

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**EFEITO DE DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO
DE URÉIA NO MILHO SAFRINHA**

GILSON DOMINGOS DO MAR
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof. Dr^a. MARLENE ESTEVÃO MARCHETTI

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

633.15
M298e

Mar, Gilson Domingos do
Efeito de doses e épocas de
aplicação de uréia no milho safrinha /
Gilson Domingos do Mar. Dourados, MS
: UFMS, Campus de Dourados, 2001.
66p.

Dissertação de mestrado.

1. Milho safrinha - Produção. 2. Milho safrinha –
Uréia. 3. Milho safrinha – Adubação. I. Título.

Aos meus pais Geraldo e Josephina.

Aos meus sogros Bento e Ruth.

Às minhas irmãs Gislaine e Gisele.

À toda minha família.

OFEREÇO

À Neuza, minha esposa pelo incentivo,
amor e companheirismo presente em todos
os momentos.

À Suiane, minha filha, pelo carinho e
solidariedade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas alegrias e conquistas da minha vida,

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, pela oportunidade de realização deste trabalho,

À professora Dra. Marlene Estevão Marchetti, pela orientação segura, amizade e ensinamentos durante o curso de mestrado,

Aos professores Dr. Luiz Carlos Ferreira e Dr. Manoel Carlos Gonçalves, pelas sugestões, colaboração e amizade,

À Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista – ESAPP, alicerce desta caminhada,

Aos Engenheiros Agrônomos Camilo Plácido Vieira e Antonio Airton Morcelli, pelo incentivo e apoio,

Ao amigo Nilsso Luiz Zuffo, pelos ensinamentos sobre pesquisa e pela amizade,

Aos funcionários da biblioteca da EMBRAPA, Eli de Lourdes Vasconcelos, Roseli Alves de Almeida Gomes, Silvana Sotolani Furlan e Marisa Ferreira dos Santos, pela presteza, atenção e colaboração,

Aos agricultores Celso José Urio e Celso José Urio Junior, pela cessão do local para realização do experimento e apoio prestado,

Ao amigo Wagner Rogério Motomya, pela amizade, companheirismo e convívio agradável,

Ao amigo Mário José Maffini, pelo apoio, amizade e oportunidade,

Aos amigos Paulo Renan e Cezario Doná, pela colaboração para realização desse trabalho,

Aos amigos Naoishi Ishizaki e Gilmar Curioni, pelo apoio e incentivo,

À todos os professores do curso de mestrado que tanto me ensinaram,

À todos colegas e companheiros do curso pela amizade e colaboração,

À todos aqueles que direta ou indiretamente participaram dessa vitoriosa empreitada.

BIOGRAFIA

Gilson Domingos do Mar, nascido em 01 de maio de 1959, em Paraguaçu Paulista, SP, filho de Geraldo Domingos do Mar e Josephina Lavanholli do Mar, Engenheiro Agrônomo formado pela Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista – ESAPP, em dezembro de 1981. Trabalhou na extensão rural oficial e na iniciativa privada, estando radicado no Mato Grosso do Sul desde maio de 1982. Em março de 1998, iniciou o Curso de Pós-Graduação, ao nível de mestrado, em Agronomia, área de concentração “Produção Vegetal”, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados,MS.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Evolução da área e produtividade do milho safrinha	4
2.2. Fisiologia da produção: aspectos climáticos e fenológicos	6
2.2.1. Aspectos Climáticos	7
2.2.1.1. Temperatura	7
2.2.1.2. Luz	8
2.2.1.3. Água	9
2.2.2. Estádios fenológicos	9
2.2.2.1. Estádio 0	10

2.2.2.2. Estádio 1	10
2.2.2.3. Estádio 2	11
2.2.2.4. Estádio 3	11
2.2.2.5. Estádios 4 e 5	11
2.2.2.6. Estádios 6 a 10	12
2.3. Época de semeadura do milho safrinha	12
2.4. Adubação nitrogenada na cultura de milho	13
2.5. Absorção de nitrogênio pela planta de milho	14
2.6. Eficiência da adubação nitrogenada na cultura de milho	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Caracterização da área experimental	21
3.2. Caracterização climática	23
3.3. Tratamentos e delineamento experimental	26
3.4. Instalação e desenvolvimento do ensaio	27
3.5. Características avaliadas	28
3.5.1. Altura de inserção de espiga e altura de planta	28
3.5.2. Massa seca e teor de nitrogênio foliar	29
3.5.3. Produtividade	29
3.6. Análise Estatística	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Altura de inserção de espiga	33
4.2. Altura de planta	36
4.3. Produção de massa seca foliar	39
4.4. Teor de nitrogênio foliar	42
4.5. Produtividade	45
5. CONCLUSÕES	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
Quadro 1	Área colhida, produção e produtividade do milho safrinha no Brasil. Dourados-MS. 2001..... 5
Quadro 2	Atributos químicos e físicos da amostra do solo utilizada no experimento. Dourados-MS. 2001 22
Quadro 3	Precipitação pluviométrica, por decêndio, ocorridas no município de Dourados, entre os meses de março a agosto de 1998. Dourados-MS. 2001 23
Quadro 4	Resultados da análise de variância para altura de inserção de espigas de milho safrinha. Dourados-MS. 2001 33
Quadro 5	Contrastes dos valores médios de altura de inserção de espigas dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS. 2001 35
Quadro 6	Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para altura de planta do milho safrinha.

	Dourados-MS. 2001	36
Quadro 7	Contrastes dos valores médios de altura de plantas dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS.2001.....	37
Quadro 8	Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para produção de massa seca foliar do milho safrinha. Dourados-MS. 2001	39
Quadro 9	Contrastes dos valores médios de massa seca foliar dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS.2001	41
Quadro 10	Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para teor de N foliar do milho safrinha. Dourados-MS. 2001	42
Quadro 11	Contrastes dos valores médios de teor de N foliar dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS.2001	44
Quadro 12	Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para produtividade do milho safrinha. Dourados-MS. 2001	46
Quadro 13	Médias de produtividade (kg ha ⁻¹) de milho safrinha, para as quatro épocas de aplicação de N, em cada dose. Dourados-MS. 2001	48
Quadro 14	Contrastes dos valores médios de produtividade dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS.2001	50

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1 Médias mensais de temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias, ocorridas em 1998 no município de Dourados-MS., adaptado de EMBRAPA-CPAO, 1999. Dourados-MS. 2001	24
Figura 2 Preipitação pluviométrica acumulada (mm), ocorridas no município de Dourados e as datas dos estádios fisiológicos da cultura do milho safrinha, adaptado de Fancelli, 1986. Dourados-MS. 2001	25
Figura 3 Esquema detalhado da parcela experimental e da área útil.....	27
Figura 4 Altura de inserção de espiga (cm) do milho safrinha, em função da aplicação de doses de N (kg ha ⁻¹). Dourados-MS. 2001	34
Figura 5 Altura de planta (cm) do milho safrinha, em função da aplicação de doses de N (kg ha ⁻¹). Dourados-MS. 2001	38
Figura 6 Produção de massa seca foliar (g MS 10 folhas ⁻¹) do milho safrinha, em função de doses de N (kg ha ⁻¹). Dourados-MS. 2001	40

Figura 7	Teor de N foliar (g Kg MS^{-1}) do milho safrinha, em função da aplicação de doses de N (kg ha^{-1}). Dourados-MS. 2001	43
Figura 8	Produtividade (kg ha^{-1}) do milho safrinha, em função de doses de N (kg ha^{-1}). Dourados-MS. 2001	47

EFEITO DE DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE URÉIA NO MILHO SAFRINHA

Gilson Domingos do Mar

Orientadora: Dr^a. Marlene Estevão Marchetti

RESUMO

O milho safrinha, tornou-se a principal lavoura de outono-inverno, semeada após a colheita da cultura da soja, nos Estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. Utilizando-se práticas culturais adequadas e semeadura dentro das épocas oficialmente recomendadas, os riscos climáticos tendem a diminuir, podendo o agricultor incrementar a adubação. Dentre os nutrientes, o N, é um dos que mais contribui para a elevação da produção. A adubação nitrogenada, entretanto, é influenciada por vários fatores, entre os quais destacam-se: condições climáticas, cultura anterior, quantidade de N adicionada ao solo e época de aplicação deste elemento.

O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho Eutroférico argiloso, na Fazenda da Lagoa, município de Dourados-MS, no período de março a agosto de 1998, com o objetivo de avaliar a resposta da produtividade de grãos e outras características agrônômicas do milho safrinha à diferentes doses e épocas de aplicação de N. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com esquema fatorial $(5 \times 4) + 1$, com 5 doses de N, na forma de uréia (30, 60, 90, 120 e 150 kg N.ha⁻¹), 4 épocas de aplicação (E): E1 (todo N na semeadura), E2, E3 e E4 (1/3 do N na semeadura e 2/3 em cobertura, incorporado, quando as plantas apresentavam-se com 4, 8 e 10 folhas totalmente expandidas, respectivamente) e um tratamento sem adição deste nutriente, com quatro repetições. As características agrônômicas estudadas foram, altura de inserção de espiga, altura de planta, produção de massa seca foliar, teor de N foliar e produtividade.

A adubação nitrogenada influenciou todas as características estudadas, sendo a dose de 120 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou os melhores resultados. Entretanto, apenas para produtividade houve diferenças estatísticas para a interação dose x época de aplicação de N em cobertura. Verificou-se que, para doses até 60 kg ha⁻¹ de N não há necessidade de se parcelar a adubação nitrogenada. O melhor parcelamento foi 1/3 do N na semeadura e 2/3 em cobertura quando as plantas apresentavam quatro a oito folhas totalmente expandidas, para as doses de 90 e 120 kg N.ha⁻¹.

EFFECT OF DOSES OF UREA AND APPLICATION TIMING ON THE OUT SEASON MAIZE

Gilson Domingos do Mar

Adviser: Dr. Marlene Estevão Marchetti

ABSTRACT

The out of season maize, sowed after soybean, became the main autumn-winter crop in the States of Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. With appropriate cultural practices and sowing at the recommended time period, the climatic risks can be minimized, thus making it possible to invest in fertilization. Of the main nutrients, N is one of the more important in the elevation of the maize grain yield. Nevertheless, the N fertilization is influenced by several factors, among others: weather conditions, previous crop, amount of N used, and application timing.

One experiment was carried in a Red-Dusky Latossol Eutrophic, in farm at Dourados, MS, Brazil, in the period of March to August, 1998, with the objective of evaluating the effect different doses and application timing of N on the grain yield and other agronomic characteristics of the out of season maize. The experimental design was the randomized blocks, with a 5 x 4 + 1 factorial, replicated four times. The five doses (30, 60, 90, 120, and 150 kg ha⁻¹) were applied as urea, in four dates: E1 (all N at sowing), E2, E3, and E4 (1/3 of the total N dose at sowing and 2/3 when the plants had four, eight, and ten leaves, respectively), and one treatment with no N. The agronomic characteristics evaluated in this experiment were ears height, plant height, leaves dry matter, leaf N content, and grain yield.

The N influenced all evaluated characteristics, with 120 kg ha⁻¹ yielding the best results. However, only for grain yield there were significant differences for the interaction of dose x timing of N application. It was observed that for up to 60 kg ha⁻¹, there was no need for to parcel the total N dose. As for the 90 and 120 kg ha⁻¹ doses, the best results were obtained with 1/3 at sowing, and 2/3 when the plants had four to eight fully expanded leaves.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho é considerada uma das mais importantes nacional e mundialmente, destacando-se principalmente pelo seu valor nutritivo e pelas suas múltiplas aplicações, seja na alimentação humana ou animal e como matéria prima para os mais variados complexos agroindustriais (FAO, 1993).

O milho safrinha, ou milho de segunda safra que inicialmente começou a ser semeado no início dos anos 80 no estado do Paraná, substituindo a

semeadura de trigo, tornou-se a principal lavoura de outono-inverno nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás (Tsunechiro e Arias, 1997).

A área semeada com milho safrinha no Brasil aumentou de 500 mil em 1991 para 2500 mil hectares em 1999, e a produção passou de 923 mil para 4900 mil toneladas, respectivamente (Agrianual, 2000). Nesse mesmo período, verificou-se um representativo aumento de 3,7 para 20%, em relação à área total cultivada com milho.

Atualmente, com a cultura de milho safrinha consolidada, o produtor vem investindo em tecnologias, tais como, sementes híbridas, racionalização de tratos culturais e incremento na adubação, ao passo que as empresas fornecedoras de sementes, devido ao expressivo aumento de área cultivada, vêm buscando obter nos seus centros de pesquisas, híbridos mais precoces, mais rústicos e mais adaptados para a época, além de responsivos ao uso de tecnologia.

A utilização dessas práticas culturais e semeadura o mais cedo possível, visa reduzir os riscos da cultura ser prejudicada com geadas, baixas temperaturas e mesmo com irregularidades na distribuição de chuvas (Darós *et al.*, 1996).

Reduzindo-se portanto os riscos climáticos; aliado ao incremento de adubação, resultará na elevação de produtividade (Cantarella e Duarte, 1995 e Salton, 1994), sendo que o retorno econômico desse investimento poderá chegar a 100% (Duarte *et al.*, 1998).

As recomendações de adubação para a cultura do milho safrinha, se baseiam nas recomendações para o milho de verão, se restringindo apenas na reposição de quantidade exportadas nos grãos, não existindo estudos de calibração de níveis críticos para o milho safrinha (Duarte *et al.*, 1996; Cantarella e Duarte, 1997 e Maeda *et al.*, 1997) .

Entre os nutrientes exigidos pela cultura o nitrogênio (N) é um dos que mais contribui para o aumento da produtividade, sendo este absorvido em grandes quantidades, e cuja falta provocará sérios distúrbios na cultura, comprometendo seus resultados finais (Yamada, 1997).

Essa busca pelo aumento de produtividade leva a constantes demandas tecnológicas, onde, mesmo a adubação nitrogenada deverá ser aprimorada e adaptada ao milho safrinha. As respostas à fertilização nitrogenada são influenciadas por diversos fatores, com destaque para fertilidade do solo, condições climáticas, suprimentos de nitrogênio, relação C/N, cultivar,

cultura anterior e métodos de aplicação de nitrogênio.

