

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**ADUBOS VERDES E NITROGÊNIO EM COBERTURA NA
CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L) EM PLANTIO DIRETO**

REGIANI APARECIDA ALEXANDRE OHLAND

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2001

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**ADUBOS VERDES E NITROGÊNIO EM COBERTURA NA
CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) EM PLANTIO DIRETO**

REGIANI APARECIDA ALEXANDRE OHLAND

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul, como
requisito à obtenção do título de Mestre em
Agronomia, área de concentração:
Produção Vegetal**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2001**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL

Centro Universitário de Dourados

ADUBOS VERDES E NITROGÊNIO SOBRE A CULTURA DO
MILHO (*Zea mays* L) EM PLANTIO DIRETO

por:

Regiani Aparecida Alexandre Ohland

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em : 21/11/2001

Prof. Dr. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA
PRESIDENTE
UFMS/NCA/CEUD

Prof. Dr. MANOEL CARLOS GONÇALVES
MEMBRO
UFMS/NCA/CEUD

Prof. Dr. LUIS CARLOS HERNANI
MEMBRO
EMBRAPA/CPAO/DOURADOS

Prof. Dr. DOMINGOS FORNASIERI FILHO
MEMBRO
FCAVJ/UNESP

OFERECIMENTOS E DEDICAÇÕES

Aos meus avós (in memorium)
Hercílio e Audórcia
José Silvério e Elíria
Aos meus pais
Ary e Bernadete
pela preciosa ajuda em todos
os momentos da minha vida e
em especial durante a execução
desse trabalho

Ofereço

Aos meus amados filhos
Tiago e Gabriel e à meu
querido esposo Dirceu Ohland
pela colaboração, carinho e
compreensão

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida,

Aos professores do curso de mestrado em Agronomia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, Centro Universitário de Dourados, pelos ensinamentos transmitidos,

Ao professor Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza pela amizade e orientação na elaboração deste trabalho,

Ao professor Dr. Manoel Carlos Gonçalves e ao pesquisador Dr. Luis Carlos Hernani pela co-orientação,

Aos professores Dr. Teodorico Alves Sobrinho, Dra Marlene Estevão Marchetti, Dr. Walber Luiz Gavassoni, Antonio Dias Robaina, Dr. Paulo Eduardo Degrande, Dr. Teodorico Alves Sobrinho pelas valiosas sugestões,

Aos professores Dr. Nestor Heredia e Dra. Maria do Carmo Vieira pela amizade e sugestões durante o curso,

Aos funcionários da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, Centro Universitário de Dourados e aos bolsistas do Programa Especial de Treinamento - PET, Rogério Ortoncelli, Bruno Andrade Tomasini, Rogério Tiago Grando, e Getúlio Moreno pela colaboração nos trabalhos de campo,

À todos os colegas do curso de mestrado pela amizade e colaboração,

Aos colegas do setor de planejamento da Secretaria de Estado da Produção do Mato Grosso do Sul – SEPROD, Olinda de Souza Barbosa e Antonio de Souza Oliveira pelas sugestões oferecidas e ao colega Benedito Mário Lázaro e sua esposa Gisele pelo auxílio na elaboração do Abstract.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro na execução da pesquisa.

À todos que colaboraram direta ou indiretamente na condução e elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Condições climáticas e de nutrição para o desenvolvimento da cultura.....	03
2.2 Sistema de Plantio Direto.....	05
2.3 Rotação de Culturas.....	06
2.4 Rotação com ervilhaca peluda e nabo forrageiro.....	08
2.5 Nitrogênio na cultura do milho.....	11
2.6 Ganhos e perdas de nitrogênio no solo	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Caracterização da área experimental.....	15
3.2 Tratamento e delineamento experimental.....	17
3.3 Instalação e desenvolvimento do experimento.....	19
3.4 Avaliações realizadas.....	19
3.4.1 Produção de massa seca das culturas de inverno.....	19
3.4.2 Produção de massa seca da parte aérea . do milho.....	20
3.4.3 Diâmetro e comprimento de espiga.....	20

PÁGINA

3.4.4	Análise do teor foliar de nitrogênio	20
3.4.5	Altura de planta, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo.....	20
3.4.6	Peso de mil grãos.....	20
3.4.7	Produtividade de grãos.....	21
3.4.8	Nitrogênio e proteína nos grãos.....	21
3.4.9	Análise estatística.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1	Produção de massa seca das culturas de inverno.....	22
4.2	Produção de massa seca da parte aérea do milho e teor foliar de nitrogênio.....	22
4.3	Diâmetro e comprimento de espigas no estágio de grão leitoso.....	25
4.4	Altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo na maturação fisiológica.....	27
4.5	Comprimento e diâmetro de espigas na maturação fisiológica.....	29
4.6	Peso de mil grãos.....	30
4.7	Produtividade de grãos.....	32
4.8	Nitrogênio e proteína nos grãos de milho em maturação fisiológica.....	33
5	CONCLUSÕES.....	36
6	BIBLIOGRAFIA.....	37

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
Quadro 1. Atributos químicos do solo em diferentes profundidades, das parcelas semeadas com milho, em sucessão à ervilhaca peluda e nabo forrageiro. Dourados-MS, 2001.....	17
Quadro 2. Análise de variância para produção de massa seca da parte aérea do milho e de teor foliar de nitrogênio em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	23
Quadro 3. Valores médios de produção de massa seca da parte aérea do milho (g.planta ⁻¹) e teor foliar de nitrogênio em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	23
Quadro 4. Contraste dos valores médios de massa seca da parte aérea do milho dos tratamentos com adição de nitrogênio comparado à parcela com ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Dourados-MS, 2001.....	24
Quadro 5. Contraste dos valores médios de teor foliar de nitrogênio dos tratamentos com adição de nitrogênio comparado à parcela com ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Dourados-MS, 2001.....	24
Quadro 6. Análise de variância do diâmetro e comprimento de espigas do milho no estágio de grão leitoso em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	25
Quadro 7. Valores médios do diâmetro (mm) e comprimento (cm) de espigas de milho, em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	26
Quadro 8. Contraste dos valores médios do comprimento de espigas dos tratamentos com adição de nitrogênio comparado à parcela com ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Dourados-MS, 2001.....	26
Quadro 9. Análise de variância para altura de planta, altura de inserção de espigas e diâmetro do colmo do milho, em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	28

PÁGINA

Quadro 10. Valores médios da altura de planta, altura de inserção de espigas e diâmetro do colmo do milho em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	28
Quadro 11. Análise de variância para diâmetro e comprimento de espigas em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	29
Quadro 12. Valores médios do diâmetro e comprimento de espigas do milho (mm) em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	30
Quadro 13. Análise de variância para peso de mil grãos e produtividade em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	31
Quadro 14. Valores médios de peso de mil grãos e produtividade em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	31
Quadro 15. Contraste dos valores médios de peso de mil grãos dos tratamentos com adição de nitrogênio comparado à parcela com ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Dourados-MS, 2001.....	32
Quadro 16. Contraste dos valores médios de produtividade dos tratamentos com adição de nitrogênio comparado à parcela com ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Dourados-MS, 2001.....	33
Quadro 17. Análise de variância do teor de nitrogênio nos grãos de milho em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	34
Quadro 18. Valores médios do teor de nitrogênio nos grãos de milho em função de culturas antecessoras e doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2001.....	35

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Temperaturas médias mensais (C°) máxima e mínima, no período de set/2000 à abril/2001 no campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Dourados-MS, 2001.....	16
Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) por decêndios no período de set/2000 à abril/2001 no campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-UFMS. Dourados-MS, 2001.....	16
Figura 3. Detalhamento da parcela do experimento (culturas antecessoras: nabo forrageiro e ervilhaca peluda) e subparcelas (cinco doses de nitrogênio). Dourados –MS, 2001.....	18

ADUBOS VERDES E NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) EM PLANTIO DIRETO

Regiani Aparecida Alexandre Ohland
Orientador: Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO

O nitrogênio interfere positivamente na produtividade do milho, sendo fundamental num sistema de rotação de culturas, utilizar espécies vegetais capazes de contribuir para adição deste nutriente à cultura do milho. A ervilhaca peluda e o nabo forrageiro são espécies vegetais próprias para cultivo de inverno, ciclo precoce, e elevada produção de fitomassa, capazes de disponibilizar através da mineralização da palha, nitrogênio à cultura do milho. Com o intuito de verificar a influência da utilização da ervilhaca peluda e do nabo forrageiro sobre os componentes de produção da cultura do milho em sucessão, conduziu-se um experimento no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias -NCEA, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul -UFMS, campus de Dourados-MS, num Latossolo vermelho distroférico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas pelas culturas antecessoras de ervilhaca peluda e nabo forrageiro. As subparcelas foram representadas por cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100, 150 e 200 kg.ha⁻¹) na cultura do milho em duas épocas. Concluiu-se que o milho cultivado em sucessão a ervilhaca peluda apresentou maior produção de massa seca da parte aérea do milho, espigas de maior diâmetro e comprimento, maior teor foliar de N total, plantas com maior altura de planta e de inserção de espiga, com maior diâmetro de colmo, com maior peso de mil grãos e produção de grãos, e grãos com maior teor de nitrogênio nos grãos. A adição da dose de 200 kg ha de nitrogênio em cobertura proporciona maior incremento na produtividade e peso de mil grãos em relação a testemunha.

Palavras-chaves: plantio direto, rotação de culturas, doses de N

GREEN COVER CROPS AND NITROGEN FERTILIZATION
IN CORN UNDER NO-TILLAGE

Regiani Aparecida Alexandre Ohland
Adviser: Luiz Carlos Ferreira de souza

ABSTRACT

Nitrogen is one nutrient that contributes positively to corn productivity and is important, when planted in crop rotation associated with no-tillage. One should look for species that contribute to this nutrient to be used in previous cultures. Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) and pasture turnip (*Raphanus sativus* L.) are vegetable species cultivated in the winter, precocious cycle, which means that the nutrient will rapidly become available through the mineralization of culture residue presenting a good option for the system. With the purpose of verifying the influence of hairy vetch, pasture turnip and nitrogen in corn, one experiment was conducted at Núcleo Experimental de Ciências Agrárias - NCA, at the Dourados - MS, campus of the Federal University of Mato Grosso do Sul - UFMS, in a soil classified as dusky red latossol dystrophic. The experiment outline was done in casual blocks, with the treatments arranged in scheme of subdivided parts, with four repetitions. The parts were constituted of previous cultures of hairy vetch and pasture turnip and the subparts were represented by four five doses of nitrogen that were applied in broadcasting (0, 50, 100, 150, 200 Kg.ha⁻¹) in corn. The corn culture presented better agronomic performance for all evaluated characteristics when planted after hairy vetch: dry matter yield of corn, weight of 1000 grains, grain yield, and nitrogen in the grain. The utilization of 200 kg/ha of nitrogen, presents higher increase of grain yield.

Key words: no-tillage, crop rotation, doses of N.

1 INTRODUÇÃO

O Mato Grosso do Sul vem aumentando sua área cultivada com milho, produzindo 1,033 milhões de toneladas de grãos de milho, com uma produtividade de 4.500 kg.ha^{-1} , sendo superior à média nacional (CONAB, 2001). O custo de produção para a cultura de milho em sistema de plantio direto no Estado é da ordem de R\$ 691,46. ha^{-1} (US\$ 375,04. ha^{-1}), sendo que a adubação de cobertura com nitrogênio correspondeu a 6,5% deste custo (EMBRAPA, 2000).

Percebe-se a necessidade de diminuir o custo de produção para viabilizar a cultura, por se exigir para cobrir o custo fixo e variável, uma produtividade em torno de 4.841 kg.ha^{-1} , considerando o valor atual de mercado de milho na região de Dourados-MS em 18/09/2001, de R\$ 8,57 por saca (US\$ 3,20 por saca).

De acordo com a tecnologia recomendada pelas instituições de pesquisa da região, os gastos com adubos e herbicidas, representam respectivamente 28,28% e 15,32% dos custos variáveis, e a racionalização do uso destes insumos poderá contribuir para redução do custo de produção.

O nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelo milho e o que proporciona maiores respostas da cultura à adubação, sendo por outro lado, o elemento que mais frequentemente limita o rendimento de grãos.

Em função da baixa margem de lucro praticada no momento, há necessidade da otimização na utilização dos insumos em geral, entre eles, de grande importância o nitrogênio, buscando-se alternativas como a utilização de rotação de culturas com nabo forrageiro e ervilhaca peluda, que são importantes na reciclagem de nutrientes, especialmente de nitrogênio.

Através do efeito positivo da interação entre adubo mineral e adubação verde é possível obter rendimentos maiores do que pelo emprego de cada um isoladamente.

Apesar da rotação de culturas possibilitar diminuição de incidências de pragas, doenças, plantas daninhas, reciclagens de nutrientes, entre outras, a sua utilização no Mato Grosso do Sul 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.

Com base no proposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das culturas de ervilhaca peluda e nabo forrageiro como antecessoras ao milho, e de doses de nitrogênio em cobertura, nas características agronômicas e na produtividade do milho em sistema de plantio direto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O milho é uma cultura de grande destaque nos sistemas de produção, tanto em nível nacional quanto no Estado do Mato Grosso do Sul, sendo explorada em todo Estado, concentrando-se, no entanto, na região sul. É matéria-prima para um grande número de produtos, sendo consumido sob diversas formas, compondo tanto a alimentação humana quanto a animal (EMBRAPA, 1991). Pode ser cultivado tanto no verão quanto no outono-inverno, constituindo-se uma boa opção para plantio direto, pois produz quantidades elevadas de palha. Quando inserido nos sistemas de rotação de culturas milho-soja, resulta no aumento do teor de matéria orgânica do solo, facilita o manejo de plantas daninhas e doenças; e melhora o aproveitamento de nutrientes disponíveis no solo.

No Mato Grosso do Sul ocorreu grande expansão da avicultura e suinocultura, passando a produção de carne de aves e de suínos de 100 milhões de toneladas e de 21,5 mil toneladas respectivamente em 1995 para 200 milhões e 60 mil toneladas estimadas para 2001, tendo o milho como principal componente básico das rações. Isso demonstra a possibilidade de se agregar valores ao produto, pois o Estado deixa de ser exportador de grãos para ser exportador de proteína animal (Teixeira *et al.*, 1997).

2.1 Condições climáticas e de nutrição para o desenvolvimento da cultura

Segundo Fancelli (1996), a temperatura é um dos fatores de produção mais importantes e decisivos para o desenvolvimento da cultura do milho. Temperaturas entre 25 e 30° C propiciam as melhores condições para o desencadeamento dos processos de germinação das sementes e emergência das plântulas. Na ocasião do florescimento e maturação, a temperatura ideal seria entre 15,5 e 26° C. O milho necessita acumular quantidades distintas de energia térmica ou calor, também conhecida como graus-dias (G.D.).

Os cultivares de milho de ciclo normal ou tardios, disponíveis no mercado, apresentam exigências calóricas correspondentes a 915-1200 G.D. Para os de ciclo precoce as exigências térmicas encontram-se entre 830-900 G.D, enquanto que para os

superprecoce, 780-825 G.D. tem-se mostrado satisfatório. Fancelli *et al.* (1996) salienta que a não observância das exigências térmicas mencionadas 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.

Quanto à água, a quantidade consumida pela planta do milho durante todo o ciclo da cultura está em torno de 600 milímetros. A falta de água associada à produção de grãos é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta: durante a iniciação floral, quando o número de grãos é determinado; período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado e durante o enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca (Magalhães & Paiva, 1993).

Quanto às necessidades nutricionais, a recomendação de adubação do milho tem por base a quantidade de nutrientes que a cultura extrai. Bull (1993) observou em trabalho realizado que 80% do P, 68% do N, 58% do S, 20% do K, 26% do Mg e 4% do Ca são exportados pela cultura do milho através dos grãos.

