

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE DOURADOS
MESTRADO EM AGRONOMIA

**CULTURA ANTECESSORA, DOSE E FONTE DE NITROGÊNIO NA
PRODUÇÃO DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL.**

ELAINE REIS PINHEIRO LOURENTE

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, para obtenção do Título de Mestre.

DOURADOS-MS

2004

CULTURA ANTECESSORA, DOSE E FONTE DE NITROGÊNIO NA
PRODUÇÃO DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL.

Por

ELAINE REIS PINHEIRO LOURENTE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA.

Aprovada em: 27/02/2004

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
UFMS – DCA
(Orientador)

Prof. Dr. Manoel Carlos Gonçalves
UFMS – DCA
(Co-orientador)

Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Júnior
UFMS – DCA

Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino
UFMS – DCA

Dr. Fábio Martins Mercante
Embrapa Agropecuária do Oeste

“Que teu coração deposite toda a sua confiança no Senhor!
Não te firmes em tua própria sabedoria!
Sejam quais forem os teus caminhos, pensa Nele,
e Ele aplinará tuas sendas.”

Provérbios 3, 5-6.

Aos meus pais Jamil e Maria Amélia,
Meu esposo Paulo, que foram e são
fundamentais em minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por iluminar todos os meus passos.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, ao Departamento de Ciências Agrárias e à coordenação do curso de mestrado pela oportunidade.

Ao professor Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, pela orientação, amizade e ensinamentos no decorrer do curso e realização deste trabalho.

Aos professores co-orientadores Dra. Marlene Estevão Marchetti e Dr. Manuel Carlos Gonçalves, por estarem sempre dispostos a ajudar.

Ao professor Dr. Edson Talarico Rodrigues, pela amizade, apoio e ensinamentos dados sem reserva.

À secretária do curso de graduação, Adriana, pela amizade e boa disposição em ajudar.

Aos trabalhadores de campo da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pela colaboração na execução dos trabalhos, pela amizade e dedicação.

Aos funcionários da biblioteca da UFMS e da EMBRAPA-CPAO, pela atenção e colaboração.

A todos os professores do curso de pós-graduação, pela amizade e ensinamentos ministrado.

A todos que direta ou indiretamente fazem parte e vibram com esta conquista.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Aspectos gerais da cultura do milho.....	3
2.2 Exigências nutricionais para o desenvolvimento da cultura.....	5
2.3 Manejo do solo.....	6
2.4 Rotação de culturas.....	7
2.5 Fontes de Nitrogênio.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Avaliações realizadas.....	14
3.1.1 Altura de plantas, de inserção de espiga e diâmetro de colmo.....	14
3.1.2 Comprimento e diâmetro de espigas.....	14
3.1.3 Número de grãos por espiga.....	14
3.1.4 Índice de colheita.....	14
3.1.5 Produtividade de grãos.....	15
3.1.6 Massa de 1000 grãos.....	15
3.1.7 Análise do teor de nitrogênio no tecido vegetal da planta de milho.....	15
3.1.8 Análise Estatística.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Avaliação das características morfológicas da planta de milho.....	16
4.1.1 Altura de plantas, inserção de espigas e diâmetro de colmo.....	16
4.2 Avaliação dos componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho.....	20
4.2.1 Comprimento e diâmetro de espiga.....	20

4.2.2 Número de grãos por espiga.....	24
4.2.3 Índice de colheita.....	25
4.2.4 Produtividade.....	26
4.2.5 Massa de 1000 grãos.....	30
4.2.6 Teor de nitrogênio foliar.....	33
5. Estudo das correlações.....	36
6. CONCLUSÕES.....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

LISTA DE QUADROS

		PÁGINA
Quadro 1	Atributos químicos da amostra de solo das parcelas da área experimental. Dourados-MS. 2001.....	13
Quadro 2	Quadrados médios da análise de variância para as características morfológicas do milho em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	17
Quadro 3	Quadrados médios da análise de variância para as características morfológicas do milho, em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio, no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001.....	18
Quadro 4	Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	22
Quadro 5	Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001.....	23
Quadro 6	Valores médios do índice de colheita em função das fontes de nitrogênio, dentro de cada cultura antecessora. Dourados-MS. 2001.....	26
Quadro 7	Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para produtividade de milho, em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	27
Quadro 8	Produtividade de grãos de milho em função das culturas antecessoras dentro de cada dose, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	28
Quadro 9	Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para massa de 1000 grãos de milho, em função das culturas antecessoras	

	e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	31
Quadro 10	Massa de 1000 grãos em função das culturas antecessoras dentro de cada dose, no sistema de plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	32
Quadro 11	Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para teor de nitrogênio foliar do milho, em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	34
Quadro 12	Teor de nitrogênio foliar do milho, em função das culturas antecessoras, dentro de cada dose. Dourados-MS. 2001.....	34
Quadro 13	Coefficientes de correlação de Pearson para componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho, no sistema plantio direto e convencional. Dourados-MS. 2001.....	37

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1	Temperatura e precipitação pluviométrica, por descêndio, registradas na Estação Meteorológica do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da UFMS em Dourados, entre outubro de 2001 e março de 2002. Dourados-MS. 2001..... 12
Figura 2a	Altura de plantas de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema de plantio direto. Dourados-MS. 2001..... 18
Figura 2b	Altura de plantas de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001..... 18
Figura 3	Inserção de espiga de milho, em função das doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001. SA= sulfato de amônio; UR= uréia..... 19
Figura 4a	Diâmetro de colmo de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema de plantio direto. Dourados-MS. 2001..... 20
Figura 4b	Diâmetro de colmo de milho, em função das doses de nitrogênio no plantio convencional. Dourados-MS. 2001..... 20
Figura 5a	Comprimento de espiga em função das doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001..... 21
Figura 5b	Diâmetro de espiga em função da dose de nitrogênio no plantio direto. Dourados-MS. 2001..... 21
Figura 6	Número de grãos por espiga de milho, em função das doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001 SA= sulfato de amônio; UR= uréia..... 24
Figura 7	Índice de colheita de milho, em função das doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001 SA= sulfato de amônio; UR= uréia..... 25
Figura 8	Produtividade do milho em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001..... 27

Figura 9	Produtividade do milho em função das doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001.....	29
Figura 10	Massa de 1000 grãos de milho em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio no sistema de plantio direto. Dourados-MS. 2001....	31
Figura 11	Massa de 1000 grãos em função das doses de nitrogênio, no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001.....	32
Figura 12	Teor de nitrogênio foliar do milho em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.....	33
Figura 13	Teor de nitrogênio foliar do milho em função das fontes e doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001 SA= sulfato de amônio; UR= uréia.....	35

CULTURAS ANTECESSORAS, DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL.

Autora: Elaine Reis Pinheiro Lourente

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO

O milho é a segunda cultura mais cultivada no Estado de Mato Grosso do Sul, onde assume grande importância no sistema de produção, podendo ser cultivado tanto no verão quanto no outono - inverno, e tem estimulado a expansão da suinocultura e avicultura. É uma cultura que demanda grande quantidade de nitrogênio para o seu desenvolvimento, ao mesmo tempo em que o solo possui limitada capacidade de atender a esta demanda. Neste sentido a combinação entre adubação mineral e adubação verde, torna-se uma alternativa viável, bem como a escolha da fonte de nitrogênio mais adequada. O objetivo proposto no presente trabalho foi avaliar o efeito das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nas características agrônômicas do milho, nos sistemas plantio direto e convencional. Esta pesquisa foi realizada no ano agrícola de 2001/02 no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias-UFMS, no município de Dourados- MS, em um Latossolo Vermelho distroférrico, originalmente sob vegetação de cerrado. A pesquisa foi desenvolvida em dois experimentos, um estabelecido em sistema plantio direto e outro em sistema sob plantio convencional, envolvendo sucessão de culturas de inverno e de verão. Os tratamentos foram dispostos em parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas culturas antecessoras ao milho: aveia preta (*Avena strigosa* Sheib), trigo (*Triticum aestivum* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* (Stokes) Metzg.), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*, Roth), e um tratamento representado pelo pousio de inverno. As subparcelas

foram constituídas por quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹), aplicados em cobertura em duas épocas. As sub-subparcelas foram representadas por duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e uréia). Foram avaliados, em ambos experimentos, a altura de plantas, inserção de espiga e diâmetro de colmo, comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, índice de colheita, produtividade de grãos, massa de 1000 grãos e teor de nitrogênio foliar do milho. A produtividade do milho, no sistema plantio direto, foi influenciada pelas culturas antecessoras, ervilhaca peluda, aveia preta, trigo e nabo forrageiro, na ausência de adubação nitrogenada. O teor de nitrogênio na folha do milho, em função das culturas antecessoras e das doses de nitrogênio, cultivado no sistema plantio direto, variou apenas na ausência de adubação nitrogenada e com o uso de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os componentes de produção do milho, sob plantio convencional, não foram influenciadas pelas culturas antecessoras e fontes de nitrogênio. As características morfológicas e componentes de produção do milho não foram influenciadas pelas fontes de nitrogênio utilizadas.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho assume grande importância no Estado de Mato Grosso do Sul, é a segunda cultura em área plantada. Na safra de verão do ano agrícola 2002/2003, o Estado de Mato Grosso do Sul produziu 666.337 toneladas de grãos de milho, obtendo uma média 5 607 kg ha⁻¹, enquanto a média do Brasil foi de 3 697 kg ha⁻¹ (IBGE, 2003). Neste Estado, o milho assume grande importância no sistema de produção, além de ser a segunda cultura em área cultivada, podendo ser cultivada tanto no verão quanto no outono - inverno, tendo estimulado a expansão da suinocultura e avicultura. Apresenta, portanto, a possibilidade de agregar valores ao produto, desta forma, o Estado deixa de ser exportador de grãos para o ser de proteína animal (Teixeira,1997).

O cultivo de milho demanda grande quantidade de nitrogênio, em relação à maioria das culturas agrícolas, em contrapartida, o solo possui limitada capacidade de atender a esta demanda (Amado *et al.*, 2000). Somado a isto, o custo da adubação nitrogenada corresponde a 5,34 do custo total de produção (Melo Filho e Richetti, 2002).

Tendo em vista o alto custo dos fertilizantes e a necessidade de uma agricultura sustentável a combinação entre adubação mineral e adubação verde torna-se uma alternativa viável. Algumas plantas de cobertura de solo possuem a capacidade de aumentar a disponibilidade de nutrientes e, em especial, de nitrogênio, para a cultura em sucessão, quer seja através do manejo da sua biomassa ou através dos resíduos culturais após a colheita, ou ainda pela fixação biológica do N₂ atmosférico. Amado *et al.* (1999) observaram que a presença de resíduos vegetais imediatamente antes da cultura comercial foi a principal responsável pela nutrição do milho, na ausência de adubação mineral. Porém, Debruch e Bogulawski (1979), citados por Derspch (1991), afirmam que com o efeito positivo na interação entre adubo mineral e adubação verde é possível obter rendimentos maiores do que pelo emprego de cada um isoladamente.

A associação de preparo de mínima mobilização do solo com sistemas que incluam leguminosas é uma estratégia eficiente para promover o acúmulo do nitrogênio total na camada superficial do solo, bem como para melhorar a qualidade do solo (Amado *et al.*, 1999).

As recomendações técnicas sobre sistemas de rotação de culturas são específicas para cada região. Em Mato Grosso do Sul, a sucessão nabo forrageiro/milho apresenta-se como boa opção. A ervilhaca peluda, também é uma boa alternativa devido à fixação simbiótica do N₂ atmosférico. A aveia ou trigo no inverno, em sucessão ao milho, poderá contribuir com melhorias nos atributos físicos e químicos do solo, favorecendo o estabelecimento da cultura em sucessão. Portanto, é importante que se estude a viabilidade destas culturas dentro de um sistema de rotação (Hernani, 1995; Salton *et al.*, 1998).

Apesar das vantagens da rotação de cultura na diminuição de incidências de pragas, doenças, plantas daninhas, reciclagens de nutrientes, entre outras, a sua utilização em Mato Grosso do Sul e na maioria das áreas agricultáveis do Brasil ainda é bastante restrita, o que torna fundamental a pesquisa regional, para adequar as espécies e validar as recomendações de manejo, visando a sustentabilidade da agricultura no aspecto econômico, social e ambiental (Santos *et al.*, 1990; Medeiros *et al.*, 1994; Hernani, 1995; Amado, 2000; Calegari, 2000).

De acordo com Vitti *et al.* (2002), a fonte de nitrogênio a ser utilizada é de suma importância, uma vez que diferentes respostas das culturas às fontes de nitrogênio podem ser atribuídas a sua interferência na absorção de outros nutrientes pela cultura e a alterações no pH do solo. Uma maior resposta do milho adubado com sulfato de amônio têm sido obtida, quando comparado a uréia, isto, provavelmente, devido à deficiência do solo em enxofre ou pela menor perda do nitrogênio por volatilização da amônia (Campos e Tedesco, 1979; Vitti *et al.*, 2002).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nas características agronômicas do milho, no sistema plantio direto e convencional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) em função de seu potencial nutritivo, composição química, constitui-se num dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo (Fancelli e Dourado Neto, 2000). Provavelmente, o milho é a mais importante espécie comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos, sendo uma das culturas mais antigas do mundo (Duarte, 2003).

De acordo com Duarte (2003), a importância econômica do milho é evidenciada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano.

O consumo humano associado ao consumo animal aumentou a importância do milho na indústria e no contexto da produção de cereais na esfera mundial. Nesse sentido, o milho passou a ser o cereal mais produzido no mundo. Esse crescimento acompanhou a demanda por milho para alimentação animal, isto é, enquanto que o trigo é usado basicamente para consumo humano, o milho é mais versátil, principalmente, no que diz respeito à alimentação animal, aumentando o leque de aplicações desse cereal. A produção de milho tem

acompanhado basicamente o crescimento da produção de suínos e aves, no Brasil e no Mundo (Duarte, 2003).

Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade. A produtividade média mundial está pouco acima de 4000 kg ha⁻¹ (Duarte, 2003), o Brasil está abaixo desta média, porém, a produtividade brasileira tem crescido sistematicamente, passando de 1874 kg ha⁻¹, em 1990, para 3215 kg ha⁻¹, em 2002 (IBGE, 2003).