Portanto, levando-se em consideração a evolução dos trabalhos de melhoramento genético e o uso de cultivares de soja de ciclo precoce possibilitando a semeadura do milho safrinha dentro de época recomendada, torna-se necessário a realização de pesquisas para adequação de adubação nitrogenada para o cultivo do milho safrinha.

Em virtude do exposto, realizou-se o presente estudo, com o objetivo de avaliar doses e épocas de aplicação de uréia em cobertura na produtividade de grãos e outras características agronômicas do milho safrinha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Evolução da área e produtividade do milho safrinha

A cultura do milho safrinha apesar de ter sido implantada no início dos anos 80, no estado do Paraná, ganhou destaque no final desta década, como mais uma alternativa econômica na entressafra, ocupando as áreas ociosas devido ao desestímulo do cultivo de trigo, que era a principal atividade econômica para suceder as culturas de verão, principalmente soja (Pitol *et al.*, 1995).

Outros fatores contribuíram para a consolidação da cultura. A rotação de culturas soja-milho promove efeito benéfico na produção

de soja como também para a de milho e na fertilização do solo (Copelan e Crookston, 1992).

Além disso, o cultivo de milho permite utilizar herbicidas para controle de plantas daninhas de folhas largas, promovendo a redução dessas ervas na cultura da soja (Peeten, 1984).

A semeadura de milho safrinha em sucessão à soja possibilita ainda, cultivar outra cultura após a colheita do milho e antes da semeadura da soja no verão, ou seja, uma terceira cultura dentro de um mesmo ciclo anual. Experimento realizado com guandu possibilitou o enriquecimento de pastejo para bovinos além de diminuir a resistência mecânica do solo (Micelli *et al.*, 1996).

Garcia (1997), admitia a estabilização da semeadura de milho safrinha à partir de 1996, entretanto, observa-se um incremento na área colhida, que chegou a cinco vezes maior aquela colhida em 1999 em relação à colhida em 1991, ou seja, 500 mil hectares em 1991, para aproximadamente 2500 mil hectares em 1999 (Quadro 1).

Quadro 1 - Área colhida, produção e produtividade do milho safrinha no Brasil. Dourados-MS. 2001

Ano	Área colhida (ha)	Produção (mil ton)	Produtividade (kg ha⁻¹)
1991	504600	923	1828
1992	695300	1441	2072
1993	1193700	2388	2000
1994	1644600	2159	1313
1995	1453800	3274	2252
1996	1507100	3270	2170
1997	2198500	4011	1824
1998	2321000	5583	2405
1999	2480053	4896	1974
2000	2720330(*)		

Fonte: adaptado de AGRIANUAL 98 (1999) e AGRIANUAL 2000 (2000). Dourados-MS. 2001

(*): Previsão

Esse sucessivo aumento de área deveu-se a possibilidade de utilização racional das terras, máquinas, equipamentos e mão-de-obra em períodos ociosos, somados aos melhores preços pagos ao produtor comparados à safra normal e também a falta de alternativas mais rentáveis ou seguras para a época (Tsunechiro e Arias, 1997).

O milho safrinha representa 20% do milho produzido no Brasil, cuja produtividade tem se situado em torno de 2000 kg ha⁻¹ com algumas

variações, pois esses resultados são muito dependentes das condições climáticas.

2.2. Fisiologia da produção: aspectos climáticos e fenológicos

A semeadura de milho na safrinha pode coincidir com condições climáticas pouco favoráveis ao desenvolvimento da cultura em função dessa época apresentar ocorrência de veranicos e declínios de temperatura (Daros et al., 1996).

Apesar de apresentar uma excelente conversão de energia radiante em produção de biomassa, resultando em elevado potencial produtivo, o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresses de natureza diversas, em menor ou maior grau, dependendo da fase fenológica em que se encontra. Assim, o conhecimento dos fatores ambientais e as etapas de desenvolvimento em interação com a nutrição da planta, pode contribuir de forma decisiva na capacidade produtiva da cultura.

2.2.1 Aspectos climáticos

2.2.1.1. Temperatura

A planta de milho é afetada pela temperatura, existindo uma temperatura ideal para cada processo fisiológico em que, durante certo tempo, o processo atinge sua plenitude, e uma temperatura crítica, acima ou abaixo da qual o processo é inibido ou não se realiza (Fornasieri Filho, 1992).

O cultivo do milho só é recomendado em regiões cuja temperatura média diurna é superior a 19°C e a temperatura média noturna acima de 12,8°C. Temperaturas do solo inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente o desenvolvimento do processo de germinação das sementes e emergência das plântulas de milho, sendo que a temperatura ideal situa-se entre 25°C e 30°C (Fancelli e Dourado Neto, 1998).

O período compreendido entre a emergência e o pendoamento é muito influenciado pelas condições climáticas, em especial a temperatura, que poderá promover a aceleração ou o retardamento do processo. Para a iniciação da expansão completa das folhas e do pendoamento a temperatura basal deverá se situar ao redor de 10°C (Birch *et al.*, 1998), entretanto, as ideais

deverão se situar entre 15,5°C e 26°C (Berger, 1962, citado por Fornasieri Filho, 1992).

O período compreendido entre a formação dos grãos e a maturação, fisiologicamente não é afetado pelas condições climáticas. Entretanto, a produtividade de grãos pode ser reduzida e a composição protéica alterada, com temperaturas acima de 35°C por ocasião do período de formação de grãos, devido a diminuição da atividade da reductase do nitrato (Fancelli e Dourado Neto, 1997).

A ocorrência de temperaturas mais amenas na fase de enchimento de grãos, contribui para a boa manutenção da atividade da reductase do nitrato, a qual afeta o processo de transformação do nitrogênio disponível para a planta (Magalhães *et al.*, 1993), sendo que, temperaturas noturnas elevadas, acima de 24,0°C, reduzem a taxa fotossintética líquida em função do aumento da respiração celular ocasionando menor saldo de fotoassimilados (Earl & Tollenar, 1998).

A época de semeadura do milho safrinha ocorre no final do verão e o desenvolvimento da cultura coincide com uma diminuição gradual de temperatura, principalmente, na segunda metade do seu ciclo. Caso a planta sofra uma queda rápida de temperatura, a estrutura do tecido não estará adaptada a esse tipo de estresse,

os efeitos serão danosos. Em contrapartida, se esse processo for gradual há possibilidade de as células se adaptarem progressivamente e tolerarem o frio. Entretanto, quando no período de grãos leitosos ocorrer geada, dependendo da intensidade e duração o processo produtivo pode ser irreversível, podendo causar a morte da planta (Mundstock, 1995).

2.2.1.2. Luz

O milho possui uma grande eficiência em converter a energia luminosa em energia química, fato este característico do processo fotossintético das plantas do tipo “C₄”, do qual o milho faz parte (Magalhães e Silva, 1987).

A diminuição da intensidade luminosa a níveis de 30 a 40% ocasiona atraso na maturação de grãos, principalmente em cultivares de ciclo mais longos. Essa maior sensibilidade se verifica no início da fase reprodutiva, que se dá 10 a 15 dias após o florescimento. A redução da disponibilidade de luminosidade ocasionará uma diminuição de produção (Sartori, 1997).

Assim a distribuição espacial das plantas na área, a arquitetura das folhas e o tempo de exposição da área foliar, determinam a eficiência de aproveitamento da luz pela cultura (Magalhães e Silva, 1987).

2.2.1.3. Água

A necessidade de precipitação pluviométrica exigida pela cultura do milho sem a utilização de irrigação está em torno de 600mm, sendo que a distribuição das chuvas durante seu ciclo, é mais importante que a quantidade total das chuvas que atingem uma região.

A maior demanda hídrica ocorre nas fases de emergência, florescimento e formação de grãos, que são as mais exigentes. Todavia, 15 dias antes a 15 após o florescimento, o requerimento de um suprimento hídrico adequado, aliados às temperaturas ideais, tornam esse período extremamente crítico (Sartori, 1997).

2.2.2. Estádios fenológicos

Embora a cultura do milho apresente ciclo variável, as etapas de desenvolvimento são divididos: em vegetativa e reprodutiva.

As subdivisões da etapa vegetativa são identificadas em função do número de folhas plenamente expandidas, enquanto que na reprodutiva as seis subdivisões são baseadas no desenvolvimento dos grãos, culminando com o aparecimento de uma camada preta na base dos

grãos, ou seja a maturação fisiológica (Ritchie *et al.*, 1993).

Para o melhor estabelecimento das correlações entre os diversos fatores concernentes ao desempenho e manejo da cultura do milho, Fancelli e Dourado Neto (1997) dividiram as etapas de desenvolvimento da cultura do milho em 11 estádios diferentes.

2.2.2.1. Estádio 0

Este estágio vai da semeadura a emergência, sendo influenciado principalmente pela temperatura e umidade do solo, para o desencadeamento do processo germinativo. Em condições normais a emergência das plântulas ocorrerá entre cinco e dez dias após a semeadura e, entretanto, o atraso na emergência pode ocasionar prejuízos à cultura, pelo ataque de pragas, doenças do solo e pela lixiviação de nutrientes causado pelas chuvas após a semeadura (Fornasieri Filho, 1992).

Normalmente, uma semana após a emergência a plântula apresenta duas folhas totalmente expandidas, iniciando o processo fotossintético.

2.2.2.2. Estádio 1

Neste estágio as plantas apresentam-se com quatro folhas completamente expandidas. Pode-se observar a diferenciação dos órgãos reprodutivos e das folhas no colmo da plântula de milho, cujas estruturas ainda se encontram localizadas abaixo da superfície do solo, razão pela qual geadas e chuvas de granizos promovem pequena redução na produção.

Nesta fase o principal dreno de fotoassimilados presente na planta é a raiz, que já apresenta considerável percentagem de pêlos absorventes e ramificação diferenciadas.

A disponibilidade de nitrogênio nesta fase é fundamental por promover um aumento no desenvolvimento do sistema radicular (Fancelli e Dourado Neto, 1997), enquanto a sua falta limitará a definição do potencial de produção da cultura (Ritchie *et al.*, 1993).

2.2.2.3. Estádio 2

A formação de oito folhas totalmente expandidas indica o início deste estágio que se caracteriza pelo crescimento do colmo em diâmetro e comprimento, face ao alongamento dos entrenós referentes a 7^a, 8^a e 9^a folhas, bem como pelo processo de formação da inflorescência masculina.

Nesta fase aumenta a demanda por nutrientes e água por parte da planta, principalmente N (Fancelli e Dourado Neto, 1997).

2.2.2.4. Estádio 3

Neste estágio as plantas apresentam 12 folhas completamente expandidas e por 80 a 90% da área foliar máxima da planta, em que a disponibilidade de nutrientes, sobretudo de N, além de uma boa distribuição de chuvas, constituem fatores decisivos no potencial da produção da cultura (Fancelli e Dourado Neto, 1997).

2.2.2.5. Estádios 4 e 5

Caracteriza-se pelo aparecimento parcial do pendão e estilo-estigmas da espiga.

Estresses climáticos como temperaturas elevadas, baixa umidade e luminosidade, associadas às deficiências nutricionais podem prejudicar o sincronismo “pendão-cabelo” das plantas e a fertilização dos óvulos,

conseqüentemente, levando a sérios prejuízos na produção final (Fornasieri Filho, 1992).

No estágio 5 cessa o crescimento da planta e as espigas expõem seus estilo-estigmas para serem polinizados.

2.2.2.6. Estádios 6 a 10

Corresponde aos estádios de grãos leitosos à maturação fisiológica, caracterizando-se pelo início do processo de acumulação de amido no endosperma dos grãos, através da translocação dos sintetizados presentes nas folhas e no colmo, sendo a última etapa a paralisação total de acúmulo de matéria seca nos grãos. Nesse estágio os grãos apresentam também o máximo de vigor e poder germinativo. Teoricamente, este é o ponto ideal de colheita mas, na prática, o alto teor de água nos grãos inviabiliza este processo, pois aumentaria a necessidade de secagem, elevando os custos e riscos de deterioração dos grãos. A umidade mais indicada para a colheita mecânica situa-se entre 18 e 25% (Tonon, 1998).

2.3. Época de semeadura do milho safrinha

A época ideal para a semeadura do milho safrinha nas regiões produtoras do Brasil é até 15 de março (Pitol *et al.*, 1995; Darós *et al.*, 1996 e Duarte *et al.*, 2000).

A semeadura realizada na época ideal, a utilização de insumos, híbridos de alto potencial produtivo, adubação, inseticidas e herbicidas, têm possibilitado ótimos retornos econômicos, ao passo que a semeadura tardia, normalmente devido a semeadura de cultivares de soja de ciclo mais tardio, deixa o milho vulnerável à ocorrência de geadas.

2.4. Adubação nitrogenada na cultura de milho

A cultura do milho é uma das mais estudadas do ponto de vista nutricional, dado a sua grande importância do milho na alimentação humana e animal. O aumento na produção leva a constantes demandas tecnológicas, onde mesmo a fertilização nitrogenada, uma das técnicas mais simples, deva ser aprimorada e adaptada ao milho safrinha (Altmann, 1997).

Dentre os diversos nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, é destacado o papel que o N desempenha na cultura do milho, sendo responsável pelo desenvolvimento vegetativo e proporcionando às

folhas um verde intenso (Ulloa *et al.*, 1982). Como constituinte essencial dos aminoácidos, é fundamental para síntese protéica e, uma vez que a formação dos grãos depende de proteínas na planta, a produção do milho está diretamente relacionada com o suprimento de N (Muzilli *et al.*, 1989).

Para se obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado, o conhecimento das marchas de absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, são importantes para determinar as épocas em que o N é mais exigido, permitindo assim corrigir as deficiências que possam ocorrer no desenvolvimento da cultura.

O efeito visual que o N proporciona à cultura, tais como folhas mais verdes e maior vigor vegetativo, levam à tendência de exceder a aplicação, além do fisiologicamente necessário.

Quando há um consumo de luxo, este poderá ocasionar menor resistência à pragas e doenças, à condições adversas de seca e geada, acamamento e retardamento da maturação (Santos, 1983).

Estudo de 23 anos no estado de Illinois, nos Estados Unidos, verificou que o aumento na produção de grãos foi proporcional ao incremento do uso de adubos nitrogenados na cultura do milho (Hageman, 1979).