As recomendações de adubação nitrogenada geralmente são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e expectativa de produção (EMBRAPA - CPAO, 1997). Apesar do milho apresentar pequena exigência de fósforo (P) em relação ao nitrogênio (N) e ao potássio (K), as doses recomendadas geralmente são altas devido à baixa eficiência de recuperação (20% a 30%) do nutriente pelas plantas. Quantitativamente o potássio (K) é o segundo elemento mais absorvido pelo milho. As tabelas de recomendação de adubação fosfatada e potássica são elaboradas a partir da disponibilidade dos nutrientes no solo e do tipo de solo (arenoso, argiloso ou misto).

2.2 Sistema de Plantio Direto

Em função dos crescentes problemas de erosão observados no preparo de solo denominado convencional, surgiu a necessidade de se adotar novos sistemas de manejo do solo, que fossem mais racionais e que causassem menos danos, surgindo na década de 70, o sistema de plantio direto – SPD. O Estado do Paraná, devido ao grande problema de degradação ambiental, foi o pioneiro na utilização desse sistema (Derpsch *et al.*, 1991).

O plantio direto, caracterizado pela ausência de preparo do solo e pela presença de palha na superfície, aliado à rotação de culturas, contribui para a melhoria dos atributos químicos e físicos do solo, aumento da produtividade das culturas e menor uso dos insumos, além da melhoria do equilíbrio e da diversidade biológica. No solo coberto por plantas ou restos vegetais, a energia de impacto das gotas de chuva é amortecida pela massa vegetal e a água escoar lentamente até a superfície do solo onde penetra livremente, já que o sistema de poros permaneceu intacto (Derpsch *et al.*, 1991).

Segundo Salton *et al.* (1998), a partir do final da década de 80, houve grande evolução na indústria de máquinas e de herbicidas voltados para o sistema de plantio direto, inicialmente na região sul e, mais recentemente, no centro-oeste, o que permitiu o aumento da área plantada com esse sistema. Em 2000, a área cultivada com o SPD no Brasil, situou-se em torno de 10 milhões de hectares e, no centro-oeste esta área se encontra em 4 milhões de hectares (EMBRAPA, 2001).

Em experimento conduzido em Dourados-MS, o plantio direto foi o sistema mais eficaz no controle das perdas de solo e água por erosão e aquele que proporcionou os maiores rendimentos de grãos de soja e de trigo, cultivados em sucessão quando comparados com os sistemas de gradagem pesada + niveladora, que apresentou-se o menos eficaz, e a escarificação + gradagem niveladora, que apresentou comportamento intermediário. As perdas acumuladas no solo, no intervalo de tempo experimental, no plantio direto tenderam a se estabilizar, enquanto no sistema convencional descoberto, gradagem pesada + niveladora e escarificação + gradagem niveladora, cresceram em média 7,2; 5,0 e 2,6 toneladas.ha⁻¹.ano, respectivamente (Hernani *et al.*, 1997).

Bayer & Mielniczuk (1997) constataram que a adoção de métodos de preparo que promoveram menor revolvimento do solo e de sistemas de cultura, com a inclusão de leguminosas, que continham quantidades de nitrogênio (N) mais elevadas na sua biomassa, resultou, após cinco anos, em aumento de conteúdo de nitrogênio total, sendo este restrito às camadas superficiais 0 - 2,5 cm e 2,5 - 7,5 cm.

2.3 Rotação de Culturas

O sucesso do plantio direto depende da adoção de outras práticas agrônômicas como a rotação de culturas, por exemplo. Com a rotação de culturas minimiza-se o

problema de infestação de pragas, plantas daninhas ou doenças, bem como a fertilidade natural dos solos pode ser bastante melhorada, resultando num melhor equilíbrio para a vida microbiana. Além disso, a rotação de culturas pode influenciar positivamente nos aspectos ambientais e nos atributos dos agrossistemas de plantas, principalmente pela redução dos processos erosivos que são influenciados pela arquitetura de plantas, tipo do sistema radicular, do espaçamento entre linhas, de semeadura das culturas e pela formação de cobertura morta (EMBRAPA, 1997).

Constamilan & Lhamby (1994) constataram que o uso do milho em um ano e soja em dois anos seguidos levou a ocorrência de podridão parda da haste de soja a níveis semelhantes ao proporcionado pelo uso contínuo de soja, enquanto a simples inclusão de milho entre dois cultivos de soja (rotação anual milho – soja) proporcionou níveis de incidência dessa doença cerca de duas vezes menores.

O tipo e a frequência das espécies contempladas no planejamento de rotação de culturas, deve atender os aspectos econômicos e comerciais, compatíveis com o sistema de produção regional praticados, objetivando a produção de grãos e/ou palha para sementes ou cobertura do solo pela palha da cultura rotacionada, que é considerada a maior dificuldade encontrada pelos agricultores na região Centro-Oeste: A produção de palha deve ser em quantidade suficiente para o solo permanecer coberto durante o ano todo, devido as condições ambientais existentes, que favorecem a taxa de decomposição de materiais orgânicos (Pitol & Salton, 1993).

A utilização agrícola, economicamente viável, de muitos solos arenosos e pobres em nutrientes, com baixo teor de matéria orgânica, em muitas regiões do mundo, tornou-se possível somente após a introdução da adubação verde. Segundo Derpsch *et al.* (1991), as leguminosas ainda apresentam a vantagem de serem capazes de fixar simbioticamente o nitrogênio do ar. Mas também plantas não leguminosas são adequadas para a adubação verde e contribuem, para minimizar a lixiviação de nutrientes do solo, para a mobilização de nutrientes fixados tais como o fósforo, para o enriquecimento do solo em matéria orgânica e para inibir o desenvolvimento de plantas daninhas.

O mesmo autor cita ainda que altas temperaturas e umidade levam, com o preparo intensivo do solo, a uma degradação particularmente acelerada da matéria orgânica existente nesse solo. O teor de matéria orgânica de um solo nos trópicos não será aumentado somente através da adubação verde, mas todo o sistema de cultivo deve ser adequado às circunstâncias vigentes. Monoculturas devem ser substituídas por rotação de culturas, nas quais espécies de grande produção de massa como o milho, são alternadas com adubação verde e outras culturas principais. O preparo do solo deve, simultaneamente, ser reduzido ao mínimo necessário.

Segundo Alvarenga *et al.* (2001), as culturas de cobertura têm a finalidade de formação de palhada e fornecimento de nutrientes, sendo que a taxa de decomposição do material é que definirá qual a principal função dessa cultura. A quantidade de palha sobre o solo é regulada por dois fatores principais: pela relação C/N do material vegetal da palhada e pelo manejo que lhe é dado. A relação C/N é inerente à espécie e reflete a velocidade com que a decomposição do material pode-se processar. As plantas se agrupam em duas classes em relação a esta característica, uma apresentando decomposição rápida (leguminosas) e a outra com decomposição lenta (gramíneas), sendo bem aceito um valor de relação C/N próximo à 25 como referência na separação entre elas. As leguminosas por imobilizarem no seus tecidos o N da fixação biológica feita pelo rizóbio associado, possuem relação C/N próximo de 20 e taxa de decomposição acelerada, diferente da aveia por exemplo que possui relação C/N acima de 30 e fornece uma melhor cobertura, tendo no entanto sua decomposição mais lenta.

2.4 Rotação com ervilhaca peluda e nabo forrageiro

Derpsch & Calegari (1992) citam a ervilhaca peluda como uma leguminosa de bom crescimento que proporciona uma eficiente cobertura protetora, desenvolve-se em solos de baixa fertilidade e com problemas de acidez (baixo pH e presença de alumínio), produzindo grande quantidade de massa, que poderá ser empregada como forragem de inverno ou como adubação verde. Pode ainda, para essas finalidades, ser consorciada com aveia, centeio, triticale, ervilha forrageira, nabo forrageiro, entre outras. Tem ciclo longo, florescendo aos 140-160 dias, podendo através da fixação simbiótica incorporar quantidades superiores a 90 kg.ha^{-1} de nitrogênio e, apresenta um importante efeito no controle de invasoras.

Bortolini *et al.* (2000) cita que a utilização da ervilhaca comum em consórcio com a aveia preta não reduziu o rendimento de matéria seca da cobertura de solo em relação ao cultivo isolado de aveia. Também, foi observado que a introdução de ervilhaca em consórcio com aveia diminuiu a necessidade de adubação nitrogenada para o cultivo do milho em sucessão.

Derpsch *et al.* (1991) observaram a matéria seca da parte aérea e das raízes, teor de nitrogênio e relação C/N de diferentes espécies vegetais utilizadas na adubação verde e constataram que o nabo forrageiro apresentou valores de $6,51 \text{ toneladas.ha}^{-1}$ para matéria seca e a ervilhaca peluda $3,17 \text{ toneladas.ha}^{-1}$. Para os teores de nitrogênio total, os valores encontrados foram 61 kg.ha^{-1} para ervilhaca peluda e 135 kg.ha^{-1} para nabo forrageiro, e a relação C/N para o nabo forrageiro foi de 20 e para ervilhaca peluda de 16.

O cultivo de leguminosas anteriormente ao milho aumenta a disponibilidade de N no solo, a absorção de N pela planta e o rendimento de grãos, sendo que o sistema de manejo de leguminosa é importante para a melhoria dessas características.. Ao comparar-se sistemas de manejo da ervilhaca, constatou-se que a mesma dessecada um dia antes da semeadura do milho proporcionou um aumento de 20% no rendimento de grãos, na média quando comparado com a ervilhaca dessecada quinze dias antes da semeadura, o que mostra a alta taxa de mineralização do nitrogênio nesta cultura. Por outro lado, espécies de gramíneas com alta relação C/N apresentam baixa taxa de decomposição e oferecem maior proteção do solo durante todo o ciclo do milho. Dentre estas, a mais utilizada no sul do país é a aveia preta, por apresentar rusticidade, rápido desenvolvimento inicial e alta produção de massa seca (Sá, 1996; Argenta *et al.*, 2000).

Várias são as pesquisas que citam espécies alternativas como o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e a ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth) para cobertura do solo e para comporem sistemas adequados de rotação ou de sucessão de culturas com o milho (Derpsch & Calegari, 1992; Viegas & Machado, 1990; Fundação MS, 1998).

Amado *et al.* (1999), cita que quando leguminosas são utilizadas como cultura de cobertura, a principal vantagem, em relação a outras espécies, é o aporte de nitrogênio (N) fixado biologicamente. Vários resultados de pesquisas relatam o aumento da disponibilidade de nitrogênio (N) para a primeira cultura cultivada em sucessão à leguminosas (Ebelhar *et al.*, 1984; Teixeira *et al.*, 1994; Aita *et al.*, 1994) citados por Amado *et al.* (1999). No entanto, resultados de pesquisa em que foi utilizado o N marcado indicaram que a maior proporção do N da biomassa de leguminosas tem como destino o solo (Ladd *et al.*, 1981; Harris & Hesterman, 1990) citados por Amado *et al.* (1999), ficando acumulado na forma de N orgânico, que, muito lentamente, torna-se disponível para as culturas em sucessão.

Amado *et al.* (1999) constataram ainda que, a associação de preparos conservacionistas (reduzido e direto), com o uso de leguminosas proporcionou o melhor fornecimento de N ao milho (efeito imediato). Além disso, em subparcelas utilizando rotação com aveia + ervilhaca/milho + caupi, houve incrementos de 26 e 19% na quantidade de N absorvido e rendimento de grãos da cultura, respectivamente, em relação ao histórico do uso de apenas aveia/milho.

Conforme Argenta *et al.* (2000), apesar das vantagens da utilização de leguminosas como culturas antecessoras ao milho, estas espécies não são largamente empregadas devido a algumas limitações como desenvolvimento inicial lento, maior custo na aquisição de sementes em relação a outras espécies e alta taxa de decomposição de resíduos. Essa característica pode fazer com que o solo fique desprotegido logo no início do crescimento do milho e ocasione falta de sincronismo entre a liberação de nitrogênio dos resíduos e as necessidades da planta por este nutriente. Para amenizar essa questão, o autor sugere que se faça a dessecação da ervilhaca apenas um dia antes da semeadura do milho, para que haja suprimento de nitrogênio no resíduo da cultura de cobertura no momento mais apropriado para a cultura do milho.

Calegari (1989) afirma que o nabo forrageiro apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tornando-o uma importante espécie para fazer parte de esquemas de rotação de culturas. Desenvolve-se em solos de fertilidade média, podendo promover uma cobertura de 70% do solo já aos 60 dias do plantio. Suas raízes promovem importantes efeitos físicos no solo, promovendo um preparo biológico e descompactando o solo. Além do seu emprego como adubação verde, o nabo forrageiro pode ser usado na alimentação de bovinos de leite e de corte, em pastejo direto ou cortado e distribuído em cochos. Pode ser consorciado com a aveia, centeio, ervilha forrageira, tanto para adubação verde como para forragem.

Calegari (1989) acrescenta também que é recomendado principalmente como pré-cultura de algodão, feijão, milho e soja em adequados sistemas de rotação de culturas. Em função dos resultados obtidos pelos produtores, o interesse e a área de cultivo com nabo forrageiro vem aumentando no Estado.

Na região de Ponta Porã-MS, resultados de cinco anos de pesquisa mostraram que a cobertura do solo proporcionado pela ervilhaca peluda foi de 38,5% aos 40 dias e de 94,3% aos 90 dias da emergência com produção de 4,0 toneladas de massa verde e 2,4 toneladas de matéria seca. Nas mesmas condições, o nabo forrageiro apresentou 39,3% e 83,3% de cobertura do solo, 17,2 toneladas de massa verde e 3,7 toneladas de matéria seca. A composição química da matéria seca da parte aérea da ervilhaca peluda no município de Maracajú-MS, apresentou em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ os seguintes valores: N (22,6); P (1,2); K (27,6); Ca (5,3); Mg (2,4), considerando uma produção de 1,2 tonelada de matéria seca por hectare enquanto que para o nabo forrageiro foram obtidos N (124,0); P (8,0); K (163,8), Ca (90,3); Mg (39,9), com uma produção de 4,2 tonelada de matéria seca por hectare (Hernani *et al.*, 1995).

Em pesquisa desenvolvida no Paraná, Calegari (1989) observou maiores produtividades de grãos de milho, sem aplicação de adubo nitrogenado, quando cultivado após tremoço, ervilhaca peluda, e nabo forrageiro, sendo superiores àqueles obtidos após gramíneas como trigo, aveia preta, centeio, e chícaro. Isto explica-se pela dinâmica do nitrogênio nas diversas culturas utilizadas como adubo verde em rotação de culturas com o milho. Resultados de pesquisa apontam acréscimo da ordem de 20% no rendimento do milho quando cultivado em sucessão ao nabo forrageiro, além da redução da incidência de plantas invasoras, tendo também ação para descompactar e melhorar a estrutura do solo (Hernani *et al.*, 1995, Pitol & Salton, 1993).

2.5 Nitrogênio na cultura do milho

Sá (1989 e 1996) avaliando a produtividade do milho em sistema de plantio direto após a ervilhaca e tremoço, constatou que o nível de resposta ao nitrogênio é influenciado pela classe de fertilidade do solo e pelo material genético.

No entanto, só a adubação verde pode não ser suficiente para suprir as necessidades de N da planta de milho e elevar a produtividade a níveis satisfatórios, pois o nitrogênio é o nutriente exigido em grande quantidade por esta espécie e o que proporciona as maiores respostas da cultura à adubação (Argenta *et al.*, 2000).

Devido à grande exigência de nitrogênio, o milho uma cultura que responde à aplicação da adubação, com incremento em várias características que influenciam na produção final. Trabalhos têm mostrado que em geral 70 a 90% dos experimentos com milho executados a campo no Brasil responderam a aplicação de nitrogênio (Malavolta & Romero, 1975; Lantmann *et al.*, 1986; Cantarella & Raij, 1986). A magnitude das respostas ao nitrogênio nas condições brasileira tem sido variável, sendo que a maioria das pesquisas indica respostas significativas a doses entre 30 e 90 kg.ha⁻¹, em parte devido aos níveis de produtividade relativamente baixos. No entanto, são encontrados respostas em até 200 kg.ha⁻¹ (Grove *et al.*, 1980; Raij *et al.*, 1981; Mello *et al.*, 1988; Coelho & França, 1995).

Pesquisa desenvolvida em Santa Maria-RS, objetivando o manejo de nitrogênio na cultura do milho, semeado após três sistemas de cobertura : aveia preta, aveia preta + ervilhaca e nabo forrageiro; e aplicado em 3 momentos: na pré-semeadura (logo após o manejo das plantas de cobertura de solo no inverno), na semeadura e em cobertura (quando as plantas de milho apresentavam de quatro a seis folhas desenroladas). Os melhores resultados foram obtidos nas doses de 30 kg.ha⁻¹ de N, em pré-semeadura, mais 30 kg.ha⁻¹ na semeadura e 60 kg.ha⁻¹ em cobertura, com produção final de 6,24 toneladas.ha⁻¹ (Basso & Ceretta, 2000). Os autores concluíram ainda que o milho cultivado em sucessão ao consórcio de aveia preta e ervilhaca mostrou melhor desempenho do que quando cultivado sobre resíduos de aveia preta e nabo forrageiro. Também afirmam que no caso de solos de textura superficial franco-arenosa, a aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do milho é uma atitude de risco, sendo mais segura a aplicação de nitrogênio na semeadura e em cobertura no milho.

No entanto, estudos conduzidos em Dourados-MS, que avaliaram o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha, indicaram que para doses de até 60 kg.ha⁻¹ de N não há necessidade de parcelamento, mas para doses entre 90 e 120 kg.ha⁻¹ de

N o melhor resultado foi obtido com o parcelamento de 1/3 do N na semeadura e 2/3 em cobertura quando as plantas apresentavam quatro a oito folhas totalmente expandidas (Mar, 2001).

Fernandes *et al.* (1998) observaram que a aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio no sistema de plantio direto proporcionou a maior recuperação aparente do N aplicado, maior eficiência de utilização de N e maior razão de eficiência dos sistemas de preparo do solo. Também afirma que em doses superiores a 60 kg.ha⁻¹ de N, a recuperação pelo milho do nitrogênio aplicado foi menor.

2.6 Ganhos e perdas de nitrogênio no solo

Malavolta (1981) cita que o nitrogênio é introduzido no solo através das bactérias fixadoras que transformam o N em amônio solúvel (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻) que podem ser absorvidos pelas plantas. O solo recebe também nitrogênio através da adubação, das chuvas e com a mineralização da matéria orgânica.

Por sua vez o N mineral em forma de amônio (NH₄⁺) e (NO₃⁻) pode ser perdido através da lixiviação, por perdas gasosas, parte é extraído pelas culturas, na imobilização biológica e erosão. Esses componentes fazem parte do balanço do nitrogênio no solo, sobre os quais a utilização do sistema de plantio direto tem influência direta ou indireta. Na fixação biológica o sistema de plantio direto proporciona uma quantidade maior de matéria orgânica, por consequência há também o aumento da variedade e quantidade de organismos transformadores de nitrogênio (N) em amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻).

Yamada (1996) complementa, afirmando que quando acrescenta-se o nitrogênio no solo através da adubação mineral, diminui-se a relação C/N, podendo ocorrer num primeiro momento a aceleração da mineralização do N dependendo da palhada que se encontra na cobertura do solo. Além da relação C/N, pode ocorrer a imobilização ou a mineralização do nitrogênio devido a outros fatores como a relação C/P (carbono/fósforo), a relação C/S (carbono/enxofre), temperatura, umidade e aeração do solo.

O mesmo autor cita que, através do sistema de plantio direto é possível o planejamento do que vai ocorrer com o N. A escolha da cultura a ser rotacionada é fundamental, pois as palhadas deixadas pelas culturas oferecem diferentes relações C/N. Em termos de perdas, a lixiviação pode ser minimizada através do parcelamento da aplicação do nitrogênio tanto no plantio direto quanto no convencional. O N- NH_4^+ é muito menos sujeito a perdas por lixiviação ou desnitrificação que o N- NO_3^- .

Lara Cabezas *et al.* (1997) observou que a utilização do sulfato de amônio contribuiu significativamente para diminuir as perdas por volatilização de N- NH_3 . Ainda na mesma pesquisa, confirmou que a produtividade do milho se correlacionou inversamente com as perdas de N- NH_3 volatilizado. Os efeitos da erosão por sua vez são bem menores no sistema de plantio direto em relação ao plantio convencional, devido a adoção de práticas conservacionistas.

Quanto às perdas gasosas, estas são consideradas extremamente altas, principalmente com a utilização da uréia a lanço podendo, no entanto, ser amenizadas com a incorporação do nitrogênio. Já em termos de imobilização biológica, a mesma não se trata de uma perda de nitrogênio, mas sim de uma indisponibilidade temporária, já que acontecerá a mineralização posterior dessa matéria orgânica que acabará por tornar o nitrogênio disponível novamente, uma vez que o fertilizante aplicado ao solo é também envolvido nas várias reações do nitrogênio do solo. Por isso, na prática, é muito difícil determinar a quantia exata de N que o milho necessita para atingir a produção máxima econômica, pois sua disponibilidade no solo é um processo dinâmico e varia com as mudanças no teor de umidade e temperatura do solo, tipo de fertilizante, ocorrência de doenças, pragas, plantas daninhas e práticas de manejo da cultura. Assim as recomendações de adubação são sempre uma aproximação (Yamada & Abdalla, 2000).

O nitrogênio é importante no estágio inicial de desenvolvimento da planta (2ª semana após a emergência), quando ela está com quatro folhas totalmente desdobradas, pois esta é a fase em que o sistema radicular, em desenvolvimento, já mostra considerável porcentagem de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas, e a adição de nitrogênio estimula sua proliferação, com conseqüente desenvolvimento da parte aérea. Também nesse estágio há a definição do potencial de produção que implica na necessidade da

disponibilidade de, pelo menos, 30 Kg de N.ha⁻¹ de forma a não limitar esse evento fisiológico considerado (Iowa State University, 1993 citado por Fancelli, 1996).

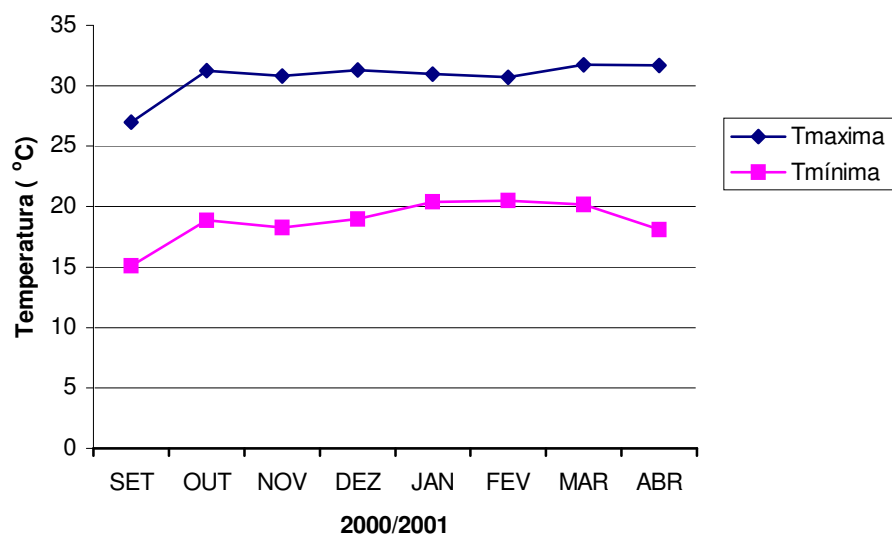
Olness & Benoit (1992) citado por Coelho & França (1995), afirmam que para o nitrogênio e o fósforo, o milho apresenta dois períodos de máxima absorção; durante as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ou formação de espiga, e menores taxas de absorção no período compreendido entre a emissão do pendão e o início da formação da espiga. Em termos de parcelamento da aplicação do nitrogênio na cultura do milho Novais (1974) citado por Coelho & França (1995) mostrou que o não suprimento deste nutriente durante a fase inicial de desenvolvimento vegetativo, com aplicação de toda a dose no florescimento, assim como o excessivo número de aplicações parceladas, apresentaram menor eficiência do que a aplicação por ocasião do plantio e na fase de desenvolvimento vegetativo..

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

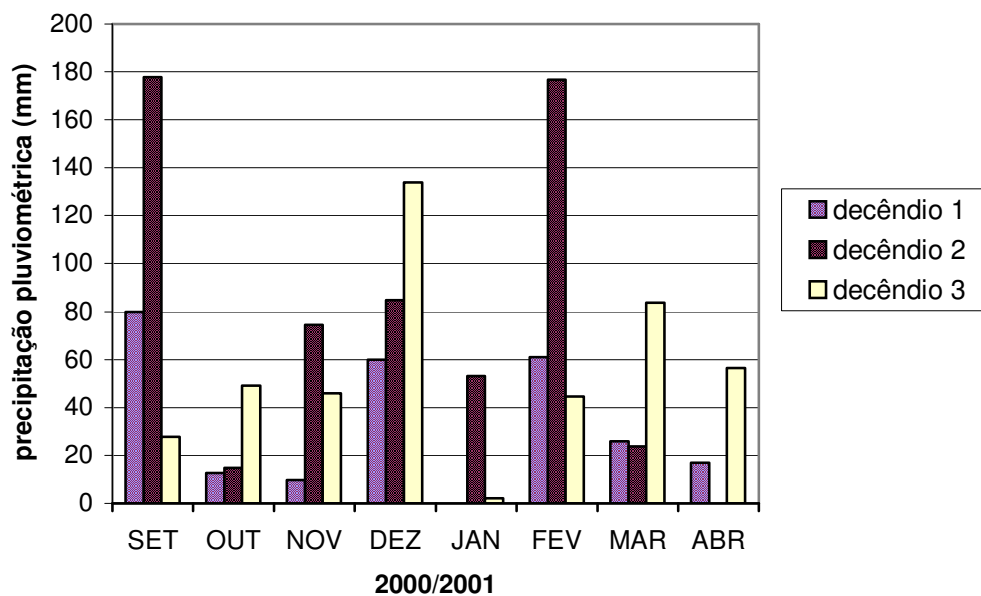
O trabalho foi realizado no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizado no município de Dourados, situado a 22° 14' de latitude Sul e 54° 49' de longitude Oeste e altitude de 452 metros, no ano agrícola de 2000/2001. O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho distroférico, originalmente sob vegetação de cerrado. Esta pesquisa faz parte de um experimento de longa duração, que teve início em outubro de 1997, envolvendo produção de grãos baseado em sistemas de rotação de culturas em plantio direto, tendo as sequências de culturas arroz-nabo-algodão-sorgo-algodão-nabo-milho e milho-trigo-soja-sorgo-soja-ervilhaca-milho. Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os dados de temperatura e precipitação pluviométrica durante a execução desse experimento. No Quadro 1, encontram-se os dados da análise do solo, coletados em cinco profundidades nas parcelas com nabo forrageiro e ervilhaca peluda, antes da semeadura do milho.

Em termos de fertilidade do solo, os dados para pH tanto na parcela de nabo forrageiro como de ervilhaca peluda estão próximo de 5,0 quando determinado em CaCl₂, e ao redor de 5,5 se determinado em água. Em todas as profundidades amostradas constata-se a presença de Al³⁺, embora com valor abaixo daquele considerado crítico para o milho (5,0 mmolc/dm³). Os teores de P e K estão classificados como bom e alto, de acordo com as recomendações para a cultura (EMBRAPA, 1996), enquanto que o valor de saturação de bases está ao redor de 50%, considerado adequado para os solos da região. No geral, observa-se maior teor de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e CTC, nas parcelas que foram semeadas com ervilhaca peluda (Quadro 1). Dessa forma, a adubação aplicada na cultura do milho durante a condução do experimento atendeu às necessidade nutricionais da planta nas condições de fertilidade do solo apresentadas



□ Figura 1. Temperaturas médias mensais (C °) máxima e mínima, no período de set/2000 à abril/2001 no campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Dourados-MS, 2001.

Fonte: Estação Meteorológica do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias - UFMS. Dourados-MS, 2001.



□ Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) por decêndios no período de set/2000 à abril/2001 no campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-UFMS. Dourados-MS, 2001.

Fonte: Estação Meteorológica do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias – UFMS. Dourados-MS, 2001

semeadas com milho, em sucessão à ervilhaca peluda e do nabo forrageiro. Dourados-MS, 2001.

Espécie	Profundidade (cm)	pH CaCl ₂	MO g/dm ³	P mg/dm ³	K	Al	Ca mmolc/dm ³	Mg	CTC	V (%)
Nabo Forrageiro	0 - 2,5	4,7	25,8	9,7	6,0	2,2	35,0	13,5	110	50
	2,5-5,0	4,6	25,4	9,0	3,0	3,0	30,7	13,0	106,4	44
	5,0-10	4,6	28,0	9,7	2,4	3,6	37,9	14,5	117,8	45,3
	10-20	4,8	27,1	7,0	3,0	2,2	42,6	14,0	115,3	50,6
	20-40	5,1	17,8	2,0	0,5	2,0	27,8	9,7	75,2	49,6
Ervilhaca peluda	0 - 2,5	5,1	32,5	10,6	8,5	1,8	42,1	22,6	131,6	56,3
	2,5-5,0	4,9	31,2	12,0	4,5	3,0	39,9	19,6	129,3	50,6
	5,0-10	4,7	30,1	10,0	3,3	3,2	41,5	16,7	127,2	47,6
	10-20	4,7	27,7	5,3	1,6	3,6	36,3	15,7	123,3	46,0
	20-40	4,8	17,9	2,0	0,4	2,0	28,5	11,0	79,8	46,0

Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal do MS, Dourados-MS, 2001

3.2. Tratamento e Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas espécies antecessoras: ervilhaca peluda e nabo forrageiro e as subparcelas, por cinco doses de adubo nitrogenado em cobertura (0, 50, 100, 150 e 200 kg.ha⁻¹).

A área de cada parcela foi de 11 metros de largura por 36 metros de comprimento, e as sub-parcelas foram demarcadas dentro da parcela, constituídas por quatro linhas de milho, com sete metros de comprimento e espaçamento de 0,90 metros, casualizadas (Figura 3) sendo a colheita realizada nas duas linhas centrais de cada subparcela, deixando-se na extremidade das linhas um metro como bordadura.

A adubação em cobertura foi aplicada a lanço, na superfície do solo, em duas épocas, sendo que a metade da dose foi aplicada quando a planta do milho apresentava-se no estágio de quatro folhas (24/10/2000), e a outra metade quando a planta atingiu o estágio de oito folhas completamente desenvolvidas (06/11/2000), utilizando-se como fonte de nitrogênio, a uréia (45 % de N).

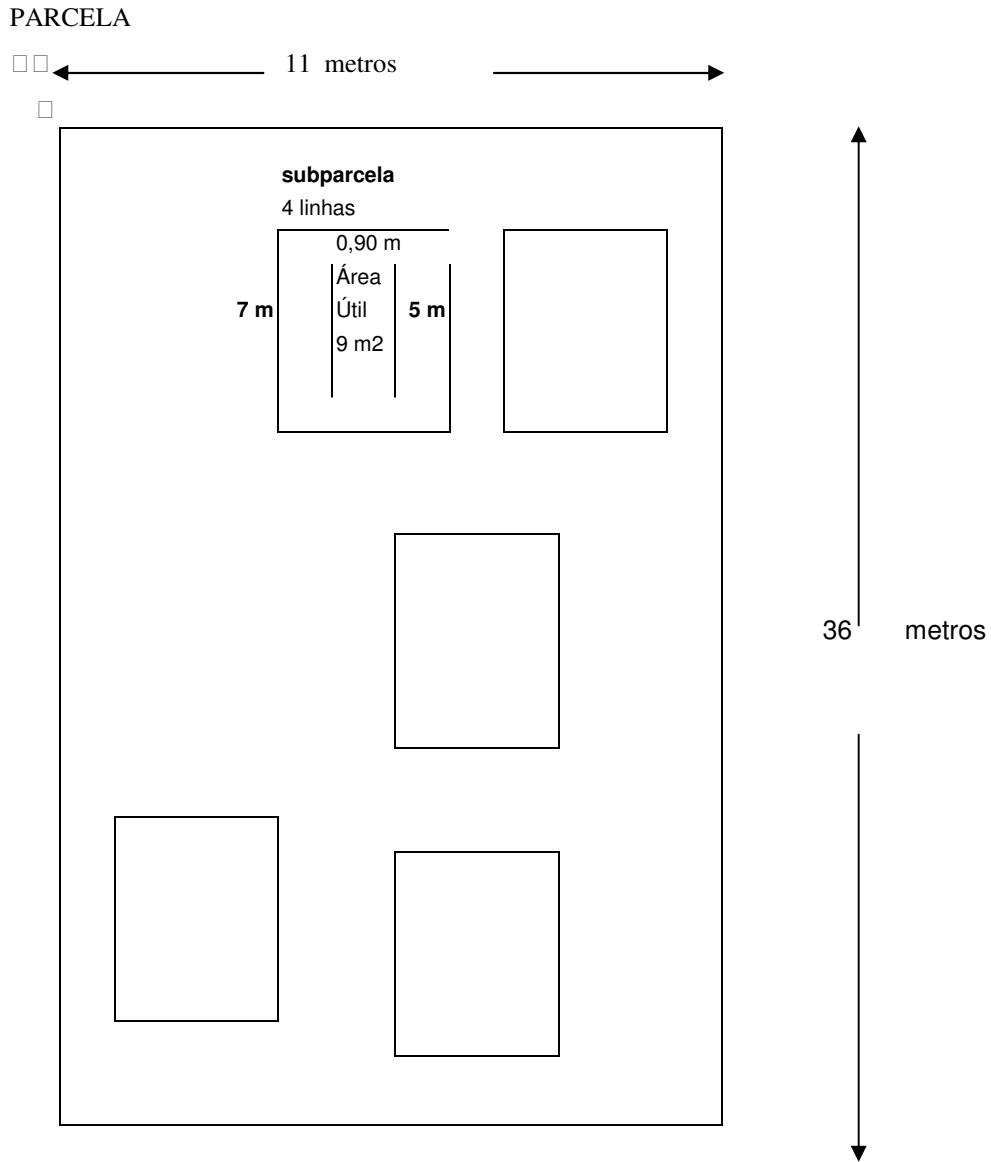


Figura 3. Detalhamento da parcela do experimento (culturas antecessoras : nabo forrageiro e ervilhaca peluda) e subparcelas (cinco doses de nitrogênio). Dourados-MS, 2001.

3.3. Instalação e desenvolvimento do experimento

As culturas do nabo forrageiro e ervilhaca peluda, que antecederam ao milho no sistema de rotação de culturas, foram semeadas mecanicamente, com semeadora equipada para plantio direto, regulada para distribuir para ambas espécies 30 sementes por metro linear, com espaçamento entre linhas de 17 cm. A semeadura ocorreu no dia 28/04/2000, sendo manejadas no florescimento pleno, com rolo faca em 05/09/2000. A cultura do milho foi semeada sobre as culturas anteriormente manejadas, em sistema de plantio direto, utilizando-se o híbrido simples DKB 350, semeado mecanicamente em 26/09/2000, com espaçamento entre linhas de 0,9 m, e população de 50 mil plantas.ha⁻¹). A adubação de semeadura foi de 300 kg.ha⁻¹, da fórmula 7-20-20, o que correspondeu a 21 kg de N para o início do desenvolvimento inicial da cultura.

O controle de plantas daninhas antes da semeadura do milho foi feito aplicando-se o herbicida glyphosate, na dose de 0,75 L.ha⁻¹ no dia 15/09/2000. Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência foi utilizado o herbicida nicossulfuron, na dose de 1,2 L.ha⁻¹. O controle da lagarta *Spodoptera frugiperda* foi realizado através do inseticida fisiológico diflubenzuron na dose de 100 g.ha⁻¹.

3.4. Avaliações realizadas

3.4.1 Produção de massa seca das culturas de inverno

Foi determinada no florescimento das culturas de inverno, amostrando-se uma área de 0,5 m² por parcela, utilizando-se um retângulo com dimensões de 1,0 m x 0,5 m, o qual foi lançado aleatoriamente dentro de cada parcela por duas vezes, cortando-se rente ao solo as plantas contidas dentro do retângulo. A seguir as plantas foram levadas para a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante. Os dados desta avaliação não foram analisados estatisticamente, servindo apenas de informação sobre a quantidade de palha produzida pelas espécies.

3.4.2 Produção de massa seca da parte aérea do milho

Essa determinação foi realizada no florescimento masculino (28/11/2000), coletando-se cinco plantas ao acaso dentro das subparcelas, por tratamento e repetição. As plantas foram cortadas rente ao solo, sendo imediatamente trituradas, pesando-se a matéria fresca, e em seguida foi determinada a

matéria seca, utilizando-se estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 70 °C, até peso constante.

3.4.3 Diâmetro e comprimento de espigas

As determinações de diâmetro e comprimento de espigas foram realizadas em duas épocas, sendo a primeira delas quando as espigas estavam no estágio de grão leitoso em 18/12/2000 e a outra, na maturação fisiológica, após a colheita em 02/02/2001. Foram utilizadas régua e paquímetro graduados em centímetros, medindo-se cinco espigas, colhidas ao acaso em cada subparcela, por tratamento em cada repetição.

3.4.4 Análise do teor foliar de nitrogênio

A amostragem foi feita na emissão da inflorescência feminina, coletando-se a primeira folha oposta imediatamente abaixo da espiga. Foram coletadas cinco folhas em cada subparcela por repetição, seguido de lavagem das folhas em água deionizada, e levadas para estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante. Após a secagem as folhas foram moídas para determinação do teor de nitrogênio, pelo método de semi-micro Kjeldahl citado por Malavolta *et al.* (1997).

3.4.5 Altura de planta, altura de inserção da espiga e diâmetro de colmo

A altura da planta de milho foi determinada no florescimento, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira. Para altura de inserção de espiga mediu-se a distância entre o nível do solo e a inserção da primeira espiga. O diâmetro do colmo foi medido através do uso de paquímetro, colocando-o no terceiro nó da planta, partindo da base para o ápice do caule.

3.4.6 Peso de mil grãos

Foi determinado pesando-se em balança de precisão, com três casas, o peso médio de quatro amostras de 1000 grãos, por tratamento.

3.4.7 Produtividade de grãos

Foi determinado após a debulha das espigas colhidas dentro da área útil, correspondendo as duas linhas centrais com cinco metros de comprimento de cada subparcela, pesando-se os grãos em balança de precisão de duas casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%, com os valores expressos em kg ha⁻¹.

3.4.8 Nitrogênio e proteína nos grãos

A amostragem foi feita logo após a colheita do milho. As espigas foram debulhadas mecanicamente e após a pesagem dos grãos, os mesmos atingiram a umidade de 13% ao ar livre, sendo então moídos para determinação dos teores de nitrogênio e proteína, pelo método semi-micro Kjeldahl citado por Malavolta *et al.* (1997).

3.4.9 Análise estatística

Foi feita a análise de variância dos dados utilizando-se o sistema SAEG5 e quando o F apresentou-se significativo para culturas, utilizou-se o teste de Duncan, ao nível 5% de probabilidade para comparação entre as médias. Com o F sendo significativo ao nível de 5% para doses de nitrogênio, foi feita a comparação de médias pelo teste de Dunnet a 5% de significância (Gonçalves, 1996).

4. Resultados e discussão

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento e considerando-se os resultados analisados, conclui-se que:

O milho semeado após a ervilhaca peluda apresenta plantas com maior peso de massa seca, maior diâmetro de espiga, maior peso e teor de nitrogênio nos grãos.

Independentemente da cultura antecessora, a adição de 150 kg/ha de N em cobertura proporciona maior acúmulo de massa seca na planta e a adição de 200Kg/ha proporciona maior incremento na produtividade e peso de mil grãos em relação a testemunha.

BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, R.C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v. 22, nº 208, jan./fev. 2001.

AMADO, T. J.; 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, nº 03, p. 679-686, jul./set. 1999.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; STRIEDER, M. L. e FORSTHOFER, E. L. Efeito de sistemas de manejo da ervilhaca comum sobre a cultura do milho semeada em sucessão. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000. Resumos... Uberlândia. (Impressão eletrônica).

BASSO, C.J. ; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 24, nº 04, p. 905-915, out./dez. 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. Revista Brasileira de Ciência Solo. Campinas, v. 21, nº 02, p. 235-239, abr./jun. 1997.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P.R.F & ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. Revista Brasileira de Ciência do solo. Viçosa, v. 24, nº 04, p.897-903, out./dez. 2000.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Informações Agronômicas. Piracicaba. POTAFÓS, 1993. p. 63-145.

CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. Londrina, IAPAR, 1989. 37 p. (IAPAR, Boletim Técnico, 35).

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: SANTANA, M.B.M. (coord.). Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus, CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 47-49, 1986.

CERETTA, C.A; AITA, C.; BRAIDA, J.A; PAVINATO, A; SALET, R.L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. Revista Brasileira de Ciência de Solo. Viçosa, v. 18, p. 215:220, 1994.

COELHO, A .M.; FRANÇA, G.E. de. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. Informações Agronômicas, São Paulo, nº 71, p.1-8, 1995.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO: Projeção de safra agrícola 2000/2001. São Paulo. Disponível em <http://www.Conab.gov.br> Julho/2001.

CONSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B. Ocorrência de podridão parda da haste de soja em diferentes sistemas de rotação de culturas. In: **Reunião Centro-Sul de Adubação Verde e Rotação de Culturas, 1994.** Anais... Passo Fundo.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R.; BLANKEN, J. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. **IAPAR. Londrina, 1991. 269 p.**

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. **Londrina-PR. IAPAR, 1992.** (Circular Técnica 73).

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

EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. 2ª edição Brasília: **EMBRAPA-SPI, 1996. 204 p.**

EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Estimativa de Custo de Produção de Milho, safra 2000/2001, em MS. **Dourados-MS, 2000 (comunicado técnico nº 15, set/2000).**

EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Milho: Informações Técnicas. **Dourados-MS, 1991. 198 p.** (Circular Técnica nº 20).

EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Milho: Informações Técnicas. **Dourados-MS, 1997. 222 p.** (Circular Técnica nº 5).

EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Plantio direto. Disponível em <http://www.cpa.embrapa.br/tecnologias/spd/razões.html>. **Dourados, 2001.**

FANCELLI, A.L & DOURADO NETO, D. Milho: Fisiologia da Produção. In: I Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade. **1996.** Anais: **Piracicaba-SP.**

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELOS, C.A.; GUEDES, G.A.A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **UFL – Universidade Federal de Lavras – Lavras-MG. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG. vol. 22, n° 02, p. 247:254, abr./jun. 1998.**

FUNDAÇÃO MS PARA PESQUISA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS. Ervilhaca Peluda (*Vicia villosa* Roth). **Maracajú, 1998.4 p.** (Recomendações Técnicas nº 01/98).

GONÇALVES, M.C. Análise de regressão aplicada à pesquisa agrícola. **Dourados-MS: UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 1996. 174 p.**

GROVE, T.L.; RITCHE, K.D.; MADERMAN JUNIOR, C. Nitrogen fertilization of maize on a Oxisol of the cerrado do Brazil. **Agronomy Journal, Madison, v.72, p.261-265, 1980.**

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SALTON, J.C. Adubos Verdes de Outono/Inverno no Mato Grosso do Sul. **EMBRAPA - CPAO. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 4). Dourados, 1995. 93 p.**

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; DEDECEK, R.; ALVES JUNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um latossolo roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do solo. Viçosa. v. 21, nº 04, p. 667-676, out/dez 1997.**

JONES, J.B.; ECK, H.V. Plant analysis as aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: WALSH, L.M. & BEATON, J. D.; ed. Soil Testing and Plant Analysis. Madison, Soil Science Society of America, p. 349-364, 1973.

LANTMANN, A .F.; OLIVEIRA. E.L.; CHAVES, J.C.D.; PAVAN, A. Adubação no Estado do Paraná. In: SANTANA, M.B.M. (coord.). Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus-BA, CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 19-46, 1986.

LARA CABEZAS, W.A.R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH³ na cultura do milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. Revista Brasileira de Ciência do solo, Viçosa. v.21, p. 353 - 523, jul./set. 1997.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J.P. Manual da adubação. 2ª ed. São Paulo, ANDA, 1975. 346 p.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola : adubos e adubação. 3ª ed. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1981. 602 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p. Piracicaba. 2 ed.

MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, E. Fisiologia da produção de milho. In: Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – SPI, 1993. 204 p.

MAR, G. D. do. Efeito de doses e épocas de aplicação de uréia no milho safrinha. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS. Tese de Mestrado. Dourados. 2001.

MARRIEL, I. E.; FRANÇA, G.E. DE; VASCONCELLOS, C.A .; GAMA, E.E.G.E.; SANTOS, M.X. DOS; OLIVEIRA, A. C. Eficiência de absorção de nitrogênio e produtividade de grãos em populações de milho cultivadas sobre estresse. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,23, 2000. Uberlândia. Resumos... Sete Lagoas: ABM/EMBRAPA Milho e Sorgo / Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 269.

MELLO, F. A . F.; ARZOLA, S.; KICHL, J.C.; BRITO NETO, J. Efeito das doses e modos de aplicação de uréia na produção de milho. Revista Brasileira de Ciência do solo, Campinas, v.12, p.269-274, 1988.

OLIVEIRA, M.D.X. DE; DARÓS, R.; BAZONI, R. Avaliação de cultivares de milho de ciclo precoce, para as condições edafoclimáticas do Estado do Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,23, 2000. Uberlândia. Resumos... Sete Lagoas: ABM/EMBRAPA Milho e Sorgo / Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 37.

PITOL, C.; SALTON, J.C. Nabo Forrageiro: opção para cobertura de solo. Maracajú: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 4p. Maracajú-MS., 1993.

RAIJ, B.V; FEITOSA, C.T.; CANTARELLA,H.; CAMARGO, A .P.; DECHEN, A .R.; ALVES, S.; SORDI, G.; VEIGA, A . A .; CAMPANA, M. P.; PETINELLI, A .; NERY, C. A análise de solo para discriminar resposta à adubação para a cultura do milho. Bragantia, Campinas-SP, v.40, p. 57-15, 1981.

SÁ, J.C.M. Efeito das doses e época de aplicação de nitrogênio na produção de milho,após resteva de aveia preta, sobre plantio direto. Fundação ABC. Castro-PR, 1989. (Boletim técnico nº 4. 1989).

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

SALTON, J.; HERNANI, L.C.; FONTES,C.Z. Sistema de Plantio Direto. Coleção 500 Perguntas e 500 Respostas. EMBRAPA-CPO. Dourados-MS, 1998.

TEIXEIRA, M.R.O., FONTES, C.Z., FIALHO, W.F.B. Workshop sobre qualidade do milho. EMBRAPA – CPAO. Anais. Dourados-MS, 40 p., 1997.

VIEGAS, G.P. & MACHADO, D.A. Rotação de culturas : uma prática lucrativa. São Paulo: Sementes Cargill Ltda. São Paulo-SP, 28 p.,1990.

VILLELA, F. C. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio na produtividade de milho (Zea mays L.) cultivado em solo de várzea. Tese de Mestrado. UNESP – Faculdade de Ciências Agronômicas. Campus de Botucatu. 1999. Botucatu-SP.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar ? Informações Agronômicas, Piracicaba: POTAFÓS, n. 74, 1996. p. 1-5.

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