura do girassol (*Helianthus annuus*)

Originário da América do Norte, o girassol é planta da família Compositae; constitui-se em uma das quatro maiores fontes de óleo vegetal combustível do mundo. Boa parte do território brasileiro apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo. É pouco sensível a baixas temperaturas e a períodos de estiagem. É cultura de baixo investimento, fácil mecanização, matéria-prima de entressafra, oleaginosa alternativa. Além de óleo comestível de excelente valor nutricional, fornece torta ou farelo para alimentação animal, silagem, farinha panificável (UNGARO, 1998).

O girassol é uma cultura de ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo. Nos últimos anos, vem se apresentando como opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos. A melhor tolerância à seca do que o milho ou o sorgo, a baixa incidência de pragas e doenças, além dos benefícios

que o girassol proporciona às culturas subsequentes são alguns dos fatores que vem conquistando os produtores brasileiros. Em áreas onde se faz rotação de culturas com o girassol, observa-se um aumento de produtividade de 10% nas lavouras de soja e entre 15 e 20% nas de milho. O girassol vem sendo utilizado, principalmente, para extração de óleo e é considerado, dentro os óleos vegetais, como um dos óleos de melhor qualidade nutricional e organoléptica (aroma e sabor). Além disso, a massa resultante da extração do óleo rende uma torta altamente protéica, usada na produção de ração. O girassol ainda é utilizado na silagem para alimentação animal e seu cultivo também pode estar associado à apicultura (EMBRAPA, 2006).

O girassol é uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agronômico, tais como: ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, o que o qualifica como uma boa opção aos produtores brasileiros. E ainda, com o incentivo do governo Federal, mais recentemente, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, através de sua adição ao óleo diesel comercializado, a cultura do girassol apresenta viabilidade técnico-ambiental na produção de biocombustíveis (SILVA et al., 2007)

A cultura do girassol é de modo geral, uma cultura pouco estudada no Brasil, principalmente do ponto de vista da nutrição mineral de plantas. O N desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura e sua deficiência causa a desordem nutricional que mais limita a produção do girassol (CASTRO et al., 1999), enquanto seu excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo, e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos. O parcelamento do N é indicado, sendo 1/3 na semeadura e 2/3 após 30 dias em solos de textura arenosa, juntamente com aplicação de 1,0 kg ha^{-1} de boro (SMIDERLE, 2000).

O número de aquênios por capítulo é um reflexo da ação do N na fase crítica da diferenciação floral, que ocorre nos primeiros estágios do desenvolvimento do girassol e o número potencial de flores é determinado muito cedo e afeta o número de aquênios, por decorrência afeta também o diâmetro do capítulo (ZAGONEL & MUNDSTOCK, 1991).

Fleck & Silva (1989) e Castro et al. (1999) estudando efeitos e métodos de aplicação de uréia em girassol, em três anos agrícolas, observaram que houve uma diferença no peso de 1000 aquênios (g) somente para o método de incorporação com grade

(parcelamento de N), conseguindo um peso médio de 38,2 g. A resposta ao N resulta do aumento do peso médio de aquênios e aplicação mais tardia, no entanto, pode proporcionar maiores pesos de aquênios.

Segundo Zagonel & Mundstock (1991), a altura de planta é um reflexo das condições nutricionais no período de alongamento do caule, onde verificaram que, para cultivar Contisol 711, a época de aplicação (estádio V4, V10 e R1 – aparecimento do botão floral) foi mais importante para o alongamento do caule do que a quantidade de N aplicado; e que a produção de aquênios atingiu o máximo a 80 kg ha^{-1} de N, num rendimento de 2.125 kg ha^{-1} de aquênios.

Castro et al. (1999) concluíram que em condições de solo de textura muito argilosa, o N pode ser aplicado em sua totalidade, incorporado na semeadura do girassol, eliminando a aplicação em cobertura. Com essa prática, economiza-se o custo de aplicação do N em cobertura e reduz-se o efeito de compactação e quebra de plantas devido ao trabalho do trator.

Carvalho & Pissaia (2002), trabalhando com cobertura nitrogenada em girassol sob sistema de semeadura direto na palha, observaram que houve um aumento do peso de 1.000 aquênios na dose máxima de 125 kg ha^{-1} de N, alcançando 71,1g de aquênios. Zagonel & Mundstock (1991) verificaram que o peso médio de aquênios da cultivar DK 180 respondeu a maiores quantidades de N, na dose máxima de 120 kg ha^{-1} de N, bem como as épocas de aplicação.

Lobo (2006) avaliando a eficiência do lodo de esgoto como fonte de N à cultura do girassol, concluiu que a utilização de lodo de esgoto como fonte de N trouxe incrementos significativos na produtividade de óleo, no diâmetro de haste, e em menor intensidade, na altura de planta.

Biscaro (2008) constatou que adubação nitrogenada em cobertura proporcionou um aumento em todas as características estudadas, sendo que a dose de N, de máxima eficiência técnica indicada para se ter uma boa produtividade é de 55 kg ha^{-1} de N para o cultivo do girassol na região de Cassilândia-MS.

4.5 A cultura do nabo norrageiro (*Raphanus sativus* L.)

O nabo forrageiro, pertencente à família Crusciferae, é uma planta anual, alógama, herbácea, ereta, muito ramificada (DERPSCH & CALEGARI, 1992). Planta muito vigorosa, que em 60 dias cobre cerca de 70% do solo, possui sistema radicular pivotante que chega a atingir mais de dois metros de profundidade. O florescimento ocorre 80 dias após a semeadura, atingindo sua plenitude aos 120 dias, com altura de planta de 1,00 a 1,80 metros. Como adubo verde de inverno apresenta excelente cobertura do solo, além de produzir grande volume de palha para a prática do sistema de semeadura direto (PEREIRA,1998). A espécie tem sido empregada nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil e no Estado de São Paulo, como material para adubação verde de inverno e planta de cobertura, em sistemas de cultivo conservacionistas como o sistema de semeadura direto e o cultivo mínimo (CRUSCIOL et al., 2005).

Tabela 1. Culturas utilizadas como adubo verde e as respectivas relação C/N.

Espécie	Matéria Seca		N total		Soma	Relação C/N	
	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes		Parte aérea	Raízes
	kg ha^{-1}						
Tremoço branco	2710	1500	57	33	90	23	20
Ervilhaca Peluda	1590	1580	34	27	61	15	16
Chícharo	2060	1270	36	28	64	22	17
Centeio	3330	1450	39	17	56	42	25
Aveia Preta	5590	3080	97	50	147	28	31
Trigo	1960	1490	23*	24	47	38	26
Nabo Forrageiro	4750	1760	101	34	135	21	20
Colza	2220	1980	52	39	91	16	21
Girassol	3240	2300	30	25	55	54	33

*somente palha. Cultivo sem adubação (exceto trigo e colza que receberam 30 kg ha^{-1}).

Fonte: Derpsch et al. (1985)

A planta possui um crescimento inicial rápido e elevada capacidade de reciclar nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, desenvolvendo-se razoavelmente em solos fracos com problemas de acidez. Quando semeado em abril/maio há ainda disponibilidade hídrica para desenvolvimento inicial da planta, possibilitando uma produção

de 40 a 60 toneladas de massa verde por hectare e, de 4 a 6 toneladas de matéria seca por hectare, com manejo ou corte realizado com roçadeiras, rolo-facas ou grades 120 dias após o semeadura, quando a planta já está na fase final da floração (PEREIRA,1998).

Lara Cabezas et al. (2004), trabalhando com duas culturas antecessoras ao milho: milheto e nabo forrageiro, notaram que as testemunhas (sem adubação nitrogenada) a produtividade de milho em sucessão ao nabo forrageiro foi superior à sucessão com milheto.

O potencial de perdas de N por lixiviação foi maior após a ervilhaca solteira do que após a aveia e o nabo solteiros e os consórcios de aveia e ervilhaca (AITA et al., 2004). A ervilhaca e o nabo, tanto em culturas puras como consorciados à aveia, proporcionaram maior produtividade de milho em sucessão do que o pousio e aveia solteira (GIACOMINI et al., 2004).

Crusciol et al. (2005) estudaram em Marechal Cândido Rondon, na região Oeste do Estado do Paraná a reserva de nutrientes presente na palhada do nabo forrageiro mantidas no solo no sistema de semeadura direta para a cultura subsequente (milho). Concluíram que a) o nabo forrageiro produz, até o estádio de pré-florescimento, elevada quantidade de parte aérea em cultivo de inverno, acumulando 57,2; 15,3; 85,7; 37,4; 12,5 e 14,0 kg ha^{-1}, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S; b) o manejo do nabo forrageiro no estádio de pré-florescimento apresenta rápida degradação da palhada, liberando quantidades substanciais de macronutirentes; c) o K e N são os nutrientes disponibilizados em maior quantidade e velocidade para a cultura subsequente e; d) a maior velocidade de liberação de macronutrientes pelo nabo forrageiro ocorre entre 10 e 20 dias após o manejo da fitomassa.

Ohland et al. (2005) estudando a influência da cultura de cobertura do solo antecessora sobre os componentes de produção da cultura do milho, concluíram que as culturas antecessoras apresentam efeitos diferenciados sobre os componentes de produção do milho cultivado subsequentemente. A ervilhaca peluda é mais efetiva do que o nabo forrageiro quanto às características de: matéria seca da parte aérea, diâmetro da espiga, peso de mil grãos e teor de nitrogênio nos grãos de milho e que independente da cultura antecessora, a adição de nitrogênio eleva a produtividade de grãos de milho.

Strieder et al. (2006) avaliaram a época mais adequada para aplicação da primeira dose de N em cobertura no milho cultivado em sucessão a espécies de inverno

com distintas relações C/N (aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro); concluíram que a) a aveia preta apresentou baixa taxa de mineralização e de liberação de N de seus resíduos, sendo esses processos estimulados nas espécies ervilhaca comum e nabo forrageiro; b) a utilização de aveia preta como cultura antecessora ao milho diminuiu os teores de N mineral no solo e de N na planta de milho, independentemente da época de aplicação de N em cobertura; c) a utilização de ervilhaca comum e nabo forrageiro, como espécies de cobertura de solo antecessoras, incrementou o teor relativo de clorofila na folha e a produção de massa seca de milho, avaliados no estádio de sete folhas expandidas, independentemente da época de aplicação de N em cobertura e; d) é possível retardar a época de aplicação da primeira dose de N em cobertura em milho do estádio de três para cinco folhas expandidas, quando em sucessão à ervilhaca comum ou ao nabo forrageiro.

O uso continuado da aveia preta pode causar prejuízos ao cultivo do milho em sucessão. Objetivando minimizar os efeitos da aveia preta e ao mesmo tempo atender às exigências do sistema de semeadura direta, novas espécies de inverno ervilhaca comum e nabo forrageiro, tem sido estudadas, tanto em cultivos solteiros quanto em consórcio com a aveia preta, Silva et al. (2006b,) concluíram que o rendimento de grãos de milho em sucessão a espécies ervilhaca comum e nabo forrageiro como coberturas de solo no inverno, em cultivos isolados ou em consórcio com aveia preta, é maior do que o obtido em sucessão à aveia preta em cultivo isolado, especialmente em situações de baixo aporte de N em cobertura no milho, o que demonstra a contribuição destas espécies em disponibilizar N ao sistema.

Silva et al. (2008) as vantagens da utilização do nabo forrageiro e da ervilhaca-comum, como culturas antecessoras de inverno, sobre a produtividade de grãos de milho cultivado em sucessão, só se manifestam quando não se aplica N em cobertura no milho.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local

O experimento foi conduzido no Sítio Santo Antônio, SP 225, Km 48, situado no município de Pirassununga, Estado de São Paulo em uma área que realiza o sistema de semeadura direta há cinco anos. Localização geográfica está definida entre as coordenadas 22º 02’ de latitude Sul e 47º 24’ de longitude Oeste; com altitude média de 630 m.

5.2 Clima

O município de Pirassununga apresenta clima característico do tipo Cwa (segundo classificação de Köppen) tropical úmido, com inverno seco (junho, julho e agosto) e verão chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro), com precipitação média anual de 1.300 mm (PEREIRA, 2002).

5.3 Solo

Foram coletadas amostras de solo em dez pontos da área antes da semeadura do milho sendo: cinco amostras do local sem adubação antecipada (nas

profundidades de 0 – 2,5 cm; 2,5 – a 5,0 cm; 5,0 – 10,0 cm; 10,0 – 20,0 cm e 20,0 – 40,0 cm) e cinco amostras do local com adubação antecipada nas mesmas profundidades. Para retirar as amostras utilizou-se um enxadão onde foram feitas as covas e com uma régua graduada de 30 centímetros foram medidas as profundidades.