2.5. Absorção de nitrogênio pela planta de milho

Estima-se que 100 milhões de toneladas de N são fixados anualmente no planeta (Beevers, 1976).

Não existe, ainda, um método de análise para medir a disponibilidade de N em solos e que possa ser utilizado em laboratórios de rotina. A dificuldade na obtenção desse método está, em grande parte, ligada a complexidade das reações bioquímicas as quais são influenciadas pelas condições ambientais pouco previsíveis que, conjuntamente regem o comportamento do N no solo.

De acordo com Arnon (1975) e Bray (1983), o N do solo ocorre, na sua maioria, na forma orgânica (mais que 90% do N total), ligada as cadeias carbônicas constituindo a matéria orgânica, cuja disponibilidade para as plantas está associada à atividade de microorganismos que decompõem a matéria orgânica, mineralizando o N orgânico, transformando-o em formas inorgânicas, como íon amônio (NH_4^+) e o íon nitrato (NO_3^-), passíveis de absorção.

O fluxo de N é regulado pela relação C/N fazendo com que ocorra a imobilização ou liberação de N pelos microorganismos, processos

esses sujeitos à interferência de diversos fatores (Anghinoni, 1984 e Sá, 1996).

Materiais com relação C/N alta (acima de 30:1) favorecem a imobilização, e entre 20:1 a 30:1, os processos de mineralização e imobilização se igualam. Abaixo de 20:1 predomina a mineralização que compreende as fases de liberação do N orgânico de proteínas (proteólise) e amonificação sendo efetuada por microorganismos heterotróficos que utilizam carbono como fonte de energia. Após usarem de todos nutrientes que necessitam, os microorganismos liberam o N para o solo tendo como produto final o amônio que pode ser oxidado a nitrito (NO_2^-) e nitrato, que constitui a fase de nitrificação (Fornasieri Filho, 1992).

De acordo com Bahia Filho *et al.* (1983), o N é mais absorvido pelas plantas na forma nítrica do que amoniacal. O N amoniacal pelo fato de estar carregado positivamente, devido às trocas iônicas, penetra menos rapidamente nas camadas profundas, podendo também ser fixado pelas argilas, estando menos sujeito à lixiviação, enquanto que o nitrato, na forma aniônica, está particularmente sujeito à lixiviação, podendo ficar fora do alcance das raízes (Allon *et al.*, 1953 e Gasser, 1961, citados por Ulloa *et al.*, 1982).

A velocidade de absorção do N pela planta pode variar de 1 a 36 horas para absorção de 50% do elemento (Malavolta *et al.*, 1997).

O balanço no sistema solo-planta-atmosfera se dá pela diferença entre ganhos e perdas, onde os ganhos são provenientes da adubação nitrogenada, mineralização da matéria orgânica, fixação biológica e chuvas, enquanto que as perdas são devidas à extração pelas culturas, volatilização, lixiviação, erosão e imobilização biológica (Yamada, 1996).

O nitrogênio é absorvido pelas plantas de milho em todo seu ciclo vegetativo, sendo pequena no primeiro mês, aumentando consideravelmente a partir daí, atingindo taxa superior a $4,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, durante todo florescimento (Cruz *et al.*, 1996). Entre os 25 a 45 dias a planta de milho chega a acumular 43% do N de que necessita e, entre as fases de desenvolvimento pleno que vai da 8^a a 10^a folha ao pendoamento, ainda irá absorver 31% de suas necessidades totais (Muzilli *et al.*, 1989).

2.6. Eficiência da adubação nitrogenada na cultura de milho

A eficiência da utilização de fertilizante nitrogenado pela planta de milho é dependente

de inúmeros fatores tais como tipo de solo, condições de clima, acidez, conteúdo de argila, das cultivares, da cultura anterior, distribuição de chuvas, níveis de fertilização nitrogenada, interação com outros nutrientes (Sims *et al.*, 1998).

Anghinoni (1984) utiliza como critério básico para recomendação de N o método baseado no teor de matéria orgânica. Entretanto, não se deve utilizá-lo como único índice, muito embora a matéria orgânica seja a maior fonte de N para as plantas.

Muzilli e Oliveira (1982) e Muzilli *et al.* (1983) associam as respostas da cultura do milho à adubação nitrogenada e às condições de uso anterior do solo. Tais respostas são acentuadas em solos intensamente cultivados e pouco pronunciado ou inexistente em solos recém-desbravados e, em solos degradados anteriormente, mas recuperados pelo pousio ou pela adubação verde.

A recomendação de utilização de N através da adubação, de acordo com Raij *et al.*, (1996), deve levar em consideração as classes de respostas esperadas, divididas em três: (a) alta resposta esperada – solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de milho ou outras culturas não-leguminosas, primeiros anos de plantio direto, solos arenosos sujeitos a altas

perdas por lixiviação; (b) média resposta esperada – solos muito ácidos que serão corrigidos, ou com plantio anterior esporádico de leguminosas, solos em pousio por um ano, ou o uso de quantidade moderadas de adubos orgânicos; e (c) baixa resposta esperada – solos em pousio por dois ou mais anos; ou cultura de milho após pastagem, cultivo intenso de leguminosas ou plantio de adubos verdes antes do milho, uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos.

Para aumentar a eficiência do N, Costa e Oliveira (1998) recomendam o parcelamento da dose de acordo com a necessidade da cultura, da característica do solo e do clima, parcelando em duas a três vezes para altas doses de N ($> 120 \text{ kg ha}^{-1}$ de N), em solos arenosos, solos argilosos com CTC baixa, época de chuva intensa e cultivares de ciclo longo. Um menor parcelamento (uma a duas vezes) deve ser feito para baixas doses ($< 120 \text{ kg ha}^{-1}$ de N), em solos de textura média argilosa, argilosa com alta CTC, época de chuva de baixa intensidade e cultivares de ciclo curto.

A prática da adubação em cobertura vem mostrando ser bastante efetiva, ao minimizar as perdas do nutriente aplicado e atender a demanda da cultura. Deve-se levar em consideração a fenologia (estádios de definição da produção e a marcha de absorção de N) da

cultura do milho, as condições climáticas e o tipo de solo, pois o parcelamento indiscriminado de adubação nitrogenada em cobertura, pode comprometer os retornos da adubação (França *et al.*, 1994).

Aplicado parceladamente a absorção será mais gradual, acompanhará melhor o ritmo de metabolização e, conseqüentemente, haverá menor probabilidades de ocorrer acúmulos de nitratos (Büll, 1993).

A aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N, poderá ser parcelada, sendo 1/3 na semeadura, principalmente em sistema de plantio direto e híbridos de milho superprecoce e, o restante, divididos em duas parcelas iguais (quatro e oito folhas). Entretanto, quando o solo apresentar baixo teor de lixiviação pode-se reduzir o parcelamento, utilizando-se 30 a 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura e igual dosagem no estágio de seis folhas. Salienta-se a importância da incorporação do fertilizante nitrogenado, especialmente no sistema de plantio direto quando a fonte for uréia (Dourado Neto e Fancelli, 1997). A incorporação, suficiente a 5 cm de profundidade, deve ser feita tanto na semeadura, como em cobertura, estimando-se um índice de aproveitamento de 70 a 90% (Costa e Oliveira, 1998).

O tratamento com nitrogênio em duas parcelas, 40 + 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura e

aos 40 dias, respectivamente, mostrou maior índice de atividade da nitrato reductase, maior acumulação de N das folhas e grãos, maior produção de grãos comparados à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N tudo no plantio e também superior ao parcelamento em três vezes iguais de 40 kg ha⁻¹ de N, tudo no plantio, aos 40 e aos 60 dias (Pereira *et al.*, 1981).

Souza (1997) recomenda aplicar 20 a 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura e parcelar até duas vezes (quatro e oito folhas) em solos argilosos ou até três vezes (4, 8 e 12 folhas) em solos arenosos.

De acordo com Yamada (1996), das fontes de N encontradas no comércio para as aplicações em cobertura, a uréia é a mais barata e encontrada em maior disponibilidade no mercado brasileiro, sendo um ótimo fertilizante, com comprovada ação, principalmente se incorporada ao solo entre 5 a 10 cm de profundidade.

Howard e Tyler (1989), estudando a aplicação de fertilizantes nitrogenados, em diferentes doses e formas de aplicação na cultura do milho, constataram diferenças significativas sendo que a aplicação da uréia incorporada, foi mais eficiente, quando comparadas à aplicação a lanço ou em linha na superfície, em função das perdas desta fonte pela volatilização de amônia (NH₃⁺) e/ou mobilização pelos restos culturais na superfície.

Quando as condições climáticas forem ideais e ocorrer chuvas após a aplicação do N em cobertura é pouco provável que haja diferenças significativas entre as fontes de fertilizantes nitrogenados, mesmo quando aplicados em superfície sem incorporação (Fiorin *et al.*, 1998).

Entretanto, o comportamento da uréia no solo está condicionado a vários fatores como pH, temperatura, presença de carbonato livre, teor de matéria orgânica, concentração de amônio, aeração, níveis de nutrientes, CTC, clima, época de plantio, doses e métodos de aplicação.

O N aplicado na forma de uréia na superfície do solo, rapidamente converte-se em amônia ou amônio quando a umidade e a temperatura são adequadas e na presença da enzima uréase. Quando estas condições não são adequadas as perdas por volatilização podem chegar a 50% (Mello, 1987).

Não se recomenda a aplicação de uréia e sulfato de amônia a lanço, pois estes fertilizantes nitrogenados causam injúrias e danos às plantas de milho, cujos sintomas permanecem até o final do ciclo (Oliveira, 1995).

De acordo com Duarte *et al.*, (1996), a necessidade do milho safrinha por N, baseia-se na produtividade esperada, sendo que até 3000 kg não é necessário o parcelamento, devido as chances de lixiviação de N serem pequenas,

bastando aplicar 30 kg ha⁻¹ de N, tudo na operação de semeadura.

Cantarella e Duarte (1997), trabalhando com milho safrinha no Estado de São Paulo obtiveram respostas mais acentuadas somente em solos arenosos. Entretanto, nos solos argilosos, mesmo as respostas sendo menores, mostraram-se economicamente compensadoras.

Segundo Broch (1999), para uma expectativa de produção de 4800 kg ha⁻¹ de milho safrinha, necessita-se de 120 kg ha⁻¹ de N, mas descontando-se 45 kg ha⁻¹ de N da soja (cultura anterior), há a necessidade de 75 kg ha⁻¹ de N. Também deve-se dar preferência para o uso de maior dose de N no sulco de semeadura, e/ou aplicação em cobertura logo após a semeadura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado num Latossolo Vermelho Eutroférico argiloso (EMBRAPA, 1999), na Fazenda da Lagoa, área rural do município de Dourados/MS, de propriedade do Sr. Celso José Urio, no período de março a agosto de 1998.

As coordenadas geográficas do experimento, medidas com GPS III, são de 22°12,621` de latitude sul e 54°44,902` longitude oeste e altitude de 420 metros.

O resultado das análises química e física do solo da área experimental encontram-se no Quadro 2. Não houve a necessidade de correção do solo, haja visto a saturação de bases ser maior que 70%, ideal para a cultura (Pípolo, 1991).

Quadro 2 - Atributos químicos e físicos da amostra do solo utilizada no experimento. Dourados-MS. 2001

Atributos	Extrator/Determinação	Quantidade
pH (1:2,5)	CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	5,3
pH (1:2,5)	H ₂ O	6,0
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	Acetato de cálcio	2,6
Al (cmol _c dm ⁻³)	KCl 1N	ausente
Ca (cmol _c dm ⁻³)	KCl 1N	7,6
Mg (cmol _c dm ⁻³)	KCl 1N	2,1
K (cmol _c dm ⁻³)	Mehlich	0,57
P (mg dm ⁻³)	Mehlich	3,0
P (mg dm ⁻³)	Resina	7,0
MO (g kg ⁻¹)	Walkley-Black	33,0
Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³)		10,27
CTC (cmol _c dm ⁻³)		12,87
V (%)		79,8
Areia Grossa (g kg ⁻¹)		110,0
Areia Fina (g kg ⁻¹)		67,0
Argila (g kg ⁻¹)		580,0
Silte (g kg ⁻¹)		242,0
Densidade Aparente (g cm ⁻³)	Balão volumétrico	1,0
S (mg dm ⁻³)	Fosfato monocálcico	2,4
B (mg dm ⁻³)	Água quente	0,2
Fe (mg dm ⁻³)	Mehlich 1:10	29,0
Mn (mg dm ⁻³)	Mehlich 1:10	67,0
Cu (mg dm ⁻³)	Mehlich 1:10	5,5
Zn (mg dm ⁻³)	Mehlich 1:10	2,0

**A cultivar utilizada foi AG 3010,
recomendada para todas as regiões produtoras de
milho safrinha, que se caracteriza por ser**

híbrido duplo superprecoce, de grãos duros e avermelhados, altura média de inserção de espiga de 1,10 metros e altura média de plantas de 2,20 metros, com população desejável para esta condição de cultivo entre 45 e 55 mil plantas por hectare (Agrocere, 1996).

3.2. Caracterização climática

As precipitações pluviométricas e temperaturas ocorridas durante o desenvolvimento do experimento (Figuras 1 e 2 e Quadro 3), foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da Estação Agrometeorológica da EMBRAPA-CPAO de Dourados-MS.

Quadro 3 - Precipitação pluviométrica, por decêndio, ocorridas no município de Dourados, entre os meses de março a agosto de 1998. Dourados-MS. 2001

Decêndio	Precipitação (mm)					
	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
1º.	1	66	25	-	7	103
2º.	83	77	44	38	20	50
3º.	99	61	64	15	-	-
Total Mensal	183	204	133	53	27	153

Fonte: adaptado de EMBRAPA-CPAO (1999).