Um dos fatores do baixo nível de produtividade, no Brasil, é o grande número de pequenos produtores que cultivam esse cereal, que, em grande parte com o uso de baixa tecnologia. Duarte (2003), baseado no censo agropecuário, cita que 94,3% dos produtores de milho são responsáveis por 30% da produção, usando 45,6% da área destinada ao cultivo desse cereal no país. Por outro lado, 2,4% dos produtores cultivam 43,9% da área e produzem 60,08% do milho colhido no Brasil.

Independentemente do grau de tecnologia aplicada, o período de tempo e as condições climáticas em que a cultura é submetida, constituem-se em fatores preponderantes de produção (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

A temperatura tem sido apontada como um dos fatores de produção mais importantes e decisivos para o desenvolvimento do milho. Fancelli e Dourado Neto (2000) citam que, quando a temperatura do solo for inferior a 10°C e superior a 40°C há prejuízo sensível à germinação e que o ideal seria entre 25 e 30°C. Por ocasião da floração, temperaturas médias superiores a 26°C aceleram o desenvolvimento dessa fase e inferiores a 15,5°C, o retarda. Verão com temperatura média diária inferior a 19°C e noites com temperatura média inferior a 12,8°C não são recomendados para produção de milho.

O milho necessita acumular quantidades distintas de energia térmica ou calor, também conhecida como graus-dias (G.D.). A não observância das exigências térmicas para cada híbrido poderá acarretar no prolongamento ou na redução da fase vegetativa da cultura

do milho, comprometendo o desempenho da planta, e conseqüentemente, o potencial de produção (Fancelli, 1996). Em termos genéricos, os cultivares de milho de ciclo normal ou tardios, disponíveis no mercado, apresentam exigências calóricas entre 915 a 1200 G.D. Para os de ciclo precoce, as exigências térmicas encontram-se entre 830 a 900 G.D, enquanto que para os superprecoces, 780 a 825 G.D. tem-se mostrado satisfatório.

A cultura do milho responde com altos rendimentos a crescentes intensidades luminosas. O aproveitamento efetivo de luz pelo milho depende muito da estrutura da planta, principalmente, da distribuição espacial das folhas (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

As máximas produtividades ocorrem quando o consumo de água durante todo o ciclo está entre 500 e 800mm e que a cultura exige um mínimo de 350-500 mm para que produza sem necessidade de irrigação (Sans e Santana, 2003; Fancelli e Dourado Neto, 2000).

2.2 Exigências nutricionais para o desenvolvimento da cultura

Dentre os diversos nutrientes essenciais ao desenvolvimento e ao crescimento das plantas, destaca-se o nitrogênio, pelas funções relevantes na produção e síntese de aminoácidos. Apresenta-se também em quantidades deficientes na quase totalidade dos nossos solos, estando predominantemente, ligados aos compostos orgânicos, representando 98% do nitrogênio total (Bahia Filho *et al.*, 1983).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelas gramíneas e, por isso, em muitas situações, é suprido insuficientemente. Segundo Amado *et al.* (2001), em anos nos quais as condições são favoráveis à cultura do milho, a quantidade requerida para otimizar a produção de grãos pode alcançar valores superiores a 150 kg ha⁻¹. Quantidade tão elevada, segundo estes autores, dificilmente será suprida somente pelo solo, havendo necessidade de usar outras fontes suplementares deste nutriente, podendo-se utilizar ação combinada ou isolada de adubos minerais, leguminosa e adubação orgânica.

O nitrogênio mineral encontrado no solo em maior quantidade está na forma de nitrato, que é extremamente móvel, estando sujeito a perdas por lixiviação, justificando assim o parcelamento ao longo do ciclo da cultura, visando uma melhor utilização (Cantarella, 1993).

O uso isolado de adubação mineral deve considerar os elevados riscos ambientais, uma vez que este nutriente está sujeito a perdas por lixiviação, erosão, desnitrificação e

volatilização. Para tanto, é necessário que a quantidade de N a ser aplicada na cultura seja a mais exata possível, minimizando tanto os excessos, que prejudicam a qualidade ambiental, e oneram o custo de produção, quanto os déficits que comprometem o rendimento esperado (Amado *et al.*, 2001).

A prática de adubação de cobertura permite otimizar a eficiência da adubação nitrogenada. De acordo com Bahia Filho *et al.* (1983), há períodos do ciclo da planta em que a absorção do nutriente é mais pronunciada; para o milho, nos primeiros 30 dias a absorção é reduzida e, aos 90 dias ocorre maior parte da demanda de nutrientes, atingindo cerca de 88% da necessidade de N pela planta.

As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada. A quantidade total de adubação nitrogenada a ser aplicada dependerá do rendimento almejado, da dinâmica do nitrogênio no solo, da eficiência de aplicação e do híbrido utilizado (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

Do ponto de vista econômico e ambiental, a dose de nitrogênio a aplicar é, para muitos, a mais importante decisão no manejo do fertilizante. A crescente adoção do sistema plantio direto no Brasil, de 260 mil hectares no ano agrícola 1982/83 para 17,36 milhões em 2000/01, e a necessidade de utilizar culturas de cobertura e rotação de culturas, visando a sustentabilidade desse sistema, são aspectos que devem ser considerados na otimização da adubação nitrogenada (Coelho *et al.*, 2003; Febrapd, 2003).

A recomendação de adubação do milho tem por base a quantidade de nutrientes que a cultura extrai. Bull (1993) observou que 80% do fósforo, 68% do nitrogênio, 58% do enxofre, 20% do potássio, 26% do magnésio e 4% do cálcio são exportados pela cultura do milho através dos grãos.

2.3 Manejo de solo

O uso intensivo e inadequado dos solos acelera a degradação da matéria orgânica, principal componente da fertilidade dos solos do cerrado. Por vezes, os métodos de preparo do solo empregados, nem sempre estão adequados às condições específicas de cada região, aliado a isto, fatores como precipitações de alta intensidade, ausência de cobertura vegetal, manejo inadequado e queima dos resíduos vegetais, têm contribuído decisivamente para que ocorra o desencadeamento e aceleração dos processos erosivos nestas áreas (Medeiros *et al.*, 1994).

A exposição do solo, na região dos cerrado, na entressafra, período este caracterizado por baixa precipitação pluviométrica, pode acarretar sérios problemas de degradação. Neste período, o solo fica exposto à alta radiação solar, elevadas amplitudes térmicas, à evaporação, e sujeitos a multiplicação de plantas daninhas e à erosão. No início do período das chuvas, a manutenção da cobertura do solo é fundamental, pois são comuns precipitações de intensidade elevada que tornam a erosão hídrica bastante crítica (Carvalho *et al.*, 1999).

Hernani *et al.* (1997), desenvolveram estudos visando quantificar as perdas de solo por erosão e rendimento de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo em Latossolo Vermelho em Dourados (MS) e observaram que o sistema plantio direto foi o mais eficiente no controle de perda de solo, água e rendimentos de grãos de soja e trigo.

Levien e Cogo (2001) estudaram a erosão de áreas cultivadas com milho em preparo convencional e direto, observaram que, no plantio direto, enquanto havia uma boa cobertura da superfície de solo, não houve enxurrada, enquanto no plantio convencional, a enxurrada iniciou-se 15 minutos após o início da chuva simulada com perdas de água e solo. Aos 30 dias após a emergência do milho, com o decréscimo da cobertura vegetal, houve enxurrada também no plantio direto. As maiores perdas de solo ocorreram no plantio convencional.

Possamai *et al.* (2001), em solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa, em Viçosa-MG, observaram melhor estabelecimento do milho safrinha no sistema plantio direto com menor número de dias para o florescimento, maior altura de plantas e inserção de espiga. As plantas de milho estabeleceram-se primeiro no plantio direto, quando comparado com outros sistemas de preparo em que houve revolvimento do solo. De acordo com estes autores, a cultura se beneficiou das melhores condições de conservação da água, favorecida pela cobertura vegetal.

O plantio direto é um sistema eficaz no aumento do teor de matéria orgânica com o passar dos anos, enquanto que o plantio convencional, pode afetar, de forma acentuada, o estoque de matéria orgânica, uma vez que promove a degradação da estrutura do solo, levando a intensas perdas da matéria orgânica do solo por decomposição e erosão (Alvarenga *et al.*, 2001; Freixo *et al.*, 2002).

A manutenção de restos culturais na superfície do solo, num sistema de rotação de culturas, é um importante fator melhorador da estrutura do solo, refletindo de maneira eficaz no incremento da infiltração de água, redução da temperatura superficial do solo, aumento da estabilidade dos agregados e da disponibilidade de nutrientes e água, e estímulo das atividades microbiológicas, com conseqüente redução nas perdas por erosão do solo e água, e um

aumento gradativo da produtividade das culturas e a redução dos custos de produção (Floss, 2000).

2.4 Rotação de culturas

De acordo com Amado *et al.* (2000), a cultura do milho demanda grande quantidade de nitrogênio para o seu desenvolvimento, em contrapartida, o solo possui limitada capacidade de atender a esta demanda, devendo-se, portanto, utilizar outras fontes de nitrogênio como leguminosas e adubação mineral. Segundo os autores, a combinação destas duas fontes pode contribuir para a sustentabilidade do agroecossistema. Sob o prisma da agricultura sustentável, completa os autores, o desafio no manejo do nitrogênio consiste em aumentar a quantidade de nitrogênio absorvido pelas culturas e diminuir, ao mesmo tempo, a quantidade de nitrogênio perdido do sistema solo-planta.

Considerando a questão ambiental, já mencionada, sabe-se que o nitrogênio é o nutriente mais móvel no solo e, segundo Whithölter (2000), isto se deve a sua forma química principal ser o ânion NO_3^- , para o qual os sítios do solo não têm preferência de adsorção. Em razão disto, a forma nítrica se desloca no solo junto com a solução do mesmo. A lixiviação do nitrato, com contaminação do lençol freático é o principal problema ambiental com o uso de fertilizantes.

Os benefícios da rotação de culturas, segundo Santos e Reis (1991), vão muito além no processo de conservação do ambiente de produção, pois permite o uso de espécies alternadas que apresentam efeitos negativos ou positivos de uma cultura sobre a subsequente, como, por exemplo, efeitos devidos a substâncias tóxicas (alelopatia), fornecimento de nutrientes e incremento de matéria orgânica, alternância de espécies com habilidade diferenciada no aproveitamento de nutrientes do solo, ou com sistemas radiculares alcançando profundidades variadas.

No plantio direto nos cerrados a falta de palha sobre o solo é o fator limitante para o estabelecimento deste sistema (Gassen, 2000), no entanto, segundo o autor, este sistema de plantio tem condições plenas de ser estabelecido nestas regiões. Silva *et al.* (1999) afirmam que o plantio direto nos cerrados vem crescendo, mas que ainda são poucos os trabalhos de pesquisa e ainda não são conclusivos.

Almeida e Rodrigues (1985), destacam a importância da rotação na conservação do solo, pois segundo estes autores, a erosão é um dos maiores problemas decorrentes da agricultura extensiva no Brasil, e a principal causa é o impacto da gota da chuva sobre o solo

descoberto. Neste contexto, o uso de culturas que propiciam maior quantidade de resíduos e menor taxa de decomposição possibilitará maior proteção.

Os cereais de inverno, tais como aveia e trigo, satisfazem estas condições, pois apresentam alta densidade populacional, desenvolvimento relativamente baixo e deixam sobre o solo elevada quantidade de resíduos após a colheita, sendo estes densos e de decomposição lenta (Santos *et al.* 1990). Estas gramíneas possuem, ainda, denso sistema radicular, que de acordo com Dechen *et al.* (1981), funciona como uma rede mantendo os agregados do solo, tornando-os mais resistentes a ação do impacto da gota da chuva sobre o solo e ao transporte do solo pela enxurrada.

O cultivo da aveia em áreas agrícolas é importante para a manutenção da cobertura do solo durante a estação da seca, evitando que ocorra erosão e infestação de plantas daninhas. Esta prática permite reduzir gastos com adubo e herbicida e preservar os recursos naturais (Machado, 2000).

Ao estudar linhagens e cultivares de aveia mais adaptada para a região de Dourados-MS, Machado (2000), observou produções de matéria seca que variaram de 4500 a 7000 kg ha⁻¹, apresentando, portanto, potencial para cobertura do solo. Pitol (1988), citado por Machado (2000), afirma que a aveia tornou-se uma cultura de grande importância em Mato Grosso do Sul por apresentar resistência a seca, tolerância ao alumínio, baixa incidência de pragas e doenças, fácil produção de sementes e baixo custo da lavoura, suporta estresse hídrico e cobre rapidamente o solo, suprimindo o desenvolvimento de plantas indesejáveis. Apresentam, ainda, tolerância a geadas e desenvolvem-se a baixas temperaturas.

A fitomassa da parte aérea produzida pelas espécies vegetais é um aspecto importante para avaliação da adaptação das espécies e para o manejo da matéria orgânica do solo, já que as adições de resíduos são relevantes para seu aumento. Neste sentido, o trigo se destacou com a maior produção (9100 kg ha⁻¹), que não diferiu estatisticamente da fitomassa do trevo vesiculoso, aveia branca e aveia preta (Agostinetto *et al.*, 2000).

O uso de rotação de culturas envolvendo leguminosas é uma excelente opção para aumentar o aporte de nitrogênio no solo. Estas plantas apresentam elevada concentração de nitrogênio na fitomassa podendo aumentar a disponibilidade deste nutriente não só a médio como a longo prazo, reduzindo a necessidade de outras fontes de nitrogênio para maximizar o rendimento de culturas utilizadas na rotação (Amado *et al.*, 2002).

Amado *et al.* (1999), comparando o efeito imediato e residual do uso de leguminosas, concluíram que o primeiro proporcionou incremento de 45,6% no rendimento do milho, enquanto o segundo 19%. Assim, para fins de recomendação de adubação, é

necessário que se considere que a cultura anterior é a que terá maior influência sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura comercial. Estes autores, concluíram ainda, que a associação do plantio direto com leguminosas aumentou o nitrogênio total do solo.

Gonçalves e Ceretta (1999), observaram entre as diferentes coberturas de inverno utilizadas em sucessão ao milho no verão, a ervilhaca situou-se entre os tratamentos que mantiveram maior quantidade de matéria seca de resíduos vegetais acumulados na superfície do solo ($6,4 \text{ mg ha}^{-1}$). O milho teve menor rendimento de grãos, quando cultivado em sucessão à aveia, do que quando comparado com a leguminosa.