Tabela 2. Resultados da análise química básica de solo para fins de fertilidade.

Amostras	pH $CaCl_2$	M.O. g/dm^3	P_{resina} mg/dm^3	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
				----------	----------	----------	$mmol_c/dm^3$	----------	----------	
Sem Adubação pré-semeadura										
0,0-2,5 cm	5,7	31	22	18	5,6	32	13	50	68	73
2,5-5,0 cm	5,3	29	17	27	4,7	24	9	38	65	59
5,0-10 cm	5,1	25	42	33	3,5	24	8	36	68	52
10-20 cm	5,0	19	24	27	2,7	21	6	30	56	53
20-40 cm	5,4	14	11	20	2,5	17	6	26	46	57
Com Adubação pré-semeadura										
0,0-2,5 cm	5,8	38	31	21	5,9	49	22	77	98	79
2,5-5,0 cm	4,8	33	23	38	5,1	26	10	41	79	52
5,0-10 cm	4,8	24	44	38	3,5	21	7	32	70	45
10-20 cm	4,9	19	23	32	2,3	22	7	31	63	49
20-40 cm	5,3	16	14	23	2,7	23	7	33	56	59

Tabela 3. Resultados da análise química de solo.

Amostras	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	----------	----------	mg/dm^3	----------	----------
Sem Adubação pré-semeadura					
0,0-2,5 cm	0,34	0,7	44	2,3	2,3
2,5-5,0 cm	0,27	0,8	66	2,2	1,7
5,0-10 cm	0,22	0,9	78	2,8	1,6
10-20 cm	0,25	0,8	54	2,0	1,4
20-40 cm	0,23	0,6	26	0,7	0,3
Com Adubação pré-semeadura					
0,0-2,5 cm	0,38	0,7	49	3,1	3,1
2,5-5,0 cm	0,35	1,1	96	4,6	2,3
5,0-10 cm	0,29	1,2	81	3,1	2,3
10-20 cm	0,26	1,3	51	1,9	2,2
20-40 cm	0,30	0,8	32	0,7	0,4

Após a colheita do milho e antes da semeadura do girassol foram coletadas três amostras compostas nas profundidades de 0 – 5,0 cm; 5,0 – 10,0 cm e 10,0 – 20,0 cm.

Tabela 4. Resultados da análise química básica de solo para fins de fertilidade.

Amostras	pH	M.O.	P_{resina}	Al^{3+}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
	$CaCl_2$	g/dm^3	mg/dm^3	----------	----------	$mmol_c/dm^3$	----------	----------	----------	----------		mg/dm^3
0-5 cm	5,5	36	29	0	22	2,7	26	12	40	63	65	5
5 - 10 cm	4,9	24	19	1	28	1,3	7	3	10	38	27	4
10 - 20 cm	5,0	20	42	1	26	1,6	19	5	25	51	50	4

Tabela 5. Resultados da análise química de solo.

Amostras	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	----------	----------	mg/dm^3	----------	----------
0-5 cm	0,18	0,9	76	4,1	2,0
5 - 10 cm	0,17	0,9	86	2,8	2,0
10 - 20 cm	0,14	0,8	60	1,9	2,6

5.4 Descrição dos tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi realizado utilizando três híbridos simples de milho, sendo eles: AG 8060 (H1), DKB 390 (H2) e Pointer (H3).

Adubação de semeadura de 29,6 kg ha^{-1} de nitrogênio (N) foi igual em todos os tratamentos, com o adubo 08-25-15.

A adubação de cobertura, com a fórmula 25-00-15, sendo a fonte de N o nitrato de amônio, com 102,5 kg ha^{-1} N foram em quatro épocas (E) diferentes, sendo a fonte de N o nitrato de amônio. As épocas consideradas foram: E1: Testemunha (sem aplicação antecipada de N e sem aplicação de N em cobertura); E2: todo N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas; E3: em cobertura metade da dose de N com milho de 3 a 4 folhas expandidas e metade da dose restante de N com milho de 7 a 8 folhas expandidas; e E4:

metade da dose de N em pré-semeadura, 15 dias antes da semeadura, e metade da dose de N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, sendo 3 híbridos, 4 épocas de aplicação de adubos nitrogenados e 5 repetições, totalizando 60 subparcelas, conforme Figura 1.

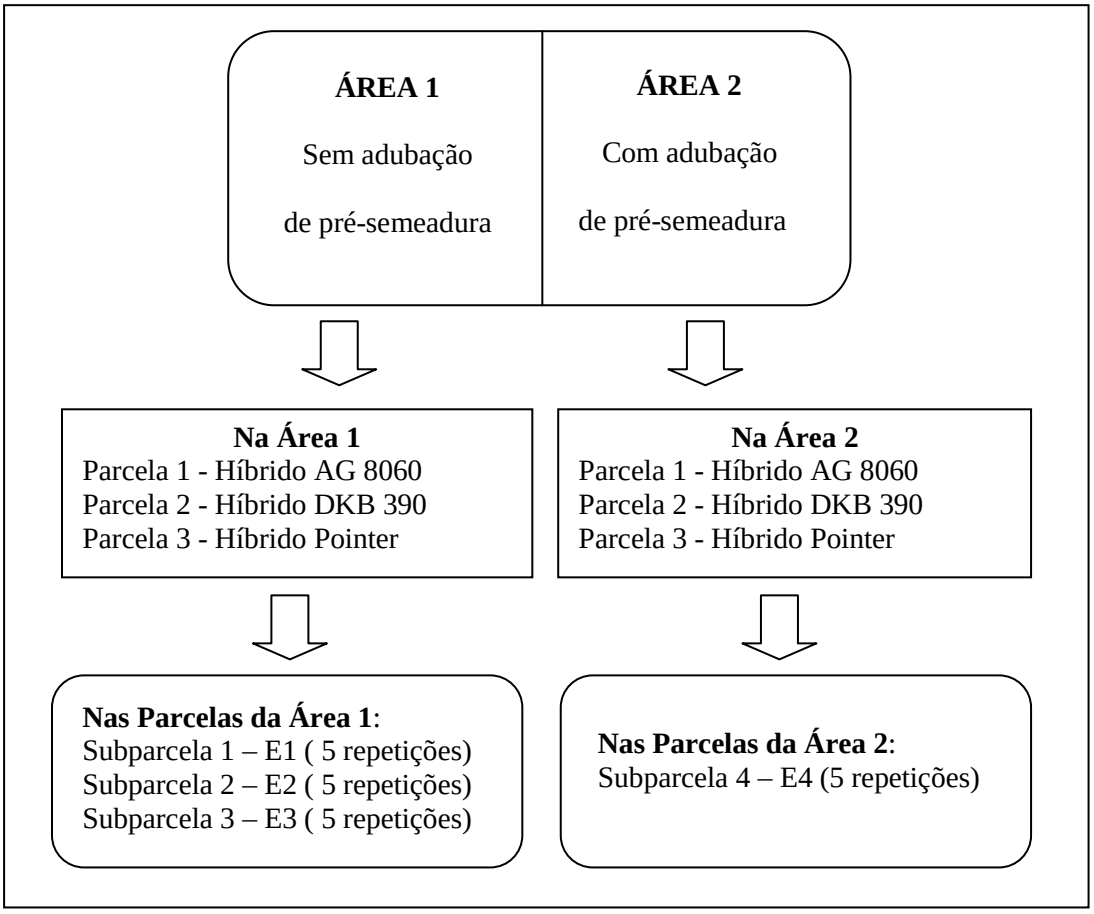


Figura 1. Disposição dos tratamentos

Cada subparcela apresentava 24 m^2 (6,0 m x 4,0 m), com seis metros de comprimento e cinco linhas de milho espaçadas 0,80 m, sendo considerado como área útil apenas as três linhas centrais e dois metros centrais de cada subparcela. Cada híbrido utilizado necessitou de uma área de 480 m^2 (4 épocas x 5 repetições x 24 m^2 subparcela), sendo que o experimento utilizou num total de 1.440 m^2 (480 m^2 x 3 híbridos).

5.5 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2004/2005 e realizado utilizando três híbridos simples de milho, sendo eles: AG 8060, DKB 390 e Pointer.

Para a formação de palhada utilizou-se a cultura do nabo forrageiro como cultura de inverno semeada em abril de 2004. O nabo forrageiro foi colhido em 01 de outubro de 2004, com colhedora de soja. Depois de colhido foi realizada em 11 de outubro de 2004 a aplicação a lanço da metade da dose de N (51,25 kg ha^{-1} de N) nas subparcelas do tratamento E4 (adubação antecipada).

Em 26 de outubro de 2004 foram coletadas amostras de solo Tabelas 2 e 3.

Após quinze dias da aplicação do adubo antecipado sobre a palhada do nabo forrageiro, em 26 de outubro de 2004, foi semeada a cultura do milho, com semeadora/adubadora mecanizada de cinco linhas, utilizando-se em média de 5,5 sementes por metro de linha.

Todos tratamentos receberam a adubação de semeadura com 370 kg ha^{-1} do adubo formulado (08-25-15 + 3% Zn).

A aplicação de herbicida, foliar e inseticida ocorreu em 13 de novembro de 2004. A segunda aplicação de inseticida e foliar ocorreu em 21 de novembro de 2004.

A primeira adubação de cobertura foi realizada 27 dias após a semeadura, em linha da cultura, quando o milho estava com 3 a 4 folhas expandidas (estádio 1, segundo FANCELLI & DOURADO NETO, 1996), sendo colocada toda a quantidade nesta única aplicação, 102,5 kg ha^{-1} de N, nas subparcelas do tratamento E2 e, metade da dose, 51,25 kg ha^{-1} de N, nas subparcelas dos tratamentos E3 e E4.

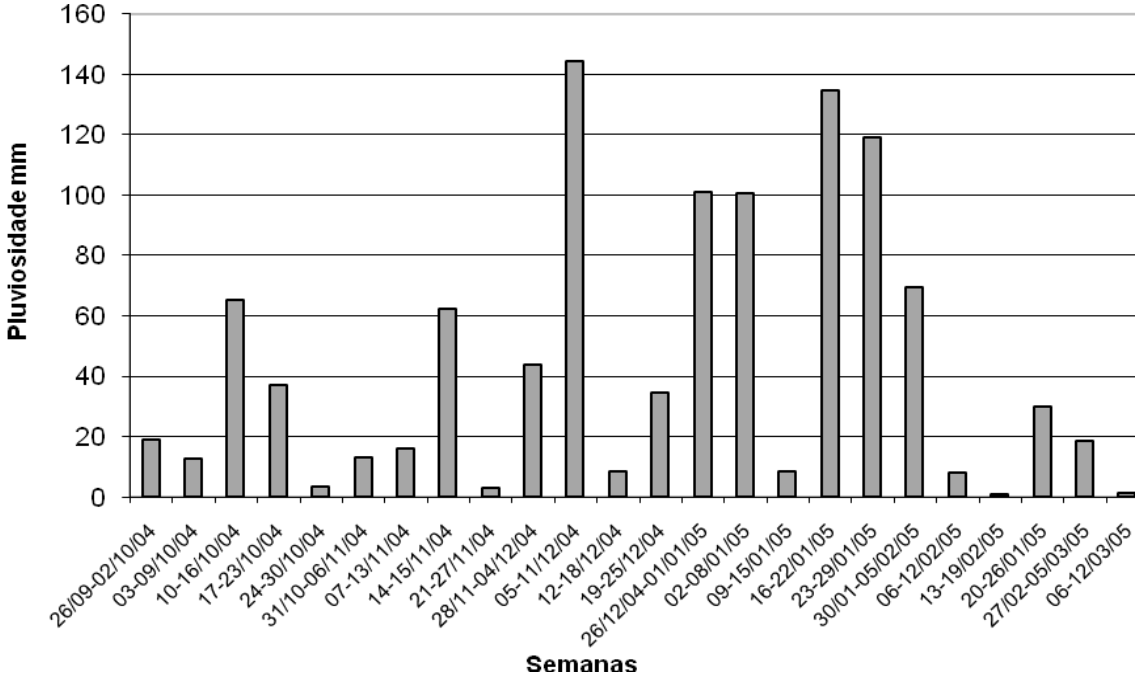
A segunda adubação de cobertura também foi realizada em linha da cultura treze dias após a primeira aplicação de cobertura, com metade da dose, 51,25 kg ha^{-1} de N, nas subparcelas do tratamento E3, quando o milho estava com 7 a 8 folhas expandidas (estádio 2 segundo FANCELLI & DOURADO NETO, 1996).

Antes de iniciar a colheita foi avaliado estande da cultura, altura de inserção da primeira espiga, altura de planta e diâmetro de colmo.