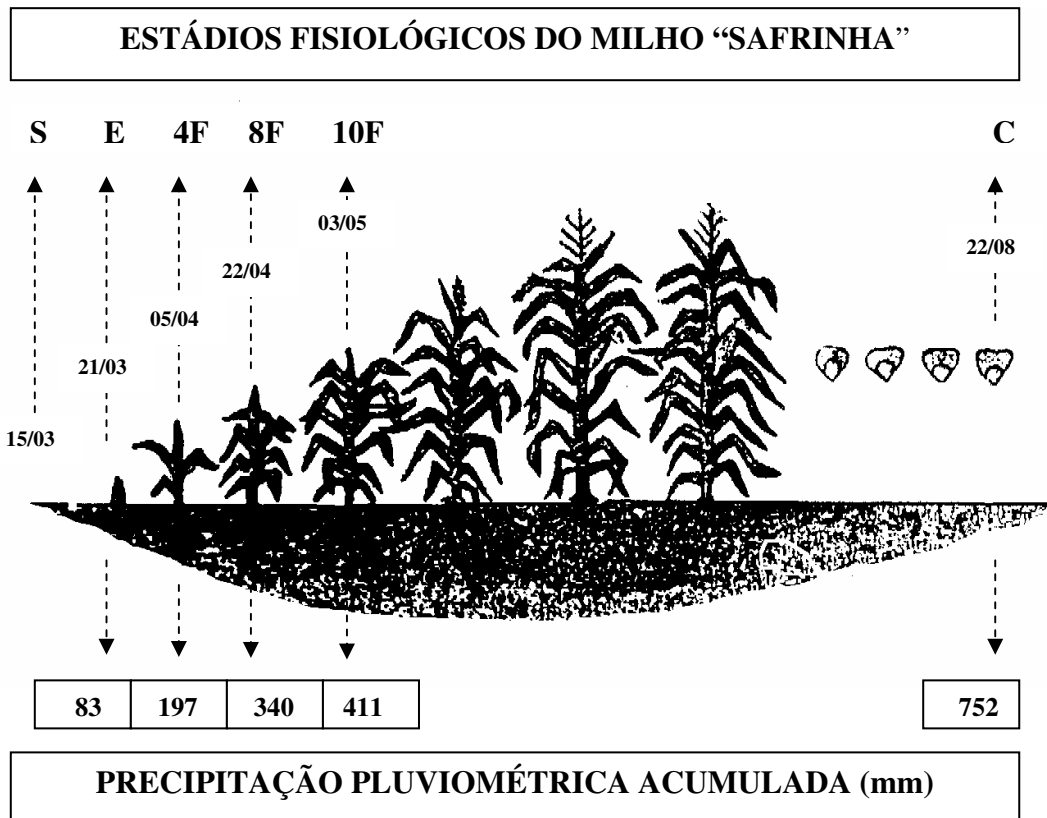


Figura 2 – Precipitação pluviométrica acumulada (mm), ocorridas no município de Dourados e as datas dos estádios fisiológicos da cultura do milho safrinha, adaptado de Fancelli, 1986. Dourados-MS. 2001

S: semeadura

E: emergência

4F, 8F, 10F: estádios fisiológicos com as folhas totalmente expandidas

C: colheita

3.3. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial (5x4) + 1, com cinco doses de N, quatro épocas de aplicação de N em cobertura, e um tratamento adicional sem a adição deste nutriente, com quatro repetições.

As doses de N foram: 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N, aplicados nas épocas abaixo relacionadas:

- (E1) - todo na sementeira, realizada em 15/03/1998;**
- (E2) - 1/3 na sementeira (15/03/1998) e os restantes 2/3, quando a cultura apresentou quatro folhas completamente expandidas (05/04/1998);**
- (E3) - 1/3 na sementeira (15/03/1998) e os restantes 2/3 quando a cultura apresentou oito folhas completamente expandidas (22/04/1998);**
- (E4) - 1/3 na sementeira (15/03/1998) e os restantes 2/3 quando a cultura apresentou 10 folhas plenamente expandidas (03/05/1998).**

As parcelas constituíram-se por quatro linhas de plantas com cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,90 m entre linhas, perfazendo um total de 18 m². Como área útil de cada parcela foram considerados as duas linhas centrais, desprezando-se 0,50 m de cada extremidade, ficando a área útil com 7,2 m², conforme demonstrado na Figura 3

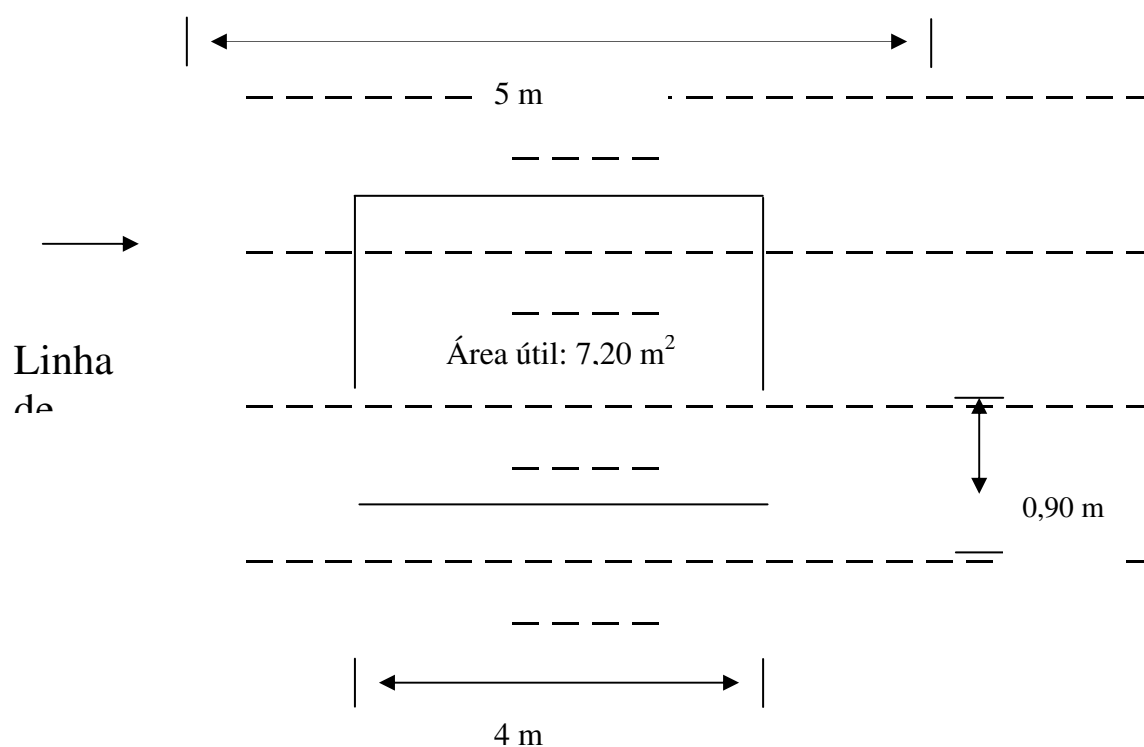


Figura 3. Esquema detalhado da parcela experimental e da área útil. Dourados-MS. 2001

3.4. Instalação e desenvolvimento do ensaio

O sistema de preparo do solo utilizado foi de semeadura direta na palha (DeMaria e Duarte, 1997). A abertura dos sulcos de semeadura foi realizado com uma semeadora equipada para semeadura direta.

Após a abertura dos sulcos foi realizada manualmente a adubação, 6 a 8 cm abaixo da semente, que constou do N nas doses já citadas e, também, de 80 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, e 1 kg ha⁻¹ de Zn, na forma de sulfato. Para a testemunha, foi realizado a mesma adubação de base sem a adição de uréia. A fonte de N utilizada foi a uréia aplicada tanto no sulco de semeadura como em cobertura. Após a adubação semeou-se dez sementes por metro linear utilizando-se um saraquá e, aos sete dias após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste deixando-se cinco plantas por metro linear.

A adubação de cobertura foi efetuada mediante a abertura de um sulco à 25 cm de distância da linha de semeadura, onde a uréia, nas doses já descritas, foi incorporada de 5 a 8 cm de profundidade.

Após a colheita da soja e dez dias antes da semeadura do milho safrinha, foi aplicado 4,0 L ha⁻¹ do herbicida Roundup (*Glyphosate*) para

dessecação das ervas daninhas existentes. Após a semeadura foi utilizado 5,0 L ha⁻¹ do herbicida Gesaprin 500 (*Atrazina*) para o controle de ervas de folhas largas. Quando do aparecimento de alguma erva durante o ciclo da cultura, essas foram arrancadas manualmente. Foram efetuadas duas aplicações com inseticida Fury (*Zetacypermethrina*) para controle da lagarta do cartucho. Por ocasião da adubação utilizou-se cinco gramas de Furadan granulado (*Carbofuran*) em cada linha de plantio para o controle de pragas de solo.

3.5. Características Avaliadas

3.5.1. Altura de inserção de espiga e altura de planta

Foi realizado 15 dias após o estágio de pendoamento medindo-se ao acaso, dez plantas da área útil de cada parcela e determinada a distância (cm) entre a superfície do solo e a inserção da espiga (altura de inserção de espiga), e a inserção da folha bandeira (altura de planta).

3.5.2. Massa seca e teor de nitrogênio foliar

No início da inflorescência feminina (cabelo), amostrou-se ao acaso dez plantas da área útil de cada parcela, das quais foram coletadas a primeira folha oposta e abaixo da espiga de cada planta (Bataglia e Dechen, 1986). As folhas foram lavadas com água corrente e posteriormente água destilada, passou por uma pré secagem ao natural e depois foi condicionado em saco de papel perfurado, para completar a secagem em estufa, com circulação de ar forçado, à temperatura de aproximadamente 70°C, até peso constante. A seguir, o material seco foi pesado para determinação analítica da massa seca foliar (g MS 10 folhas⁻¹) e moído separadamente em moinho tipo Willey e provido de peneira de aço inoxidável com 20 malhas por polegada (0,42 mm), onde procedeu-se a determinação analítica do teor de N (g N kg⁻¹ MS) pelo método semi-micro Kjeldahl (Malavolta *et al.*, 1997)

3.5.3. Produtividade

A colheita da área útil (7,2 m²) foi realizada manualmente (22/08/1998), após a maturação

fisiológica das plantas, quando as mesmas encontravam-se com, aproximadamente, 21% de umidade dos grãos. Após debulhadas, determinou-se a produtividade (kg ha^{-1}), corrigindo a umidade para 13%, por meio das seguintes fórmulas:

$$(1) \text{ RLP} = \frac{\text{RBP} \times (100 - \text{UG})}{100 - \text{UD}}$$

$$(2) \text{ RG} = \frac{\text{RLP} \times 10}{\text{AP}}, \text{ onde}$$

RLP: rendimento líquido de grãos da parcela (g parcela^{-1});

RBP: rendimento bruto de grãos da parcela (g parcela^{-1});

UG: umidade dos grãos da parcela (%);

UD: umidade dos grãos desejada = 13%;

PM: produtividade do milho (kg ha^{-1})

AP: área da parcela = 7,2 m^2 .

Não houve necessidade de corrigir o estande, por não apresentar falhas na área útil por ocasião da colheita em nenhum dos tratamentos. de pragas de solo.

3.6. Análise estatística

Os dados obtidos para cada característica avaliada foram submetidas à análise de variância pelo teste F e, para o caso de diferenças significativas entre os níveis dos fatores foi aplicado o teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre as médias do fator qualitativo e, para o fator quantitativo, foi realizada a análise de regressão polinomial, ao nível de 5%, utilizando-se o maior coeficiente de determinação como um dos critérios para a escolha do modelo de melhor ajustamento aos dados (Alvarez V., 1985). Para a comparação dos níveis dos fatores qualitativos, utilizou-se o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (Alvarez V., 1985, Banzato e Kronka, 1989 e Gonçalves, 1996).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações a respeito do clima ocorrido durante a realização do experimento e histórico climático da região são de fundamental importância para a análise dos resultados obtidos, principalmente quando se envolve adubação nitrogenada.

Os dados apresentados no Quadro 3 e Figuras 1 e 2, demonstraram que as condições climáticas para a realização das aplicações de nitrogênio, na semeadura e em cobertura foram ideais, contribuindo sobremaneira para a minimização da volatilização do N (Trivelin *et al.*, 1994).

As precipitações ocorridas foram acima das mínimas exigidas para o bom desenvolvimento da cultura, sem necessidade de rega suplementar, em torno de 600 mm (EMBRAPA, 1996).

Pelos dados apresentados verificou-se que ocorreram condições ideais de disponibilidade térmica e hídrica durante o crescimento e desenvolvimento das plantas. Observou-se que essas condições foram favoráveis ao processo de mineralização da matéria orgânica do solo, fato que, provavelmente contribuiu para uma maior disponibilidade de N para as plantas. A velocidade de mineralização do N está relacionada com o tipo de matéria orgânica e condições ambientais que condicionam a atividade dos microorganismos decompositores. Dessa forma, a decomposição da palhada deixada pela colheita da soja anterior a semeadura do milho safrinha, é muito rápida, devido a baixa relação C/N da leguminosa, a umidade do solo e temperaturas elevadas (Floss, 2000).

4.1. Altura de inserção de espiga

Para a altura de inserção da espigas verificou-se efeito altamente significativo para doses de N, assim como para o fatorial em comparação a testemunha (Quadro 4), enquanto que, para época de aplicação e a interação entre esses fatores analisados não foram significativos.

Quadro 4 – Resultados da análise de variância para altura de inserção de espigas de milho safrinha. Dourados-MS. 2001

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	107,4762	35,8254	0,48 ^{n.s.}
Doses de Nitrogênio (N)	4	2.105,9500	526,4875	7,09**
Épocas de Aplicação (E)	3	305,0500	101,6833	1,37 ^{n.s.}
Interação (N x E)	12	483,9500	40,3292	0,54 ^{n.s.}
Fatorial x Testemunha	1	1638,2625	1638,2625	22,06**
Resíduo	60	4456,3113	74,2719	
Total	83	9097,0000		

C.V. (%) = 9,12

** : significativo a 1% pelo teste F

^{n.s.} : não significativo

Esses dados demonstram que as doses de N influenciaram a altura de inserção das espigas de milho cultivado na safrinha.

A análise de regressão dos dados quantitativos indica os efeitos da aplicação de doses de N sobre a altura de inserção das espigas.

O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático (Figura 4) e, a altura máxima de inserção de espigas foi de 99,54 cm, alcançada com a aplicação de 116,16 kg ha⁻¹ de N.

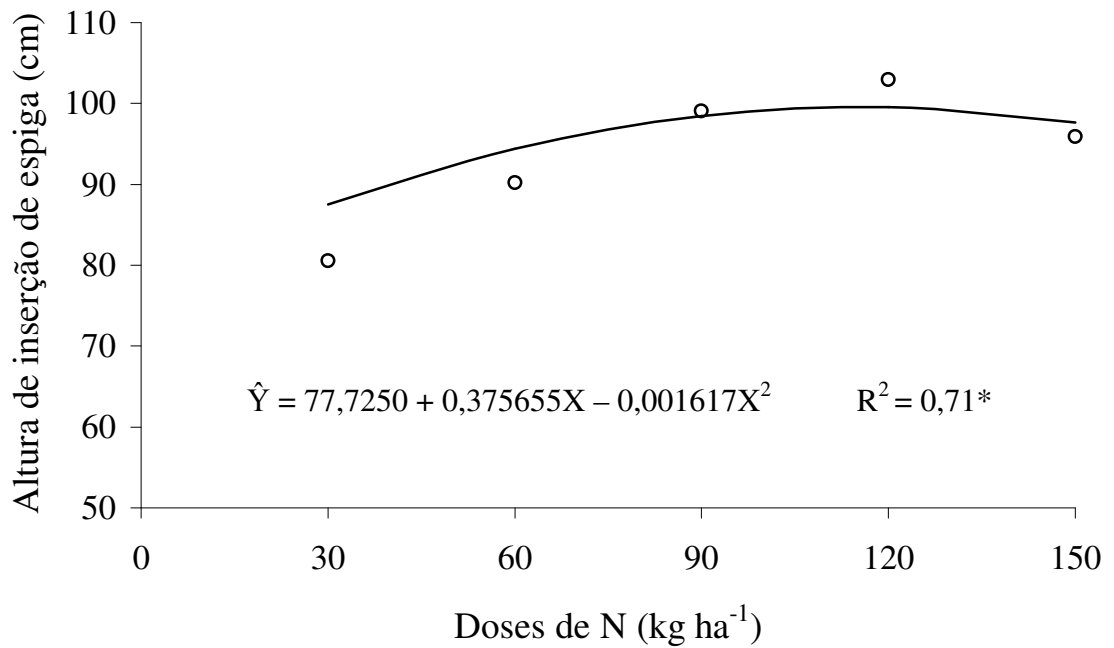


Figura 4 - Altura de inserção de espiga (cm) do milho safrinha, em função da aplicação de doses de N (kg ha⁻¹). Dourados-MS. 2001
*: significativo (p < 0,05) pelo teste F.

A maior altura de inserção das espigas, poderá predispor a planta ao acamamento ou quebramento, fatores que não ocorreram durante o período de realização do experimento, provavelmente pelo híbrido utilizado não ser susceptível a essas características indesejáveis (Esteves *et al.*, 1994 e Murakami, 2000).

No Quadro 5, são apresentados os contrastes dos valores médios da altura de inserção de espigas dos tratamentos com adição de N em comparação à testemunha e nível de significância pelo teste Dunnett. O teste de comparação de médias detectou diferenças significativas entre as doses de N aplicadas. Todas as doses de nitrogênio foram significativamente superiores em comparação à testemunha. Houve incremento de altura de inserção de espigas de 19,6% para a menor

dose de N aplicado, 30 kg ha⁻¹ de N, até 37,7% com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, em comparação com o tratamento sem adição de N.

Quadro 5 – Contrastes dos valores médios de altura de inserção de espigas dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS, 2001

Contraste	Altura de Inserção do tratamento com N (cm)	Diferença (cm)	Incremento de altura em relação à testemunha (%)
$\hat{m}_{30} - \hat{m}_{\text{test}}$	89,38	14,63*	19,6
$\hat{m}_{60} - \hat{m}_{\text{test}}$	90,19	15,44*	20,7
$\hat{m}_{90} - \hat{m}_{\text{test}}$	99,06	24,31*	32,5
$\hat{m}_{120} - \hat{m}_{\text{test}}$	102,94	28,19*	37,7
$\hat{m}_{1500} - \hat{m}_{\text{test}}$	95,88	21,13*	28,3
$d' = 9,14 \text{ cm}$			$\hat{m}_{\text{test}} = 74,75 \text{ cm}$

***: Significativo ($p < 0,05$) pelo teste Dunnett.
d': diferença mínima significativa de Dunnett**

Embora tenha havido diferenças significativas, a maior altura de inserção de espigas, foi inferior à indicada pela empresa produtora de sementes do híbrido utilizado no experimento.

4.2. Altura de planta

No Quadro 6, estão apresentados a análise de variância da altura de planta, em função das doses e época de aplicação de N em cobertura. Constatou-se, efeito altamente significativo das doses de N e do fatorial

comparado à testemunha, enquanto que para a época de aplicação e a interação entre esses fatores não houve diferenças significativas pelo teste F.

Quadro 6 - Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para altura de planta do milho safrinha. Dourados-MS, 2001

Fonte de variação	G.L.	S.Q	Q.M.	F
Blocos	3	94,1309	31,3770	0,21 ^{n.s.}
Doses de Nitrogênio (N)	4	4495,1750	1123,7938	7,58**
Época de Aplicação (E)	3	679,0375	226,3458	1,53 ^{n.s.}
Interação (N x E)	12	961,5250	80,1271	0,54 ^{n.s.}
Fatorial x Testemunha	1	1917,8720	1917,8720	12,93**
Resíduo	60	8899,8190	148,3303	
Total	83	17047,5594		
C.V.(%) = 6,02				

** : Significativo ($p < 0,01$) pelo teste F

^{n.s.} : Não significativo

No Quadro 7, estão apresentados os dados dos contrastes das médias da altura de plantas dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada comparando-as à testemunha, pelo teste de Dunnett.

Para o fator doses de N, o teste de comparação de média não detectou diferenças estatística para o tratamento com 30 kg ha⁻¹ de N quando comparado à testemunha. Para as demais doses de N, houve diferenças significativas, indicando que a adubação de nitrogênio influenciou a altura de plantas, com incremento entre 9,4% para a dose de 60 kg ha⁻¹ de N, e de

19,9% para a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, seja parcelada ou todo na semeadura, ambas comparadas à testemunha.

Quadro 7 – Contrastes dos valores médios de altura de plantas dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS, 2001

Contraste	Altura de planta do tratamento com N (cm)	Diferença (cm)	Incremento de altura em relação à testemunha (%)
$\hat{m}_{30} - \hat{m}_{\text{test}}$	196	12,44 ^{ns}	6,9
$\hat{m}_{60} - \hat{m}_{\text{test}}$	198	16,94*	9,4
$\hat{m}_{90} - \hat{m}_{\text{test}}$	205	24,00*	13,3
$\hat{m}_{120} - \hat{m}_{\text{test}}$	217	36,06*	19,9
$\hat{m}_{1500} - \hat{m}_{\text{test}}$	205	22,75*	12,6
d' = 12,92 cm		$\hat{m}_{\text{test}} = 181,00$ cm	

*: Significativo (p < 0,05) pelo teste Dunnett.

^{ns}: não significativo

d': diferença mínima significativa de Dunnett

A análise de regressão dos dados quantitativos indica os efeitos da aplicação de doses de N sobre a altura de planta.

O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático e, verificou-se que o ponto de

máxima altura de plantas, 210,52 cm, foi obtido com a aplicação de 121,46 kg ha⁻¹ de N (Figura 5).

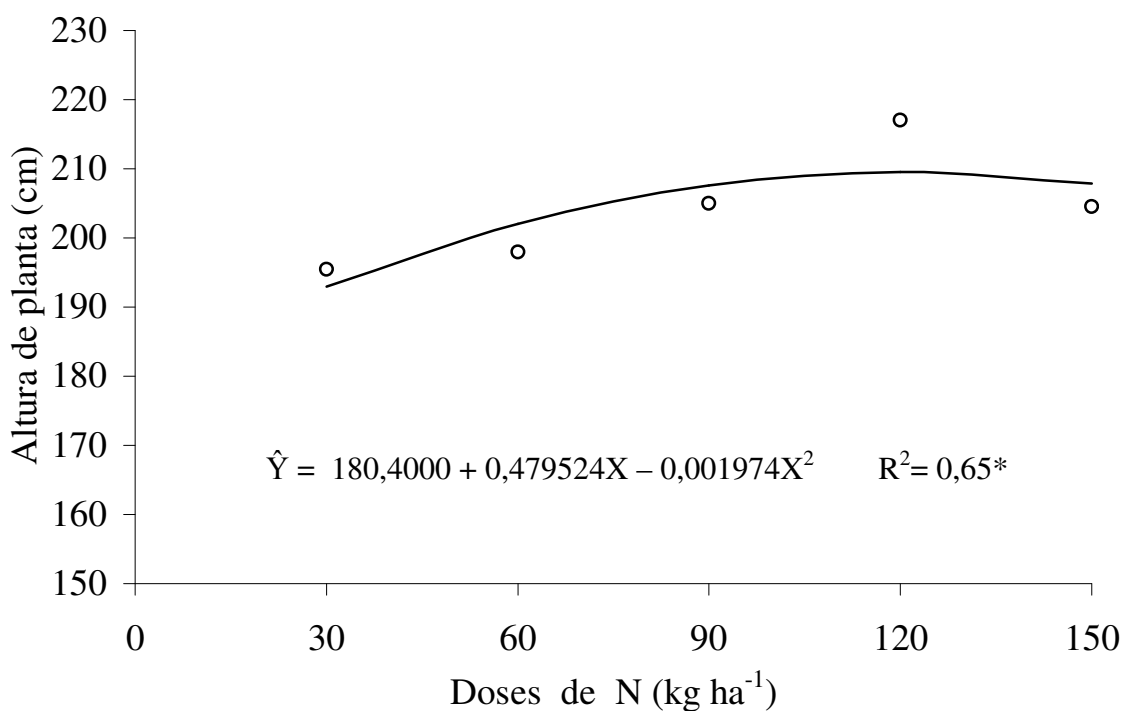


Figura 5 - Altura de planta (cm) do milho safrinha, em função da aplicação de doses de N (kg ha⁻¹ de N).

*: Significativo ($p < 0,05$) pelo teste F.

A maior média da altura de planta obtida neste experimento foi inferior à média de altura do híbrido indicado pela empresa produtora. A altura de plantas obtidas com a adição de 60 kg ha⁻¹ de N, foi semelhante à média de altura das plantas de 26 cultivares analisadas por Duarte *et al.*, (1995), para o mesmo nível de N, indicando

assim, haver uma homogeneidade entre os híbridos de milho cultivados na safrinha.

4.3. Produção de massa seca foliar

A análise de variância da massa seca foliar, em função de doses e época de aplicação de N em cobertura, apresentados no Quadro 8 evidenciam efeito altamente significativo pelo Teste F para as doses de N e para o fatorial comparado com a testemunha. Para a época de aplicação, bem como para a interação dos fatores doses e época não se verificaram efeitos significativos.

Quadro 8 - Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para produção de massa seca foliar do milho safrinha. Dourados-MS, 2001

Fonte de variação	G.L.	S.Q	Q.M.	F
Blocos	3	125,2061	41,7354	1,99 ^{n.s.}
Doses de Nitrogênio (N)	4	669,6929	167,4232	7,99**
Época de Aplicação (E)	3	193,5211	64,5070	3,10 ^{n.s.}
Interação (N x E)	12	241,6471	20,1373	0,96 ^{n.s.}
Fatorial x Testemunha	1	249,0180	249,0180	11,88**
Resíduo	60	1257,3523	20,9559	
Total	83	2736,4375		

C.V.(%) = 10,43

** : Significativo ($p < 0,05$) pelo teste F

^{n.s.} : Não significativo

Verificou-se, portanto, que a aplicação de doses de nitrogênio, independentemente da época de aplicação, influenciaram significativamente a produção de massa seca foliar.

Através da análise de regressão para avaliar os efeitos de doses de N sobre a produção de massa seca foliar (Figura 6), verificou-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático, onde a máxima produção de massa seca foliar (46,64 g MS 10 folhas⁻¹) foi obtido com a adição de 128,04 kg ha⁻¹ de N.

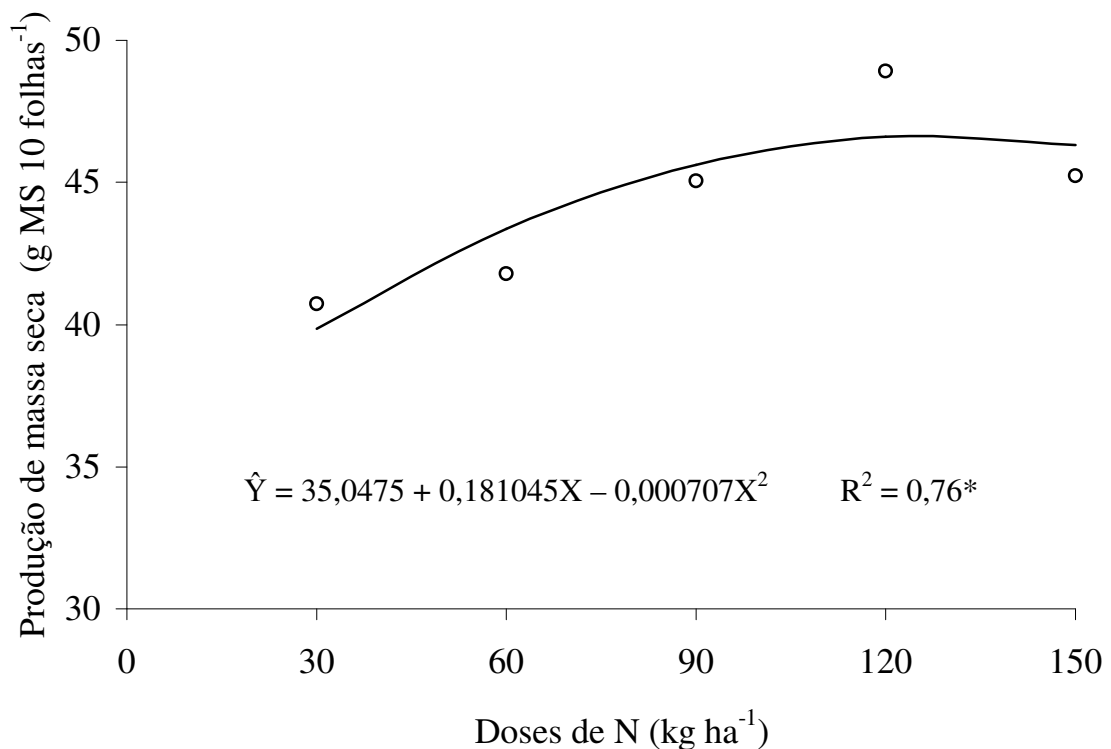


Figura 6 - Produção de massa seca foliar (g MS 10 folhas⁻¹) do milho safrinha, em função da aplicação de doses de N (kg ha⁻¹). Dourados-MS. 2001

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A comparação das médias de produção de massa seca foliar dos tratamentos com a adição de N, pelo teste de Dunnett em relação à testemunha, representados no Quadro 9, não indicam diferenças significativas para a dose de 30 kg ha⁻¹ de N embora tenha havido um incremento de 11,4% em relação à testemunha. Entretanto para a aplicação de doses mais altas apresentaram diferenças significativas pelo teste de Dunnett com incremento de 15,5%, 24,6%, 35,3% e 25,0% para as doses de 60, 90, 120 e 150 kg kg ha⁻¹ de N, respectivamente, quando comparadas à média do tratamento na ausência de N.

Quadro 9 – Contrastes dos valores médios de massa seca foliar dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS, 2001

Contraste	Massa seca foliar do tratamento com N (g MS 10 folhas ⁻¹)	Diferença (g MS 10 folhas ⁻¹)	Incremento de massa em relação à testemunha (%)
$\hat{m}_{30} - \hat{m}_{\text{test}}$	40,30	4,13 ^{ns}	11,4
$\hat{m}_{60} - \hat{m}_{\text{test}}$	41,79	5,62*	15,5
$\hat{m}_{90} - \hat{m}_{\text{test}}$	45,06	8,88*	24,6
$\hat{m}_{120} - \hat{m}_{\text{test}}$	48,92	12,74*	35,2
$\hat{m}_{1500} - \hat{m}_{\text{test}}$	45,23	9,06*	25,0
$d' = 4,86 \text{ g MS } 10 \text{ folhas}^{-1}$		$\hat{m}_{\text{test}} = 36,17 \text{ g MS } 10 \text{ folhas}^{-1}$	

*: Significativo (p < 0,05) pelo teste Dunnett.

^{ns}: não significativo

d': diferença mínima significativa de Dunnett

Os melhores desempenhos verificados para as doses mais altas de N, demonstram a importância do N para a fotossíntese, pois folhas bem nutridas com este elemento, têm maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos, resultando em maior acúmulo de biomassa (Malavolta e Dantas, 1987 e Büll, 1993).

4.4. Teor de nitrogênio foliar

A análise de variância dos dados, apresentados no Quadro 10, demonstrou a significância pelo teste F, do teor de N absorvido pelas folhas do milho safrinha, em função das doses deste elemento aplicadas ao solo.

Quadro 10 – Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para teor de N foliar do milho safrinha. Dourados-MS. 2001

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	27,0585	9,0195	2,70 ^{n.s.}
Doses de Nitrogênio (N)	4	219,7947	54,9487	16,45** ^{n.s.}
Épocas de Aplicação (E)	3	22,6193	7,5398	2,26 ^{n.s.}
Interação (N x E)	12	29,0717	2,4226	0,73
Fatorial x Testemunha	1	61,4639	61,4639	18,40**
Resíduo	60	200,3930	3,3399	
Total	83	560,4011		

C.V. (%) = 7,01

** : Significativo (p < 0,01) pelo teste F

^{n.s.} : Não significativo

Os fatores de variação doses de N e fatorial comparado com a testemunha, apresentaram diferenças significativas pelo teste F. Entretanto,

a época de aplicação e mesmo a interação entre os fatores doses e época não foram significativos pelo teste F revelando, assim, que a dose de N aplicado influenciou no teor de N nas folhas, independente da época de aplicação.

A relação entre o teor de N nas folhas em função de doses deste elemento aplicados no solo é explicada por modelo quadrático (Figura 7).

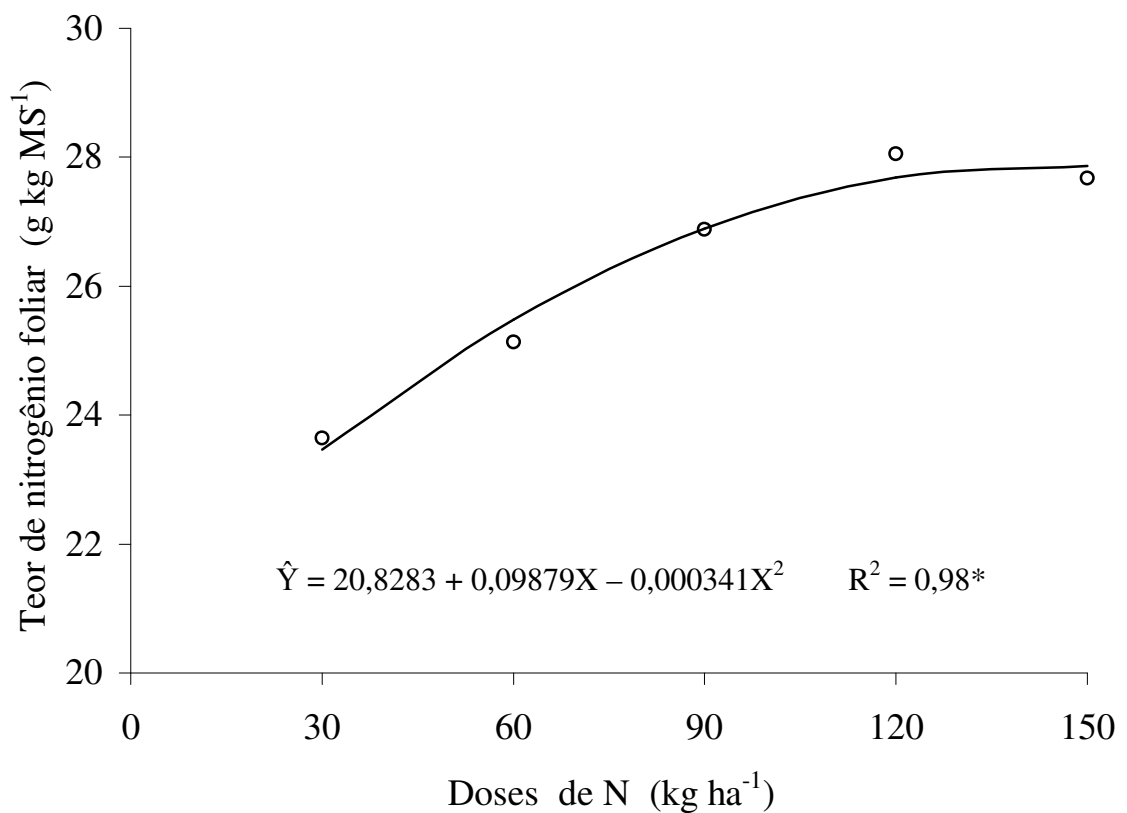


Figura 7 - Teor de N foliar (g kg MS⁻¹) do milho safrinha, em função de doses de N (kg ha⁻¹). Dourados-MS. 2001

*: significativo ($p < 0,05$) pelo teste F.

A máxima absorção de N (27,88 g kg MS⁻¹), foi obtida quando se aplicou 144,85 kg ha⁻¹ de N, evidenciando a premissa de que, com o

fornecimento do N, há uma maior concentração deste elemento na folhas (Malavolta *et al.*, 1997).

Os contrastes dos valores médios de teor foliar de N, significância pelo teste Dunnett dos tratamentos com adubação nitrogenada, em relação aqueles com ausência deste elemento, encontram-se no Quadro 11.

Quadro 11 – Contrastes dos valores médios de teor de N foliar dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS, 2001

Contraste	Teor de N foliar do tratamento com N (g Kg MS ⁻¹)	Diferença (g Kg MS ⁻¹)	Incremento de teor de N em relação à testemunha (%)
$\hat{m}_{30} - \hat{m}_{\text{test}}$	23,64	1,38 ^{ns}	6,2
$\hat{m}_{60} - \hat{m}_{\text{test}}$	25,13	2,87*	12,9
$\hat{m}_{90} - \hat{m}_{\text{test}}$	26,88	4,62*	20,7
$\hat{m}_{120} - \hat{m}_{\text{test}}$	28,05	5,79*	26,0
$\hat{m}_{1500} - \hat{m}_{\text{test}}$	27,68	5,42*	24,3
$d' = 1,94 \text{ g Kg MS}^{-1}$		$\hat{m}_{\text{test}} = 22,26 \text{ g Kg MS}^{-1}$	

*: Significativo (p < 0,05) pelo teste Dunnett.

^{ns}: não significativo

d': diferença mínima significativa de Dunnett

Admitindo-se como referência o trabalho realizado em 1973 por Jones e Eck, citados por Ceretta *et al.* (1994) em que, concentrações de N total na folha índice (primeira folha oposta abaixo da espiga), entre 26 e 40 g N kg MS⁻¹ são indicadores de um adequado suprimento de N para o

milho, observou-se que as aplicações de doses acima de 90 kg ha⁻¹ de N estão dentro do intervalo citado como adequado.

Verificou-se não haver diferenças estatísticas pelo teste Dunnett para o tratamento com 30 kg ha⁻¹ de N quando comparado à testemunha. Para as doses mais altas de N houve diferenças significativas pelo teste de comparação de médias com incremento de 12, 9%, 20,7%, 26,0% e 24,3% para as doses de 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

O efeito não significativo do parcelamento e os modestos incrementos no teor de N foliar para as doses mais baixas de N aplicadas, neste experimento, provavelmente ocorreram devido a época de semeadura do milho safrinha ter ocorrido em plena decomposição da resteva de soja.

De acordo com Coelho e França (1995), o maior tempo de decomposição dos resíduos da cultura anterior, diminuirá a relação C/N, uma vez que se perde C na forma de CO₂ e o N conservado pela atividade microbiana é liberado posteriormente.

Esse mesmo efeito pode ter ocorrido com a produção de massa seca foliar, haja visto esta característica estar normalmente relacionado como o teor de N foliar.

4.5. Produtividade

Para a produtividade do milho os valores de F foram altamente significativos para as doses de N, para as épocas de aplicação de N em cobertura, para interação doses e épocas e para o fatorial comparado à testemunha, evidenciando, assim, dependência dos dois fatores analisados para a produtividade, com grau de confiabilidade superior a 99% de probabilidade (Quadro 12).

Quadro 12 - Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para a produtividade de milho safrinha. Dourados-MS. 2001

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	121572,2857	40524,09522	0,31 ^{ns} .
Doses de Nitrogênio (N)	4	32144422,8750	8036105,7188	60,94**
Épocas de Aplicação (E)	3	4594781,7375	1531593,9125	11,61**
Interação (N x E)	12	5413940,8250	451161,7354	3,42**
Fatorial x Testemunha	1	21416452,6700	21416452,6700	162,39**
Resíduo	60	7912747,4143	131879,1236	
Total	83	71603917,8095		

C.V.(%) = 6,80

**** : Significativo ($p < 0,01$) pelo teste F.**
^{ns} : não significativo

A análise de regressão para a produtividade em função da aplicação de doses de N dentro de cada época de aplicação, estão apresentados na Figura 8.

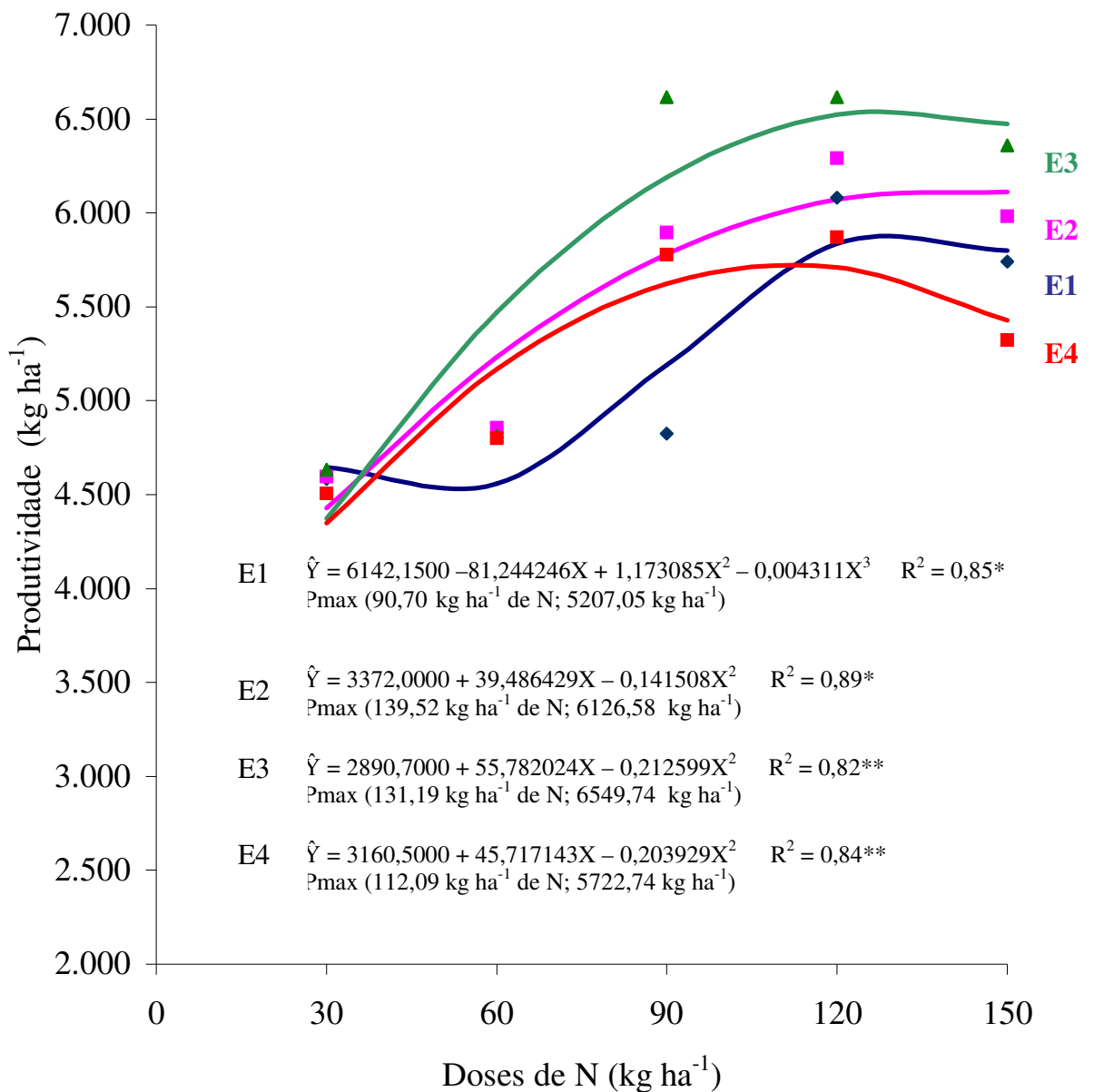


Figura 8 – Produtividade (kg ha⁻¹) do milho safrinha em função de doses de N (kg ha⁻¹). Dourados-MS. 2001

* e **: Significativo ($p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente) pelo teste F.

Pmax: Máxima produtividade (kg ha⁻¹) em função de doses de N aplicado (kg ha⁻¹).

Para cada época de parcelamento de aplicação de N tem-se um ponto de máxima produtividade, ajustadas pelas equações de regressão, sendo que a maior média de produção ($6549,74 \text{ kg ha}^{-1}$), foi obtida quando se aplicou $131,19 \text{ kg ha}^{-1}$ de N $1/3$ do N por ocasião da semeadura e $2/3$, quando as plantas apresentavam-se com oito folhas completamente expandidas.

Os contrastes dos valores médios de produtividade, apresentaram diferenças significativas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (Quadro 14), indicando que a adubação nitrogenada proporciona significativo aumento de produtividade, pois todos os tratamentos com adição de N foram superiores ao tratamento com ausência deste elemento.

A produtividade para as épocas E2, E3 e E4, tiveram efeito quadrático, indicando que 89, 85 e 82% da variação da produção do milho safrinha para as condições do experimento, são explicados pelas respectivas equações de regressão. Para a época E1, cujas doses foram aplicadas todas na semeadura, a equação de regressão explica 85% do efeito cúbico.

Pelos dados apresentados (Quadro 13), verificou-se que, para a época E1, as doses de 120 kg ha^{-1} de N foi superior à 150 kg ha^{-1} de N em 5,9%. Para a mesma época as doses de 90 e 60 kg ha^{-1} de N foram superiores à menor dose, 30 kg ha^{-1} de N em 5,2 e 4,8%, respectivamente. Ainda, em comparação com a média de produção dos tratamentos na ausência de N (Quadro 14), a aplicação de 30 kg ha^{-1} de N, foi suficiente para se obter um incremento de produção de 48,5%, o que corresponde a 1497 kg ha^{-1} a mais de produtividade, enquanto que 120 kg ha^{-1} de N, praticamente dobrou a produção com 97,0% de aumento. Cabe ressaltar que mesmo sem a aplicação de N na semeadura e em cobertura, obteve-se uma produção de 3086 kg ha^{-1} . Resultados semelhantes para o milho safrinha foram obtidos por Viana (1992) e Cantarella e Duarte (1997), produtividade que pode

ser atribuída ao N deixado pelo resíduo da cultura da soja anterior (Pípola, 1991 e Teixeira *et al.*, 1994).

Quadro 14 – Contrastes dos valores médios de produtividade dos tratamentos com adição de N comparado à testemunha pelo teste de Dunnett. Dourados-MS, 2001

Contrastes	Produtividade do	Diferença	Incremento de
	tratamento com N		Produtividade em
	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	relação à testemunha
			(%)
$\hat{m}_{N1E1} - \hat{m}_{test}$	4583	1497*	48,5
$\hat{m}_{N2E1} - \hat{m}_{test}$	4803	1717*	55,6
$\hat{m}_{N3E1} - \hat{m}_{test}$	4824	1737*	56,3
$\hat{m}_{N4E1} - \hat{m}_{test}$	6080	2994*	97,0
$\hat{m}_{N5E1} - \hat{m}_{test}$	5740	2654*	86,0
$\hat{m}_{N1E2} - \hat{m}_{test}$	4597	1511*	49,0
$\hat{m}_{N2E2} - \hat{m}_{test}$	4857	1771*	57,4
$\hat{m}_{N3E2} - \hat{m}_{test}$	5896	2809*	91,1
$\hat{m}_{N4E2} - \hat{m}_{test}$	6293	3207*	103,9
$\hat{m}_{N5E2} - \hat{m}_{test}$	5982	2896*	93,8
$\hat{m}_{N1E3} - \hat{m}_{test}$	4632	1546*	50,1
$\hat{m}_{N2E3} - \hat{m}_{test}$	4813	1727*	56,0
$\hat{m}_{N3E3} - \hat{m}_{test}$	6615	3529*	114,4
$\hat{m}_{N4E3} - \hat{m}_{test}$	6615	3529*	114,4
$\hat{m}_{N5E3} - \hat{m}_{test}$	6358	3272*	106,0
$\hat{m}_{N1E4} - \hat{m}_{test}$	4507	1421*	46,1
$\hat{m}_{N2E4} - \hat{m}_{test}$	4801	1715*	55,6
$\hat{m}_{N3E4} - \hat{m}_{test}$	5778	2692*	87,2
$\hat{m}_{N4E4} - \hat{m}_{test}$	5872	2786*	90,2
$\hat{m}_{N5E4} - \hat{m}_{test}$	5323	2237*	72,5

$d' = 770,36 \text{ kg ha}^{-1}$

$\hat{m}_{test} = 3086 \text{ kg ha}^{-1}$

*: Significativo ($p < 0,05$) pelo teste de Dunnett

d' : diferença mínima significativa de Dunnett

Na época E2, quando se aplicou 1/3 N na semeadura e os 2/3 quando as plantas apresentavam-se com quatro folhas completamente expandidas, 120 kg ha⁻¹ de N, superou as de 150 e 90 kg ha⁻¹ de N em 5,2 e 6,7 %, respectivamente. Essa melhor dose de aplicação foi superior, ainda, em 36,9% a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, e em 103,9% à testemunha.

Analisando as médias de produtividade para a época E3, as maiores foram obtidas com as doses de 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N, embora as doses de 90 e 120 kg ha⁻¹ de N produzissem 4% a mais que a maior dose de N. Também superaram a média de produção do tratamento com 30 kg ha⁻¹ de N, em 42,8% e à testemunha, em 114,4%.

Para a época E4, as maiores médias de produção foram obtidas quando se aplicou doses de 120, 90 e 150 kg ha⁻¹ de N, entretanto a primeira foi superior às outras duas, em 1,6 e 10,3%, respectivamente. Também, obteve-se um incremento de 30,3% em relação a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, e em 90,3% à testemunha.

Individualizando as doses de N, dentro de cada época de aplicação (Quadro 13), observou-se que as médias de produção obtidas para a dosagem de 30 kg ha⁻¹ de N, apresentaram diferenças de apenas 2,77% entre a maior e a menor produtividade, o mesmo ocorrendo quando foi aplicado 60 kg ha⁻¹ de N onde a diferença entre a maior e a menor produtividade foi de apenas 1,17%. Resultados semelhantes com as mesmas doses, foram obtidos por Cantarella e Duarte (1997) em 13 ensaios realizados no estado de São Paulo entre os anos de 1993 e 1995, evidenciando-se, assim, que para o milho safrinha a adubação nitrogenada até 60 kg ha⁻¹ de N, pode ser feita por ocasião da semeadura. Essa afirmativa, justifica-se em função da necessidade de um bom suprimento de N no estágio inicial de desenvolvimento do milho para promover um

arranque inicial da planta (Ritchie *et al.*, 1993), já que os microorganismos do solo retêm o N por duas a três semanas antes de liberá-lo às plantas de milho, e isso poderá ocasionar um déficit de N.

As médias de altas aplicações de N apresentaram menores diferenças de produtividade (Quadro13). Para a dose de 90 kg ha⁻¹ de N, o parcelamento de 1/3 na semeadura e 2/3 em torno de um mês após a emergência das plantas, superou a aplicação dos mesmos 90 kg ha⁻¹ de N, quando aplicados totalmente na semeadura, em mais de 37%.

Verificou-se, também, que embora as maiores respostas de produção foram obtidas quando da aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, o melhor desempenho, foi obtido quando se parcelou 1/3 na semeadura e 2/3 do N quando as plantas apresentavam-se com oito folhas completamente expandidas (E3), superando em 5,0, 8,8 e 12,6%, respectivamente as épocas E1, E2 e E4.

Quando se aplicou 150 kg ha⁻¹ de N, na época E3 houve um incremento de 6,3% em relação à E2. Essa dosagem também superou em 10,8 e 19,4% as épocas E1 e E4, respectivamente.

As médias de produtividade observadas (Quadro13 e Figura 8), evidenciam a necessidade do parcelamento de N, quando se aplicar altas doses de N (> 90 kg ha⁻¹ de N) no milho safrinha. Os melhores resultados foram alcançados com a aplicação de 1/3 do N na semeadura e 2/3, quando o milho apresentou oito folhas completamente expandidas, em torno de 30 a 35 dias após a emergência das plantas. Entretanto, como as doses de 120 kg ha⁻¹ de N diferiram em apenas 5,11% entre as épocas E2 e E3 (Quadro 13), o parcelamento de N poderá ser realizado na época E2, quando a planta encontrar-se com quatro folhas completamente expandidas, facilitando dessa forma ao agricultor a realização dessa prática (Yamada e Abdalla, 2000).

Resultados obtidos por Cordeiro e Franco (1994), Rizzardi *et al.* (1996) e Paschoalick (1998) concordam com o citado. Por outro lado trabalhos realizados por Escosteguy *et al.* (1997) encontraram maior eficiência da adubação nitrogenada com doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ de N, quando a aplicação de cobertura foi retardada de 25 para 55 dias após a emergência do milho.

Alguns fatores podem ter contribuído para a obtenção das menores produtividades quando da aplicação da dose de 150 kg ha⁻¹ de N e para a época E4. A alta dose de N pode ter causado um desequilíbrio entre outros elementos (Alves *et al.*, 1996 e Malavolta *et al.*, 1997). De acordo com Trivelin *et al.* (1994), existe um consenso de que, quanto maiores forem as doses de N empregadas, maiores serão as perdas por volatilização. Ainda, que a ocorrência de precipitação pluviométrica seguida por período de seca pode ter contribuído para um menor aproveitamento do N, quando aplicado nesta época E4, pois esse fator climático, favorece a volatilização. A menor produtividade obtida na época E4, provavelmente ocorreu-se em função de ter se aplicado os restantes 2/3 tardiamente, já que as diferenciações de várias partes da planta ocorrem no início de seu desenvolvimento (Muzilli *et al.*, 1989 e Yamada, 1996). Outra causa provavelmente é a limitação de potencial produtivo do híbrido utilizado. De acordo com Whiethölter (2000), a demanda interna de N, independe de fatores climáticos e de solo, mas pode variar entre híbridos. Resultados de pesquisas, posteriores à esse experimento, mostraram que em condições favoráveis de clima, os híbridos duplos possuem potencial produtivo menor que os triplos e simples, como os obtidos por Duarte e Parteniani (1999), Gerage e Shioga (1999) e Pitol *et al.* (2000).

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e, nas condições em que o presente trabalho foi realizado, conclui-se:

- 1. O milho híbrido AG 3010 estudado responde positivamente a adubação nitrogenada, para todas as características estudadas.**
- 2. A produtividade de grãos é influenciada pela dose e época de aplicação de nitrogênio.**
- 3. As maiores produtividades de grãos foram obtidas nas doses entre 90 e 120 kg ha⁻¹ de N.**
- 4. É recomendável o parcelamento de N quando da utilização de doses mais elevadas deste elemento no milho safrinha.**
- 5. A melhor época de cobertura de N no milho safrinha deverá ser realizada quando a**

planta apresentar-se com quatro a oito folhas completamente expandidas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 98: Anuário da Agricultura Brasileira. Milho. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio; M & S Mendes & Scotoni, [1999?]. 481 p. p. 300-326.

AGRIANUAL 2000: Anuário da Agricultura Brasileira. Milho. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio; Argos Comunicação, [2000?]. 546 p. p. 417-438.

AGROCERES. Guia técnico de híbridos. São Paulo, 1996. 72 p.

- ALTMANN, N. Potencialidade da cultura do milho no cerrado. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. coord. Tecnologia da produção de milho. Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 69-83.**
- ALVAREZ V., V. H. Avaliação da fertilidade do solo: superfícies de resposta – modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta. Viçosa: UFV, 1985. 75 p.**
- ALVES, V. M. C.; NOVAIS, R. F.; OLIVEIRA, M. F. G.; BARROS, N. F. Efeito da omissão de fósforo na absorção de nitrogênio por híbridos de milho (*Zea mays*, L.). Revista Ceres, Viçosa, v. 43. n. 248, p. 435-443, 1996.**
- ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16, 1984, Ilhéus. Anais.... Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1984. p. 1-18.**
- ARNON, I. Mineral nutrition of mayze. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.**
- BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELOS, C. A.; SANTOS, H. L.; FRANÇA, G. E.; PITTA,**

G. V. E. Nutrição e adubação do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. 44 p (EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 3).

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. Jaboticabal. FUNESP, 1989. 247 p.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1986, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. p. 115-136.

BEEVERS, L. Nitrogen metabolism in plants. London: E. Arnold, 1976. 133 p. (Contemporary Biology).

BIRCH, C. J.; RICKERT, K. G.; HAMMER, G. L. Modelling leaf production and crop development in maize (Zea mays L.) after tassel initiation under diverse conditions of temperature and photoperiod. Field Crops Research, Amsterdam, v. 58, n.2., p. 81-95, 1998.

**BRAY, C. M. Interconversions of nitrogen. In:
BRAY, C. M. Nitrogen metabolism in plants.
London, Longman, 1983. p. 1-28.**

**BROCH, D. L. Fertilidade do solo na cultura do
milho safrinha. In: FUNDAÇÃO MS PARA
PESQUISA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS
AGROPECUÁRIAS (Maracajú, MS). Milho
safrinha: resultados de pesquisa e
experimentação – dezembro 1999. Fundação
MS, Maracajú, 1999. p. 32-35.**

**BROCH, D. L.; FERNANDES, C. H. Efeito da
adubação de plantio e de cobertura na
produtividade do milho safrinha. Informações
Agrônômicas, Piracicaba, n. 89, POTAFOS, p.
1-3, 2000.**

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA,
H, ed. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade.
Piracicaba, POTAFOS, 1993. p. 63-145.

CANTARELLA, H. & DUARTE, A. P. Adubação do milho safrinha.
In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 3,
1995, Assis-SP. **Resumos...** Campinas: IAC, 1995. p.21-27.

CANTARELLA, H. & DUARTE, A. P. Tabela de recomendações de
adubação NPK para Milho safrinha no Estado de São Paulo. In:
SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 4,
1997, Assis, SP. **Anais...** Campinas: IAC, 1997. p. 65-70.

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 do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2. p. 215-220, 1994.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. In: **Arquivo do agrônomo**, 2, 2. ed. POTAFOS. Piracicaba, 1995. p. 1-9.

COPELAN, P. J.; CROOKSTON, R. K. Crop sequence affects nutrient composition of corn and soybean grown under high fertility. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n.3, p. 503-509, 1992.

CORDEIRO, D. S.; FRANCO, J. C. B. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no milho em solos hidromórficos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, 1994, Goiânia, GO. Centro-Oeste: cinturão do milho e sorgo no Brasil. **Resumos...** Goiânia, ABMS, 1994. p.111.

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Campo Mourão, COAMO/CODETEC, 1998. 89 p.

CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J. A.; SANTANA, D. P.; GARCIA, J. C.; BAHIA, F. G. F. T. C.; SANS, L. M. A.; PEREIRA FILHO, I. A.. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204 p.

DARÓS, R.; OLIVEIRA, M.D.X.; ARIAS, E.R.A. **Milho safrinha - época de semeadura e ciclo de cultivares**. Campo Grande: EMPAER, 1996. p.1-6. (EMPAER. Circular Técnica, 21).

DEMARIA, I. C.; DUARTE, A. P. Sistemas de preparo do solo e sucessão de culturas para implantação e desenvolvimento do milho safrinha. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 4, 1997, Assis, SP. **Anais...** Campinas: IAC, 1997. p. 71-80.

- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. E **Equações gerais para manejo da cultura do milho**: tecnologia da produção de milho. Piracicaba: 1997. p.171-174.
- DUARTE, A. P.; ALLIPRINDINI, L. F.; SAWASAKI, E.; KANTHACK, R. A. D.; DUDIENAS, C.; NALOTO, A.; INTERLICHE, P. H. Avaliação de cultivares de milho “safrinha” na região paulista do vale do Paranapanema. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 3, 1995, Assis, SP. **Anais...** Campinas: IAC, 1995. p. 147-152.
- DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. & HAIJ, B. V. **Milho safrinha**: recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2. ed. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1996. p.60-61. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- DUARTE, A. P.; MARTINS, A. C. N.; BRUNINI, O.; CANTARELLA, H.; DEUBER, R.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TSUNECHIRO, A.; SAWAZAKI, E.; DENUCCI, S.; FANTIN, G. M.; RECO, P. C. **Milho safrinha**: técnicas para o cultivo no estado de São Paulo. Campinas: CATI, 2000. 16 p. (CATI - Comunicado Técnico, 113).
- DUARTE, A. P.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. **Avaliação de cultivares de milho no estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1999. 97 p. (IAC. Documentos, 66).
- DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A.; SILVA, A. C. N.; FANTIN, G. M.; CAMARGO, J. C. M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; BRUNINI, O.; TAMBARÁ, S. L. V. B.; VALENTINI, S. R. T.; DENUCCI, S. **Técnicas para cultivo do milho “safrinha” no estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 1998. p. 1-5. (CATI. Comunicado Técnico, 138).
- EARL, H. J.; TOLLENAR, M. Differences among commercial maize (*Zea mays* L.) hybrids in respiration rates of mature leaves. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 59, n.1, p. 9-19, 1998.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA
OESTE. **Boletim agrometeorológico**
1980-1998. Dourados. EMBRAPA-
CPAO. Dourados, 1999. 46 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de
Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete
Lagoas, MG). **Recomendações
técnicas para o cultivo do milho.**
2.ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, Sete
Lagoas: EMBRAPA CNPMS, 1996.
131 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de
classificação de solos.** Brasília:
EMBRAPA-SPI, 1999. 412 p.

ESCOSTEGUY, P. A. V.;
RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G.
Doses e épocas de aplicação de
nitrogênio em cobertura na cultura do
milho em duas épocas de semeadura.
**Revista Brasileira de Ciência do
Solo**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 71-77,
1997.

ESTEVES, A.; CORRÊA, L. A.;
ARAÚJO, N. B. Avaliação de
cultivares de milho (*Zea mays* L.) de
ciclo superprecoce, na entressafra. In:
CONGRESSO NACIONAL DE
MILHO E SORGO, 20, 1994,
Goiânia, GO. **Resumos...** Goiânia:
ABMS/EMGOPA/CNPMS-
EMBRAPA/UFG/EMATER-GO,
1994. p. 38.

- FANCELLI, A. L. **Plantas alimentícias**: guia para aula, estudos e discussão. Piracicaba: ESALQ, 1986. 131 p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia do milho. In: **Tecnologia da Produção de Milho**. Piracicaba, 1997. p. 131-140.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: ecofisiologia e fenologia. Piracicaba: SIA – Assessoria & Consultoria, 1998. 30 p. (Tecnologia da Produção do Milho, mod. 1).
- FAO. El maiz en la nutrición humana. **Organizacion de las Naciones para la Agricultura y la alimentación**. Roma, 1993. 172 p. (Colección: FAO; Alimentación y Nutrición, 25)
- FIORIN, J. E.; CANAL, I. N.; CAMPOS, B.C. Fertilidade do solo. In: Campos, B.C. **A cultura do milho no plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1998. 189 p.
- FLOSS, E. L. Manejo de coberturas: aspectos físicos e químicos visando alta produtividade em milho. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO, 2000, Passo Fundo, RS. **Resumos...** Passo Fundo, 2000. p. 39-51.
- FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 133-153.
- FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M.; BAHIA FILHO, A. F. C. Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 10, 1994, Goiânia, GO. **Resumos...** Goiânia: ABMS/EMGOPA/CNPMS-EMBRAPA/UFG/EMATER-GO. 1994. p. 101.
- GARCIA, J. C. Evolução da área e produtividade do milho “safrinha” por estado. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 4, 1997, Assis, SP. **Anais...** Campinas: IAC, 1997. p. 11-14

- GERAGE, A. C.; SHIOGA, P. S. Avaliação estadual de cultivares de milho “safrinha” – 1998. Londrina, **Informe da Pesquisa**, n. 133, Londrina: IAPAR, 1999. 27 p.
- GONÇALVES, M. C. **Análise de regressão aplicada à pesquisa agrícola**. Dourados: UFMS, 1996. 174 p.
- HAGEMAN, R. H. Integration of nitrogen assimilation in relation to yield. In: Nitrogen Assimilations of Plants. **Proceeding...** New York, 1979. p. 591-612.
- HOWARD, D. D.; TYLER, D. D. Nitrogen source, rate, and application method for no-tillage corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, n. 5, p. 1573-1577, 1989.
- MAEDA, S.; KURIHARA, C.H.; FABRÍCIO, A . C. **Calagem e adubação**. EMBRAPA-CPAO, Dourados, 1997. p. 68-85. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 5)
- MAGALHÃES, A. C.; SILVA, W. J. Determinantes genéticos-fisiológicos da produtividade do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P, ed. **Melhoramento e produção de milho**, 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, v. 2., p. 425-450. 1987.
- MAGALHÃES, J. R.; MACHADO, A. T.; FERNANDES, M. S.; SILVEIRA, J. A. G. Nitrogen assimilation efficiency in maize genotypes under ammonia stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v. 5, n. 2, p. 163-166, 1993.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P, ed. **Melhoramento e produção de milho**, Campinas: Fundação Cargill, v. 2, p. 541-593. 1987.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

- MELLO, F. A. F. **Uréia fertilizante.** Campinas, Fundação Cargill, 1987. 192 p.
- MICELLI, L. C.; PEREIRA, V. P.; MACHADO, J. O.; BARBOSA, J. C. Influência da consorciação entre milho “safrinha” (*Zea mays* L.) e guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp] em algumas propriedades de planta e solo. **Científica**, São Paulo, v. 2, n.2, p. 283-294, 1996.
- MUNDSTOCK, C. M. Aspectos fisiológicos da tolerância do milho ao frio. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 3, 1995, Assis, SP. **Resumos...** Campinas: IAC, 1995. p. 45-48.
- MURAKAMI, D. M. Comportamento de alguns híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.) na região sul do estado de Mato Grosso, safrinha 1997. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia, MG. **Resumos....** Uberlândia, 2000. p. 108.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. C. Nutrição e adubação. **O milho no Paraná.** Curitiba: Fundação Instituto do Paraná/IAPAR, 1982. p. 83-104. (IAPAR - Circular Técnica, 29)
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L.; CALEGARI, A. **Adubação do milho.** Campinas: Fundação Cargill/IAPAR, 1989. 29 p. (Fundação Cargill. Série Técnica, 4).
- MUZILLI, O.; VIEIRA, M. J.; ALMEIDA, F. L. S.; NAZARENO, N. R. X.; CARVALHO, A. O. R.; LAURENTI, A. C.; LLANILLO, R. F. Comportamento e possibilidade do milho em plantio direto no estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 41-47, 1983.
- OLIVEIRA, E. F. **Eficiência do modo de aplicação do sulfato de amônio e uréia nas culturas de milho e algodão.** Cascavel: OCEPAR/SN-Centro de Pesquisa, 1995. p 40-46. (OCEPAR. Resultados de Pesquisa, 1/95)

- PASCHOALICK, H. N. S. **Efeito da época de aplicação do nitrogênio na produção, teor de óleo e na qualidade protéica de cultivares de milho (*Zea mays* L.) normal e QPM.** Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1998. 107 p. Tese de Mestrado.
- PEETEN, H. O controle da erosão em 200.000 ha cultivados na região dos campos gerais do Paraná, pelo sistema plantio direto. In: TORRADO, P. V.; ALOISI, R. R. **Plantio direto no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 79-92.
- PEREIRA, P. A. A.; BALDANI, J. I.; BLAÑA, K. A. G.; NEYRA, C. A. Assimilação e translocação de nitrogênio em relação à produção de grãos e proteínas em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, p. 28-31, 1981.
- PÍPOLO, A. E. Calagem e adubação. In: EMBRAPA. **Milho: informações técnicas.** Dourados, 1991. p. 83-113. (EMPRAPA – UEPAE Dourados. Circular Técnica, 20).
- PITOL, C.; GOMES, E. L.; ERBES, E. J. **Resultados de experimentação e campos demonstrativos de híbridos de milho – safrinha 2000.** Maracajú: Fundação MS, 2000. 32 p. (Fundação MS. Resultados de Pesquisa e Experimentação, 21/2000).
- PITOL, C.; SIEDE, P. K.; ANDRADE, P. J. M. **Campo demonstrativo de cultivares de soja em plantio antecipado e milho safrinha, safra 93/94.** Maracajú: Fundação MS, 1995. 6 p. (Fundação MS. Resultados de Pesquisa e experimentação no. 1/95).
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** Campinas: IAC, 1996. p. 56-65. . (IAC. Boletim Técnico,100).
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21 p. (Cooperative Extension Service. Special Report, 48).

- RIZZARDI, M.; ESCOSTEGUY, P.; ARGENTA, G.; KÖCH, E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em duas épocas de semeadura de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 11, 1996, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina: ABMS/IAPAR, 1996. p. 157.
- SÁ, J. C. de M. **Manejo de nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.
- SALTON, J. C. Aspectos de manejo do solo relacionados a safrinha de milho. In: FUNDAÇÃO MS PARA PESQUISA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS (Maracaju, MS). **Safrinha de milho** Maracajú, 1994. p. 1-21. (Fundação MS. Informativo Técnico 1/94).
- SANTOS, J. Q. **Fertilizantes: fundamentos e aspectos práticos da sua aplicação.** Lisboa, 1983. 246 p.
- SARTORI, J. A. Determinantes genéticos-fisiológicos e elementos de manejo na escolha de cultivares de milho “safrinha”. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 4, 1997, Assis, SP. **Anais...** Campinas: IAC, 1997. p. 31-35.
- SIMS, A. L.; SCHEPERS, J. S.; OLSON, R. A.; POWER, J. F. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-tillage and conventional till: tillage and surface-residues variables. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 5, p. 630-637, 1998.
- SOUSA, D. M. G. de. Manejo da fertilidade do solo sob cerrado com ênfase em plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 1997, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, p. 53-58. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 22)
- TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIEMICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n.2, p. 207-214, 1994.

TONON, V. D. Colheita e armazenagem. In: CAMPOS, B. C. **A cultura do milho no plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1998. 189 p.

TRIVELIN, P. C.; CABEZAS, W. A. R. L.; BOARETTO, A. E. **Dinâmica do nitrogênio de fertilizantes fluidos no sistema solo-planta**. In: VITTI, G.; BOARETTO, A. E. SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS. Piracicaba: POTAFOS, 1994. p. 316-330.

TSUNECHIRO, A.; ARIAS, E. R. A. Perspectiva de rentabilidade do milho safrinha nas principais regiões produtoras. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 4, 1997, Assis, SP. **Anais...** Campinas: IAC, 1997. p. 15-20.

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

VIANA, A. C. **Rotação e sucessão de culturas envolvendo sorgo, soja e milho**. In: RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE MILHO E SORGO 1988-1991, 5, 1992, Sete Lagoas, MG. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS 1992. p. 191-193.

WHIETHÖLTER, S. Nitrogênio no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 58, p. 38-42, 2000.

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

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

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