Amado *et al.* (1999), observaram elevada produção de matéria seca da aveia, porém, a quantidade de nitrogênio na fitomassa da ervilhaca foi 50% superior àquela encontrada na aveia e a relação C/N da ervilhaca foi inferior a 15, sugerindo potencial para rápida mineralização do N dos resíduos.

Aita *et al.* (2001), de forma semelhante, observaram maior produção de matéria seca na aveia (4417 kg ha^{-1}), quando comparada com a ervilhaca (2527 kg ha^{-1}). A maior produção de matéria seca obtida com a aveia não seguiu a mesma tendência quanto ao acúmulo de nitrogênio na biomassa desta cultura, apresentando apenas a metade daquela encontrada na leguminosa.

2.5 Fontes de Nitrogênio

A fonte de nitrogênio a ser aplicado deve ser considerada no momento da adubação, já que as pesquisas demonstram uma superioridade do sulfato de amônio em relação a uréia na produtividade da cultura do milho (Coelho *et al.*, 1991; Cantarella *et al.*, 1988; Cabezas, 1999). De acordo com estes autores, isto, provavelmente, ocorre devido à deficiência do solo em enxofre ou pela menor perda do nitrogênio por volatilização da amônia.

De acordo com Vitti *et al.* (2002), a volatilização de N amoniacal (N-NH_3), originado de fontes de N amídico (uréia), resulta da alcalinização da solução próxima ao grânulo durante sua hidrólise, catalizada pela enzima urease pela formação de íons bicarbonato (HCO_3^-) e hidroxila (OH^-). Desta forma, a elevação do pH favorece a transformação de N-NH_4^+ em N-NH_3 e a perda na forma de gás para a atmosfera.

Segundo Volk (1959), o sulfato de amônio não sofre perda por volatilização de nitrogênio amoniacal (N-NH_3), quando o pH é inferior a 7,0, mesmo sendo aplicado sobre restos de culturas. Vitti *et al.* (2002) observaram que o pH do solo com a adição de sulfato de amônio ficou em torno de 5,0, enquanto que o tratamento com uréia apresentou pH de 6,1.

Observaram também, que a mistura de sulfato de amônio com uréia, em condições de laboratório, reduziu a perda por volatilização de N-NH_3 em até 23% e que a eficiência da mistura destas duas fontes é viável tecnicamente do ponto de vista de escoabilidade do produto, portanto, eficiência de aplicação.

Diferentes respostas das culturas às fontes de nitrogênio podem ser atribuídas a sua interferência na absorção de outros nutrientes pela cultura e a alterações no pH do solo. Muraoka (1983), afirma que a fonte de nitrogênio interfere na absorção de fósforo pela planta, favorecendo seu desenvolvimento. Quando o superfosfato concentrado foi aplicado na cultura do trigo, sem o nitrogênio, a porcentagem do fósforo na planta proveniente de fertilizante foi de 20,97%, com a presença de sulfato de amônio, nitrato de amônio e uréia, subiu para 23,45%, 26,34% e 29,63%, respectivamente.

Bull (1993), cita que o crescimento das raízes no milho é particularmente influenciado pela deficiência de enxofre, podendo haver um aumento de 230% no crescimento de raízes quando da aplicação de 1 mg dcm^{-3} de enxofre para cada 30 mg dcm^{-3} de nitrogênio adicionados. Verificaram, também, que o nitrogênio e o enxofre são nutrientes básicos para a síntese de proteína do milho e, um suprimento inadequado de um destes nutrientes resultará na perda de qualidade e redução na produção de grãos. Afirma, ainda, que o desbalanceamento em enxofre é favorecido pela alta exigência em nitrogênio pela cultura do milho com elevadas adubações nitrogenadas não compensadas por fórmulas que contenham enxofre, ou por fórmulas muito concentradas pobres ou que não contenham enxofre.

Cabezas *et al.* (1997a), observaram que, quando a aplicação de uréia foi feita em cobertura, houve perdas por lixiviação superiores a 40% do nitrogênio aplicado, enquanto que a aplicação de sulfato de amônio, nas mesmas condições, resultou numa perda média de 7%.

Também foi observado que as perdas de ambas as fontes, quando aplicadas em superfície, são superiores no plantio direto, quando comparado com o convencional (Cabezas *et al.*, 1997b).

Oliveira e Balbino (1995), ao estudarem o efeito de fontes e doses de nitrogênio na produtividade de grãos de milho, em experimento conduzido de 1992 a 1994, em Latossolo Roxo distrófico (Cascavel-PR) e Latossolo Roxo eutrófico (Palotina-PR), observaram que para as mesmas doses de nitrogênio, no ano de 1994, a aplicação de sulfato de amônio possibilitou produtividade de grãos de milho significativamente superiores à aplicação de uréia, na ordem de 6 a 20% para as doses de 100 e 200 kg ha^{-1} , respectivamente, devido, provavelmente, aos baixos teores de enxofre nos solos antes do início do experimento. De acordo com estes autores, no período de 1991 a 1993, apesar de não ter havido diferença

significativa entre as médias dos tratamentos, nas doses de nitrogênio de 100 kg ha⁻¹ para sulfato de amônio e 50 kg ha⁻¹ de uréia, a primeira fonte proporcionou aumento de 10 % na produtividade em relação à segunda na região de Cascavel e, 15% na região de Palotina, o que corresponde a um acréscimo de 5 e 8 sc ha⁻¹, respectivamente para estas regiões.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no ano agrícola de 2001/02, no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da UFMS, no município de Dourados- MS, localizado a 22° 14' de latitude sul e 54° 49' de longitude oeste e altitude de 452 metros em um Latossolo Vermelho distroférico, originalmente sob vegetação de cerrado. A pesquisa foi desenvolvida em dois experimentos, um estabelecido em sistema plantio direto e outro em sistema sob plantio convencional, envolvendo sucessão de culturas de inverno e de verão. No plantio convencional, o solo foi preparado com uma escarificação, uma gradagem com grade intermediária de 10 discos de 22", seguida por uma gradagem niveladora com grade de 42 discos de 28". Os dados de temperatura e precipitação pluviométrica se encontram na Figura

1. A análise de solo foi realizada considerando a média de três amostras na profundidade de 0-10 cm (Quadro-1).

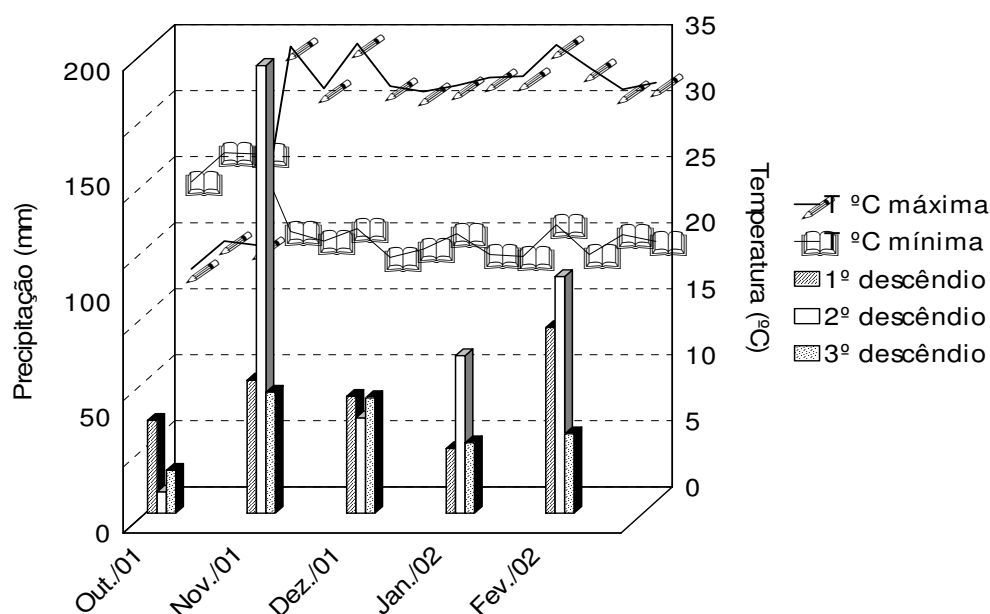


Figura 1 Temperatura e precipitação pluviométrica, por descêndio, registradas na Estação Meteorológica do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da UFMS em Dourados, entre outubro de 2001 e março de 2002. Dourados-MS. 2001

Quadro 1. Atributos químicos médios da amostra de solo das parcelas da área experimental. Dourados-MS. 2001

Culturas Antecessoras	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Al	Ca mmol(c) dm ⁻³	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
Plantio Convencional											
Trigo	28,8	5,6	10,7	4,2	2,8	45,6	15,1	59,3	64,9	124,2	52,0
Aveia	29,4	5,7	9,7	4,0	2,2	48,3	15,7	58,3	68,0	126,3	53,0
Ervilhaca	30,8	4,8	10,0	5,0	2,0	49,0	16,0	59,3	69,9	129,3	53,7
Nabo	29,2	4,8	9,3	5,2	3,2	47,7	16,4	55,3	69,2	124,6	55,0
Pousio	29,3	4,8	9,0	4,4	2,2	49,6	17,9	54,3	71,9	126,3	56,3
Plantio Direto											
Trigo	29,1	5,6	8,5	4,0	3,6	43,0	15,5	61,7	64,6	126,3	51,0
Aveia	26,8	4,6	8,3	3,6	3,8	46,3	13,4	57,0	63,3	120,3	52,0
Ervilhaca	29,9	4,6	8,0	4,4	4,0	41,6	13,1	64,3	59,1	123,4	47,7
Nabo	27,4	4,7	7,7	3,5	2,4	45,6	16,4	55,3	65,6	120,9	53,7
Pousio	27,7	4,8	9,0	3,8	2,4	46,4	16,5	52,7	66,7	119,4	55,3

Em ambos experimentos, o delineamento experimental foi blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas culturas antecessoras ao milho: aveia preta (*Avena strigosa* Sheib), trigo (*Triticum aestivum* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* (Stokes) Metzg.), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*, Roth), e um tratamento representado pelo pousio de inverno. As subparcelas foram constituídas por quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200

kg ha⁻¹ de N), aplicados em cobertura em duas épocas, sendo a metade da dose aplicada quando as plantas estavam no estágio de quatro folhas e a outra metade, com sete folhas totalmente desenvolvidas. As sub-subparcelas foram representadas por duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e uréia). Cada parcela mediu 30 m de largura por 12 m de comprimento, as subparcelas, 4 m de largura, com 12 m de comprimento. As sub-subparcelas foram representadas por quatro linhas de milho com cinco metros de comprimento, sendo a colheita realizada nas duas linhas centrais.

A semeadura das espécies de outono/inverno foi realizada em 15 de abril de 2001, utilizando-se semeadora-adubadora, modelo TD-300, com 18 linhas espaçadas entre si de 17 cm. A densidade de semeadura para o trigo e aveia preta foi de 50 sementes e para a ervilhaca peluda e nabo forrageiro, 30 sementes por metro linear (Derpsch e Calegari, 1992). Foi utilizado, somente para a cultura do trigo, adubação de semeadura com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 07-20-20. O manejo das espécies ocorreu no florescimento pleno, utilizando-se no plantio direto o rolo faca e, no plantio convencional as culturas foram incorporadas ao solo através de grade pesada, exceto o trigo, que foi colhido em ambos sistemas de manejo de solo, com colhedora automotriz.

Utilizou-se o híbrido de milho triplo DKB 350, semeado em 10 de outubro de 2001, sobre as culturas anteriormente manejadas, utilizando-se semeadora-adubadora, modelo Seed Max, equipada com duas linhas, com espaçamento entre si de 0,9 m, regulada para obter uma população de 55 mil plantas ha⁻¹, e a adubação de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 2-20-20.

3.1 Avaliações realizadas

3.1.1 Altura de plantas, de inserção de espiga e diâmetro de colmo

A altura das plantas de milho foi determinada na fase de grão pastoso, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira. A inserção de espiga foi determinada medindo-se a distância entre o nível do solo até a inserção da primeira espiga, e o diâmetro do colmo foi medido através do uso de paquímetro, colocando-o no terceiro nó do colmo da planta, partindo da base para o ápice do caule. Todas as determinações foram realizadas em cinco plantas ao acaso, dentro da área útil das sub-subparcelas, por tratamento e repetição.

3.1.2 Comprimento e diâmetro e de espigas

As determinações de comprimento e diâmetro de espigas foram realizadas durante o estágio de maturação fisiológica, utilizando-se régua e paquímetro graduados em centímetros e milímetro, respectivamente, medindo-se três espigas, colhidas ao acaso em cada sub-subparcela, por tratamento em cada repetição.

3.1.3 Número de grãos por espiga

Após a colheita do milho, amostraram-se, aleatoriamente, três espigas por sub-subparcela e contou-se o número de fileiras de grãos por espiga e multiplicou-se pelo número de grãos de uma por fileira, obtendo-se o número médio de grãos por espiga.

3.1.4 Índice de colheita

Coletaram-se cinco plantas no momento da colheita, cortando-se as mesmas rente ao solo, nas sub-subparcela, por repetição, as quais foram pesadas, determinando o peso médio da massa seca total da planta, incluindo o peso da espiga com palha. A seguir, foram retiradas as espigas e debulhados os grãos, determinando-se o valor médio do peso de grãos por espiga. O índice de colheita foi determinada através da divisão do peso médio dos grãos da espiga pelo peso total da massa seca da planta (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

3.1.5 Produtividade de grãos

Após a debulha das espigas, colhidas dentro da área útil, correspondendo às duas linhas centrais com cinco metros de comprimento, de cada sub-subparcela; os grãos foram pesados em balança de precisão de duas casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%, com os valores expressos em kg ha^{-1} .

3.1.6 Massa de 1000 grãos

Pesou-se em balança de precisão, com três decimais, o peso médio de quatro amostras de 1000 grãos, por tratamento e repetição.

3.1.7 Análise do teor de nitrogênio no tecido vegetal da planta de milho

A amostragem foi feita na emissão da inflorescência feminina, coletando-se a primeira folha oposta imediatamente abaixo da espiga. Coletou-se cinco folhas em cada sub-subparcela, por repetição, seguido de lavagem das folhas em água deionizada. As folhas foram levadas para estufa, com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante.

Determinou-se à porcentagem de N pelo método de semi-micro Kjeldahl, citado por Malavolta *et al.* (1997).

3.1.8 Análise Estatística

Foi realizada a análise de variância ($p < 0,05$) para as variáveis estudadas. Quando houve efeito significativo de dose, realizou-se a análise de regressão e quando houve efeito significativo de fonte e cultura antecessora aplicou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) (Pimentel Gomes, 1985). Foi realizado o estudo de correlação de Pearson entre as características agronômicas do milho.

Foi utilizado o aplicativo computacional SAEG (Ribeiro Jr, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação das características morfológicas da planta de milho

4.1.1 Altura de plantas, inserção de espigas e diâmetro de colmo

A análise de variância para altura de plantas foi significativa ($p < 0,05$) apenas para doses de nitrogênio, em ambos os sistemas de manejo do solo (Quadros 2 e 3). Esses resultados discordam de Ohland (2001), que encontrou efeito significativo das culturas antecessoras, nabo forrageiro e ervilhaca, em Dourados-MS, para o mesmo híbrido deste

estudo, e concordam com Mar (2001), que obteve incrementos na altura de plantas com o aumento das doses de nitrogênio, em Dourados-MS.

No plantio direto, nas doses estudadas, não foi atingida a altura máxima de plantas (Figura 2a), a maior altura foi de 2,08 m com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para o mesmo híbrido, Ohland (2001) obteve altura média de 1,9 e 1,8 m, respectivamente, quando as culturas antecessoras eram ervilhaca peluda e nabo forrageiro. Esta variação na altura de plantas para o mesmo híbrido pode ser explicada, pelo fato de que, uma característica genética, pode ser influenciada pelo ambiente resultando numa expressão fenotípica diferenciada.

No plantio convencional, a altura máxima (2,10 m) foi obtida com aplicação de 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 2b). Oliveira e Arias (1992) e Arias *et al.* (1997) avaliaram o comportamento de cultivares de milho precoce em Mato Grosso do Sul, e obtiveram altura média de planta entre os cultivares de 2,14m e 2,16m, respectivamente. A altura média de plantas obtida neste trabalho está muito próxima daquela obtida por estes autores.

Mar (2001) obteve resposta para altura de plantas, com doses crescentes de nitrogênio, sendo que o ponto máximo da curva (2,1m) foi atingido com a aplicação de 121,46 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Segundo Magalhães e Silva (1987), citados por Sá (1993), a planta de milho ideal, deverá ter porte médio a baixo, com o objetivo de obter maior eficiência na colheita mecânica e evitar problemas de quebra e acamamento. O porte baixo tolera maiores densidades de semeadura, mantendo a uniformidade de inserção de espigas.

Quadro 2 Quadrados médios da análise de variância para as características morfológicas do milho em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Fonte de Variação	Quadrados médios		
	Altura de plantas	Inserção de espigas	Diâmetro de colmo
Blocos	0,20743 ^{ns}	0,07993 ^{ns}	91,28643 ^{ns}
Culturas antecessoras	0,0642 ^{ns}	0,02879 ^{ns}	4,721632 ^{ns}
Resíduo (a)	0,04521	0,01554	5,562111
Doses de N	0,1131*	0,04989*	19,85711*
Doses de N x cult.anteces.	0,0141 ^{ns}	0,00515 ^{ns}	0,963494 ^{ns}
Resíduo (b)	0,0077	0,00363	1,906439
Fontes de N	0,0242 ^{ns}	0,01806*	1,705692 ^{ns}
Fontes de N x Cult. Anteces.	0,0025 ^{ns}	0,00649 ^{ns}	0,687982 ^{ns}
Fontes de N x doses de N	0,00774 ^{ns}	0,01034*	0,782434 ^{ns}
Fontes x doses x Cult. anteces.	0,0052 ^{ns}	0,00491 ^{ns}	3,529391 ^{ns}
Resíduo (c)	0,00634	0,00361	3,085594

CVa (%)	10,4	12,3	12,5
CVb (%)	4,3	5,9	7,3
CVc (%)	3,9	5,9	9,3

*significativo pelo teste F ($p < 0,05$), (ns) não significativo

Quadro 3 Quadrados médios da análise de variância para as características morfológicas do milho, em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio, no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

Fonte de Variação	Quadrados médios		
	Altura de plantas	Inserção de espiga	Diâmetro de colmo
Blocos	0,29815 ^{ns}	0,12001 ^{ns}	45,1942 ^{ns}
Culturas antecessoras	0,03713 ^{ns}	0,01068 ^{ns}	2,46836 ^{ns}
Resíduo (a)	0,01340	0,01120	2,50014
Doses de N	0,66064*	0,01210 ^{ns}	14,4555*
Doses de N x cult. anteces	0,01183 ^{ns}	0,00411 ^{ns}	1,14638 ^{ns}
Resíduo (b)	0,01059	0,00492	2,53821
Fontes de N	0,01994 ^{ns}	0,01440 ^{ns}	0,55719 ^{ns}
Fontes de N x cult. anteces	0,00198 ^{ns}	0,00286 ^{ns}	1,14574 ^{ns}
Fontes x doses de N	0,00732 ^{ns}	0,00725 ^{ns}	0,74437 ^{ns}
Fontes x doses x Cult. anteces	0,00455 ^{ns}	0,00129 ^{ns}	0,91196 ^{ns}
Resíduo (c)	0,00689	0,00399	1,50645
CVa (%)	5,5	10,3	8,5
CVb (%)	4,9	6,8	8,5
CVc (%)	3,9	6,0	6,6

*significativo pelo teste F ($p < 0,05$), (ns) não significativo

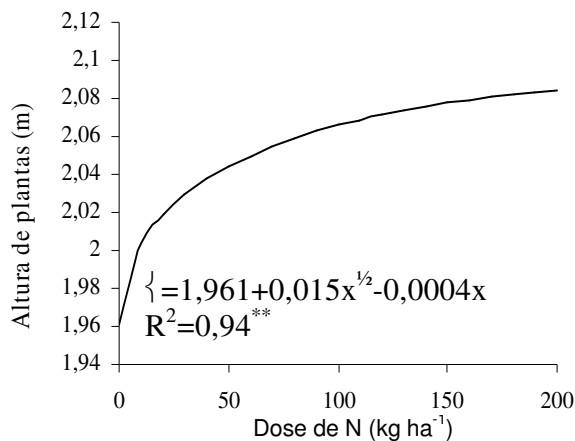


Figura 2a. Altura de plantas de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

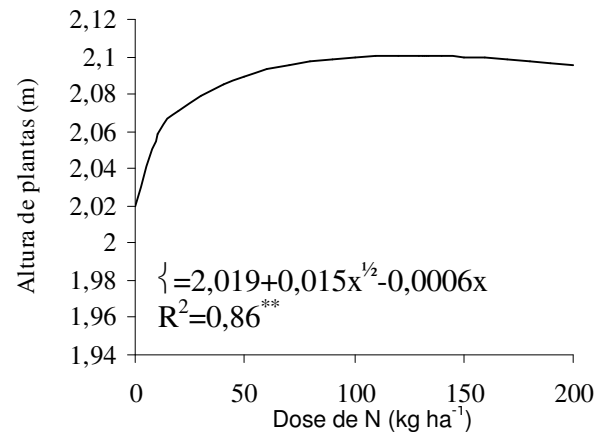


Figura 2b. Altura de plantas de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

A análise de variância para inserção de espigas foi significativa ($p < 0,05$) para a interação entre fontes e doses de nitrogênio no sistema de plantio direto (Quadro 2). Não houve significância ($p < 0,05$) de nenhuma fonte de variação estudada para inserção de espiga, no plantio convencional (Quadro 3).

A maior inserção de espigas do milho (1,05m), foi obtida quando a cultura foi adubada com sulfato de amônio, na dose de 91 kg ha^{-1} de N. A aplicação de uréia nas doses estudadas não possibilitou que se atingisse a máxima inserção de espigas (Figura 3).

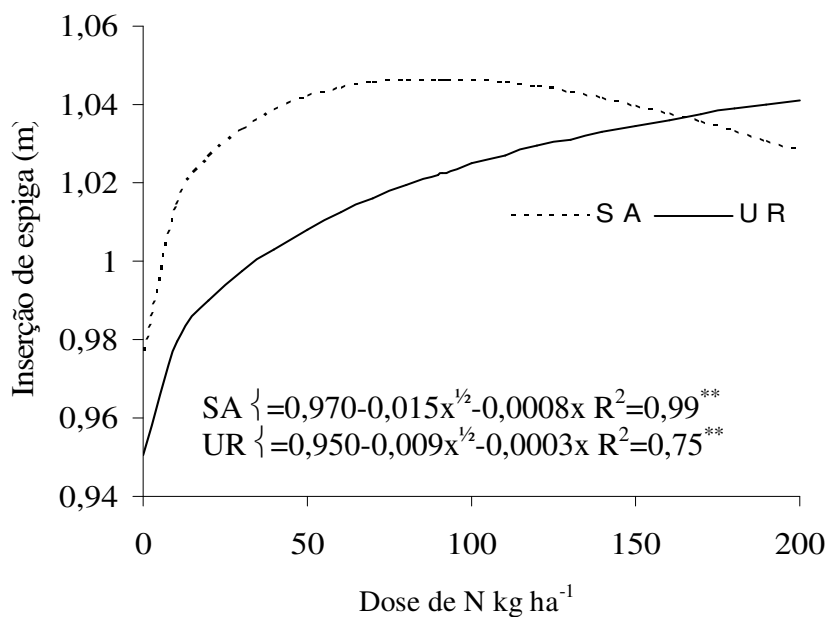


Figura 3 Inserção de espiga de milho, em função das doses e fontes de nitrogênio no sistema de plantio direto. Dourados-MS. 2001
SA= sulfato de amônio; UR= uréia

Para o diâmetro de colmo, a análise de variância foi significativa ($p < 0,05$) para dose de nitrogênio, no plantio direto e convencional (Quadros 2 e 3). Não foi atingido o máximo diâmetro de colmo para as doses testadas, nos dois sistemas de plantio (Figuras 4a e 4b). Os maiores valores médios foram de 19,1 e 19,4 mm, com a dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente, para plantio convencional e direto. Ohland (2001) encontrou diâmetro médio de 21,2 mm.

A não obtenção do ponto máximo da curva permite concluir que, nas condições do experimento, o milho seguiria respondendo a maiores doses de nitrogênio, o que pode ser atribuído a alta exigência desta gramínea ao nitrogênio. O incremento do diâmetro de colmo é favorável, uma vez que quanto maior o diâmetro do colmo maior será a tolerância da planta ao acamamento (Paterniani, 1993). O colmo, além de suportar folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva, acumulando sacarose, que, por ocasião do enchimento de grãos, ocorre translocação de fotoassimilados do colmo para os grãos (Magalhães *et al.*, 1995).

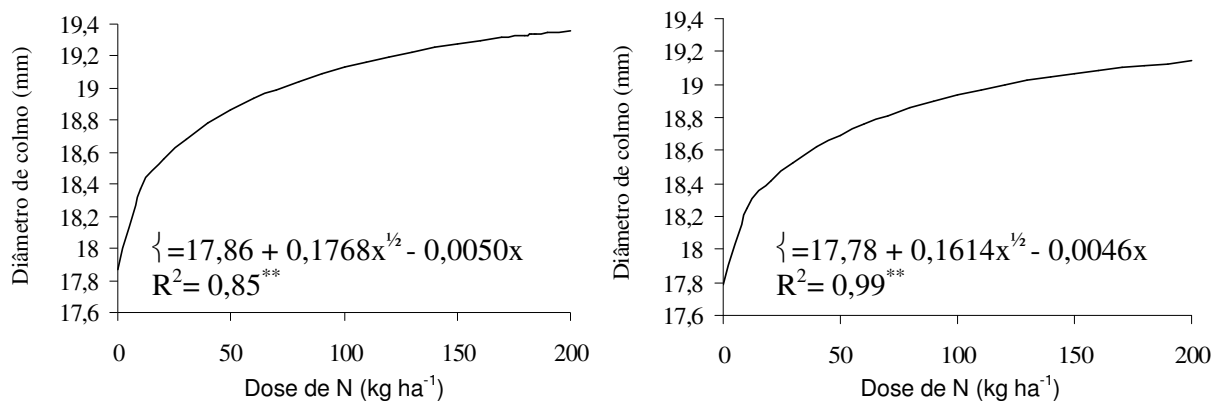


Figura 4b. Diâmetro de colmo de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

Figura 4a. Diâmetro de colmo de milho, em função das doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

4.2 Avaliação dos componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho

4.2.1 Comprimento e diâmetro de espiga

A análise de variância para comprimento e diâmetro de espiga foi significativa ($p < 0,05$) apenas para dose de nitrogênio no sistema plantio direto (Quadro 4). Estes resultados discordam de Ohland (2001), que observou diferenças significativas para comprimento e diâmetro de espigas em função das culturas antecessoras (nabo forrageiro e ervilhaca peluda). Não houve efeito significativo de dose, cultura antecessora e da interação no comprimento e diâmetro de espiga no plantio convencional. A fonte de N foi significativa apenas para o comprimento de espiga, no plantio convencional (Quadro 5).

O maior diâmetro e comprimento de espiga foi de 46,54mm e 18,12cm na dose 200 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figuras 5a e 5b).

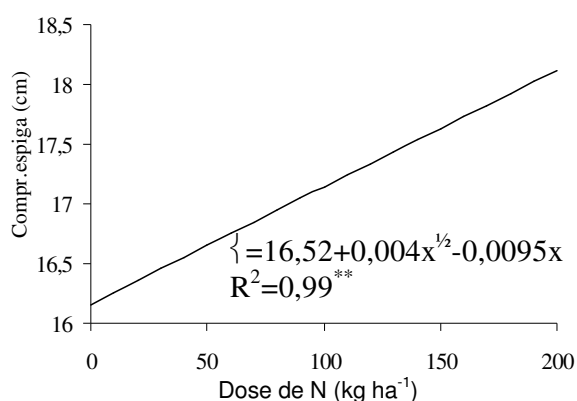


Figura-5a. Comprimento de espiga em função das doses de nitrogênio no plantio direto. Dourados-MS. 2001

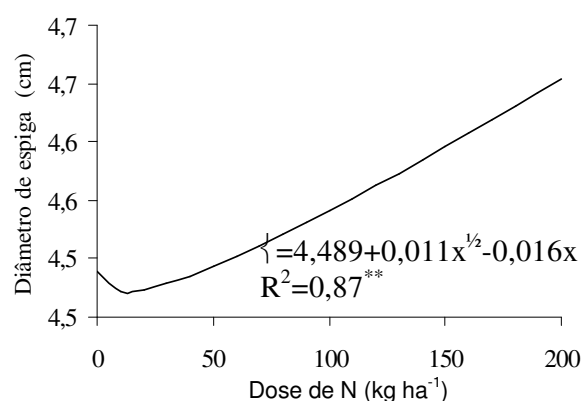


Figura-5b. Diâmetro de espiga em função das doses de nitrogênio no plantio direto. Dourados-MS. 2001

Apesar da fonte de nitrogênio ser significativa para comprimento de espigas no plantio convencional, o teste de médias ($p < 0,05$) não indicou diferença entre as médias. Possivelmente, isto se deve ao rigor do teste de Tuckey ($p < 0,05$) estabelecido para este trabalho.

Quadros 4 (no arquivo: Impressão quadros. Formato paisagem)

Quadros 5 (no arquivo: Impressão quadros. Formato paisagem)

4.2.2 Número de grãos por espiga

A análise de variância para número de grãos por espiga foi significativa ($p < 0,05$) apenas no sistema plantio direto, para a interação entre fonte e dose de nitrogênio (Quadro 4). O máximo número de grãos foi de 536 grãos por espiga com a aplicação de 200 kg ha^{-1} de sulfato de amônio (Figura 6).

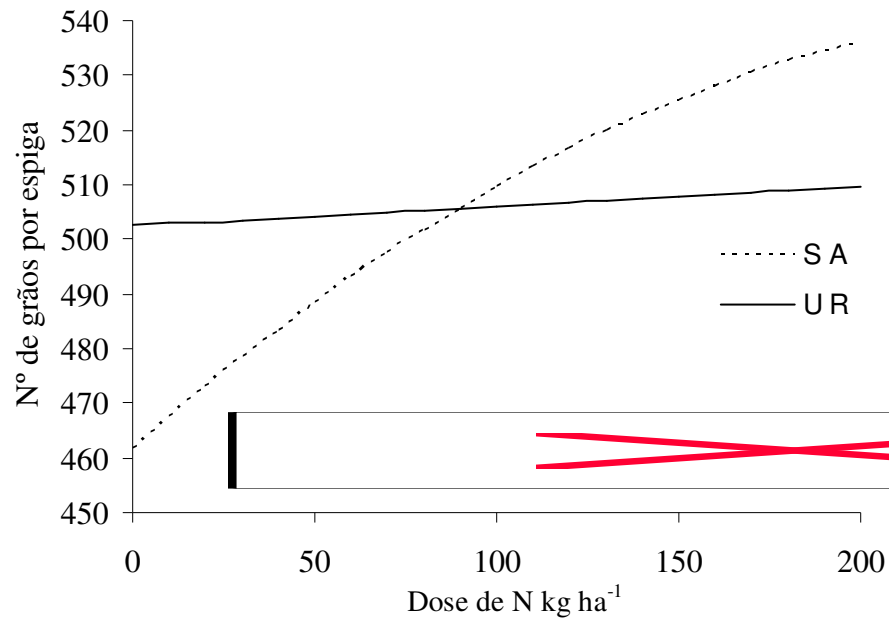


Figura-6. Número de grãos por espiga de milho, em função das doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001
SA= sulfato de amônio; UR= uréia.

O número de grãos por espiga, obtido com o uso da uréia como fonte de nitrogênio, foi maior quando comparado com sulfato de amônio até os 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 6), a partir deste ponto, maiores valores foram alcançados com o uso de sulfato de amônio. Provavelmente, isso se deve a maior volatilização da uréia quando comparada com o sulfato de amônio, reduzindo a disponibilidade de nitrogênio para a planta. Campos e Tedesco (1979) observaram maior volatilização da uréia em relação ao sulfato de amônio, sendo crescente com o aumento da dose.

Provavelmente devido ao rigor do teste de médias estabelecido, Tukey ($p < 0,05$), não houve diferença entre a média de número de grãos por espiga para as fontes testadas, dentro de cada dose de nitrogênio.

4.2.3 Índice de colheita

A análise de variância para índice de colheita foi significativa ($p < 0,05$) para a interação entre fonte e dose de nitrogênio e para interação entre fonte e cultura antecessora no plantio direto (Quadro 4). Não houve significância ($p < 0,05$) para índice de colheita, no plantio convencional (Quadro 5).

O índice de colheita do milho se ajustou a uma curva de resposta raiz quadrada em função da aplicação de sulfato de amônio (Figura 7). Não houve ajuste do índice de colheita, com aplicação de uréia, a nenhum dos modelos testados. O índice de colheita, obtido com sulfato de amônio, aumentou até 0,480 na dose de 200 kg ha⁻¹. Esses resultados discordam de Silva e Diniz Filho (2001), que não obtiveram acréscimos do índice com o aumento das doses de nitrogênio.

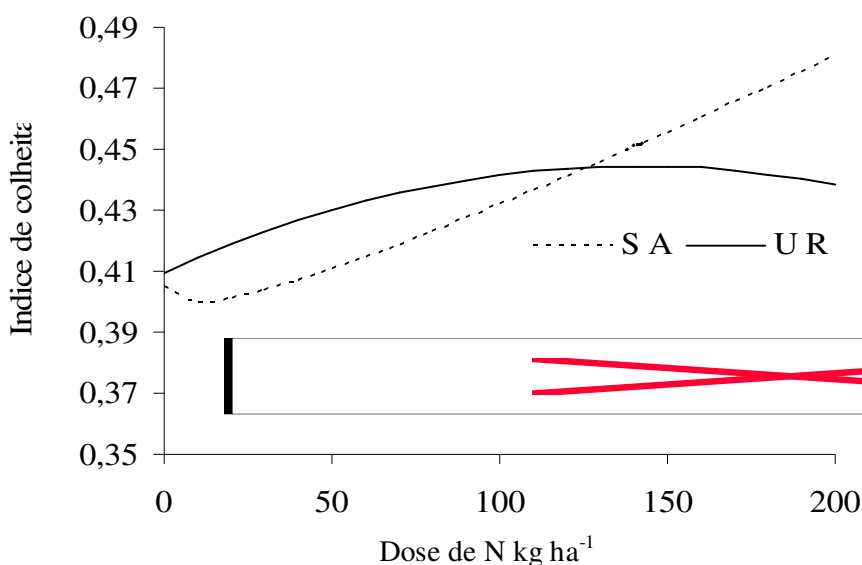


Figura 7. Índice de colheita de milho, em função das doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001
SA= sulfato de amônio; UR= uréia.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o índice máximo para a cultura do milho encontra-se próximo de 0,6, obtido em regiões de clima temperado e elevada latitude. Os menores índices foram obtidos em alguns países da África (0,10), como Quênia e Gana (0,27).

O teste de médias não mostrou diferença significativa entre as fontes dentro de cada dose, provavelmente devido ao rigor do teste estabelecido (Tukey a 5% de probabilidade). As fontes de nitrogênio somente promoveram diferença estatística no índice de colheita, quando as culturas antecessoras foram a aveia preta e o trigo, no plantio direto (Quadro 6). Maiores respostas à adubação de cobertura, no milho têm sido obtidas quando a cultura antecessora é uma gramínea, possivelmente, devido a alta relação C/N destas culturas. Para utilizar o carbono da palha da aveia e trigo, na biossíntese e como fonte de energia, os microorganismos

imobilizam nitrogênio mineral do solo diminuindo sua disponibilidade para o milho (Amado et al., 2000; Aita *et al.*, 2001).

Silva e Diniz Filho (2001), citam que o índice de colheita, na cultura do milho, sofre pequenas alterações, com a modernização da agricultura, incluindo doses mais elevadas de nitrogênio. Durante o período de 1930 a 1980, o índice de colheita nos Estados Unidos aumentou apenas de 0,45 a 0,50.

Quadro 6. Valores médios do índice de colheita em função das fontes de nitrogênio, dentro de cada cultura antecessora. Dourados-MS. 2001

Fonte de Nitrogênio	Cultura antecessora				
	Aveia preta	Trigo	Ervilhaca peluda	Nabo forrageiro	Pousio
Sulfato de amônio	0,45 a	0,42 a	0,46 a	0,43 a	0,44 a
Uréia	0,39 b	0,38 b	0,44 a	0,44 a	0,45 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

4.2.4 Produtividade

No sistema plantio direto, a análise de variância para a produtividade de milho foi significativa ($p < 0,05$) em função da interação entre doses de nitrogênio e culturas antecessoras ao milho (Quadro 4).

A produtividade máxima de milho obtida após o trigo foi de 6838 kg ha^{-1} , e após aveia preta foi 6509 kg ha^{-1} para as doses de 140 e 137 kg ha^{-1} de nitrogênio, respectivamente. O milho semeado após nabo forrageiro, pousio e ervilhaca peluda não atingiu produtividade máxima para as doses testadas (Figura 8 e Quadro 7).

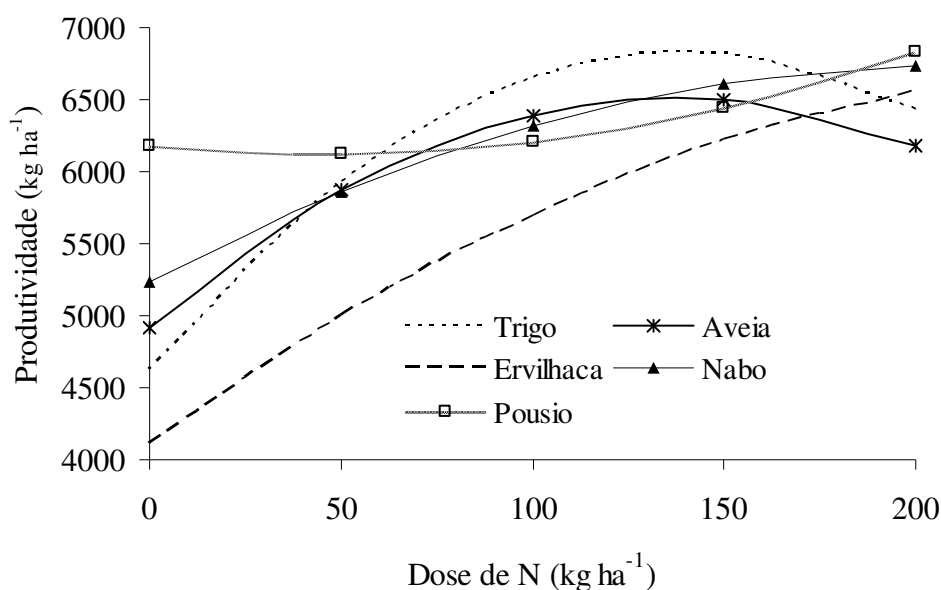


Figura 8. Produtividade do milho em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Quadro 7. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para produtividade de milho, em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Culturas Antecessoras	Equação de regressão	Coefficiente de determinação
Trigo	$\hat{y} = 4627,3 + 31,6525x - 0,1133x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
Aveia	$\hat{y} = 4922,60 + 23,1754x - 0,0846x^2$	$R^2 = 0,98^{**}$
Ervilhaca	$\hat{y} = 4109,88 + 19,559x - 0,0365x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
Nabo	$\hat{y} = 5239,5 + 14,1288x - 0,0332x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
Pousio	$\hat{y} = 6176,1 - 2,5278x + 0,0290x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$

Comparando-se a produtividade do milho após cada cultura antecessora observa-se, diferença significativa entre as médias apenas na ausência de adubação nitrogenada (Quadro 8). Na ausência de adubação nitrogenada, o milho semeado após o pousio apresentou maior produção de grãos (6177 kg ha^{-1}) que cultivado sobre as demais culturas antecessoras, sendo 15%, 21%, 25% e 34% superior ao milho após o nabo forrageiro, aveia preta, trigo e ervilhaca peluda, respectivamente. A área sob pousio foi a única que incluiu soja no sistema de rotação (pousio/milho/soja/pousio/milho).

Gallo *et al.* (1981) obtiveram incremento de 42% na produção de milho na ausência de adubação nitrogenada, após quatro anos de cultivo de soja antecedendo o milho. Silveira e Stone (2001) observaram que os sistemas de rotação de culturas que incluíram soja propiciaram maiores valores de pH, cálcio e magnésio trocáveis e os menores de alumínio trocável, enquanto, Mascarenhas *et al.* (1993) obtiveram maiores produtividades de milho nos sistemas de sucessão de culturas que envolviam soja.

Quadro 8. Produtividade de grãos de milho em função das culturas antecessoras dentro de cada dose, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Doses de Nitrogênio	Culturas antecessoras				
	Trigo	Aveia Preta	Ervilhaca Peluda	Nabo forrageiro	Pousio
	-----kg ha ⁻¹ -----				
0	4612 bc	4884 bc	4069 c	5258 ab	6177 a
50	5967 a	5972 a	5106 a	5812 a	6102 a
100	6431 a	6187 a	5618 a	6358 a	6219 a
200	6629 a	6317 a	6574 a	6731 a	6823 a
Média	5909	5840	5117	6039	6330

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A boa produtividade do milho após nabo forrageiro, na ausência de adubação nitrogenada, pode ser atribuída à sua capacidade de incorporar nutrientes, especialmente

nitrogênio, em sua biomassa, quando comparado às demais culturas antecessoras (Hernani *et al.*, 1995).

Apesar da ervilhaca peluda ter produzido menos da metade de matéria seca da aveia preta, sendo de 2390 kg ha⁻¹ e 4910 kg ha⁻¹, respectivamente, a produtividade do milho em sucessão a estas culturas, não diferiu significativamente (Quadro 8). Aita *et al.* (1997) verificaram que, apesar da maior produção de matéria seca obtida pela aveia preta, o teor de nitrogênio na planta foi menor em relação à encontrada na leguminosa.

Discordando destes resultados, Amado *et al.* (1999) e Gonçalves e Ceretta (1999), obtiveram, no sul do Brasil, maior produção de matéria seca da ervilhaca peluda e maior produtividade do milho em sucessão, quando comparado à sucessão com aveia preta. Este comportamento diferenciado pode ser explicado pelas condições edafoclimáticas específicas de cada região.

As menores produtividades de grãos, na ausência de adubação nitrogenada, foram obtidas pelo milho em sucessão à aveia preta, trigo e ervilhaca peluda. A maior resposta do milho à adubação nitrogenada, quando em sucessão ao trigo e à aveia preta, provavelmente ocorreu devido à maior relação C/N da gramínea, 45 para aveia preta, quando comparada à leguminosa, 15 para ervilhaca (Amado *et al.*, 2000). No início do processo de decomposição de plantas de cobertura com elevada relação C/N, ocorre alta imobilização de nitrogênio no solo e redução da disponibilidade de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão, sendo necessária maior dose de nitrogênio para uma maior produção.

Fatores inerentes à matéria orgânica do solo, como relação C/N, agregação e composição qualitativa, devem ser considerados, na adoção do sistema de sucessão de culturas, pois são fatores que interferem na composição microbiana (Vasconcellos *et al.*, 1998), e de acordo com Mercante (2001), quantidade e atividade da biomassa microbiana sob diferentes sistemas de manejo determinam a intensidade com que os processos bioquímicos acontecem.

No plantio convencional, houve efeito de doses de nitrogênio e da interação entre fontes de nitrogênio e culturas antecessoras na produtividade de milho (Quadro 5). A produtividade máxima do milho não foi obtida com as doses de nitrogênio utilizadas neste estudo (Figura 9).

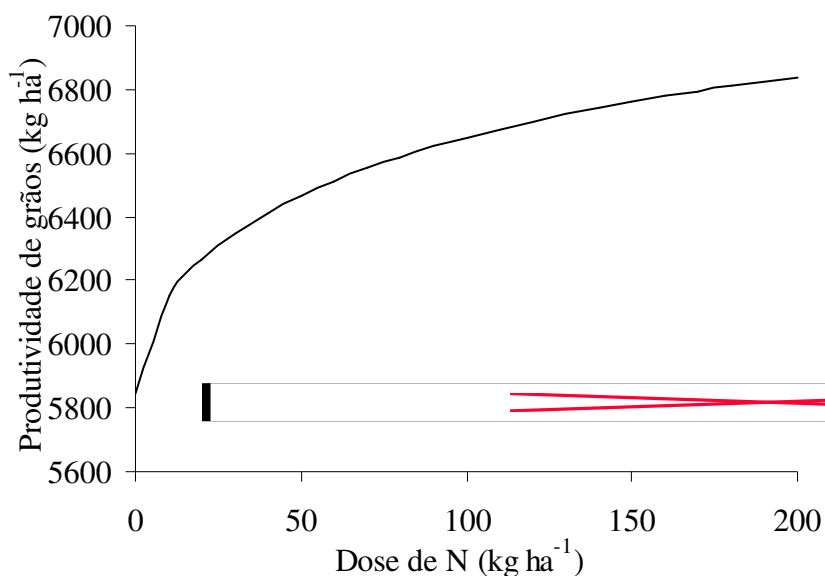


Figura 9. Produtividade do milho em função das doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

O maior acréscimo na produção (9%) foi obtido com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo que o aumento na dose de nitrogênio proporcionou uma produção 5% e 4% superior, para as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente.

Esse pequeno incremento na produção, com o aumento da adubação nitrogenada, é explicado pela maior velocidade de decomposição da cultura de inverno, e mineralização do nitrogênio, sendo consequência do efeito do preparo do solo na incorporação e fracionamento físico dos resíduos, que permite maior contato solo-resíduos, associado com o aumento da aeração, fatores estes que interagem, favorecendo maior atividade biológica (Amado *et al.*, 2000). Desta forma, possivelmente o manejo das culturas possibilitou um residual de nitrogênio no solo, que fez com que a resposta à adubação mineral não fosse muito importante.

A maior produtividade obtida no plantio convencional foi de 6837 kg ha⁻¹, com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio e a menor de 5860 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na ausência de adubação nitrogenada.

Apesar do efeito significativo da interação entre fontes e culturas antecessoras, no plantio convencional, sobre a produtividade de grãos de milho (Quadro 5), o teste de Tukey ($p < 0,05$) não detectou diferenças significativas entre as médias de produtividade, possivelmente, devido ao rigor do teste de médias estabelecido.

A produtividade de grãos obtida no sistema plantio direto (6019 kg ha⁻¹) e convencional (6574 kg ha⁻¹), foi superior à média do Brasil, 3697 kg ha⁻¹, e do Estado de

Mato Grosso do Sul, 5607 kg ha⁻¹ (IBGE, 2003). Isso é possível devido à adequada fertilidade do solo da área experimental e das condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura. A matéria orgânica do solo é considerada adequada para ambos os sistemas de preparo, refletindo em adequada capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação de bases (Quadro 1). Os níveis de fósforo no solo da área experimental encontram-se em níveis adequados, o potássio encontra-se em níveis médios e o cálcio é adequado (Alvarez *et al.*, 1999; Fancelli e Dourado Neto, 2000).

O valor médio do pH (CaCl₂) do solo, 5,1 no plantio convencional, e 4,9 no plantio direto, é classificado como médio. O nível de Al no solo é baixo sob diferentes sucessões (Van Raij, 1991; Malavolta e Kliemann, 1985). Possivelmente essas propriedades químicas contribuíram para produtividades mais acima da média do Estado e do Brasil.

A precipitação durante o ciclo da cultura do milho foi de 857,5 mm, estando dentro do recomendado pela literatura (Sans e Santana, 2003; Fancelli e Dourado Neto, 2000) para que se tenha um desenvolvimento favorável da cultura.

4.2.5 Massa de 1000 grãos

A análise de variância para massa de 1000 grãos foi significativa ($p < 0,05$) para a interação entre doses de nitrogênio e culturas antecessoras, no sistema plantio direto (Quadro 4). No plantio convencional, apenas as doses de nitrogênio promoveram acréscimos significativos na massa de 1000 grãos (Quadro 5).

No sistema plantio direto, o modelo quadrático ajustou-se à massa de 1000 grãos na sucessão aveia preta/milho, no entanto, para as doses testadas, a resposta à aplicação de nitrogênio ficou na porção linear da curva (Figura 10 e Quadro 9). Vários autores têm afirmado sobre a necessidade de doses mais elevadas de nitrogênio no milho em sucessão a aveia preta, devido à alta relação C/N desta gramínea, que, quando do seu manejo, decorre alta imobilização de nitrogênio no solo para sua decomposição, com conseqüente redução da disponibilidade de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão (Gonçalves e Ceretta, 1999; Aita *et al.* 2001; Amado *et al.*, 2000). A máxima massa de 1000 grãos foi obtida para o milho em sucessão ao trigo, sendo de 291 gramas com a aplicação de 168 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para o milho em sucessão as demais culturas testadas, não se obteve ponto de máxima nas doses estudadas.

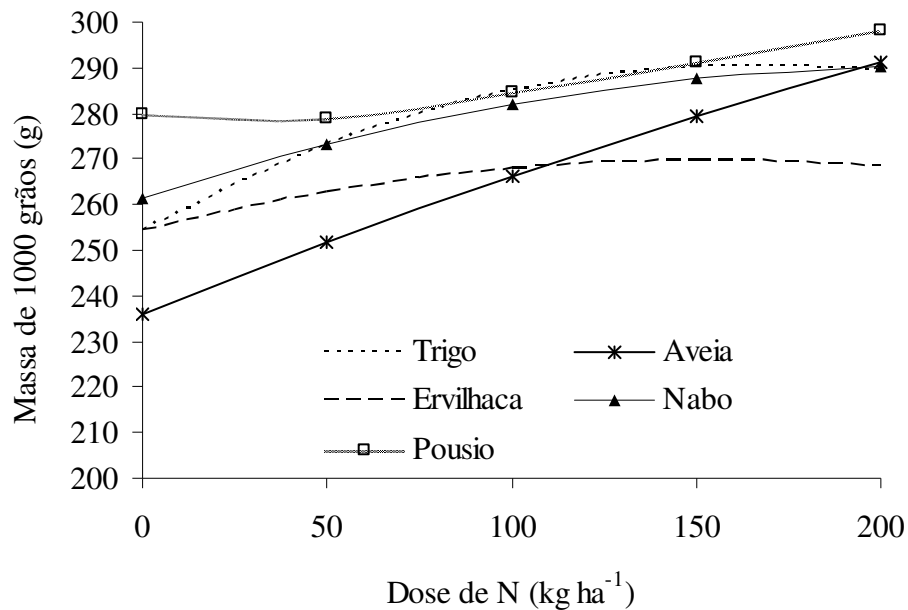


Figura 10. Massa de 1000 grãos de milho em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Quadro 9 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para massa de 1000 grãos de milho, em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001.

Culturas Antecessoras	Equação de regressão	Coefficiente de determinação
Trigo	$\hat{y} = 254,510 + 0,4363x - 0,00131x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
Aveia	$\hat{y} = 236,083 + 0,3285x - 0,00027x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
Ervilhaca	$\hat{y} = 254,310 + 0,2008x - 0,00065x^2$	$R^2 = 0,88^{**}$
Nabo	$\hat{y} = 261,330 + 0,2705x - 0,00063x^2$	$R^2 = 0,82^{**}$
Pousio	$\hat{y} = 279,977 - 1,5446x^{1/2} + 0,20082x$	$R^2 = 0,82^{**}$

Houve diferenças no efeito das culturas antecessoras na massa de 1000 grãos apenas na ausência de adubação nitrogenada (Quadro 10). Os maiores valores foram obtidos pelo milho semeado em sucessão ao pousio, apesar de não diferir estatisticamente dos sistemas com nabo forrageiro, ervilhaca peluda e trigo, para todas as doses testadas. O milho semeado após pousio, diferiu apenas do milho em sucessão à aveia preta, na ausência de adubação nitrogenada, que apresentou a menor massa de 1000 grãos.

A resposta na massa de 1000 grãos com o aumento das doses de nitrogênio no milho, após ervilhaca peluda e pousio, foram de pouca expressão (Figura 10 e Quadro 9). Estes dados concordam com Ohland (2001), que não observou incrementos na massa de grãos com o aumento das doses de nitrogênio para milho em sucessão à ervilhaca peluda.

Quadro 10. Massa de 1000 grãos em função das culturas antecessoras dentro de cada dose, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Doses de Nitrogênio	Culturas antecessoras				
	Trigo	Aveia Preta	Ervilhaca Peluda	Nabo forrageiro	Pousio
	-----gramas-----				
0	254 ab	236 b	255 ab	264 ab	281 a
50	273 a	251 a	260 a	266 a	275 a
100	285 a	267 a	270 a	288 a	290 a
200	290 a	291 a	268 a	289 a	297 a

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

No plantio convencional, houve efeito significativo apenas de doses para massa de 1000 grãos. A massa máxima foi de 288,8 gramas na dose de 170 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 11).

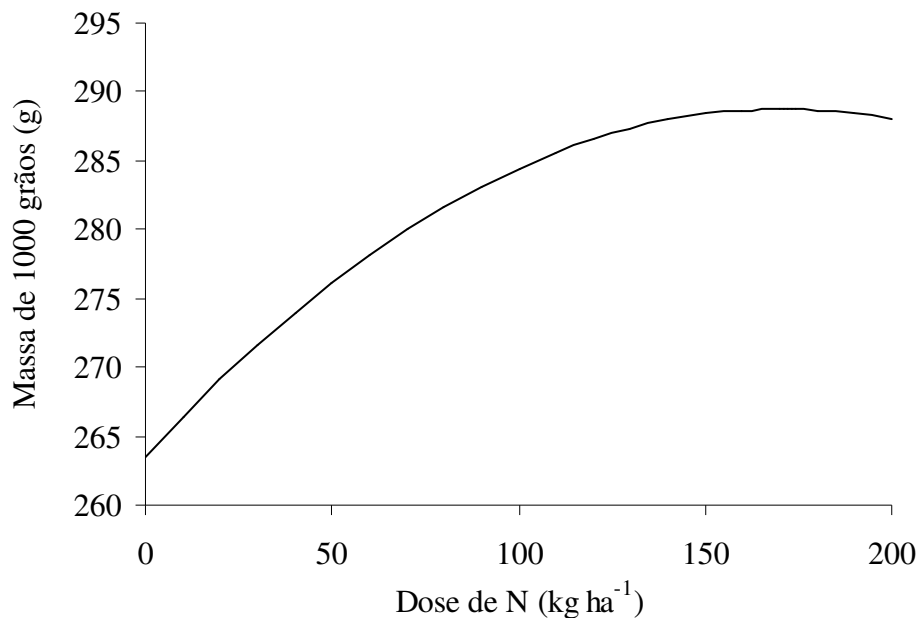


Figura 11. Massa de 1000 grãos, em função das doses de nitrogênio, no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

Esses resultados concordam com Silva *et al.* (2000) e Silva *et al.* (2001). De acordo com Paschoalick (1998), a massa de 1000 grãos é um importante componente do rendimento de grãos na cultura do milho, desta forma é possível obter uma resposta desta característica a aplicação da adubação nitrogenada.

4.2.6 Teor de nitrogênio foliar

A análise de variância foi significativa ($p < 0,05$), para teor de nitrogênio nas folhas de milho em função da interação entre culturas antecessoras e doses de nitrogênio, entre fontes

de nitrogênio e culturas antecessoras e entre fontes e doses de nitrogênio no sistema plantio direto (Quadro 4). Já para o sistema de plantio convencional, a análise de variância foi significativa ($p < 0,05$) para teor de nitrogênio foliar em função das culturas antecessoras e das doses de nitrogênio (Quadro 5).

O teor foliar máximo foi atingido pelo milho em sucessão à aveia preta ($27,4 \text{ g kg}^{-1}$) e pousio ($29,6 \text{ g kg}^{-1}$), quando foram aplicados $150,1$ e $169,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, respectivamente. O máximo teor de nitrogênio foliar, não foi atingido para ao milho em sucessão ao trigo, ervilhaca peluda e nabo forrageiro, nas doses testadas (Figura 12 e Quadro 11).

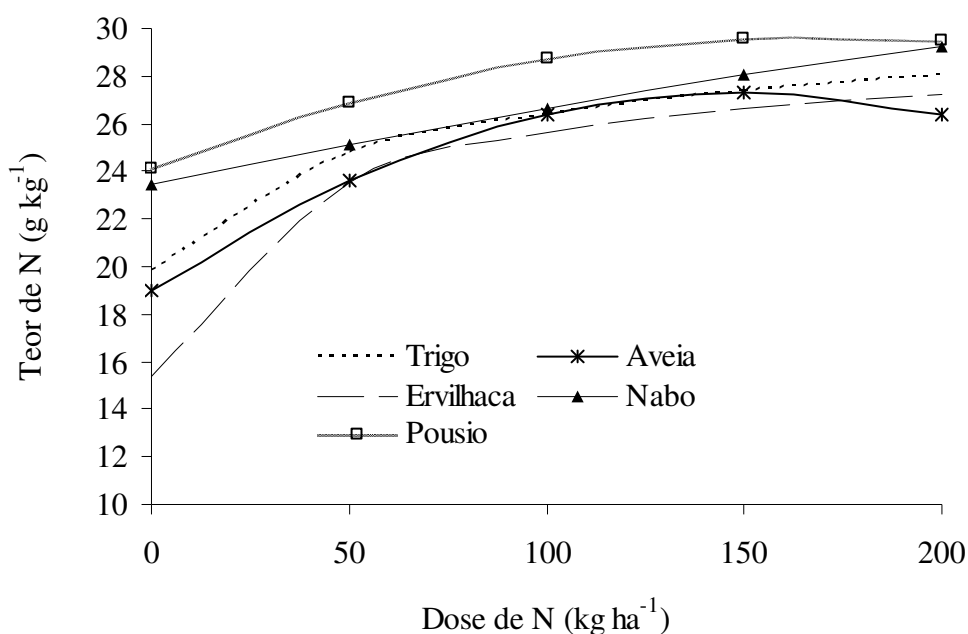


Figura 12. Teor de nitrogênio foliar do milho, em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Quadro 11 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para teor de nitrogênio foliar do milho, em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Culturas Antecessoras	Equação de regressão	Coefficiente de determinação
Trigo	$\{ = 19,799 + 0,8333x^{1/2} - 0,017535x$	$R^2 = 0,69^{**}$
Aveia	$\{ = 19,011 + 0,1111x - 0,00037x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
Ervilhaca	$\{ = 15,405 + 1,4599x^{1/2} - 0,044x$	$R^2 = 0,98^{**}$
Nabo	$\{ = 23,443 + 0,035x - 0,000027x^2$	$R^2 = 0,97^{**}$
Pousio	$\{ = 24,114 + 0,065x - 0,000192x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$

Neste estudo, os teores de nitrogênio foliar variaram de 15,5 a 29,5 g kg⁻¹ em função das culturas antecessoras e doses de nitrogênio, enquanto Ohland (2001), obteve valores que variaram de 19,9 a 28,2 g kg⁻¹ para o mesmo híbrido em estudo.

Jones e Eck (1973), citados por Teixeira *et al.* (1994), afirmam que a concentração total de nitrogênio na folha entre 25,0 e 40,0 g kg⁻¹, são indicadores de um adequado suprimento de nitrogênio para o milho. Segundo Malavolta *et al.* (1997), os teores foliares adequados estão entre 27,5 e 32,5 g kg⁻¹. Teores menores podem ser explicados pela variação dos tetos de produtividade obtidos e híbridos estudados (Teixeira *et al.* 1994).

Não houve diferença no teor de nitrogênio foliar do milho semeado após nabo forrageiro e pousio para todas as doses testadas e, na ausência de adubação nitrogenada, o maior teor foi observado no pousio sendo superior em 2%, 22%, 28% e 35% para nabo forrageiro, aveia preta, trigo e ervilhaca peluda, respectivamente (Quadro 12).

Quadro 12. Teor de nitrogênio foliar do milho, em função das culturas antecessoras, dentro de cada dose de nitrogênio. Dourados-MS. 2001

Doses de Nitrogênio	Culturas antecessoras				
	Trigo	Aveia Preta	Ervilhaca Peluda	Nabo Forrageiro	Pousio
	----- (g kg ⁻¹) -----				
0	17,3 bc	18,9 b	15,5 c	23,6 a	24,1 a
50	23,1 b	24,0 ab	22,9 b	24,6 ab	26,9 a
100	26,8 a	26,1 a	26,4 a	27,0 a	28,8 a
200	27,4 a	26,4 a	27,0 a	29,2 a	29,5 a

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O teor de nitrogênio foliar observado no milho após o pousio foi inferior ao encontrado por Gallo *et al.*(1981) que obteve teores de 27,2 g kg⁻¹ na ausência de adubação nitrogenada, em milho em sucessão a soja.

No plantio convencional, houve efeito de doses de nitrogênio e culturas antecessora sobre o teor de nitrogênio foliar (Quadro 5). O maior teor foi de 29,0 g kg⁻¹ com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 13). Apesar do teste F ser significativo (p<0,05) para efeito da cultura antecessora sobre o teor de N foliar, o teste de médias não detectou diferença entre as médias. Isso é possível devido ao rigor do teste de Tukey (p<0,05) estabelecido para este experimento.

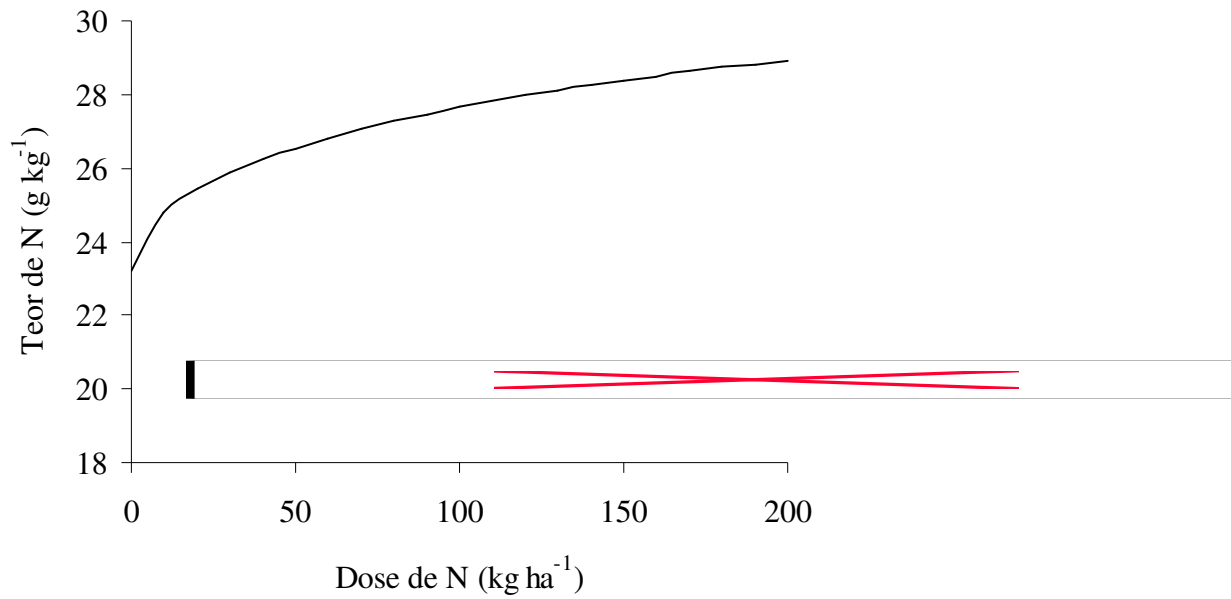


Figura 13. Teor de nitrogênio foliar do milho em função das doses de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

Os incrementos no teor de nitrogênio foliar da planta foi pouco acentuado com as crescentes doses de nitrogênio (Figura 13), e de acordo com Bataglia e Dechen (1986) é possível obter um menor incremento no teor de nitrogênio foliar com os acréscimos na adubação nitrogenada, quando o nível de nitrogênio no solo é adequado para o desenvolvimento da cultura.

Os incrementos no teor de nitrogênio foliar do milho, foram menores com o aumento da dose de uréia, quando comparado a aplicação de sulfato de amônio, indicando que o aumento da dose de uréia foi pouco eficiente em aumentar o teor de nitrogênio foliar (Figura 14). É possível que com o aumento da dose de uréia também aumentem as perdas de nitrogênio por volatilização (Campos e Tedesco, 1979).

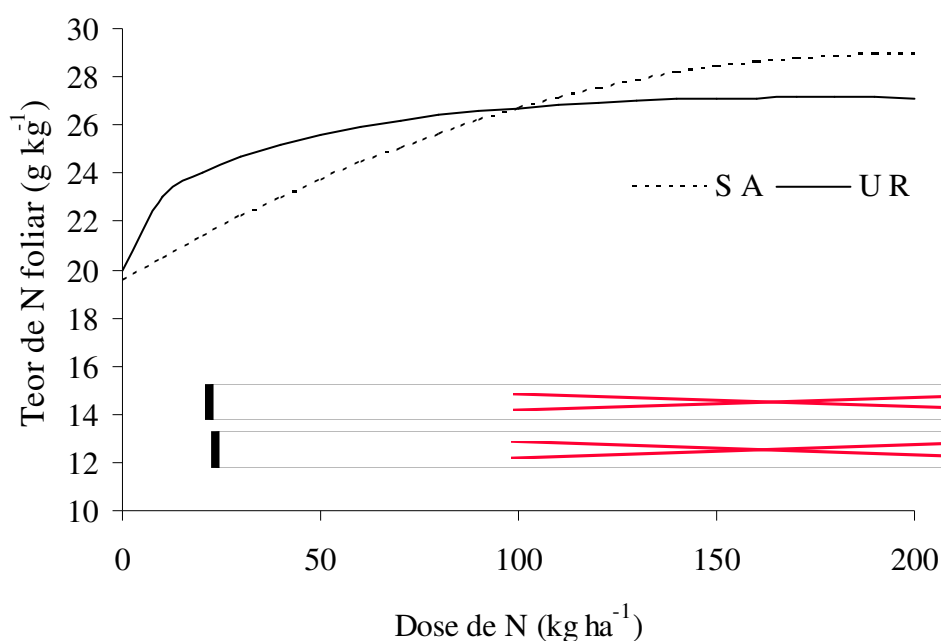


Figura-14. Teor de nitrogênio foliar do milho, em função das fontes e doses de nitrogênio, no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Apesar da análise de variância ser significativa ($p < 0,05$) para a interação entre fontes e culturas antecessoras no sistema plantio direto (Quadro 4), o teste de médias não detectou diferença no teor de nitrogênio foliar do milho adubado com sulfato de amônio e com uréia. Provavelmente, o rigor do teste de médias estabelecido para esta pesquisa não discriminou possíveis diferenças.

5 Estudo de correlações

No estudo das correlações, observa-se correlação positiva entre as variáveis altura de plantas e inserção de espigas no sistema sob plantio convencional e direto, e entre altura de plantas e diâmetro de colmo no plantio convencional (Quadro 13). Esse resultado era esperado, uma vez que acréscimos na altura de plantas refletem na aumento na inserção de espigas. A correlação entre diâmetro de colmo e altura de plantas foi relatada por Pereira Filho e Cruz (2003), que afirmam que plantas mais altas devido à alta densidade de plantio tende a ter uma redução no diâmetro do colmo.

A correlação entre produtividade de grãos de milho e comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, massa de 1000 grãos e teor de nitrogênio foliar, no sistema de plantio convencional foi positiva (Quadro 13) confirmando que estes componentes podem ser importantes sobre a produtividade da cultura. Fancelli e Dourado Neto (2000)

ressaltaram a importância do diâmetro de colmo, número de grãos e comprimento de espiga na produtividade do milho.

No plantio direto houve uma correlação positiva e significativa entre massa de 1000 grãos, teor de nitrogênio foliar, diâmetro de espiga e de colmo com a produtividade de grãos.

Quadro 13. Coeficientes de correlação de Pearson para componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho, no sistema plantio direto e convencional. Dourados-MS. 2001

Variável	Plantio direto	Plantio convencional
Comprimento de espigas X Produtividade de grãos	0,28 ^{ns}	0,48 ^{**}
Diâmetro de espigas X Produtividade de grãos	0,38 [*]	0,35 ^{**}
Nº de grãos por espiga X Produtividade de grãos	0,25 ^{ns}	0,46 ^{**}
Índice de colheita X Produtividade de grãos	-0,01 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
Massa de 1000 grãos X Produtividade de grãos	0,49 ^{**}	0,48 ^{**}
Teor de nitrogênio foliar X Produtividade de grãos	0,50 ^{**}	0,50 ^{**}
Diâmetro de colmo X Produtividade de grãos	0,58 ^{**}	0,38 ^{**}

**significativo pelo teste t (p<0,01), *significativo pelo teste t (p<0,05), (ns) não significativo

6 CONCLUSÕES

A produtividade do milho, no sistema plantio direto, foi influenciada pelas culturas antecessoras, ervilhaca peluda, aveia preta, trigo e nabo forrageiro, na ausência de adubação nitrogenada;

O teor de nitrogênio na folha do milho, em função das culturas antecessoras e das doses de nitrogênio, cultivado no sistema plantio direto, variou apenas na ausência de adubação nitrogenada e com o uso de 50 kg ha^{-1} de nitrogênio;

Os componentes de produção do milho, sob plantio convencional, não foram influenciadas pelas culturas antecessoras e fontes de nitrogênio;

As características morfológicas e componentes de produção do milho não foram influenciadas pelas fontes de nitrogênio utilizadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D.; FERREIRA, F. B.; STOCH, G.; FERNANDES, F. F.; PINTO, J. J. O. Adaptação de espécies utilizadas para cobertura de solo no sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 1, p. 47-52. Jan.-abr. 2000.

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p.157-165, 2001.

ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: 1985, 468p.

ALVARES, V. V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO, C.A.; SOUZA, R.B. de. Uso de gesso agrícola. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.67-78.

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

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V.& BAYER, C. Culturas de cobertura acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23,n. 3, p. 679-686,1999.

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

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fonte de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189,2001.

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

ARIAS, E. R. A.; OLIVEIRA, M. D. X. de; ARIAS, S. M. S. **Avaliação de cultivares de milho no estado do Mato Grosso do Sul: resultados do ano agrícola 1996/97**. Campo Grande: Empaer-MS, 1997. 40p.

BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. de; PITTA, G. V. E. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1983, 44p. (Documento 3)

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: DECHEN, A. R. & CARMELLO, Q. A. de C. **Simpósio avançado de química e fertilidade do solo**, 1, Piracicaba, 1986. Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.1-179.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T. & CANTARELLA, H. (ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 63-131

CABEZAS, W. A. R. L.; KORNDONFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho: I Efeito da irrigação e da substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 481-487, 1997a.

CABEZAS, W. A. R. L.; KORNDONFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho: I Avaliação de fontes sólidas e fluidas no sistema plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 489-496, 1997b.

CABEZAS, W. A. R. L.; Uréia aplicada na superfície do solo: péssimo negócio! **Revista Plantio Direto**, Passo fundo, n. 53, p. 21-24, Setembro/outubro, 1999.

CAMPOS, A. X. de; TEDESCO, M. J. Eficiência da uréia e do sulfato de amônio na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, RS, v.15, n.1, p. 119-125, 1979.

CANTARELLA, H.; SILVA, N. M. da; FURLANI, P.R.; WUTKE, Q.C.P.; TOLEDO, S.V. de; GALLO, P. B.; VILLELA, O. V.; QUAGGIO, J. A.; BERTON, R. S. Avaliação agrônômica de fertilizantes nitrogenados. In: GOEDERT, W. J.; FILHO, F. A. D. **Relatório bienal**. Brasília: Embrapa-Petrobrás, 1988. p. 33-48.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L. T. & CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**; Piracicaba: Potafós, 1993. 301 p.

CARVALHO, A. M. de; CARNEIRO, R. G.; AMABILE, R. F.; SPERA, S. T.; DAMASCO, F. H. M. **Adubos verdes: efeitos no rendimento e no nitrogênio do milho em plantio direto e convencional**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 20 p. (Boletim de Pesquisa, n. 7)

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA, A. F.C.F.; GUEDES, G.A. Comparação de fontes de fertilizantes nitrogenados. In: **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1991. p. 62-63.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. Cultivo do milho: nutrição e adubação. <site> <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/feraduba.htm> .Acesso em: 4 nov. 2003.

DECHEN, S. C.; LOMBARDE NETO, F.; CASTRO, O. M. de Gramíneas e leguminosas e seus aspectos culturais no controle da erosão em Latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 5, n. 2, p. 133-137, 1981.

DERPSCH, R. **Controle de Erosão do Paraná, Brasil. Sistemas de Cobertura do Solo, Plantio Direto e Plantio Convencional**. Londrina: IAPAR, 1991. 269 p.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para a cobertura de inverno**. Londrina-PR. IAPAR, 1992. (Circular Técnica n. 2)

DUARTE, J. de O. Cultivo do milho: introdução e importância econômica. Disponível em:<site> <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/importancia.htm>. Acesso em: 3 nov. 2003.

FANCELLI, A.L. **Plantas Alimentícias: “guia para estudos e discussão”**. Piracicaba: ESALQ – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 1996. 131 p.

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

FEBRAPD - Federação Brasileira de Plantio Direto. Disponível em:<site> <http://www.febrapdp.org.br>. Acesso em: 3 nov. 2003.

FLOSS, E.L.; Benefícios da biomassa da aveia. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.57, p. 25-29, maio/junho 2000.

FREIXO, A. A.; CANELLAS, L. P.; MACHADO, P. L. O. A. Propriedades espectrais da matéria orgânica Leve-Livre e Leve Intra-Agregado de dois Latossolos sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.26, n.2, p. 445-453, 2002.

GALLO, P. B.; LAVORENTI, A.; SAWAZAKI, E.; HIROCE, R. MASCARENHAS, H. A. A. Efeitos de cultivos anteriores de soja na produção e no teor de nitrogênio das folhas e dos grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.5, n.1, p. 64-67, 1981.

GASSEN, D. A palha e as pragas desafiam o plantio direto nos cerrados. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.57, p.22-23, maio/junho 2000.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 307-313, 1999.

HERNANI, L. C.; ENDREA, V. C.; PITOL, C.; SALTON, J. C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93p. (Documentos 4)

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo em Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 667-676, 1997.

IBGE Produtividade média de milho no Brasil e Mato Grosso do Sul, no ano de 2002. Comunicação pessoal. Consultado em 4 jan. 2003a.

IBGE Censo agropecuário 1996. Disponível em:<site> <http://www.sidra.ibge.gov.br> . Acesso em 25 nov. 2003b.

LEVIEN, R. & COGO, N. P. Erosão na cultura do milho em sucessão a aveia preta e pousio descoberto, em preparo convencional e plantio direto, com tração animal e tratorizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 683-692, 2001.

MACHADO, L. A. Z. **Aveia:** forragem e cobertura do solo. Dourados: Embrapa Agropecuária do Oeste. 16 p. 2000. (Coleção Sistema Plantio Direto n. 3)

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27p. (Circular técnica n. 20).

MALAVOLTA, E. & KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado.** Piracicaba: POTAFÓS, 1985. 136p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. de **Avaliação do estado nutricional da plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MAR, G.D.do. **Efeito de doses e épocas de aplicação de uréia no milho safrinha.** Dourados, 2001. 66 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Dourados.

MASCARENHAS, H. A. A.; NAGAI, V.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; TANAKA, R. T. Sistema de rotação de culturas de milho, algodão e soja e seu efeito sobre a produtividade. **Bragantia**, v.52, n. 1, p. 53-61, 1993.

MEDEIROS, G. B. de; CALEGARI, A., GADÊNCIO, C. Rotação de culturas. In: **Manual Técnico do Subprograma de Manejo e Conservação do Solo.** Paraná: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Curitiba, 1994. 372 p.

MELO FILHO, G. A. de; RICHETTI, A. **Estimativa do custo de produção do milho 1º safra, 2002/03, para o Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados. Out./2002. (Comunicado Técnico 57)

MERCANTE, F. M. **Os microorganismos do solo e a dinâmica da matéria orgânica em sistema de produção de grãos e pastagem.** Dourados: Embrapa Agropecuária do Oeste, Dez/2001. Coleção Sistema Plantio Direto, 5.

MURAOKA, T.; Efeito de fontes de nitrogênio na absorção de fósforo pelo trigo. **Energia Nuclear e Agricultura**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 31-40, 1983.

OHLAND, R.A.A. **Adubos verdes e nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto.** Dourados, 2001. 41 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Dourados.

OLIVEIRA, M. D. X. & ARIAS, E. R. A. **Produtividade média de grãos e outras características agrônômicas das cultivares de milho recomendadas para o ano agrícola 1991/1992 em Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: Empaer, fev./92, p.1-7. (Comunicado técnico n.13).

OLIVEIRA, E. F. de; BALBINO, L. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio aplicados em cobertura nas culturas de trigo, milho e algodão.** Cascavel: OCEPAR/SN- Centro de Pesquisa, 1995. p.1-39. (OCEPAR. Resultados de Pesquisa, 1/95)

PASCHOALICK, H. N. dos S.; **Efeito da época de aplicação de nitrogênio na produção, teor de óleo e na qualidade protéica de cultivares de milho (*Zea mays* L.) normal e QPM.** Jaboticabal, 1998. 107 f. (Dissertação Mestrado)-Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal.

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

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Cultivo do milho: plantio. Disponível em:<site> <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/plantespaca.htm>. Acesso em: 1º nov. 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** São Paulo: USP/ESALQ, 1985. 467p.

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

RIBEIRO JR., J. I. **Análises Estatísticas no SAEG.** 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2001. 301p.

SÁ, J. C. de M. Sistema de produção de milho visando alta produtividade na região dos campos gerais no centro sul do Paraná. In: BÜLL, L. T. & CANTARELLA, H.; **Cultura do milho:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 63-115.

SALTON, J.; HERNANI, L.C.; ZANONI, C.F. **Sistema de Plantio Direto:** o produtor pergunta a Embrapa responde. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 248p. (Coleção 500 Perguntas e 500 Respostas)

SANS, L. M. A. & SANTANA, D. P. Cultivo do milho: clima e solo. Disponível em:<site> <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/clima.htm> .Acesso em: 1º nov. 2003.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Efeitos de culturas de inverno sobre rendimentos de grãos e sobre a estatura de plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 729-735,1991.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; PÖTTKER, D. **Culturas de inverno para o plantio direto no Sul do Brasil.** Passo Fundo: EMBRAOA- CNTP, 1990. 24p. (Circular técnica n.3).

SILVA, F. S. da; SILVA, G. P.; BATISTA, M. P.; ASSIS, R. L. de Produtividade da cultura do milho (*Zea mays*) e da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre diferentes coberturas de

inverno no sistema plantio direto, no município de Rio Verde- GO. **Revista Plantio Direto** Passo Fundo, n.53, setembro/outubro, p. 25, 1999.

SILVA, P. S. L.; DINIZ FILHO, E. T. Resposta do milho a seleção massal estratificada e a doses de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 279, p. 551-564, 2001.

SILVA e LIMA, P. S.; DINIZ FILHO, E. T.; GRANGEIRO, L. C.; DUARTE, S. R. Efeitos de níveis de nitrogênio e da aplicação de Deltametrina sobre o rendimento de espigas verdes e grãos de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 269, p. 75-87, 2000.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 387-394, 2001.

TEIXEIRA, T. A. J.; TESTA, V. M.; MIEMICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 207-214, 1994.

TEIXEIRA, M. R. O. *et al.* **Workshop sobre qualidade do milho**. Dourados: EMBRAPA-CPAO,1997. 40p

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, POTAFÓS, p.343, 1991

VASCONCELLOS, C. A.; FIGUEIREDO, A. P. H. D.; FRANÇA, G. E. de; COELHO, A. M.; BRESSAN, W. Manejo do solo e a atividade microbiana em Latossolo Vermelho-Escuro na região de Sete Lagoas-MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1897-1905,1998.

VITTI, G. C.; TAVARES, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; COSTA, M. C. G. Influência da mistura de sulfato de amônio com uréia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 663-671, 2002.

VOLK, G. M. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf on base soils. **Agron. J.**, 51:746-749, 1959

WHIETHÖLTER, S.; Nitrogênio no solo sobre plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo fundo, n.58, p.38-42, julho/agosto,2000.

Quadro 4. Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio no sistema plantio direto. Dourados-MS. 2001

Fonte de Variação	Quadrados médios						
	Comprimento de espiga	Diâmetro de espiga	Nº de grãos por espiga	Índice de colheita	Produtividade de grãos	Massa de 1000 grãos	Teor de N foliar
Blocos	8,7662 ^{ns}	6,2591 ^{ns}	8846,020 ^{ns}	0,06545 ^{ns}	1333755 ^{ns}	259,5119 ^{ns}	0,23523 ^{ns}
Culturas antecessoras	4,5690 ^{ns}	15,892 ^{ns}	2725,802 ^{ns}	0,01237 ^{ns}	4611021*	3298,192*	1,17015*
Resíduo (a)	4,4677	8,0494	5213,964	0,00689	883794,2	446,89	0,05173
Doses de N	27,607*	28,102*	14113,63*	0,02625*	1674917*	6852,52*	5,14023*
Doses de N x Cult. anteces	6,0298 ^{ns}	6,5274 ^{ns}	4902,723 ^{ns}	0,00532 ^{ns}	1214576*	514,5419*	0,17403*
Resíduo (b)	4,2112	7,5255	2860,541	0,00637	593855,9	212,4432	0,05204
Fontes de N	4,3340 ^{ns}	12,910 ^{ns}	5940,045 ^{ns}	0,00048 ^{ns}	69151,5 ^{ns}	2,97036 ^{ns}	0,01056 ^{ns}
Fontes de N x Cult. anteces	1,3674 ^{ns}	9,3011 ^{ns}	4967,188 ^{ns}	0,01058*	650545 ^{ns}	167,821 ^{ns}	0,08915*
Fontes x doses	3,8863 ^{ns}	7,4173 ^{ns}	8072,976*	0,00938*	284629 ^{ns}	237,328 ^{ns}	0,32522*
Fontes x doses x Cult. anteces	4,8387 ^{ns}	2,6107 ^{ns}	2206,357 ^{ns}	0,00122 ^{ns}	228035 ^{ns}	196,802 ^{ns}	0,04819 ^{ns}
Resíduo (c)	2,7403	7,6467	2286,957	0,00255	265033,3	195,787	0,03489
CVa (%)	12,4	6,2	14,4	19,2	15,9	7,8	9,2
CVb (%)	12,0	6,0	10,6	18,5	13,1	5,3	9,2
CVc (%)	9,7	6,1	9,5	11,5	8,7	5,1	7,5

*significativo pelo teste F(p<0,05), (ns) não significativo

Quadro-5. Quadrados médios da análise de variância para os componentes de produção e teor de nitrogênio foliar do milho em função das culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio no sistema sob plantio convencional. Dourados-MS. 2001

Fonte de Variação	Quadrados médios						
	Comprimento de espiga	Diâmetro de espiga	Nº de grãos por espiga	Índice de colheita	Produtividade de grãos	Massa de 1000 grãos	Teor de N foliar
Blocos	9,86389 ^{ns}	10,2511 ^{ns}	986,450 ^{ns}	0,04002 ^{ns}	5024177 ^{ns}	996,558 ^{ns}	0,02865 ^{ns}
Culturas antecessoras	4,44988 ^{ns}	2,21766 ^{ns}	4341,545 ^{ns}	0,00327 ^{ns}	1175331 ^{ns}	1421,117 ^{ns}	0,15010*
Resíduo (a)	2,32054	7,93649	1663,672	0,00337	1206676	850,456	0,04231
Doses de N	17,7563 ^{ns}	5,32736 ^{ns}	5891,002 ^{ns}	0,00373 ^{ns}	74832*	4892,667*	2,42353*
Doses de N x Cult. anteces	1,02102 ^{ns}	3,15710 ^{ns}	1605,292 ^{ns}	0,00458 ^{ns}	874816,5 ^{ns}	437,671 ^{ns}	0,03835 ^{ns}
Resíduo (b)	3,17745	5,98256	5611,825	0,00354	706921,0	883,483	0,02136
Fontes de N	9,02184*	0,00469 ^{ns}	0,346 ^{ns}	0,00012 ^{ns}	18569,54 ^{ns}	211,600 ^{ns}	0,00159 ^{ns}
Fontes de N x Cult. anteces	0,70998 ^{ns}	4,73879 ^{ns}	1694,836 ^{ns}	0,00121 ^{ns}	91479,6*	625,649 ^{ns}	0,02872 ^{ns}
Fontes x doses	2,33824 ^{ns}	8,97358 ^{ns}	7345,793 ^{ns}	0,00056 ^{ns}	96171,98 ^{ns}	1091,21 ^{ns}	0,00367 ^{ns}
Fontes x doses x Cult. anteces	2,04659 ^{ns}	5,08865 ^{ns}	1923,450 ^{ns}	0,00218 ^{ns}	363229,1 ^{ns}	745,041 ^{ns}	0,00801 ^{ns}
Resíduo (c)	1,95869	6,59117	3400,973	0,00200	291042,2	548,183	0,02245
CVa (%)	8,6	6,0	7,8	13,3	17,0	10,5	7,7
CVb (%)	10,0	5,2	14,2	13,5	13,0	10,7	5,5
CVc (%)	7,9	5,5	11,1	10,2	8,4	8,4	5,6

*significativo pelo teste F(p<0,05), (ns) não significativo