A colheita foi realizada em 19 de março de 2005, manualmente por ocasião da maturidade fisiológica, na área útil de cada subparcela e avaliado massa total de espigas sem palha por subparcela; massa, diâmetro e comprimento de 10 espigas sem palha, produtividade, massa de 1.000 grãos. Para a avaliação da produtividade da cultura foi realizada a correção da massa para 13% de umidade.

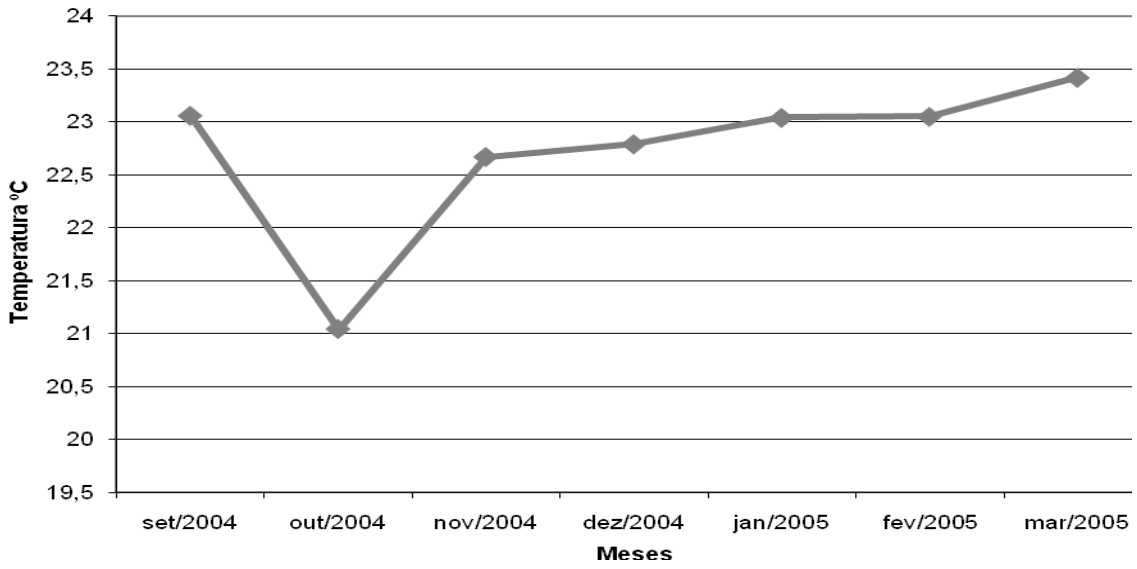
Na área do experimento, retirada a cultura do milho foi semeado, em 25 de abril de 2005, o híbrido Morgon 734 de Girassol sobre os tratamentos do milho, com espaçamento entre linhas de 0,80 m, com adubação de semeadura de 7,0 kg ha^{-1} N igual em todos os tratamentos.

Na cultura do girassol foram avaliados: estande, diâmetro de haste, altura da curvatura da haste, altura da inserção do capítulo, altura do capítulo, diâmetro do capítulo, massa do capítulo, massa total dos grãos de cinco capítulos por subparcela, produtividade e massa de 1.000 grãos.



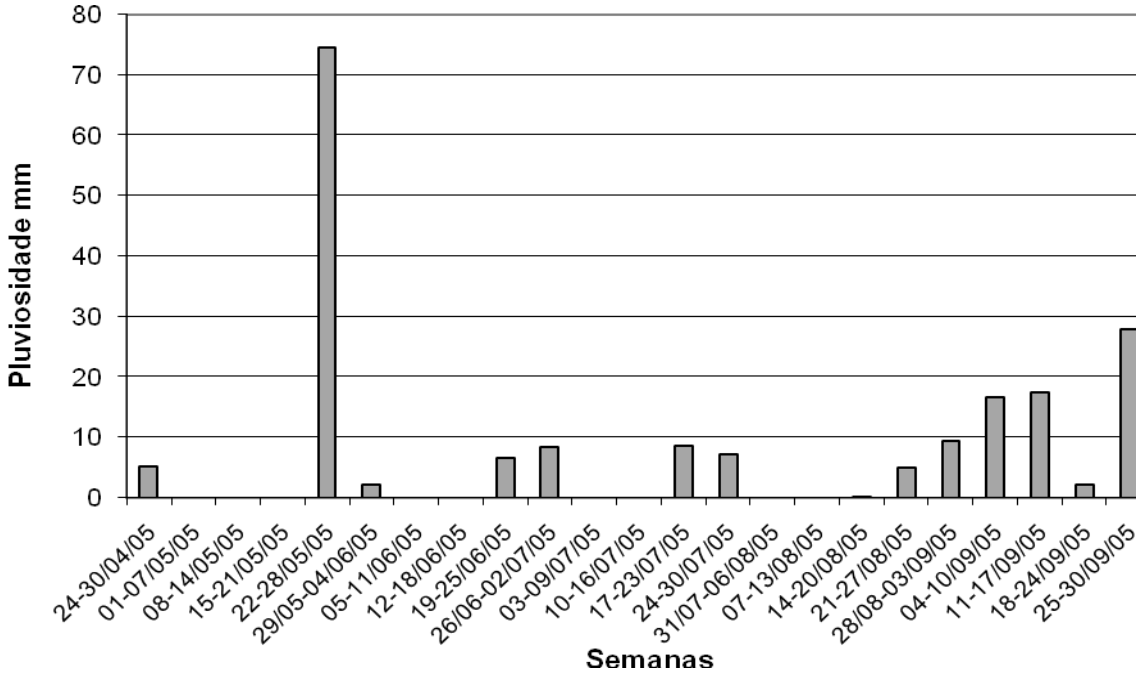
Fonte: dados de campo

Figura 2. Índices pluviométricos de setembro/2004 a março/2005 - Cultura do milho



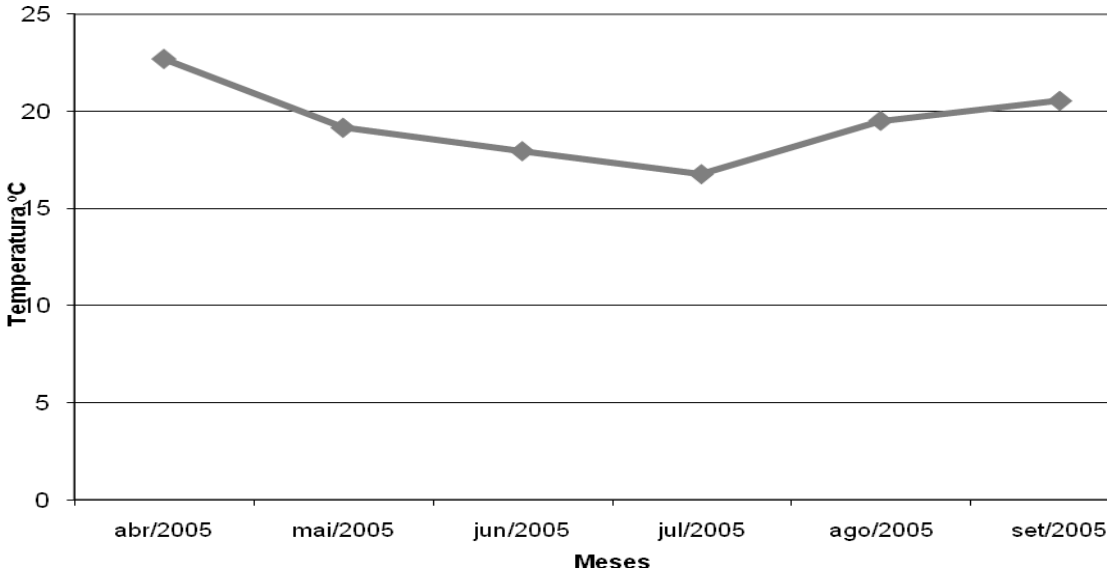
Fonte: dados da USP (2005)

Figura 3. Temperatura média de setembro/2004 a março/2005 - Cultura do milho



Fonte: dados de campo

Figura 4. Índices pluviométricos de abril a setembro/2005 – Cultura do girassol



Fonte: dados da USP (2005)

Figura 5. Temperatura média de abril a setembro/2005 – Cultura do girassol

5.6 Insumos agrícolas

5.6.1 Sementes

As características individuais dos híbridos AG 8060, da empresa Agroceres, DKB 390, da empresa Dekalb e Pointer da Syngenta encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Características dos híbridos de milho estudados.

Características	**Híbridos de Milho**		
	AG 8060	**DKB 390**	**Pointer**
Ciclo	Precoce	Precoce	Precoce
Porte da Planta	médio	2,20 m a 2,40 m	médio (2,31 m)
inserção da espiga	média	1,25 m a 1,40 m	média (1,30 m)
grão	duro alaranjado	semi-duro amarelo alaranjado	duro laranja
stay green	bom	bom	-
empalhamento	bom	bom	-
qualidade do colmo	excelente	alta resistência ao quebramento	-
sistema radicular	bom	bom	-
finalidade uso	grãos	produção de grãos	produção de grãos
populaçao pl/ha	55 a 60 mil	55 a 60 mil	60 mil

As características do híbrido do girassol podem ser observadas na tabela 7.

Tabela 7. Características do híbrido de girassol estudado.

Híbrido Girassol	População plantas ha^{-1}	Altura de plantas	Diâmetro de capítulo	Massa de 1.000 aquênios	Teor de óleo
Morgan 734	40 - 45 mil	1,65 m	17 cm	72 g	39 a 43%

5.4.2 Tratamento de semente

No tratamento de sementes foi utilizado 60 g, 90 mL e 180 mL por saco (60.000 sementes) de milho do inseticida Cruiser (ingrediente ativo: Tiametoxam 350 g L^{-1}) e micronutrientes Booster (3,48% Zn e 2,32% Mo) e Broadacre Zn/Cu (15,01% Cu e 59,5% Zn), respectivamente.

5.4.3 Fertilizantes

Semeadura do milho a fórmula comercial 08-25-15 (N – P_2O_5 – KCl), sendo o nitrato de amônio a fonte de nitrogênio.

Adubação antecipada à semeadura e/ou cobertura na quantidade de 410 kg ha^{-1} da fórmula comercial 25-00-15 (N – P_2O_5 – KCl), sendo o nitrato de amônio a fonte de nitrogênio.

5.4.4 Herbicidas

Para o controle das plantas invasoras em pré e pós-emergência, utilizou-se 5,0 L. ha^{-1} do herbicida atrazina (ingrediente ativo: Atrazina 500 g L^{-1}).

5.4.5 Inseticidas

Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), utilizou-se 200 mL ha^{-1} do inseticida Keshet (ingrediente ativo: Deltametrina 25 g L^{-1}) e 100 mL ha^{-1} de Tracer (ingrediente ativo: Spinosad 480 g L^{-1}).

5.4.6 Foliar

Como foliar foi utilizado Ajifol (Garantias: 2% de óxido potássico, 3,5% de enxofre, 1% de boro e 2% de manganês) na dosagem de 1 L ha^{-1} por aplicação.

5.4.7 Custo material

Tabela 8. Descrição do material utilizado no experimento, quantidade e valor de cada material para 2004 e estimativas para 2009.

			Ano 2004		Ano 2009	
Descrição	**Quantidade**	**Unidade**	**Custo**	**Custo subparcela**	**Custo**	**Custo subparcela**
	por hectare		**ha (R$)**	**(R$)**	**ha (R$)**	**(R$)**
AG 8060	1	saco	194,93	0,47	250,00	0,60
DKB 390	1	saco	137,38	0,33	232,00	0,56
Pointer	1	saco	206,79	0,50	270,00	0,65
Cruiser	60	g/saco	68,40	0,16	46,50	0,11
Booster	90	ml/saco	8,55	0,02	7,20	0,02
Broadacre Zn/Mo	180	ml/saco	17,10	0,04	14,40	0,03
Atrazina	5	litros	60,50	0,15	107,75	0,26
Ajifol	2	litros	12,80	0,03	12,80	0,03
Keshet	200	ml	150,80	0,36	156,00	0,37
Tracer	100	ml	7,54	0,02	10,20	0,02
Ad. 08-25-15	370	kg	311,17	0,75	518,00	1,24
Ad. 25-00-15	410	kg	331,08	0,79	487,49	1,17
Total para as épocas de adubação 2,3 e 4				**Custo área (R$)**		**Custo área (R$)**
AG 8060			1.162,87	41,86	1.610,34	57,97
DKB 390			1.105,32	39,79	1.592,34	57,32
Pointer			1.174,73	42,29	1.630,34	58,69
Total para a época de adubação 1 (Sem cobertura)						
AG 8060			831,79	9,98	1.122,85	13,47
DKB 390			774,24	9,29	1.104,85	13,26
Pointer			843,65	10,12	1.142,85	13,71
Custo Total do Experimento				**153,34**		**214,44**

5.7 Equipamentos agrícolas

Para a aplicação do adubo em pré-semeadura foi utilizada uma adubadora pendular tipo Vicon.

Na semeadura foi utilizada uma semeadora-adubadora, marca Tatu, modelo PST 2 para semeadura direta com cinco linhas espaçadas de 0,80 m, mecanismo sulcadores tipo haste para o fertilizante e sistema de semeadura a disco.

Os inseticidas, fungicidas e foliares foram aplicados utilizando um pulverizador marca Jacto, hidráulico, com capacidade de 600 litros de calda no tanque, barra com 12 metros e 24 bicos.

5.8 Características avaliadas na cultura do milho

Ao final do ciclo foram avaliados o estande da cultura, a altura de plantas, a altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo.

Após a colheita foram avaliados diâmetro de espiga, comprimento de espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade.

5.8.1 Estande

Foi contado o número de plantas na área útil de cada subparcela (nas três linhas centrais e dois metros centrais de cada subparcela).

5.8.2 Altura das plantas

Para a determinação da altura das plantas de milho, mediu-se com uma régua graduada em centímetros a distância entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira. Foram avaliadas dez plantas na área útil de cada subparcela.

5.8.3 Altura de inserção da primeira espiga

Mediu-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga utilizando a mesma régua do item anterior, foram medidas dez plantas na área útil de cada subparcela.

5.8.4 Diâmetro de colmo

O diâmetro do colmo foi avaliado com um paquímetro de plástico, medindo-se o primeiro internódio do colmo a partir da superfície do solo. Mediram-se dez plantas na área útil de cada subparcela.

5.8.5 Parâmetro e componentes de produção

Foi demarcada a área útil de cada subparcela (2 metros nas 3 linhas centrais de cada subparcela, num total de 4,8 m^2). Colheu-se manualmente, as espigas compreendidas nesta área e, em seguida determinou-se os seguintes parâmetros de produção:

a. Número de espigas: contou-se o número de espigas da área útil de cada subparcela;

b. Massa de todas as espigas sem palha: com uma balança de precisão determinou-se a massa total de espigas com palha de cada subparcela;

c. Diâmetro de dez espigas: com um paquímetro de plástico mediu-se o diâmetro do terço médio de dez espigas sem palha por subparcela;

d. Comprimento de dez espigas: com uma régua graduada em centímetros determinou-se o comprimento de dez espigas por subparcela;

e. Massa de 1.000 grãos: as espigas foram trilhadas mecanicamente e para a determinação da massa de 1.000 grãos fez-se a contagem ao acaso de oito repetições de 100 grãos, e em seguida, pesadas cada uma das repetições com o mesmo número de casas decimais.

5.8.6 Produtividade da cultura de milho

Depois de demarcados a área útil de cada subparcela, colhido manualmente as espigas compreendidas nesta área e determinados os parâmetros de produção as espigas foram trilhadas mecanicamente. Os grãos foram pesados e em seguida determinou-se o teor de água dos grãos. Após a determinação do teor de água, corrigiu-se o massa para 13% de umidade.

A correção de umidade foi realizada da seguinte maneira:

$$\text{Massa Corrigida} = \text{Massa grãos} - \frac{(\text{Massa grãos x Diferença umidade})}{100}.$$

Sendo,

Diferença de umidade = Umidade grãos – Umidade desejada (13).

5.9 Características avaliadas na cultura do girassol

Ao final do ciclo foi avaliado o estande da cultura, diâmetro de haste, a altura de plantas e a altura de inserção do capítulo.

Após a colheita foi avaliado diâmetro do capítulo, massa de 1.000 grãos e produtividade.

5.9.1 Estande

Conforme item **5.8.1**.

5.9.2 Altura de plantas

Para a determinação da altura planta mediu-se com uma régua graduada em centímetros a distância entre a superfície do solo e a curvatura da haste de girassol e a distância entre a superfície do solo e a altura de inserção do capítulo de girassol. A altura de planta foi calculada somando a distância entre a superfície do solo até a curvatura da haste mais a distância da curvatura da haste até a inserção do capítulo. Foram avaliadas dez plantas na área útil de cada subparcela.

5.9.3 Altura do capítulo

Para a determinação da altura do capítulo de girassol, mediu-se com uma régua graduada em centímetros a distância entre a superfície do solo e a altura do capítulo de girassol. Foram avaliadas dez plantas na área útil de cada subparcela.

5.9.4 Diâmetro de haste

Conforme item **5.8.4**.

5.9.5 Parâmetros e componentes de produção

Foi demarcada a área útil de cada subparcela. (2 metros nas 3 linhas centrais de cada subparcela, num total de 4,8 m^2). Colheu-se manualmente, os capítulos compreendidos nesta área e, em seguida determinou-se os seguintes parâmetros de produção:

a. Diâmetro do capítulo: para a determinação do diâmetro do capítulo utilizou-se uma régua graduada em centímetros e mediram-se cinco capítulos por subparcela.

b. Massa do capítulo: a massa do capítulo foi determinada pesando-se 5 capítulos por subparcela.

c. Massa total dos aquênios: os capítulos foram debulhados manualmente e em seguida foi determinada a massa total dos aquênios pesando-se cinco capítulos por subparcela.

d. Massa de 1.000 aquênios: para a determinação da massa de 1.000 aquênios fez-se a contagem ao acaso de oito repetições de 400 grãos, e em seguida, pesada cada uma das repetições com o mesmo número de casas decimais.

5.9.6 Produtividade da cultura do girassol

Depois de demarcados a área útil de cada subparcela, colhido manualmente os capítulos compreendidos nesta área e determinados os parâmetros de produção os capítulos foram trilhadas mecanicamente os grãos foram pesados e amostrados para a determinação do teor de água dos grãos. Após a determinação do teor de água, corrigiu-se a massa para 13% de umidade.

A correção de umidade foi realizada conforme descrito no item **5.8.6**.

5.10 Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% significância, a partir desta análise foi utilizado o teste de Tukey para comparação de médias ao nível de 5% probabilidade. O estudo foi realizado com o auxílio do pacote estatístico Sisvar.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Cultura do Milho

6.1.2 Estande

Os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e as quatro épocas de adubação (Tabelas 9 e 10) não apresentaram diferenças significativas quanto ao estande.

Tabela 9. Número de plantas de milho por hectare obtido pelos híbridos avaliados.

Híbridos de milho	Médias do número de plantas de milho.ha^{-1}
Pointer	65.208,05 a*
DKB 390	67.708,05 a
AG 8060	68.645,50 a
DMS - 6.721,21; CV% - 11,06	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que os híbridos não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Inferi-se que os híbridos não apresentaram diferenças significativas quanto ao número de plantas por hectare.

Tabela 10. Número de plantas de milho por hectare obtido pelas épocas de adubação de cobertura.

Épocas de adubação	Médias número de plantas de milho .ha^{-1}
E1 (sem adubação de cobertura)	67.638,66 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	68.471,80 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	66.527,40 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	66.110,93 A
DMS - 4.269,25; CV% - 6,46	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as épocas de adubação não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tem-se ainda que as épocas de aplicação de adubo não influenciaram quanto ao número de plantas por hectare.

Garante-se com isso, uma maior confiabilidade nos resultados obtidos pelas outras características estudadas na cultura do milho, já que a interferência do número de plantas foi semelhante entre os tratamentos, onde, por exemplo, um maior diâmetro de colmo encontrado deve-se as diferentes épocas de adubação e aos híbridos avaliados e não por uma diferença entre população de plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2005a) onde o estande não demonstrou diferenças significativas entre si, indicando não ter havido interferência das épocas de aplicação de N na germinação e desenvolvimento das plantas de milho.

6.1.3 Altura de plantas

Os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e as quatro épocas de adubação (Tabelas 11 e 12) apresentaram diferenças significativas, quanto à altura de plantas.

Tabela 11. Altura de plantas de milho, em metros, obtidas pelos híbridos avaliados.

Híbridos de milho	Médias da altura de plantas (m)
Pointer	2,49 c*
DKB 390	2,54 b
AG 8060	2,60 a
DMS - 0,03189; CV% - 1,39	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que os híbridos diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 12. Altura de plantas de milho, em metros, obtidas pelas épocas de adubação de cobertura.

Épocas de adubação	Médias da altura de plantas (m)
E 1 (sem adubação de cobertura)	2,54 B*
E2 (única aplicação de cobertura)	2,60 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	2,58 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	2,45 C
DMS - 0,0319; CV% - 1,28	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que as épocas de adubação diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 13 observa-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 13. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto à altura de plantas, em metros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	2,57 a[(5)] B[(6)]	2,65 a A	2,64 a A	2,56 a B
DKB 390	2,56 a A	2,61 a A	2,57 b A	2,41 b B
Pointer	2,47 b B	2,54 b A	2,54 b A	2,40 b C

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Os híbridos avaliados com suas características próprias apresentam alturas diferentes entre si e estão descritas pelos fornecedores: AG 8060 – porte médio; DKB 390 – 2,20 a 2,40 m; e Pointer – 2,31 m. Embora a altura de plantas esteja acima da média descrita verifica-se que o híbrido AG 8060 é o mais alto e que o Pointer é o mais baixo dos híbridos avaliados.

Inferi-se que as épocas de aplicação de adubo influenciaram na altura dos híbridos, onde os mais altos foram obtidos nas épocas E2 e E3 e os menores obtidos na E4. Iniciam-se, então, as diferenças entre os tratamentos estudados onde a adubação de cobertura proporcionou as maiores médias de altura de planta que a adubação antecipada.

Segundo Souza & Fernandes (2006) o N é um dos nutrientes minerais requeridos em maior quantidade e o que mais limita o crescimento da planta, inferi-se, que os tratamentos onde as plantas apresentam-se mais altas podem indicar que estas estejam melhor nutridas, com maior disponibilidade de N, que as plantas de porte menor.

A liberação de N de resíduos culturais em sistema de semeadura direta depende de processos microbianos de imobilização e mineralização, que são influenciados por vários fatores ambientais, como temperatura do solo, regime de água/aeração (AULAKH et al., 1991), pH e teor de nitrogênio no solo (AITA, 1997), mostrando que a resposta do milho à aplicação de N deve variar em função do ambiente, os resultado de altura de planta menores nos tratamentos E4 pode mostrar a influencia dos altos índices pluviométricos após a adubação pré-semeadura.

Variações de altura de plantas também foram observadas por Silva et al. (2005b) no parcelamento da aplicação de N que favoreceram plantas maiores quando comparados com tratamentos com uma única aplicação de N.

Silva et al. (2005a) em aplicação do N em pré-semeadura do milho aos 20 dias antes da semeadura proporcionou as menores alturas de plantas quando comparadas a aplicação aos 35 dias após a emergência, como houve entre as épocas E4 (pré-semeadura) menores que E2 (única cobertura).

6.1.4 Altura de inserção da primeira espiga

Os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e as quatro épocas de adubação (Tabelas 14 e 15) apresentaram diferenças significativas quanto à altura de inserção da primeira espiga.

Tabela 14. Altura de inserção da 1ª espiga, em metros, obtidos pelos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	Médias da altura de inserção 1ª espiga
Pointer	1,55 b*
DKB 390	1,58 a
AG 8060	1,54 b
DMS - 0,03353; CV% - 2,38	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que os híbridos diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 15. Altura de inserção da 1ª espiga, em metros obtidos pelas épocas de adubação de cobertura.

Épocas de adubação	Médias da altura de inserção 1ª espiga
E 1 (sem adubação de cobertura)	1,54 B*
E2 (única aplicação de cobertura)	1,60 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	1,60 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	1,49 C
DMS - 0,03967; CV% - 2,59	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que épocas de adubação diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 16 verifica-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 16. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto à altura de inserção da 1ª espiga, em metros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	1,50 b[(5)] B [(6)]	1,55 b AB	1,57 a A	1,53 a AB
DKB 390	1,57 a B	1,66 a A	1,62 a AB	1,47 ab C
Pointer	1,54 ab B	1,59 b AB	1,61 a A	1,45 b C

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Como na altura de plantas, a altura de inserção da 1ª espiga dos híbridos avaliados mostra-se diferentes entre si, conforme descrito pelos fornecedores: AG 8060 – porte médio; DKB 390 – 1,25 a 1,40 m; e Pointer – 1,31 m, nota-se que a média dos resultados está acima da média descrito pelos fornecedores e que o híbrido DKB 390 é o que apresenta maior altura de inserção da primeira espiga e os híbridos AG 8060 e o Pointer a menor altura.

Inferi-se que as épocas de aplicação de adubo influenciaram na altura de inserção da primeira espiga dos híbridos avaliados, onde os melhores resultados foram obtidos nas épocas E2 e E3 e a menor altura foi na E4, evidenciando mais ainda as diferenças entre os tratamentos estudados onde a adubação de cobertura proporcionou as maiores médias de altura de planta que a adubação antecipada como ocorreu com a altura de plantas.

Variação de alturas de inserção da primeira espiga também foram observadas por Silva et al. (2005b) onde o parcelamento da aplicação de N favoreceram alturas de inserção da 1ª espiga maiores quando comparados com tratamentos com uma única aplicação de N.

Na aplicação de N aos 20 dias antes da semeadura Silva et al. (2005a) verificou que a aplicação do N proporcionou as menores alturas de inserção da 1ª espiga quando comparado a aplicação aos 35 dias após a emergência, mostrando-se associada à altura de plantas. Isso ocorre em razão de uma planta bem nutrida em N ter melhor desenvolvimento de área foliar e de sistema radicular, uma vez que o nutriente influencia diretamente a divisão e expansão celular e o processo fotossintético, podendo causar aumento da altura da planta e, consequentemente, favorecer a maior altura de inserção da espiga (BÜLL, 1993).

6.1.5 Diâmetro de colmo

Os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e as quatro épocas de adubação (Tabelas 17 e 18) apresentaram diferenças significativas quanto aos diâmetros de colmo.

Tabela 17. Diâmetro de colmo de milho, em centímetros, obtidos pelos híbridos avaliados.

Híbridos de milho	Médias do diâmetro de colmo (cm)
Pointer	2,74 b*
DKB 390	2,63 b
AG 8060	3,07 a
DMS - 0,168061; CV% - 6,61	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que estas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 18. Diâmetro de colmo de milho, em centímetros, obtidos pelas épocas de adubação de cobertura.

Épocas de adubação	Médias do diâmetro de colmo (cm)
E 1 (sem adubação de cobertura)	2,69 B*
E2 (única aplicação de cobertura)	2,86 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	2,89 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	2,80 AB
DMS - 0,144959; CV% - 5,24	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que estas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 19 observa-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 19. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto ao diâmetro de colmo, em centímetros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	2,88 a[(5)] B[(6)]	3,08 a AB	3,12 a AB	3,18 a A
DKB 390	2,54 b A	2,74 b A	2,73 b A	2,50 b A
Pointer	2,65 b A	2,78 b A	2,82 b A	2,71 b A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tem-se que o híbrido AG 8060 é o que apresenta maior diâmetro de colmo e os híbridos DKB 390 e o Pointer os menores diâmetros.

Verifica-se que as épocas de aplicação de adubo influenciaram no diâmetro de colmo dos híbridos avaliados, onde os maiores diâmetros foram observados nas épocas E2 e E3 e o menor diâmetro na E1, novamente mostram-se as diferenças entre os tratamentos estudados onde a adubação de cobertura proporcionou as maiores médias de altura de planta que a adubação antecipada.

6.1.6 Parâmetros e componentes de produção

a. Número de espigas

Os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e as quatro épocas de adubação (Tabelas 20 e 21) não apresentaram diferenças significativas quanto ao número de espigas na área útil.

Tabela 20. Número de espigas obtidas pelos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	Médias dos números de espigas
Pointer	30,0 a*
DKB 390	29,6 a
AG 8060	31,9 a
DMS - 3,3739; CV% - 12,23	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 21. Número de espigas obtidas pelas épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação	Médias dos números de espigas
E 1 (sem adubação de cobertura)	30,20 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	31,13 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	31,20 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	29,47 A
DMS - 3,3571; CV% - 11,19	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Observa-se que não houve diferenças significativas quanto ao número de espigas e que as épocas de aplicação de adubo não influenciaram o número de espigas dos híbridos avaliados. Este fato deve-se a uniformidade do estande e como cada planta geralmente possuía apenas uma espiga, o número de espigas acompanhou os resultados obtidos pelo estande.

b. Massa das espigas sem palha

Os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e as quatro épocas de adubação (Tabelas 22 e 23) apresentaram diferenças significativas quanto à massa das espigas sem palha na área útil.

Tabela 22. Massa das espigas sem palha, em gramas, obtidos pelos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	Médias da massa das espigas (g)
Pointer	6.245,00 ab*
DKB 390	5.858,00 b
AG 8060	6.982,50 a

DMS - 858,18; CV% - 14,91

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que os híbridos diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 23. Massa das espigas sem palha, em gramas obtidos pelas épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação	Médias da massa das espigas (g)
E 1 (sem adubação de cobertura)	5.506,67 B*
E2 (única aplicação de cobertura)	7.036,67 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	6.944,00 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	5.960,00 B

DMS - 653,40; CV% - 10,44

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que estas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 24 observa-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 24. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto à massa das espigas sem palha, em gramas.

Híbrido/Época	E 1[(1)]			E 2[(2)]			E 3[(3)]			E 4[(4)]		
AG 8060	6.550	a[(5)]	A[(6)]	7.450	a	A	7.520	a	A	6.410	a	A
DKB 390	4.480	b	B	6.980	a	A	6.672	a	A	5.300	b	B
Pointer	5.490	b	B	6.680	a	A	6.640	a	A	6.170	ab	AB

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na massa das espigas sem palha está se avaliando do desenvolvimento dos grãos e sabugo e verifica-se que o híbrido AG 8060 é o que apresenta maior média da massa das espigas sem palha e o híbrido DKB 390 a menor média.

Inferi-se que as épocas de aplicação de adubo influenciaram quanto à massa das espigas sem palha na área útil dos híbridos avaliados, onde as maiores médias foram obtidas nas épocas E2 e E3 e as menores médias na E1 a E4, segundo Silva et. al (2005a) o rendimento de grãos de milho é influenciado pela disponibilidade de N no solo durante o ciclo de desenvolvimento da planta, e estes resultados mostra que a adubação de cobertura propiciou maior disponibilidade de N que a adubação antecipada.

c. Diâmetro de dez espigas sem palha

Nas Tabelas 25 e 26 verifica-se o diâmetro de dez espigas sem palha.

Tabela 25. Diâmetro de dez espigas sem palha, em centímetros, obtidos dos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	Médias do diâmetro de 10 espigas (cm)
Pointer	5,34 a*
DKB 390	5,29 a
AG 8060	4,71 b
DMS - 0,37; CV% - 8,06	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que os híbridos diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 26. Diâmetro de dez espigas sem palha, em centímetros, obtidos das épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação	Médias do diâmetro de 10 espigas (cm)
E 1 (sem adubação de cobertura)	5,01 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	5,01 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	5,21 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	5,23 A
DMS - 0,39; CV% - 7,75	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as épocas de adubação não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 27 observa-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de aplicação do N.

Tabela 27. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto ao diâmetro de dez espigas sem palha na área útil por parcela, em centímetros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	4,84 a[(5)] A[(6)]	4,29 b A	4,86 a A	4,86 a A
DKB 390	4,96 a A	5,34 a A	5,40 a A	5,41 a A
Pointer	5,24 a A	5,40 a A	5,36 a A	5,41 a A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Inferi-se que o híbrido DKB 390 e o Pointer apresentaram maior média quanto ao diâmetro dez espigas sem palha e o híbrido AG 8060 a menor média e que nas épocas de aplicação de adubo, não houve diferenças significativas quanto à massa de dez espigas sem palha na área útil.

O único híbrido que apresentou menor diâmetro foi o AG 8060, comparado com os híbridos DKB 390 e Pointer, porém foi o que apresentou maior comprimento de espiga.

d. Comprimento de dez espigas sem palha

Nas Tabelas 28 e 29 podem ser observados os comprimentos de dez espigas sem palha, em centímetros.

Tabela 28. Comprimento de dez espigas sem palha obtidos dos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	Médias do comprimento de 10 espigas (cm)
Pointer	15,09 b*
DKB 390	15,03 b
AG 8060	17,70 a
DMS - 0,35; CV% - 2,42	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que os híbridos diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 29. Comprimento de dez espigas sem palha, em centímetros, obtidos pelas épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação	Médias do comprimento de 10 espigas (cm)
E 1 (sem adubação de cobertura)	15,07 C*
E2 (única aplicação de cobertura)	16,57 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	16,43 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	15,71 B
DMS - 0,48; CV% - 3,06	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que as épocas de adubação diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 30 observa-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 30. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto ao comprimento de dez espigas sem palha na área útil por parcela, em centímetros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	16,98 a[(5)] B[(6)]	18,06 a A	18,03 a A	17,74 a AB
DKB 390	13,64 c B	16,05 b A	15,97 b A	14,47 b B
Pointer	14,59 b B	15,59 b A	15,29 b AB	14,91 b AB

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Verifica-se que o híbrido AG 8060 apresentou maior média quanto ao comprimento dez espigas sem palha e os híbridos Pointer e DKB 390, as menores.

Diferentemente do diâmetro das espigas inferi-se que as épocas de aplicação de adubo influenciaram quanto ao comprimento de dez espigas sem palha na área útil dos híbridos avaliados, onde as maiores médias foram obtidas nas épocas E2 e E3 e a menor média na E1.

A disponibilidade inadequada de N da segunda a sexta semanas após a semeadura, quando ocorrem as diferenciações de várias partes da planta e a definição de sua produção potencial, será reduzido o número de primórdios da espiga resultando em menor potencial de rendimento de grãos de milho e, consequentemente, menor tamanho da espiga, apesar da maior necessidade do N, em quantidade, ser durante o pendoamento (ALLEY et al., 1997), nota-se que a adubação antecipada (E4) pode ter disponibilizado inadequadamente N quando comparado com a adubação de cobertura (E2 e E3).

e. Massa de 1.000 grãos

Nas Tabelas 31 e 32 podem ser observadas as massas de 1.000 grãos.

Tabela 31. Massa de 1.000 grãos, em gramas, obtidos pelos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	Média da Massa de 1.000 grãos (g)
Pointer	287,71 b*
DKB 390	324,50 a
AG 8060	289,46 b
DMS - 12,32; CV% - 4,53	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que os híbridos diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 32. Massa de 1.000 grãos, em gramas, obtidos pelas épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação	Média da Massa de 1.000 grãos (g)
E 1 (sem adubação de cobertura)	273,19 B*
E2 (única aplicação de cobertura)	308,94 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	308,95 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	311,15 A
DMS - 8,72; CV% - 2,95	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que as épocas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 33 verifica-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 33. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto à massa de 1.000 grãos, em gramas.

Híbrido/Época	E 1[(1)]			E 2[(2)]			E 3[(3)]			E 4[(4)]		
AG 8060	267,34	b[(5)]	B[(6)]	295,68	b	A	300,74	b	A	294,08	b	A
DKB 390	314,27	a	B	332,52	a	A	330,27	a	A	318,45	a	AB
Pointer	237,95	c	C	298,62	b	B	295,82	b	B	320,91	a	A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Observa-se que o híbrido DKB 390 apresentou maior média quanto à massa de 1.000 grãos e os híbridos, Pointer e AG 8060, as menores.

Verifica-se que as épocas das adubações de cobertura influenciaram quanto à massa de 1.000 grãos dos híbridos avaliados, onde as maiores médias foram obtidas nas épocas E2, E3 e E4 e a menor média na E1, diferentemente do observado por Silva et al. (2005b), que não observaram diferenças significativas entre as épocas de aplicação de N na massa de 1.000 grãos.

As médias da massa de 1.000 grãos não apresentaram diferenças significativas entre a adubação de cobertura (E2 e E3) e adubação antecipada (E4), porém não

apresentaram relação com massa das espigas, mostrando que apesar da massa de 1.000 grãos obterem resultados semelhantes, as épocas de adubação podem ter influenciado no número de grãos por espiga e com isso na massa das espigas.

6.1.7 Produtividade da cultura de milho

Nas Tabelas 34 e 35 pode ser observada a produtividade da cultura do milho em kg ha^{-1}.

Tabela 34. Produtividade da cultura do milho, em kg ha^{-1}, obtidos pelos híbridos de milho avaliados.

Híbridos de milho	**kg ha^{-1}**
Pointer	11.475,35 a*
DKB 390	11.584,01 a
AG 8060	12.016,38 a
DMS - 978,19; CV% - 9,25	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 35. Produtividade da cultura do milho, em kg ha^{-1}, obtidos pelas épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação	**kg ha^{-1}**
E 1 (sem adubação de cobertura)	10.116,39 C*
E2 (única aplicação de cobertura)	12.831,75 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	12.146,96 AB
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	11.672,53 B
DMS - 936,93; CV% - 8,15	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que as épocas diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 36 verifica-se o desdobramento realizado dos híbridos de milho e das épocas de adubação.

Tabela 36. Desdobramento dos híbridos de milho e épocas de adubação quanto à produtividade da cultura do milho por parcela, em kg ha^{-1}.

Híbrido/Época	E 1[(1)]			E 2[(2)]			E 3[(3)]			E 4[(4)]		
AG 8060	11.627,46	a[(5)]	A[(6)]	12.887,12	ab	A	12.184,56	a	A	11.366,36	ab	A
DKB 390	9.103,19	b	C	13.625,25	a	A	12.549,12	a	AB	11.058,47	b	B
Pointer	9.618,53	b	B	11.982,88	b	A	11.707,20	a	A	12,592,77	a	A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Nota-se com esses resultados que os híbridos avaliados não apresentaram diferenças significativas em relação à produtividade, por se tratarem de híbridos simples, precoces e terem suas características parecidas.

No entanto, no desdobramento tem-se que apenas o híbrido DKB 390 apresentou diferenças quanto às épocas E2, E3 e E4, onde a aplicação de N em pré-semeadura não apresentou as melhores respostas, assim como concluíram Mai et. al. (2003); Silva et al. (2005) e Lara Cabezas (2008). Já os híbridos AG 8060 e Pointer não apresentaram diferenças significativas quanto às épocas E2, E3 e E4, onde a aplicação de N em pré-semeadura ou em cobertura não diferiram entre si, dados também obtidos por Cantarella et al. (2003) onde observaram que, quando se aplicou o N-fertilizante em pré-semeadura, cerca de 30 dias, não houve diferenças no rendimento de grãos, em relação à aplicação com o milho no estádio de seis folhas.

Os resultados de produtividade obtidos neste experimento podem ter sido influenciados pelo volume de chuva que ocorreu após a aplicação do adubo em pré-semeadura (E4) e logo após a segunda aplicação de cobertura nos tratamentos E3 (Figura 1); entretanto, os híbridos foram semeados no mesmo dia e sofreram a mesma precipitação, conclui-se então, que os híbridos avaliados se comportaram de maneira diferente quanto às épocas de adubação de milho avaliadas.

As quantidades extraídas de nutrientes pela cultura do milho variam em função da produção obtida, que depende de fatores como a variedade ou híbrido utilizado, nível de disponibilidade de nutrientes, manejo da cultura, condições climáticas entre outros

(BÜL, 1993), diferentes quantidades extraídas de nutrientes pode explicar a resultados divergentes nas épocas de adubação pelos híbridos avaliados.

A magnitude de resposta ao N, pelo milho no sistema de semeadura direta, está relacionada com uma série de variáveis, que condicionam sua dinâmica, principalmente o tipo de solo, a precipitação (DIEKOW et al., 1998; BASSO et al., 1998), ao tipo e a quantidade de cobertura vegetal presente na área (AMADO et al., 2002) e ao híbrido de milho avaliado.

6.1.8 Valores dos tratamentos estudados e retorno aos produtores

Na Tabela 37 podem ser observados os custos, por hectare, com sementes e insumos para a realização dos tratamentos com valores de mercado do ano de 2009 realizado em licitações da Fazenda da Aeronáutica.

Tabela 37. Custos de sementes e insumos por hectare em 2009, em reais.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	1.122,85	1.610,34	1.610,34	1.610,34
DKB 390	1.104,85	1.592,34	1.592,34	1.592,34
Pointer	1.142,85	1.630,34	1.630,34	1.630,34

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura em cobertura.

Considerando o valor R$ 20,82 (saca 60 kg), fonte CEPEA (Centro de Estudos Avançados de Economia Aplicada), para o dia 30 de março de 2009, obtiveram-se as receitas previstas pelas médias de produtividade da Tabela 41.

Tabela 38. Receitas por hectare em 2009, em reais.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	4.034,72	4.471,83	4.228,04	3.944,13
DKB 390	3.158,81	4.727,96	4.354,55	3.837,29
Pointer	3.337,63	4.158,06	4.062,40	4.369,69

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura.

Na Tabela 39 podem ser observadas as receitas retirando-se os gastos com sementes e insumos que seriam os valores que restariam ao produtor sem considerar os custos com mão-de-obra e máquina.

Tabela 39. Valor a ser recebido pelo produtor (sem considerar mão-de-obra e máquina) por hectare em 2009, em reais.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
AG 8060	2.911,87	2.861,49	2.617,70	2.333,79
DKB 390	2.053,96	3.135,62	2.762,21	2.244,95
Pointer	2.194,78	2.527,72	2.432,06	2.739,35

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura.

Apesar de não haver diferenças estatísticas de produtividade, avaliando a rentabilidade, tem-se que o híbrido DKB 390 e a época de adubação E2 (adubação de cobertura realizada em única aplicação com milho de 3 a 4 folhas expandidas) apresentou a melhor rentabilidade ao produtor.

6.2 Cultura do Girassol

6.2.1 Estande

Nas Tabelas 40 e 41 são observados o número de plantas de girassol por hectare.

Tabela 40. Número de plantas de girassol por hectare obtido nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias do número de plantas de girassol.ha^{-1}
Girassol (Área do Pointer)	35.937,50 a*
Girassol (Área do DKB 390)	30.312,50 a
Girassol (Área do AG 8060)	32.187,50 a
DMS - 7.625,00; CV% - 25,58	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que as áreas dos híbridos de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 41. Número de plantas de girassol por hectare obtido nas áreas das quatro épocas de adubação do milho.

Épocas de adubação do milho	Médias número de plantas de girassol.ha^{-1}
E 1 (sem adubação de cobertura)	31.687,50 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	32.937,50 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	31.250,00 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	35.437,50 A
DMS - 10.500; CV% - 32,76	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Inferi-se que as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de aplicação de adubo na cultura do milho não influenciaram significativamente quanto ao número de plantas de girassol por hectare.

Embora o estande não demonstrou diferenças significativas, observa-se que o número de plantas de girassol apresenta-se abaixo de 40 a 45 mil plantas por hectare valores indicados pelo fornecedor e tem-se o coeficiente de variação alto que pode ser por interferência da escassez de chuva logo após a semeadura do girassol (Figura 3).

6.2.2 Altura de plantas

O girassol semeado nas áreas após os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 42 e 43) apresentaram diferenças significativas, quanto à altura de plantas.

Tabela 42. Altura de plantas, em metros, obtidas nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias da altura de plantas (m)
Girassol (Área do Pointer)	1,67 a*
Girassol (Área do DKB 390)	1,51 b
Girassol (Área do AG 8060)	1,72 a
DMS - 0,06; CV% - 4,31	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que as áreas dos híbridos de milho diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 43. Altura de plantas, em metros, obtidas nas áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação do milho	Médias da altura de plantas (m)
E 1 (sem adubação de cobertura)	1,65 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	1,66 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	1,63 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	1,60 A
DMS - 0,05; CV% - 3,38	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na tabela 44 verifica-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação da cultura do milho.

Tabela 44. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação da cultura do milho quanto à altura de plantas de girassol, em metros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
Girassol (Área AG 8060)	1,73 a[(5)] AB[(6)]	1,78 a A	1,70 a AB	1,66 a B
Girassol (Área DKB 390)	1,56 b A	1,50 c A	1,49 b A	1,50 b A
Girassol (Área Pointer)	1,65 a A	1,68 b A	1,68 a A	1,65 a A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tem-se que o girassol semeado após os híbridos Pointer e AG 8060 apresentaram maior média quanto à altura de plantas comparado com o híbrido DKB 390, e que as áreas das quatro épocas de aplicação de adubo na cultura do milho influenciaram significativamente quanto à altura de plantas do girassol somente para o girassol semeado após o híbrido de milho AG 8060 com maior média na E2 e menor média na E4.

De todos os tratamentos apenas os sob a área do híbrido de milho DKB 390 encontram-se com girassol abaixo de 1,65 m de altura indicado pelo fornecedor, pode ser uma indicação que este híbrido pode ter extraído maior quantidade de nutrientes que os outros híbridos avaliados, interferindo na cultura subsequente.

A altura de planta é um reflexo das condições nutricionais no período de alongamento da haste, segundo Zagonel & Mundstock (1991). Lobo (2006) inferiu que a aplicação de N trouxe incrementos na altura do girassol.

6.2.3 Altura de inserção do capítulo até o chão

O girassol plantado nas áreas dos híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 45 e 46) apresentaram diferenças significativas, quanto à altura de inserção do capítulo.

Tabela 45. Altura de inserção do capítulo do girassol, em metros, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias da altura de inserção capítulo (m)
Girassol (Área do Pointer)	1,43 a*
Girassol (Área do DKB 390)	1,28 b
Girassol (Área do AG 8060)	1,45 a
DMS - 0,084; CV% - 6,72	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que as áreas dos híbridos de milho diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 46. Altura de inserção do capítulo do girassol, em metros, obtidos nas áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação do milho	Médias da altura de inserção capítulo (m)
E 1 (sem adubação de cobertura)	1,41 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	1,38 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	1,36 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	1,39 A
DMS - 0,062; CV% - 4,57	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na tabela 47 observa-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação de milho.

Tabela 47. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação de milho quanto à altura de inserção do capítulo do girassol.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
Girassol (Área AG 8060)	1,50 a[(5)] A[(6)]	1,44 a A	1,42 a A	1,44 a A
Girassol (Área DKB 390)	1,31 b A	1,28 b A	1,25 b A	1,28 b A
Girassol (Área Pointer)	1,41 a A	1,42 a A	1,41 a A	1,46 a A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Inferi-se que o girassol semeado após os híbridos Pointer e AG 8060 apresentaram maiores médias quanto à altura de inserção do capítulo e após o híbrido DKB 390, a menor média. As áreas das quatro épocas de aplicação de adubo na cultura do milho não influenciaram significativamente quanto à altura de inserção do capítulo das plantas de girassol. Novamente tem-se a diferença nas áreas do híbrido DKB 390, podendo indicar maior extração de nutrientes por este híbrido comparado com os demais híbridos avaliados e com isso interferindo na altura de inserção do capítulo do girassol semeado subsequente ao milho.

A altura de inserção do capítulo tem relação com a altura de planta do girassol que é um reflexo das condições nutricionais no período de alongamento do haste, segundo Zagonel & Mundstock (1991), tem-se que as épocas de aplicação de N na cultura antecessora não interferiram na altura de inserção do capítulo do girassol, mas que os híbridos de milho interferiram nesta altura.

6.2.4 Diâmetro da haste

O girassol plantado nas áreas dos híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer (Tabela 48) não apresentaram diferenças significativas quanto ao diâmetro de haste, já nas áreas das quatro épocas de adubação do milho (Tabela 49) apresentaram diferenças significativas, quanto diâmetro de haste do girassol. Na tabela 50 verifica-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação da cultura do milho quanto ao diâmetro de haste da cultura do girassol.

Tabela 48. Diâmetro de haste do girassol, em centímetros, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias do diâmetro de haste (cm)
Girassol (Área do Pointer)	2,36 a*
Girassol (Área do DKB 390)	2,18 a
Girassol (Área do AG 8060)	2,77 a
DMS - 0,61; CV% - 27,46	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que as áreas dos híbridos de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 49. Diâmetro de haste do girassol, em centímetros, obtidos nas as áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação do milho	Médias do diâmetro de haste (cm)
E 1 (sem adubação de cobertura)	2,37 AB*
E2 (única aplicação de cobertura)	2,55 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	2,58 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	2,25 B
DMS - 0,25; CV% - 10,20	

*As médias seguidas de letras maiúsculas diferentes mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 50. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação do milho quanto ao diâmetro de haste da cultura do girassol, em centímetros.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
Girassol (Área AG 8060)	2,63 a[(5)] B[(6)]	2,83 a AB	3,06 a A	2,58 a B
Girassol (Área DKB 390)	2,22 b A	2,28 a A	2,09 c A	2,11 b A
Girassol (Área Pointer)	2,28 ab AB	2,54 ab A	2,58 b A	2,06 b B

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tem-se que o girassol semeado após o híbrido DKB 390 apresentou os menores diâmetros de haste. Observa-se nas áreas das épocas de aplicação de adubo na cultura do milho que as épocas E2 e E3 apresentaram as maiores médias e a E4 a menor média, quanto ao diâmetro de haste das plantas de girassol.

Os maiores diâmetros apresentados nas épocas E2 e E3 pelos híbridos AG 8060 e Pointer, antecessores ao girassol, pode ter relação com a maior disponibilidade de N à cultura. Lobo (2006) utilizando lodo de esgoto como fonte de N observou incrementos significativos no diâmetro de haste.

6.2.5 Parâmetros e componentes de produção

a. Diâmetro de cinco capítulos

O girassol semeado nas áreas após os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 51 e 52) não apresentaram diferenças significativas quanto ao diâmetro de capítulos.

Tabela 51. Diâmetro de capítulos do girassol, em centímetros, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias do diâmetro do capítulo (cm)
Girassol (Área do Pointer)	17,95 a*
Girassol (Área do DKB 390)	16,58 a
Girassol (Área do AG 8060)	19,23 a
DMS - 3,67; CV% - 22,64	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que as áreas dos híbridos de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 52. Diâmetro de capítulos do girassol, em centímetros, obtidos nas áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

.Épocas de adubação do milho	Médias do diâmetro do capítulo (cm)
E 1 (sem adubação de cobertura)	17,17 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	18,16 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	18,65 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	17,70 A
DMS - 1,54; CV% - 8,73	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 53 observa-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as quatro épocas de adubação da cultura do milho quanto ao diâmetro de capítulo do girassol na área útil por parcela.

Tabela 53. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação da cultura do milho quanto ao diâmetro de capítulo do girassol, em centímetros.

Híbrido/Época	**E 1[(1)]**	**E 2[(2)]**	**E 3[(3)]**	**E 4[(4)]**
Girassol (Área AG 8060)	18,10 a[(5)] B[(6)]	16,94 b AB	21,28 a A	18,70 a AB
Girassol (Área DKB 390)	16,44 a A	18,72 a A	16,04 c A	16,90 a A
Girassol (Área Pointer)	16,96 a A	18,82 a A	18,62 b A	17,50 a A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Verifica-se que a análise de variância nas áreas dos híbridos avaliados é elevada mostrando uma baixa confiabilidade nos resultados, já para as épocas de adubação do milho não há diferenças significativas.

As épocas 1,3 e 4 os sob a área do híbrido de milho DKB 390; a E2 sob a área do híbrido de milho AG 8060 e a E1 sob a área do híbrido de milho Pointer encontram-se abaixo de 17 cm de diâmetro de capítulo especificado pelo fornecedor, mostrando em outro item avaliado do girassol a interferência do híbrido DKB 390 na cultura subsequente.

O diâmetro do capítulo é uma das características morfológicas mais afetadas pela adição de N, evidenciando aumentos mesmo com doses pequenas (25 kg ha^{-1} de N) (SAMENI et al., 1976). O número de aquênios por capítulo é um reflexo da ação do N na fase crítica da diferenciação floral, que ocorre nos primeiros estágios do desenvolvimento do girassol e o número potencial de flores é determinado muito cedo e afeta o número de aquênios, por decorrência afeta também o diâmetro do capítulo (ZAGONEL & MUNDSTOCK, 1991).

b. Massa do capítulo

O girassol semeado nas áreas após os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 54 e 55) não apresentaram diferenças significativas quanto à massa do capítulo.

Tabela 54. Massa do capítulo do girassol, em gramas, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias da massa do capítulo (g)
Girassol (Área do Pointer)	418,25 a*
Girassol (Área do DKB 390)	354,50 a
Girassol (Área do AG 8060)	482,25 a
DMS - 205,34; CV% - 54,26	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que as áreas dos híbridos de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 55. Massa do capítulo do girassol, em gramas, obtidos nas áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação do milho	Médias da massa do capítulo (g)
E 1 (sem adubação de cobertura)	391,67 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	428,00 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	453,67 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	400,00 A
DMS - 90,48; CV% - 21,99	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na tabela 56 observa-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação do milho quanto à massa do capítulo do girassol.

Tabela 56. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as quatro épocas de adubação de milho quanto à massa do capítulo do girassol, em gramas.

Híbrido/Época	E 1[(1)]	E 2[(2)]	E 3[(3)]	E 4[(4)]
Girassol (Área AG 8060)	410 a[(5)] B[(6)]	506 a AB	579 a A	434 a AB
Girassol (Área DKB 390)	374 a A	354 b A	336 b A	354 a A
Girassol (Área Pointer)	391 a A	424 ab A	446 ab A	412 a A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Verifica-se nas análises de variância um coeficiente de variação elevado, em virtude de já se ter um estande irregular, com isso plantas mais espaçadas que outras apresentaram diâmetro de capítulo maior e consequente massa de capítulo maior também.

c. Massa de 1.000 aquênios

O girassol semeado nas áreas após os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 57 e 58) não apresentaram diferenças significativas quanto à massa de 1.000 aquênios.

Tabela 57. Massa de 1.000 aquênios, em g, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias da massa 1.000 grãos (g)
Girassol (Área do Pointer)	66,50 a*
Girassol (Área do DKB 390)	63,50 a
Girassol (Área do AG 8060)	71,00 a
DMS - 18,65; CV% - 29,13	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que as áreas dos híbridos de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 58. Massa de 1.000 aquênios, em g, obtidos nas áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação do milho	Médias da massa 1.000 aquênios (g)
E 1 (sem adubação de cobertura)	66,67 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	68,00 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	66,67 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	66,67 A
DMS - 9,30; CV% - 14,12	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Verifica-se ainda que as áreas dos híbridos e áreas das quatro épocas de aplicação de adubo na cultura do milho não influenciaram significativamente quanto à massa 1.000 aquênios, porém como nos itens avaliados anteriormente o coeficiente de variação está elevado.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas nenhum tratamento atingiu média igual ou superior a 72 g na massa 1.000 aquênios, valor especificado pelo fornecedor.

Steer & Hocking (1983), Fleck & Silva (1989), Zagonel & Mundstock (1991), Castro et al. (1999) e Carvalho & Pissaia (2002), observaram que houve uma diferença na massa de 1.000 aquênios onde a resposta ao N resulta no aumento da massa média de aquênios.

6.2.6 Produtividade da cultura do Girassol.

O girassol semeado nas áreas após os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 59 e 60) apresentaram diferenças significativas quanto à produtividade em quilogramas por hectare.

Tabela 59. Produtividade do girassol, em kg ha^{-1}, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Média produtividade kg ha^{-1}
Girassol (Área do Pointer)	1.748,13 a*
Girassol (Área do DKB 390)	1.082,38 b
Girassol (Área do AG 8060)	1.819,69 a
DMS - 574,52; CV% - 41,21	

*As médias seguidas de letras minúsculas diferentes mostram que as áreas dos híbridos de milho diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 60. Produtividade do girassol, em kg ha^{-1}, obtidos nas áreas das quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação do milho	Média produtividade kg ha^{-1}
E 1 (sem adubação de cobertura)	1.325,58 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	1.735,17 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	1.633,67 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	1.505,83 A
DMS - 509,27; CV% - 33,59	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 61 observa-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação do milho quanto à produtividade em quilogramas por hectare do girassol.

Tabela 61. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as quatro épocas de adubação do milho quanto à produtividade, em quilogramas por hectare.

Híbrido/Época	E 1[(1)]			E 2[(2)]			E 3[(3)]			E 4[(4)]		
Girassol (Área AG 8060)	1538,75	a[(5)]	A[(6)]	1937,50	ab	A	2085,00	a	A	1717,50	a	A
Girassol (Área DKB 390)	1148,00	a	A	1190,50	b	A	753,00	b	A	1130,00	a	A
Girassol (Área Pointer)	1290,00	a	A	2077,50	a	A	1955,00	a	A	1670,00	a	A

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Inferi-se que, mesmo com o coeficiente de variação elevado houve diferença significativa nas áreas dos híbridos de milho; o girassol semeado após o híbrido DKB 390 apresentou a menor média. O N desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura e sua deficiência causa a desordem nutricional que mais limita a produção do girassol (CASTRO et al., 1999) e pode ter sido o nutriente mais extraído pelo híbrido DKB 390 e o que mais interferiu na cultura do girassol. Já as áreas das quatro épocas de aplicação de adubo na cultura do milho não influenciaram significativamente quanto à produtividade do girassol.

6.2.7 Proteína Bruta da cultura do Girassol.

O girassol semeado nas áreas após os híbridos AG 8060, DKB 390 e Pointer e das quatro épocas de adubação do milho (Tabelas 62 e 63), na média não apresentaram diferenças significativas quanto à produtividade em quilogramas por hectare.

Tabela 62. Proteína bruta dos grãos de girassol, em kg ha^{-1}, obtidos nas áreas dos híbridos de milho avaliados.

Girassol (área dos híbridos de milho)	Médias Proteína Bruta kg ha^{-1}
Pointer	324,30 a*
DKB 390	191,14 a
AG 8060	295,85 a
DMS - 584,17; CV% - 115,96	

*As médias seguidas de letras minúsculas iguais mostram que as áreas dos híbridos de milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 63. Proteína bruta dos grãos de girassol, em kg ha^{-1}, obtidos nas áreas quatro épocas de adubação de cobertura do milho.

Épocas de adubação de milho	Médias Proteína Bruta kg ha^{-1}
E 1 (sem adubação de cobertura)	227,56 A*
E2 (única aplicação de cobertura)	265,72 A
E3 (adubação de cobertura em duas aplicações)	291,58 A
E4 (adubação antes do plantio e cobertura)	296,86 A
DMS - 76,08; CV% - 28,79	

*As médias seguidas de letras maiúsculas iguais mostram que as áreas das quatro épocas de adubação do milho não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 64 verifica-se o desdobramento realizado entre as áreas dos híbridos de milho e as áreas das quatro épocas de adubação do milho quanto à proteína bruta em quilogramas por hectare do girassol.

Tabela 64. Desdobramento entre as áreas dos híbridos de milho e as quatro épocas de adubação de milho quanto à proteína bruta dos grãos de girassol, em kg ha^{-1}.

Híbrido/Época	**E 1**[(1)]	**E 2**[(2)]	**E 3**[(3)]	**E 4**[(4)]
AG 8060	279,22 a[(5)] A[(6)]	312,19 ab A	382,94 a A	322,83 a A
DKB 390	182,15 a A	204,81 b A	160,37 b A	217,23 a A
Pointer	221,30 a B	373,57 a A	331,44 a AB	257,08 a AB

[(1)]tratamento sem adubação de cobertura; [(2)]tratamento com única aplicação de cobertura; [(3)] tratamento com duas aplicações de cobertura; [(4)]adubação antes da semeadura e em cobertura; [(5)] médias seguidas de letras minúsculas comparam os híbridos de milho; [(6)] médias seguidas de letras maiúsculas comparam as quatro épocas de adubação do milho e quando [(5)] e/ou [(6)] são desiguais mostram que diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tem-se que o girassol semeado após os híbridos Pointer e AG 8060 apresentaram as maiores médias quanto à proteína bruta do girassol e o híbrido DKB 390 as menores médias.

Embora as épocas de adubação de cobertura da cultura anterior ao girassol não tenham apresentado diferenças significativas em produtividade (Tabela 61), verifica-se que as épocas de adubação do híbrido de milho Pointer apresentaram diferenças significativas quanto à proteína bruta dos grãos de girassol, semeado posteriormente, mostrando a interferência do híbrido de milho na resposta da cultura posterior.

7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

7.1 Cultura do Milho

As épocas de adubação de cobertura de N apresentaram diferenças quanto à altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo, mostrando os melhores resultados nas E2 (todo N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas) e E3 (em cobertura metade da dose de N com milho de 3 a 4 folhas expandidas e metade da dose restante de N com milho de 7 a 8 folhas expandidas) e as menores médias na E1 (sem aplicação de N em cobertura) e E4 (metade da dose de N em pré-semeadura, 15 dias antes da semeadura, e metade da dose de N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas).

Quanto aos parâmetros de produção: massa das espigas e comprimento das espigas apresentaram maiores médias nas E2 e E3 e menores médias na E1 e E4.

O híbrido AG 8060 não apresentou diferenças significativas nas épocas de adubação de cobertura avaliadas.

O híbrido DKB 390 apresentou diferenças significativas de produtividade nas épocas de adubação de cobertura avaliadas, sendo as maiores médias obtidas na E2 (todo N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas), seguido por E3 (em cobertura metade da dose de N com milho de 3 a 4 folhas expandidas e metade da dose restante de N com milho de 7 a 8 folhas expandidas) e E4 (metade da dose de N em pré-semeadura, 15 dias antes da semeadura, e metade da dose de N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas) e a menor média na E1 (sem aplicação de N em cobertura).

O híbrido Pointer não apresentou diferenças significativas na produtividade nas épocas 2, 3 e 4, que se apresentaram diferentes significativamente de E1 (sem aplicação de N em cobertura).

7.2 Cultura do Girassol

O girassol semeado após o híbrido DKB 390 apresentou menor altura de planta e menor altura de inserção do capítulo.

O girassol apresentou menor diâmetro de caule nas áreas em que o milho foi adubado na E4 (metade da dose de N em pré-semeadura, 15 dias antes da semeadura, e metade da dose de N em cobertura com milho de 3 a 4 folhas expandidas).

As épocas de adubação do milho não interferiram significativamente na produção em quilogramas por hectare de girassol; no entanto, o girassol semeado após a área do híbrido DKB 390 apresentou menor produtividade que o girassol semeado após os híbridos AG 8060 e Pointer.

8. CONCLUSÃO

8.1 Cultura do Milho

Os híbridos de milho avaliados se comportaram de maneira diferentes quanto as épocas de adubação de cobertura de N estudadas, onde os híbridos AG 8060 e Pointer não apresentam diferenças significativas entre a adubação de cobertura em uma única aplicação (E2), ou em duas aplicações (E3), ou em pré-semeadura do milho (E4); já o híbrido DKB 390 apresenta sua melhor resposta quando a adubação é realizada em cobertura numa única aplicação (E2) e a menor média produtiva quando é realizada a adubação em pré-semeadura, 15 dias antes da semeadura do milho (E4).

9.2 Cultura do Girassol

Para a cultura subsequente, o girassol, as épocas de adubação de milho não interferem na produtividade, porém, o girassol semeado após o híbrido DKB 390 apresenta menor produtividade quando comparado com os híbridos AG 8060 e Pointer.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F.R.A**. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Encarte de Informações Agronômicas, POTAFOS, n. 113, p. 1-24, mar. 2006.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: I - Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 739-749, 2004.

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C.O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 157-165, 2001.

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura de sucessão. In: FRIES, M. R.;

DALMOLIN, R. S. D. (Coord.) **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Pallotti, p. 76-111, 1997.

AITA, C.; CERETTA, C. A.; THOMAS, A. L.; PAVINATO, A.; BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 18, p. 101-108, 1994.

ALLEY, M. M. et al NITROGEN & PHOSPHOROUS FERTILIZATION OF CORN. **Crop & Soil Environmental Sciences.** Virginia Polytechnic Institute and State University. Publication 424-027, 1997.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistemas plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan/fev. 2001.

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

AMADO, T.J.C. et al. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 679-686, l999.

AULAKH, M.S.; DORAN, J.W.; WALTERS, D.T. .; MOSIER, A.R.; FRANCIS, D.D. Crop residue type and effects on denitrification and mineralization. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 55, n. 4, p. 1020-1025, 1991.

BASSO, C. J. **Épocas de aplicação de nitrogênio para milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo, no sistema de plantio direto.** 1999. 77 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia/Biodinâmica de Solos), Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, RS, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUC, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, p. 105-112, 1997.

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. de Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C. TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. D. O. **Fertilidade do solo e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênesis, 2004. 328 p.

BORKET, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutriente minerais na biomassa da parte aérea de culturas de cobertura de solo para semeadura direta com rotação de culturas (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27. Brasília, 1999. **Anais**... Brasília: SBCS, EMBBRAPA, CPAC, 1999.

BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L. 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, p. 361-366, 2002.

BRINHOLI, O. **Cultura do Girassol (*Helianthus annus* L.).** 1994. Trabalho apresentado pelos alunos de pós graduação. Área de Concentração Agricultura. FCA, Campus de Botucatu, UNESP, 1994, p.44.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H.(ed.) **Cultura do milho:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, p. 67-145, 1993.

CAMPOS, A. X. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens*.** 2004. 94 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

CANELLAS, L. P.; ZANDONADI, D. B.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. Efeitos fisiológicos de substâncias húmicas. In: FERNANDES, M. N. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p. 176-195, 2006.

CANTARELLA, H.; LERA, F.L.; BOLONHEZI, D.; LARA CABEZAS, W.A.R. & TRIVELIN, P.C.O. Antecipação de N em milho em sistema plantio direto usando 15 N-uréia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto, 2003. Resumos. Ribeirão Preto, SBCS, 2003. CD-ROM.

CARNEIRO, M. A.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado**. Revista Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CARVALHO, D. F. de; CRUZ, E. S. da; PINTO, M. F.; SILVA, L.D.B.; GUERRA, J. G. M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 13, n. 1, p. 3–9, 2009.

CARVALHO, D. B.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha. **Scientia Agrária**, Piracicaba, SP, v. 3 , n 1-2, p. 41-45, 2002.

CASTRO, C. de; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; SFREDO, G. J. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio em girassol. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 56, n. 4, p. 827-833, 1999.

CEPEA (Centro de Estudos Avançados de Economia Aplicada) - http://www.cepea.esalq.usp.br/milho/, acesso em 30 mar. 2009.

CERETTA, C. A. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto: sucessão aveia/milho. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 3., 1998, Ijuí. **Anais**... Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p. 49-62.

CUNHA, E. Q.; BALBINO, L. C.; STONE, L. F.; LEANDRO, W. M.; OLIVERIRA, G. C. de Influência de rotações de culturas nas propriedades físico-hídricas de um latossolo vermelho e plantio direto. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 27, n. 3, p. 665-674, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência da palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA, E. T. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 12, n. 4, p. 370-375, 2008.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênesis, Cap 17, p. 389-411, 1999.

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

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80 p. (Circular, 73).

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. 761-773, 1985.

DIECKOW, J. M.; EGON, J.; SALET, R. L. Nitrogen application timing and soil inorganic nitrogen dynamics under no-till oat/maize sequential cropping**. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 707-714, 2006.

DIEKOW, J.; CERETTA, C.A. & PAVIMATTO, P. É possível antecipar toda adubação toda adubação nitrogenada do milho no sistema plantio direto? In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., Santa Maria, 1998. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.163-166.

DORAM, J. W. Soil microbial and biochemical changes associated wich reduced tillage. **Soil Science Society of America Journal,** v. 44, p. 765-771, 1980.

EMBRAPA, http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54&cod_pai=38, acesso em 01 dez. 2006.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba, Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Coords.). **Seminário sobre fisiologia e manejo de água e de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba, SP, POTAFOS, p. 9-20, 1996.

FANCELLI, A.L. (Coord.) Plantio Direto. In: ENCONTRO PAULISTA DE PLANTIO DIRETO, 1. Piracicaba, 1987. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1987. 89 p. (Comunicado Técnico, 7).

FEBRAPDP, http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html, acesso em 20 mar. 2009.

FERNANDES M. S.; SOUZA, S. R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, p 123-129, 2006.

FIGUEIREDO, C. C. de; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 3, p. 279-287, 2005.

FLECK, N. G.; SILVA, P. R. F. da. Efeitos da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do girassol, com e sem controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 6, p. 669-676, 1989.

FLORES, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; PAULETTO, E. A. Recuperação da qualidade estrutural, pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho, **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 8, p. 2164-2172, 2008.

GAMA-RODRIGUES, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: **ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, Cap 11, p. 227-243, 1999.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de. Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 751-762, 2004.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; STEFFEN, G. P. K.; SCHIRMER, G. K.; ELTZ, F. L. F. Influência da aplicação de calcário na população da meso e macrofauna do solo sob sistema de plantio direto. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 32, n. 6, p. 1794-1801, 2008.

GODOY, L. J. G. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.).** 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 153-159, 2000.

IBGE,http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200903_6.shtm, acesso em 20 mar. 2009

KLUTHCOUSKI et al. Manejo antecipada do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Potafos**. Informações Agronômicas n. 113, mar. 2006.

LANGE, A.; LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P C O. Recuperação do nitrogênio das fontes sulfato e nitrato de amônio pelo milho em sistema semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 1, p. 123-130, 2008.

LARA CABEZAS, W. A. R Atividade microbiana do solo e produtividade do milho em função da aplicação antecipada de nitrogênio e adensamento de palha. **Revista Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 4, p. 899-910, 2008.

LARA CABEZAS, W. A. R.; COUTO, P. A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 739-752, 2007.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ARRUDA, M. R. de; CANTARELLA, H.; PAULETTI, V.; TRIVELIN, P. C. O.; BENDASSOLLI, J. A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 215-226, 2005.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B. J. R.; CABARELLO, S. S. U.; SANTANA, D.G. de. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 4, p. 1005-1013, 2004.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, p.363-376, 2000.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MURAISHI, C. T.; BUZETTI, S.; MASCARENHAS, H. A. A. Aplicação de calcário e culturas de cobertura na implantação do sistema de plantio direto em cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, n. especial, p. 2771-2777, 2008.

LOBO, T. F. **Níveis de lodo de esgosto no desenvolvimento, nutrição e produtividade da cultura do Girassol.** 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, SP, 2006.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 1994. 27p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MAI, M. E. M.; CERETTA,C. A.; BASSO, C. J.; SILVEIRA, M. J. da; PAVINATO, A.; PAVINATO, P. S. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho no sistema plantio direto. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 1, p. 125-131, jan. 2003.

MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, F. H. T. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SITEMA PLANTIO DIRETO, 1. Ponta Grossa, 2000. **Anais**... Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos de Campos Gerais, p. 70-81, 2000.

MENGEL, D. B.; BARBER, S. A. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. **Agronomy Journal**, v. 66, p. 399-402, 1974.

MUZILLI, O. A Fertilidade do solo no sistema de plantio direto: bases para o manejo sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SITEMA PLANTIO DIRETO, 1. Ponta Grossa, 2000. **Anais**... Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos de Campos Gerais, p. 1-16, 2000.

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: Instituto Agronômico do Paraná. **Plantio Direto no estado do Paraná**, Londrina, PR, 1981. (IAPAR, circular 23).

NOLETO, L. G.; GOEDERT, W. J. Avaliação de perda de solo e água por erosão, em sistemas de cultivo convencional e plantio direto (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Anais**... Brasília: SBCS, EMBBRAPA, CPAC, 1999.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F. de; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; CONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C.A.; BEVILAQUA, G. P. Resíduos culturais de espécies de inverno e rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 9, p. 1427-1432, 1994.

PEREIRA, J. O. F. Nabo Forrageiro adubação verde para o inverno. CECOR/CATI, 1998. http://www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/catiresponde/cr25naboforr.html, acesso em 28 jul. 2006.

PEREIRA, A. P; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Lavras: Agropecuária, 2002. 478 p.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve.** Encarte de Informações Agronômicas – POTAFOS, n 103, p. 1-20, set. 2003.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistema de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.) **Dinâmica da Matéria Orgânica do Solo em Sistemas Conservacionistas**, Embrapa e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Dourados, MS, p. 18-42, 2006.

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

SANTOS, H. P. dos; SPERA, S. T.; TOMM, G. O.; KOCHANN, R. A.; ÁVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. **Revista Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 2, p. 441-454, 2008.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; LHAMBY, J. C. B. Plantio direto *versus* convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos em rotação de culturas com cevada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 19, n. 3, p. 449-454, 1995.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L.; PIANA, A. T.; STRIEDER, M. L.; JANDREY, D. B.; ENDRIGO, P. C. Produtividade do milho irrigado em sucessão a espécies invernais para produção de palha e grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 987-993, 2008.

SILVA, M. L. O.; ; FARIA, M. A. de; REIS, R. P.; SANTANA, M. J. de; MATTIOLI, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 200-205, fev. 2007.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006 a.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E C.; TRIVELIN, P. C. O. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 723-732, 2006 b.

SILVA, E. C. da; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. de; GUIMARÃES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 725-733, 2005a.

SILVA, E. C. da; BUZETTI, S..; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ. M. E. de; 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, 2005b.

SMIDERLE, O. J. **Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000. (Embrapa informa, 8).

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p. 216-252, 2006.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F. da; ANGHINONI, I., MEURER, J.; RAMBO, L.; ENDRIGO, P. C. Época de aplicação da primeira dose de nitrogênio em cobertura em milho e espécies antecessoras de cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 879-890, 2006.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 2, p. 196-275, 2002.

UNGARO, M.R.G., Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. **Boletim IAC**, n. 200, Campinas, SP, 6. Ed., p. 307-308, 1998.

USP, estação meteorológica em http://www.usp.br/pcaps/, acesso em 20 nov. 2005.

VENZKE FILHO, S. P. **Biomassa microbiana do solo sob sistema de plantio direto na região de Campos Gerais, Tibagi, PR.** 2003. 114 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

VILLAS BÔAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; BULL, L. T.; GUERRINI, I A. Parcelamento e largura da faixa de aplicação da uréia na recuperação do nitrogênio pela planta de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 56, n. 4, p. 1177-1184, 1999.

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

WILLIAMS, L. E.; MILLER, A. J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. **Ann. Ver. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, v. 52, p. 659-688, 2001.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, 1997.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho?** Piracicaba, SP, POTAFOS, 2000. 5 p. (Informações Agronômicas, 91).

ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C. M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 9, p. 1487-1492, 1991.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo