

**BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES
UNESP**

RESSALVA

Alertamos para ausência de capa, folha de rosto e páginas iniciais, não incluídas pelo autor no arquivo original.

ÍNDICE

PÁGINA

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMARY.....	xii
1- INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Respostas da cultura à fertilizantes nitrogenados	3
2.2. Cultivares x adubação nitrogenada	9
2.3. Eficiência do uso de nitrogênio	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Local do experimento.....	15
3.2. Solo.....	15
3.3. Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos	16
3.4. Aplicação dos adubos	16
3.5. Semeadura e características dos cultivares.....	17
3.6. Caracteres considerados	17
3.6.1 - Levantamento de doenças	18
3.6.2 - Índice de acamamento	18
3.6.3 - Massa da matéria seca das plantas	18
3.6.4 - Diâmetro do colmo	18
3.6.5 - Teor de N na matéria seca e nos grãos	18
3.6.6 – Estado nutricional da cultura	19
3.6.7 - Teor de NO ₃ ⁻ nos colmos.....	19
3.6.8 – Comprimento da espiga	19
3.6.9 – Número de grãos/fileira	19
3.6.10 – Número de fileiras/espiga	19
3.6.11 – Massa de 100 grãos.....	19
3.6.12 – N no solo	20
3.6.13 – Número de espigas.....	20
3.6.14 – Produção de grãos	20
3.6.15 – Eficiência e uso de N	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÕES.....	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1- INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais estudadas devido ao valor nutricional de seus grãos, dado a sua riqueza em carboidratos, principalmente na forma de amido, assim como em proteínas, óleo e vitaminas. Essas características fazem do milho um produto bastante apreciado para ser utilizado em diversos setores da alimentação humana e animal, tornando-o uma cultura de extrema importância econômica.

Apesar da cultura do milho encontrar-se entre as de maior potencial de produção de fitomassa por unidade de área, a produtividade desta no Brasil está muito inferior à capacidade produtiva da cultura obtida em outros países como por exemplo os EUA. No entanto, para que a planta possa atingir elevados rendimentos, deve-se considerar alguns requisitos fundamentais da cultura. Uma das formas de se aumentar a produtividade da cultura é a nutrição mineral adequada, em consequência de práticas adequadas de adubação. Sabe-se que o nitrogênio é o nutriente que, via de regra, proporciona os maiores acréscimos de produção de grãos na cultura. É o elemento chave em muitos compostos presentes em células vegetais e a sua disponibilidade para plantas é um item importante na produção agrícola. É o nutriente absorvido em maiores quantidades pela cultura do milho e o que tem maior influência na produtividade, com inúmeras funções relevantes nas suas atividades fisiológicas. Considerando que o N é o elemento de obtenção mais cara, como também pelos problemas de poluição que podem ser causados por essa adubação, é necessário o seu uso

eficiente. Assim torna-se indispensável o conhecimento e manejo dos fatores que influenciam a eficiência dos fertilizantes nitrogenados. Sabe-se, entretanto, que o eficiente uso do nitrogênio pelo milho é influenciado por fonte, dose e tempo de aplicação do adubo; também é influenciado pela forma de N inorgânico presente na zona radicular.

Deve-se contudo, além de estabelecer uma distinção entre a necessidade de nutrientes da planta, ou seja, entre a exigência nutricional e a necessidade de adubação de um determinado solo, manter um bom stand até a colheita e usar o híbrido ideal para a região. O enfoque predominante nos programas de melhoramento de plantas era então desenvolver cultivares que respondessem a essas condições melhoradas do solo e isso permitiu que a fronteira e a produtividade agrícola brasileira crescessem a taxas elevadas, aumentando a oferta de alimentos (Purcino, 1994).

Embora muitos trabalhos de pesquisa tenham sido realizados nos últimos anos, muitas dúvidas existem sobre quanto, como e quando realizar a adubação nitrogenada. Adicionalmente, a influência do material genético sobre as respostas à adubação nitrogenada, nas condições do Brasil, são ainda pouco conhecidas e existe, ainda, muita controvérsia na literatura sobre a eficiência relativa de nitrato e amônio como formas de N para absorção pelas plantas de milho.

Dentro deste enfoque, o trabalho teve como objetivo analisar a eficiência de uso de nitrogênio em seis cultivares de milho (*Zea mays* L.), cultivados em solo de “cerrado”, textura argilosa, na região de Selvíria/MS.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Respostas da cultura à fertilizantes nitrogenados

As respostas do milho à adubação nitrogenada, tal como as de outras culturas, estão relacionadas às cultivares utilizadas, ao manejo da cultura, principalmente densidade de semeadura, condições de uso do solo, condições climáticas e, principalmente, ocorrência e distribuição de chuvas (Lantmann et al., 1985). Segundo Anghinoni (1985), é função do suprimento de nitrogênio no solo e da dose aplicada. À estes fatores podem ser acrescentados, conforme Muchow & Sinclair (1995), temperatura e interceptação da radiação solar.

A demanda de nitrogênio pela cultura do milho é grande, sendo, em geral, necessário o uso da adubação nitrogenada para complementar a quantidade fornecida pelo solo, visando obtenção de produtividades elevadas. A disponibilidade afeta diretamente o desenvolvimento da área foliar, a taxa de fotossíntese, o crescimento do sistema radicular, tamanho de espigas, número e massa de grãos e sanidade de grão (Pioneer, 1995; Yamada, 1996). Pereira et al. (1981) comentaram que a maior incorporação de nitrogênio à planta de milho, através da adubação nitrogenada, determinou melhor desenvolvimento das plantas, refletindo-se num incremento do índice de área foliar e produção de matéria seca, com conseqüente maior produção de grãos.

Portanto, a deficiência de nitrogênio torna-se como o principal fator limitante do crescimento das plantas, face às grandes exigências (Black, 1975 e Malavolta, 1977). Para Coelho

& França (1995), as baixas produtividades médias alcançadas no Brasil têm como principais fatores, além da baixa fertilidade natural do solo, o uso inadequado de calagem e adubação, principalmente com nitrogênio e potássio, e a alta capacidade extrativa da cultura. Tyner (1946) verificou que o N, mais que qualquer outro nutriente, possui potencial para determinar a produção de grãos. Com relação às doses de nitrogênio estudadas na produção de milho safrinha, na região de Piracicaba/SP, Rosseto (1995) verificou que a aplicação de 60 kg de N/ha produziu 3704 kg ha⁻¹, quantia 40,3% superior à média de 2648 kg ha⁻¹ obtida nos tratamentos sem nitrogênio. Com a dose de 120 kg de N/ha obteve-se 66,2% a mais que o tratamento sem nitrogênio, demonstrando assim, a importância do elemento mesmo quando a cultura é cultivada em condições de baixa produtividade.

O N também afeta positivamente as características massa de grãos/espiga, números de espigas/planta, altura da planta, inserção da espiga, número de plantas acamadas e quebradas, área foliar e massa de 1000 grãos (Godoy Júnior & Graner, 1964). Maiores índices de área foliar e menor senescência das folhas, como conseqüente incremento no número de grãos/espiga e na produção de grãos, foram obtidos com adubação nitrogenada em experimentos realizado por Muchow (1988) e Wolfe et al. (1988). O fornecimento de N promoveu efeitos nos conteúdos foliares de clorofila e de N na cultura do milho como observado por Wolfe et al. (1988). Costa (2000) trabalhou com 3 doses de nitrogênio na semeadura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e 3 doses de nitrogênio em cobertura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) na cultura do milho e demonstrou que as diferenças entre tratamentos não foram significativas para: diâmetro da espiga, tamanho da espiga, número de fileiras por espiga, massa de 100 grãos, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, nitrato, nitrogênio total e matéria seca total e foram significativas para diâmetro do colmo e produtividade. Para o parâmetro produtividade, observou-se que a aplicação de 30 kg ha⁻¹ na semeadura e 90 kg ha⁻¹ em cobertura, proporcionou maior produtividade, sendo esta a melhor estratégia de parcelamento da adubação nitrogenada.

Mello et al. (1988) constataram em seus experimentos que o teor de N na folha não foi influenciado pelo método de aplicação de uréia. Os aumentos no teor de N total na folha, pela

adubação nitrogenada, alcançaram 0,5% (5 g/kg). Mas o modo de aplicação mostrou superioridade da aplicação parcelada da uréia (1/3 no plantio e 2/3 em cobertura) para as doses de 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N, sobre o aplicado em dose total do adubo em cobertura e em plantio, evidenciando assim, a importância do parcelamento do elemento.

A produtividade do milho está associada com a atividade metabólica do carbono e do nitrogênio, tendo este um papel direto na acumulação de matéria seca nos grãos (Machado et al., 1992). Como nas plantas de milho, o N disponível é utilizado para os processos de crescimento e de produção, geralmente, as maiores doses aumentam o conteúdo de N do grão (Barber & Olson, 1968) os quais reportaram que para cada tonelada de grãos foram extraídos 12,77 kg de N apenas pelos grãos, sendo que somando com os restos culturais, a extração chegou a 18,88 kg. Essa extração corresponde a 67,6% de N nos grãos e 32,4 % nos restos culturais. Em trabalho de marcha de absorção do nitrogênio em milho, realizado por Hanway (1963), do total de N absorvido, 65% estavam nos grãos, 18% nas folhas, 10% nos colmos, 3,5% nas brácteas e 3,5% no sabugo. Aplicações de N na época do florescimento dão os melhores resultados em rendimento (produção) e conteúdo de proteína no grão (Neptune & Campanelli, 1980).

Segundo Baisary et al. (1980), a aplicação de N (70 ou 140 kg ha de N), na forma de uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, aumentou a massa seca de plantas inteiras e o rendimento de grãos em todos os tratamentos de adubação. O aumento da dose aplicada de N, na maioria das vezes, proporciona aumento no rendimento da cultura (Raij et al., 1981, Lantmann et al., 1985 e Cantarella & Raij, 1986). Yamada (1995) citou que a adubação nitrogenada tem boa probabilidade de respostas ao uso de 30-40 kg de N/ha na adubação de semeadura, com cobertura nitrogenada feita logo após a semeadura e sendo recomendável uma segunda cobertura em solos de textura mais arenosa, visando assim, menores perdas e conseqüentemente maior disponibilidade de N para as plantas. Coelho et al. (1992) relataram que o milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer adubação nitrogenada em cobertura para completar a quantidade suprida pelo solo.

Vários trabalhos, tanto da literatura nacional como estrangeira, mostram os efeitos do nitrogênio no aumento da produtividade da cultura do milho (Coutinho et al., 1987; Jokela & Randall, 1997). Diversos estudos realizados por Chancy & Kamprath (1982) e por Reddy & Reddy (1993) mostraram que os rendimentos de grãos de milho “Pioneer 3369AR”, cultivado em diferentes solos arenosos de North Carolina (USA), responderam significativamente às doses crescentes de fertilizantes nitrogenados. Os rendimentos de grão de milho sobre o solo Marlboro aumentou com as doses de N, embora o rendimento com 168 kg ha⁻¹ de N não foi significativamente diferente daquele com 112 kg ha⁻¹ de N, e em 1978, neste mesmo solo, aumento significativo no rendimento de grão foi obtido quando a dose cresceu para 168 kg ha⁻¹ de N; sobre o solo Varina, aumentos significativos em rendimento foi obtido apenas com 56 kg ha⁻¹ de N. No experimento instalado sobre o solo Enon sandy loam os rendimentos de grãos foram 3,15; 3,90; 4,55; 5,51 t.ha⁻¹ para 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Boquet et al. (1988) afirmaram que rendimento, massa específica, número de grãos e massa/espiga e conteúdo de proteína no grão de milho aumentou com o aumento das doses de N aplicadas (0-250 kg ha⁻¹) e que a dose ótima para todas as densidades avaliadas foi calculada em 100 kg ha⁻¹.

Fornasieri Filho (1992) descreveu que a recomendação de adubação nitrogenada para a cultura consiste na aplicação de uma dose de 10 a 30 kg ha⁻¹ de N, na semeadura, e o restante da dose em cobertura, após 30 a 45 dias da emergência das plântulas. Coelho et al. (1992), testando doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados em um Latossolo Vermelho-Escuro, observaram aumento de 80% no rendimento de grãos, quando comparando 0 com 120 kg ha⁻¹ de N. Para Cantarella (1993), a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura no milho, em sulco, permitiu o crescimento mais vigoroso da cultura, no início do seu estabelecimento, permitindo obter população desejada de plantas. O mesmo autor citou que a magnitude da resposta a nitrogênio, em ensaios conduzidos no Brasil, tem sido variável, mas a maioria dos estudos indica respostas significativas às doses entre 30 a 90 kg ha⁻¹. Ressalta-se, porém que a resposta da cultura está relacionada ao histórico da área, tipo de solo, condições climáticas, híbrido utilizado, etc.

Sá (1996), visando avaliar a amplitude de resposta a nitrogênio (uréia) pela cultura de milho, em plantio direto, em quatro localidades na região do Campos Gerais do Paraná, durante os anos de 1988 a 1992, não encontrou resposta em termos de aumento de produção, para valores superiores a 120 kg ha⁻¹ de N. Já Ibrikci et al. (1998) observaram respostas lineares do rendimento de grãos e teor de nitrogênio nas folhas do milho híbrido 'LG-55' às doses de N que variaram de 200 a 350 kg ha⁻¹ de N com incrementos de 50 kg ha⁻¹ de N.

Em trabalho recente, Ferreira (1997) estudou o efeito da adubação com quatro doses de N (0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹ de N) sobre a produção e qualidade de grãos do milho híbrido precoce "AG 612", cultivado em Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico distrófico, em Coimbra-MG. A produção de grãos, o número de espigas por planta, a massa das espigas com e sem palha e a massa de mil grãos aumentaram com o incremento das doses de N, obtendo-se a máxima produção com a dose de 200 kg ha⁻¹ de N.

Trabalhando com doses de N em cobertura na cultura do milho em 2 épocas de semeadura Escosteguy et al. (1997) concluíram que a dose 160 kg ha⁻¹ de N proporcionou maior rendimento de grãos quando comparada com 80 kg ha⁻¹ de N. Fernandes et al. (1998), trabalhando em 3 sistemas de preparo e 4 doses de N em cobertura (0, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹), verificaram que os dados de produção de grãos e de palhada se ajustaram a funções quadráticas em relação às doses de N e que doses de 70 a 71 kg ha⁻¹ de N foram suficientes para a obtenção de 90% da produção máxima de grãos, sendo de 147 a 168 kg ha⁻¹ de N, dependendo do sistema (plantio direto, aiveca ou arado de disco), a que atingiria produtividades de 4640 a 6177 kg ha⁻¹ de grãos. Para a produção de palhada as doses de N, para a obtenção de 90% da produção máxima, foram respectivamente de 31 a 51 kg ha⁻¹ de N e 131 a 178,5 kg ha⁻¹, para a produção máxima, respectivamente. A produção máxima de palhada variou de 3832 a 5338 kg ha⁻¹, dependendo do sistema de plantio. Cardoso & Melo (1998), testando 5 doses de N (0, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹) sendo 1/3 na semeadura e o restante por volta dos 40 dias após a emergência das plantas, verificaram, através do ajuste, que a produção máxima obtida (5713 kg ha⁻¹) correspondeu a 107 kg ha⁻¹ de N. O acréscimo em relação à testemunha foi de

57%, indicando que o N foi um fator limitante. O número de grãos por espiga e massa de grãos foram os componentes de produção que mais contribuíram para a produção de grãos.

Avaliando os efeitos das lâminas de irrigação (392,6 mm, 337,6 mm, 282,6 mm e 227,6 mm) e da adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg de N/ha), aplicados 1/3 aos 15 dias após a emergência e 2/3 aos 45 dias após a emergência, na cultura do milho, no Estado de Roraima, Araújo et al. (1999) concluíram que o teor de N nos grãos variou linearmente com a adubação nitrogenada. A massa de 100 grãos, o número de espigas/ha e o rendimento foram influenciados pela lâmina de irrigação e níveis de nitrogênio, sem apresentar efeitos na interação, sendo que o maior rendimento de milho foi obtido com cerca de 520 mm de água e 150 kg ha⁻¹ de N.

Com o objetivo de determinar a melhor dose e época de aplicação de N na cultura do milho, cultivada em sistema de plantio direto na região de cerrado, Silva (2001) concluiu que a produtividade de grãos foi influenciada pelos tratamentos, níveis e épocas de aplicação de N e, considerando-se os anos agrícolas 1998/99 e 1999/00, a máxima eficiência técnica foi alcançada com a dose de 166 kg ha⁻¹ de N, aplicada metade na semeadura e o restante no estágio 4 a 6 folhas e a máxima eficiência econômica, considerando a relação preço do fertilizante/preço do produto de 9,25/1, foi alcançada com a dose de 126 kg ha⁻¹ de N. Mar et al. (2001) avaliaram o efeito de doses (20, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N) e épocas de aplicação de nitrogênio na produtividade de grãos de milho safrinha e verificaram efeito significativo de doses e épocas de aplicação de N, obtendo-se a produção máxima (6.549,74 kg ha⁻¹) com a adição de 131,20 kg ha⁻¹ de N, quando as plantas apresentavam-se com oito folhas expandidas e a produtividade de grãos em todos os tratamentos com adição de N foi superior ao tratamento sem adição deste elemento.

Fontoura & Moraes (2001), objetivando avaliar o rendimento de milho sob diferentes fontes e doses de nitrogênio em cobertura em solo sob plantio direto, observaram diferenças entre as fontes somente para as doses maiores de N (150 e 200 kg ha⁻¹), sendo o rendimento superior com a utilização de uréia e sulfato de amônio. Houve diferenças entre as doses de N, cujo rendimento de grãos variou de 10514 (testemunha) a 12961 kg ha⁻¹ (200 kg ha⁻¹ de N).

Vanzela et al. (2001), estudando componentes de rendimento e produção de grãos em resposta do milho ao nitrogênio em rotação com a soja no sistema de plantio direto, verificaram que as monoculturas de soja e milho tiveram os menores valores para produção de grãos e as maiores produções de milho foram alcançadas com as maiores doses de nitrogênio (60 e 90 kg ha⁻¹ de N), independente do esquema de rotação adotado.

Segundo Cantarella (1993), os custos de produção de um hectare de milho para os agricultores no Brasil têm variado em torno de valores equivalentes a 2000 a 3500 kg ha⁻¹ de grãos, conforme preços do produto e dos insumos no mercado interno. Assim, a obtenção de altos rendimentos em grãos é um imperativo para tornar a cultura economicamente atraente e neste contexto a importância do nitrogênio é ressaltada.

Neste contexto o estudo da eficiência e uso do nutriente em diferentes híbridos é de suma importância, o que traria subsídios para um melhor entendimento da dinâmica do elemento, contribuindo para melhorar a produtividade da cultura e possibilitar maior retorno ao agricultor.

2.2. Cultivares x adubação nitrogenada

Os diversos híbridos e variedades requerem quantidades diferentes de nitrogênio, de acordo com seu potencial de produtividade. Adelana & Milbourn (1972), através do estudo da partição da matéria seca entre as diversas partes da planta de milho em três híbridos, mostraram dados de aumento no crescimento em todos os híbridos até o pendoamento, contudo a massa da matéria seca do colmo só atingiu o máximo vinte semanas após a semeadura e no final do ciclo, variando de 35 a 48% da massa total da planta, dependendo do híbrido.

Hanway & Russel (1969), trabalharam com onze híbridos e, analisando a acumulação de matéria seca nos sucessivos estádios de crescimento, verificaram que não houve diferenças significativas até o aparecimento da décima folha. A partir daí, a taxa de crescimento foi diferenciada, e em determinados híbridos a inflorescência feminina apareceu mais cedo. Isto

provavelmente está relacionado, dentre outros, à maior eficiência de absorção ou aproveitamento do elemento.

Kooler & Mundstock (1972) observaram a taxa de acumulação de matéria seca na planta de milho, entre o aparecimento da espiga e a maturação fisiológica, em seis híbridos comerciais, verificando que embora os híbridos tardios acumulem matéria seca no grão por maior espaço de tempo, os híbridos precoces têm maior taxa de translocação dos materiais sintetizados nas folhas para os grãos, que resulta numa maior produção.

Vários estudos têm indicado que híbridos tropicais usualmente não respondem a adição de altas doses de N e geralmente o rendimento de grãos é menor do que híbridos temperados (Yamaguchi, 1974, Muleba et al., 1983, Lang et al., 1989). Polito (1988) afirmou que rendimentos de grãos de milho que variaram de 6,49 a 11,2 t ha⁻¹ não se deram somente mediante taxas mais altas de N as quais variaram de 67-168 kg ha⁻¹ de N e também devido à época de semeadura e escolha de híbridos, fatores esses, críticos para obtenção de rendimento máximo. Lord & Gallaher (1991) reportaram que milho tropical irrigado em solo arenoso profundo não foi afetado por doses de N maiores que 67 kg ha⁻¹ de N, quando aplicadas na linha, sendo metade no plantio e metade quando as plantas estavam com 40 cm de altura. Entretanto, Gallaher et al. (1992) relataram que rendimentos de silagem e grãos de híbridos de milho tropical aumentaram com doses de N de até 202 kg ha⁻¹ de N em solo arenoso.

Comparando quatro variedades de polinização livre e 24 híbridos simples, em três densidades de semeadura e quatro doses de nitrogênio, durante dois anos, Carlone & Russel (1987) concluíram que as variedades tiveram menor resposta ao incremento das doses de nitrogênio. Entre os híbridos, ocorreram respostas diferenciadas às doses de N e estes apresentaram a vantagem de suportarem maiores densidades de plantas por área.

Investigando as respostas de duas cultivares de milho ao nitrogênio, sob diferentes condições de solo, Muzilli & Oliveira (1982) relataram que em quaisquer das situações estudadas, o híbrido 'AG-152' apresentou rendimentos superiores aos proporcionados pela variedade Cateto

Profílico IX. Todavia, a análise econômica revelou que apenas em solos intensamente utilizados anteriormente, o ‘AG-152’ apresentou retorno econômico positivo para as doses, atingindo o máximo na dose de 60 kg ha^{-1} de N. Nas mesmas condições, para o Cateto Profílico IX, verificaram prejuízos para todas as doses de nitrogênio aplicadas.

Moll et al. (1982), trabalhando com oito híbridos de milho e duas doses de nitrogênio (56 e 224 kg ha^{-1} de N) e analisando produção de grãos, acumulação de N até o florescimento e acumulação de N até a colheita, verificaram diferenças significativas dentre híbridos e entre níveis de N para todas as variáveis, assim como a interação híbridos e níveis de N, exceto para produção de grãos. Mullinsa et al. (1998), trabalhando com 4 doses de N (0, 56, 112 e 128 kg ha^{-1}), híbridos de milho tropical (Pioneer Brand X304C, em 1990, e Pioneer Brand 3072 nos anos 1991 e 1992), cultivo convencional e cultivo em faixa, concluíram que rendimentos de silagem de milho (1990 e 1991) sob cultivo convencional foram 14% menor do que o cultivo em faixa, embora rendimentos de grãos em 1991 foram 30% menor. Diferenças entre sistemas de cultivo não foram significativas em 1992, exceto para as doses de 0 e 168 kg ha^{-1} de N, onde em cultivo convencional houve produção ligeiramente superior quando comparada com cultivo em faixa. Rendimentos de silagem e grãos aumentaram com dose de N variando com o ano de cultivo e com o cultivo.

Belasque Júnior (2000) avaliou os efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre componentes fenológicos e produtivos, e na diagnose foliar e conteúdo de nutrientes nos grãos de dois híbridos de milho, cultivados na “safrinha” e verificou que a resposta da cultura à adubação nitrogenada variou com as condições ambientais e com os híbridos, ocorrendo alterações no diâmetro do colmo, na altura da inserção da espiga, nas massas de 100 grãos e de grãos/espiga, no índice de colheita e na produtividade de grãos.

Com o objetivo de avaliar a importância da adubação nitrogenada na produção de matéria seca de uma variedade e um híbrido de milho, Minca et al. (2001) trabalharam com 3 doses de nitrogênio em vaso (45, 90 e $180 \text{ mg de N.kg}^{-1}$ de solo) e observaram que tanto para variedade

como para o híbrido, as maiores doses de N possibilitaram as maiores produções de matéria seca. Mas em todos os níveis de N utilizados a variedade superou o híbrido em produção de matéria seca.

2.3. Eficiência do uso de nitrogênio

Fernandes et al. (1998) citaram que menos da metade do fertilizante nitrogenado aplicado é utilizado pelas plantas, e grande parte do nitrogênio residual é incorporada à matéria orgânica do solo. Segundo Malavolta & Neptune (1983), para aumentar a eficiência dos adubos e da adubação nitrogenada, existem três alternativas: a tecnológica (controle da disponibilidade); a agrícola (parcelamento e época de aplicação, localização do N, calagem, controle das transformações e adição de sais de cálcio e magnésio) e a genética (diferenças existentes na absorção de N por espécies e cultivares que podem ser usadas na seleção de variedades que sejam altamente eficientes no processo).

Diferenças na utilização de N entre genótipos de milho têm sido demonstrado, não somente em respostas diferentes a fertilizantes nitrogenados (Smith, 1934; Stringfield & Salter, 1934), mas também em diferenças na absorção e utilização do N absorvido (Beauchamp et al., 1976, Moll & Kamprath, 1977, Reed et al., 1980). Portanto, híbridos com similares níveis de eficiência no uso de N mostram marcantes diferenças nos componentes dessa característica, as quais contribuem para a eficiência (Moll et al., 1982). Embora os novos híbridos de milho ‘permanentemente verde’ absorvam mais nitrogênio após o embonecamento, a expressão do seu potencial para aumento do rendimento e superior eficiente uso do nitrogênio dependem do adequado suprimento do nutriente no estágio tardio do ciclo da cultura (Tollenaar et al., 1997), de maneira análoga ao observado por Buah et al (1998) na cultura do sorgo, onde seleção específica para genótipos de alta eficiência na utilização do nitrogênio não reduzirá as respostas do N aplicado.

A eficiência agronômica da adubação nitrogenada compreende a eficiência de absorção do nitrogênio em função da quantidade aplicada e a eficiência de utilização do N absorvido pela planta.

Tanto a taxa de absorção (que é função da concentração do nitrogenado na superfície da raiz) como a eficiência de utilização, são características da planta. Geralmente os aproveitamentos de N decrescem com o aumento das doses aplicadas, em vista do suprimento de N exceder as necessidades da cultura; tais decréscimos são conseqüências das perdas de amônia que aumentam com a dose de aplicação, e este aumento pode ser linear ou exponencial. Entretanto, a diferença não significativa foi observada por Olson (1980) entre os rendimentos de grãos obtidos com as doses de 50 e 150 kg ha⁻¹ de N, nos cultivos de milho por dois anos. As porcentagens do fertilizante N aplicado removido pelo grão e perdido do sistema foram aproximadamente a mesma para ambas as doses. Portanto, a dose 150 kg ha⁻¹ de N não contribuiu para rendimento adicional de grão, porém, resultou em maiores perdas, absorção por planta e lixiviação do fertilizante N que a dose 50 kg. Este ponto revela o fato que, do ponto de vista de eficiência em usar fertilizante, é importante aplicar não mais N que o requerido para rendimento máximo.

Broadbent & Carlton (1978) estudaram vários níveis de fertilização nitrogenada em milho irrigado e encontraram eficiência de 30 a 68%, durante um período de três anos, sendo máxima quando a dose aplicada foi de 200 kg ha⁻¹ de N. As doses maiores aumentaram a produção, mas diminuíram a eficiência do fertilizante.

Reddy & Reddy (1993) obtiveram eficiência no uso do fertilizante nitrogenado na região Piedmont de North Carolina (USA), variando de 43 a 57%. O N perdido (não explicado) foi aproximadamente três vezes maior quando a dose aplicada do fertilizante N foi aumentada de 100 para 200 kg ha⁻¹ de N.

Em experimento onde estudaram a resposta do milho a diferentes doses de N em dois locais do Canadá, Liang & Mackenzie (1994) verificaram que a eficiência de utilização do nitrato de amônio – ¹⁵N, na dose de 170 kg de N/ha foi de 22 a 30% nos dois locais em estudo. Quando utilizaram a dose maior de 400 kg de N/ha, a eficiência de utilização variou entre 9 e 22% para os dois locais. Nos anos subseqüentes houve aumento na eficiência de utilização do fertilizante uma vez que os restos de cultura permaneceram no local do experimento. Os autores concluíram que a

eficiência de utilização de nitrogênio avaliada pelo método do ^{15}N variou com o ano, com o local, com a dose aplicada e foi altamente dependente da produtividade da cultura. Com as doses de 75 e 150 kg ha⁻¹ de N aplicadas ao solo Mt Carrol e 100 e 200 kg ha⁻¹ de N aplicadas ao solo Webster, ambos situados ao norte do Cinturão de Milho nos USA, o aproveitamento de N derivado do fertilizante por toda a planta de milho variou de 31 a 60% para baixas doses de N e de 24-45% para altas doses (Jokela & Randall, 1997).

Diversas pesquisas realizadas em diferentes regiões do Brasil mostraram que os aproveitamentos aparentes do N aplicado (%), calculados pelo método da diferença, foram influenciados negativamente pelas doses crescentes de adubo nitrogenado. Fernandes et al. (1998) informaram que na dose de 60 kg ha⁻¹ de N, ocorreu maior eficiência de utilização do N pela cultura do milho, constatada pelo maior aproveitamento do N aplicado, 52%. Para as doses de 60 e 240 kg ha⁻¹ de N, Coelho et al. (1992) obtiveram valores de aproveitamento iguais a 68,55 e 34%. Melgar et al. (1991), ao utilizarem a média de dois cultivos com milho, encontraram recuperação do N da uréia que variou de 48%, 36% e 36% para as doses de 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Avaliando o balanço de nitrogênio na cultura do milho onde aplicaram 60 kg ha⁻¹ como uréia, Coelho et al. (1991) obtiveram eficiência de utilização do fertilizante de 58 %. Na camada de solo de 0-90 cm de profundidade permaneceram 25% do N do fertilizante, sendo que 17% foram perdidos do sistema. Os autores observaram também que praticamente não houve variação isotópica do N nas diversas partes da planta, concluindo que não há necessidade de separar diversas partes da planta para análise, com economia no número de análise.

Plantas de milho cultivadas em casa de vegetação e em caixas de amianto, contendo Latossolo Vermelho-Escuro ou Areia Quartzosa sobre os quais aplicaram-se 100, 200 e 400 mg de N.kg⁻¹ de solo, apresentaram valores de aproveitamento iguais a 82,4; 57,9 e 31,6% quando cultivados no Latossolo e de 61,5; 38,3 e 7,2% de N quando crescidas sobre Areia Quartzosa (Villas Boas, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, localizada no município de Selvíria-MS, cujas coordenadas geográficas de latitude 22°22'S, longitude 51°22'W Gr. e aproximadamente 335 metros de altitude, 1370 mm de precipitação anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). O relevo é caracterizado por ser moderadamente plano a levemente ondulado (Hernandez et al., 1995).

3.2. Solo

O solo utilizado foi um LATOSSOLO VERMELHO, textura argilosa, hipodistrófico, álico – Haplustox, classificado de acordo com Dematê (1980) e reclassificado segundo EMBRAPA (1999).

Na análise química, antes da implantação do experimento, foram obtidos os resultados constantes na **Tabela 1**.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento, na profundidade de 0 - 0,20m.

PH	MO	P-resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- (mmolc dm ⁻³) -----				
5,4	20	22	2,2	20	10	38	1,5

3.3. Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com 24 tratamentos e 6 repetições, dispostos em um esquema fatorial 6x4, sendo: 6 cultivares e 4 doses de nitrogênio totalizando 0, 30, 90 e 180 kg ha⁻¹, incluindo a aplicação na semeadura.

Cada parcela constou de 6 linhas de 5m de comprimento mais 2m de bordadura, tendo sido consideradas para as avaliações apenas as 4 linhas internas, espaçadas de 0,80m, perfazendo uma área útil de 16,80m². No sulco de semeadura foi aplicado o Furadan (para controle de cupins e lagartas) na dose de 20 kg ha⁻¹. Durante o período de cultivo houve um controle rigoroso de pragas, sendo pulverizado contra lagartas do cartucho sempre que o dano chegava à nota 1 (raspatura nas folhas - 20% de plantas com este sintoma) e sendo realizadas, também, aplicação de herbicida e duas capinas.

3.4. Aplicação dos adubos

A adubação básica, no sulco de semeadura foi: 90 e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O (superfosfato simples e cloreto de potássio), respectivamente, aplicada manualmente no sulco de semeadura, junto com 30 kg ha⁻¹ de N (uréia), exceto a testemunha que não recebeu N. Os fertilizantes foram misturados com a terra do sulco de semeadura para se evitar o contato direto com as sementes.

O restante da adubação nitrogenada, descrita na Tabela 2, foi aplicada em cobertura quando as plantas se encontravam no estágio de 6 a 8 folhas totalmente desdobradas. O nitrogênio teve como fonte a uréia, a qual foi aplicada manualmente e incorporada com enxada.

Tabela 2. Doses de N aplicadas à cultura, em cobertura.

Época de Aplicação	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
Semeadura	0	30	30	30
6 a 8 folhas	0	0	60	150
Total	0	30	90	180

3.5. Semeadura e características dos cultivares

A semeadura foi realizada manualmente em 13 de dezembro de 2000. As sementes de milho foram distribuídas com auxílio de uma régua e deixando-se a cada 0,20m, duas sementes, desbastando-se para uma planta, uma semana após a emergência.

Os cultivares utilizados foram:

C₁ - Híbrido AG 9010 (hiper precoce);

C₂ - Híbrido DOVY CO 32 (super precoce);

C₃ - Híbrido XB 8010 (precoce);

C₄ - Híbrido DKB 333 B (semi precoce);

C₅ - Variedade BR 106 (normal) e

C₆ - Variedade Sol da Manhã (tardia).

3.6. Caracteres considerados

Foram feitas as seguintes variáveis:

3.6.1 - Levantamento de doenças

Foi feito o levantamento de doenças para o complexo de viroses (enfezamento) e para *Phaeosphaeria* e Ferrugem Polysora, segundo metodologia descrita por Roane et al. (1983).

3.6.2 - Índice de acamamento

Foi medido o índice de plantas acamadas dentro da área útil de cada parcela, atribuindo-se notas arbitrárias: nota 1 – menos de 5% de plantas acamadas; nota 2 – 5 a 10% de plantas acamadas; nota 3 – 10 a 30% de plantas acamadas; nota 4 – 30 a 60% de plantas acamadas; nota 5 – acima de 60% de plantas acamadas.

3.6.3 - Massa da matéria seca das plantas

Por ocasião do pendoamento das plantas de milho e no final do ciclo da cultura, foram coletadas 4 plantas por parcela, lavadas, secas, pesadas e moídas para análise.

3.6.4 - Diâmetro do colmo

Foram medidos os diâmetros do colmo no segundo entre nó (acima da superfície) de 5 plantas/linha, dentro da área útil de 10 plantas.

3.6.5 - Teor de N na matéria seca e nos grãos

Foram coletadas 4 plantas, lavadas, secas, pesadas e moídas para análise. Esta análise foi feita pelo método semimicro-Kjeldahl, utilizando-se a digestão sulfúrica, segundo a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

3.6.6 – Estado nutricional da cultura

Coletaram-se folhas da base da espiga, cortando-se o terço central, na fase do pendoamento, as quais foram lavadas, secas, moídas e analisadas quanto ao N, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.6.7 - Teor de NO_3^- nos colmos

Foram coletados 4 colmos de 20 cm cada a 15 cm da superfície do solo (Blackmer & Schepers, 1994), na fase do pendoamento, lavados, secos e moídos para análise. Esta análise foi feita pelo método semimicro-Kjeldahl, utilizando-se a digestão sulfúrica, segundo a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

3.6.8 – Comprimento da espiga

Foram medidas 20 espigas/linha, retiradas ao acaso da área útil.

3.6.9 – Número de grãos/fileira

Foram contados o número de grãos/fileira de 20 espigas/linha, retiradas ao acaso da área útil. Foram contados os grãos de uma fileira ao acaso de cada espiga.

3.6.10 – Número de fileiras/espiga

Foram contados o número de fileiras/espiga de 20 espigas/linha, retiradas ao acaso da área útil.

3.6.11 – Massa de 100 grãos

Foram contados manualmente os 100 grãos e pesados.

3.6.12 – N no solo

Foram coletadas amostras de solo para determinação de N-total, conforme método descrito por Brenmer (1996) e N-mineral, conforme Mulvaney (1996). As profundidades de amostragem foram de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, no local da cobertura (20 cm ao lado da linha), na época de coleta de amostra para análise foliar.

3.6.13 – Número de espigas

Foram contadas o número de espigas/10 m de linha.

3.6.14 – Produção de grãos

As espigas das duas linhas centrais das parcelas foram colhidas, debulhadas manualmente, pesados e os dados transformados em kg ha^{-1} (13% base úmida).

3.6.15 – Eficiência e uso de N

Utilizou-se a metodologia descrita em Moll et al. (1982):

- Eficiência do uso do nitrogênio (Gw/Ns);
- Eficiência da utilização do nitrogênio (Gw/Nt);
- Eficiência de absorção do nitrogênio (Nt/Ns);
- N absorvido após o florescimento/N total absorvido (Na/Nt);
- N nos grãos/N absorvido (Ng/Nt);
- N nos grãos/N absorvido após o florescimento (Ng/Na) e;
- Produção de grãos/N nos grãos (Gw/Ng).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para doenças, a mancha de *Phaeosphaeria* e Ferrugem *Polysora* tiveram baixa ocorrência no experimento. A nota atribuída foi 1 para todas as parcelas, portanto, havendo ocorrência insignificante, devido possivelmente à condições desfavoráveis.

O índice de acamamento não variou, nem mesmo com doses elevadas de N, o que normalmente proporciona um maior crescimento e conseqüentemente um maior acamamento. Entretanto, isto não ocorreu, demonstrando a qualidade dos cultivares neste quesito. A nota atribuída foi 1 para todas as parcelas, ou seja, menos de 5% das plantas estavam acamadas.

Na TABELA 03 encontram-se os quadrados médios e coeficientes de variação referentes ao número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro do colmo, comprimento de espiga e número de espigas/10m de linha. Verifica-se que houve efeito significativo dos cultivares para todas as variáveis. Para doses de N houve efeito significativo somente para número de espigas e para interação cultivares x doses de nitrogênio foi observado efeito significativo somente para diâmetro do colmo. Observa-se, também, que em todas as variáveis foram conseguidos baixos coeficientes de variação (6,53 a 9,04%).

Na TABELA 04 encontram-se as médias, teste de Tukey e regressões referentes ao número

TABELA 03. Quadrados médios e coeficientes de variação referentes a ⁽¹⁾ número de fileiras/espiga, ⁽²⁾ número de grãos/fileira, ⁽³⁾ diâmetro do colmo (mm), ⁽⁴⁾ comprimento de espiga (cm), ⁽⁵⁾ número de espigas/10m.

Variáveis					
Causas de variação	1	2	3	4	5
Cultivares (C)	1,9903*	68,1069**	10,4075**	13,6096**	198,2278**
Doses N (N)	0,3588	8,9514	2,1242	0,3761	62,9167**
Blocos	0,8569	5,8236	4,3603*	2,1826	98,3611**
C * N	1,0866	9,5847	3,5712*	1,4397	16,9611
Resíduo	0,8077	10,5975	1,6478	1,8719	12,6191
C.V. (%)	6,53	9,04	6,83	7,78	8,09

* e ** Significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F.

TABELA 04. Médias de N e teste de Tukey referentes a ⁽¹⁾ número de fileiras/espiga, ⁽²⁾ número de grãos/fileira, ⁽³⁾ diâmetro do colmo (mm), ⁽⁴⁾ tamanho de espiga (cm), ⁽⁵⁾ número de espigas/10m.

Variáveis						
		1	2	3	4	5
Cultivares	AG 9010	13,88 ab	34,79 b	18,89	16,72 c	40,88 cd
	DOVY CO32	14,17 a	37,71 a	18,02	17,32 bc	40,58 d
	XB 8010	13,71 ab	38,17 a	18,95	17,70 abc	47,92 a
	DKB 333B	13,92 ab	36,38 ab	18,10	16,88 c	43,54 bc
	BR 106	13,46 ab	34,13 b	18,96	18,48 a	44,71 b
	Sol da Manhã	13,42 b	34,79 b	19,81	18,43 ab	45,96 ab
Doses de N (kg ha⁻¹)	0	13,78	35,42	18,60	17,46	42,00 ^(a)
	30	13,67	35,75	18,56	17,58	44,89
	90	13,89	36,50	18,93	17,59	44,67
	180	13,69	36,31	19,05	17,71	44,17

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, número de espigas/10m de linha. Para o número de fileira de grãos por espiga, o híbrido DOVY CO32 apresentou um maior valor, diferindo significativamente apenas da Variedade Sol da Manhã. Para o número de grãos por fileira, o híbrido CO - 32 também teve uma maior média, assim como o XB 8010, diferindo significativamente das variedades BR-106, Sol da Manhã e do híbrido AG 9010. Belasque Júnior (2000), avaliando doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre dois híbridos de milho, também observou que o número de grãos/fileira e número de fileiras/espiga apresentaram diferenças significativas somente entre híbridos, com as épocas e doses de aplicação do nitrogênio não promovendo influência nos resultados. Um maior número de grãos por espiga pode levar a uma maior produtividade de grãos, entretanto, a massa de 100 grãos também é fator a influenciar a produtividade da cultura. Assim, Bortolini (2000), avaliando diferentes doses e épocas de aplicação de N, também verificaram que o número de grãos por espiga foi o componente mais associado ao rendimento de grãos.

Para o comprimento de espiga com a variedade BR 106 obteve-se a maior média, sendo que esta não diferiu significativamente da variedade Sol da Manhã e do híbrido XB 8010. Para o número de espigas/10m, observou-se uma maior média para o híbrido XB 8010, que não diferiu da variedade Sol da Manhã, e sendo superior aos outros cultivares. Para o número de espigas/10m (**Figura 01**), os dados se ajustaram a uma função quadrática o que não era esperado já que a emissão de 1 ou 2 espigas depende mais das características genéticas do híbrido que das condições nutricionais. Silva et al. (1999) não verificaram efeito da aplicação de N para o número de espigas/10 m. Não houve ajuste das doses de N em relação ao número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e comprimento de espiga. A ausência de resposta do comprimento de espigas às doses de N era esperada, pois estas características são de alta herdabilidade e menos dependente do meio, embora trabalhos realizados por Silva (2001).

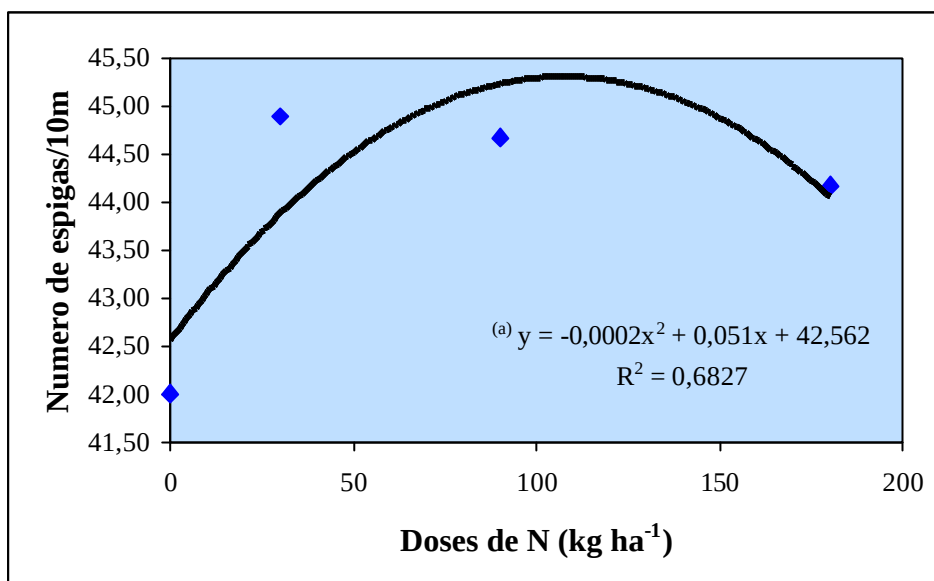


Figura 01. Número de espigas/10m em função das doses de N.

Na TABELA 05 encontra-se o teste de Tukey do desdobramento cultivares dentro de doses de N, referentes ao diâmetro do colmo. Observa-se que a variedade Sol da Manhã apresentou colmos mais grossos em todas as doses. Quando não se aplicou N, os híbridos DKB 333B e DOVY CO32 e a variedade BR 106 apresentaram os menores diâmetros, diferindo significativamente dos outros cultivares. Quando se aplicou 30 kg ha⁻¹ de N, os cultivares não diferiram significativamente entre eles. Na dose de 90 kg ha⁻¹ o híbrido DOVY CO32 apresentou o colmo mais fino, diferindo significativamente dos outros cultivares e quando se utilizou 180 kg ha⁻¹ de N os cultivares também não diferiram significativamente entre si. Belasque Júnior (2000) também encontrou significância para o diâmetro do colmo nos dois híbridos estudados (Dina 766 e AG 3010) e observou que a aplicação, independentemente da época, aumentou o diâmetro do colmo para as plantas do híbrido AG 3010, até a dose de 45 kg ha⁻¹ de N. Silva et al. (1999) também não verificaram efeito significativo com a aplicação de diferentes doses e épocas de N na cultura do milho e para Vilela (1999) a não realização da adubação nitrogenada resultou em menores diâmetros de colmo, sintoma bastante comum de deficiência de N. Além de que o colmo fino é uma característica indesejável, que associada a uma maior altura de plantas, facilita o quebramento e o acamamento.

TABELA 05 – Teste de Tukey do desdobramento cultivares dentro de doses de N referentes ao diâmetro do colmo (mm).

		Cultivares					
Doses de N		AG 9010	DOVY CO32	XB 8010	DKB 333B	BR 106	Sol da Manhã
(kg ha ⁻¹)							
	0	18,93 ab	17,53 bc	19,40 ab	16,78 c	18,68 abc	20,28 a
	30	18,20 a	19,20 a	18,43 a	18,03 a	18,72 a	18,78 a
	90	19,85 a	17,00 b	18,45 ab	19,10 ab	19,32 a	19,88 a
	180	18,57 a	18,35 a	19,50 a	18,48 a	19,13 a	20,28 a

Obs: Médias na mesma linha, seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na TABELA 06 constam os quadrados médios e coeficientes de variação referentes a N-mineral (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) nas 3 profundidades do solo. Verifica-se que houve efeito significativo para cultivares para todas as variáveis, exceto N- NH₄⁺ na profundidade de 0-20 cm; também para doses de N (exceto para N-NH₄⁺ na profundidade de 40-60cm) e para interação cultivares x doses de N (exceto para N-NO₃⁻ na profundidade de 0-20 cm). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (1999) que verificaram o efeito da aplicação de N no N-NH₄⁺ no solo na profundidade de 0-20 cm, no N-NO₃⁻, nas três profundidades e ainda na concentração de N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻, na camada de 0-30 cm. Esses resultados discordam dos obtidos por Costa (2000), que trabalhou com adubação nitrogenada em milho em sistema de plantio direto, observando que não houve diferenças significativas entre doses de nitrogênio na semeadura e em cobertura para os teores de N-NO₃⁻ nas diferentes camadas. Na TABELA 07 constam as médias referentes a cultivares e níveis de N para as variáveis N- NH₄⁺ N-NO₃⁻ nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm e N- NH₄⁺+ N-NO₃⁻ na profundidade de 0-60cm, além do teste de Tukey para N-NO₃⁻ na camada de 0-20 cm.

TABELA 06. Quadrados médios e coeficientes de variação referentes a N-mineral N-NH_4^+ e NO_3^- (mg de N.kg^{-1} de solo), em 3 profundidades do solo e $\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ na camada de 0-60 cm de profundidade.

Causas de variação	Profundidade (cm)						
	0-20		20-40		40-60		0-60
	$\text{NH}_4^{+(1)}$	$\text{NO}_3^{-(1)}$	$\text{NH}_4^{+(1)}$	$\text{NO}_3^{-(1)}$	$\text{NH}_4^{+(1)}$	$\text{NO}_3^{-(1)}$	$\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$
Cultivares (C)	0,43	1,74**	1,41**	0,65**	1,08**	1,17**	15,19**
Doses N (N)	10,53**	7,50**	0,56**	0,63**	0,03	0,80**	45,75**
Blocos	0,35	1,04*	0,02	1,86**	0,24	0,57*	8,48*
C * N	0,70**	0,26	0,50**	0,36**	0,64**	0,45**	4,58**
Resíduo	0,23	0,23	0,13	0,14	0,17	0,15	1,72
C.V. (%)	18,98	16,58	19,49	15,75	22,27	15,49	23,90

Obs.: ⁽¹⁾Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; * e ** Significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F.

TABELA 07. Médias de N e teste de Tukey para N-mineral : NH_4^+ e NO_3^- (mg de N.kg^{-1} de solo), em 3 profundidades do solo e $\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ na camada de 0-60 cm de profundidade.

		Profundidade (cm)						
		0-20		20-40		40-60		0-60
		N-NH_4^+	N-NO_3^-	N-NH_4^+	N-NO_3^-	N-NH_4^+	N-NO_3^-	$\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$
Cultivares	AG 9010	6,98	10,19 a	5,65	6,98	5,04	7,87	14,76
	DOVY CO32	4,74	7,19 ab	2,65	4,35	2,86	7,81	10,34
	XB 8010	5,72	9,27 a	2,17	4,88	2,15	5,73	10,66
	DKB 333B	4,93	4,47 b	1,67	3,82	2,43	4,47	8,06
	BR 106	6,50	7,25 ab	2,89	4,49	1,94	4,21	10,06
	Sol da Manhã	6,74	9,36 a	2,94	5,57	3,76	5,36	12,06
Doses de N (kg ha⁻¹)	0	3,30	5,27 ^(a)	2,81	3,75	2,81	4,77	8,20
	30	4,47	6,31	3,91	5,58	3,10	5,15	9,86
	90	4,73	6,77	2,59	5,23	3,05	6,62	10,26
	180	12,86	14,22	2,39	5,43	2,87	6,90	15,64

Obs: Médias seguidas por letras comuns, na mesma coluna, não diferem entre si em nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No tratamento com o híbrido DKB 333B, verificou-se o menor teor de N-NO_3^- , diferindo significativamente dos outros tratamentos com os cultivares Variedade Sol da Manhã, híbrido AG 9010 e híbrido XB 8010, onde se apresentaram os maiores teores. Isto pode ter sido devido à maior absorção do híbrido DKB 333B, como se verifica na maior concentração de N nas folhas e nos grãos (tabelas 14 e 15). Quanto às doses de N, observa-se que à medida que foram aumentadas, o teor de N-NO_3^- , na camada de 0-20 cm, também aumentou, embora na dose de 90 kg ha^{-1} o aumento foi inexpressivo quando confrontado com a aplicação de 30 kg ha^{-1} , o que fez com que houvesse um ajuste quadrático (**Figura 02**). Nos solos sob cerrado os problemas com N são mais acentuados, devido serem tais solos, geralmente, pobres em matéria orgânica, além de grande quantidade de N aplicada ser perdida (Ceretta, 1998). As médias de N (NH_4^+ e NO_3^-) e teste de Tukey do desdobramento cultivares x doses de N, estão representados na TABELA 08. Para o N-NH_4^+ , na profundidade de 0-20 cm, não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos cultivares dentro das doses de 0, 30 e 90 kg ha^{-1} de N. Porém quando se utilizou a dose de 180 kg ha^{-1} de N, os tratamentos com a Variedade BR 106, a Variedade Sol da Manhã e o híbrido AG 9010 apresentaram teores superiores àqueles onde foi cultivado o híbrido DOVY CO32. Para os outros cultivares, os teores de N-NH_4^+ estiveram em um plano intermediário.

Para o N-NH_4^+ , na camada de 20-40 cm, onde foi cultivado o híbrido AG 9010 dentro das doses 0, 30 e 180 kg ha^{-1} , obtiveram-se teores mais elevados, diferindo significativamente do solo do híbrido C333B. Para o N-NO_3^- , camada 20-40 cm, com o híbrido AG 9010 também foram encontrados maiores teores com as doses 0, 30 e 180 kg ha^{-1} de nitrogênio. Os teores de N-NO_3^- , nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm, foram mais elevados que os teores de N-NH_4^+ , o que era esperado, pois em plantio convencional o processo de nitrificação é mais rápido. Para os teores de N-NH_4^+ e N-NO_3^- , na camada de 40-60 cm, não houve diferença significativa para os cultivares, dentro da dose de 30 kg ha^{-1} , mas houve maior recuperação de N nos tratamentos com o híbrido AG 9010, dose de 180 kg ha^{-1} para o teor de N-

NH_4^+ e, na dose 0 (com o híbrido AG 9010) e 90 kg ha^{-1} (com o híbrido DKB 333B) para o teor de N-NO_3^- .

Os teores de N-mineral ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$), na camada de 0-60 cm, foram maiores quando se utilizou a dose de 180 kg ha^{-1} . Os teores de N-mineral dentro das doses de 30 e 90 kg ha^{-1} não diferiram significativamente para os cultivares utilizados. Porém, quando não se aplicou nitrogênio, no tratamento com o híbrido AG 9010 houve maior recuperação de N, diferindo significativamente dos tratamentos com os cultivares BR-106 e DKB 333B e, quando se aplicou 180 kg ha^{-1} , o híbrido AG 9010 também mostrou maior teor de N diferindo significativamente do tratamento com os híbridos CO 32 e DKB 333B.

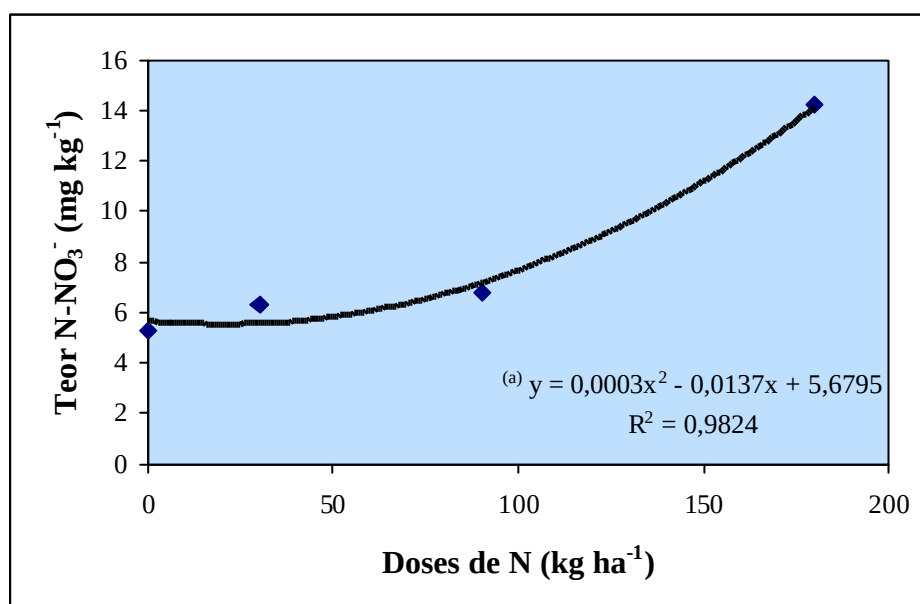


Figura 02. Teor de N-NO_3^- (mg kg^{-1}), no solo, na camada de 0-20 cm de profundidade em função das doses de N.

TABELA 08– Teste de Tukey do desdobramento cultivares dentro de doses de N referentes ao N-mineral: NH_4^+ e NO_3^- (mg de N.kg^{-1} de solo), em 3 profundidades do solo e $\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ na camada de 0-60 cm de profundidade.

		Variáveis					
	Cultivares	N-NH_4^+ 0-20cm	N-NH_4^+ 20-40cm	N-NO_3^- 20-40cm	N-NH_4^+ 40-60cm	N-NO_3^- 40-60cm	$\text{N-NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ 0-60cm
Doses de N (kg ha^{-1})	0	AG 9010	4,34 a	6,97 a	6,39 a	4,12 ab	6,97 a
		DOVY CO32	4,26 a	3,28 ab	2,68 ab	3,28 ab	5,44 ab
		XB 8010	2,68 a	0,97 b	3,16 ab	0,97 b	3,79 ab
		DKB 333B	1,64 a	2,68 b	4,12 ab	1,64 ab	2,68 b
		BR 106	2,14 a	1,64 b	2,14 b	2,68 ab	4,34 ab
		Sol da Manhã	5,44 a	2,68 b	4,71 ab	5,05 a	5,99 ab
	30	AG 9010	4,34 a	7,09 a	8,06 a	4,34 a	4,92 a
		DOVY CO32	3,16 a	4,34 ab	5,93 ab	4,92 a	8,15 a
		XB 8010	8,64 a	4,34 ab	7,09 ab	2,68 a	4,84 a
		DKB 333B	3,59 a	2,14 b	3,16 b	2,68 a	4,96 a
		BR 106	4,70 a	3,16 ab	4,96 ab	1,38 a	4,12 a
		Sol da Manhã	3,28 a	3,16 ab	4,91 ab	3,16 a	4,34 a
	90	AG 9010	5,93 a	4,37 a	4,55 ab	2,14 bc	4,12 b
		DOVY CO32	3,79 a	2,68 ab	9,28 a	2,68 abc	5,44 ab
		XB 8010	2,68 a	0,97 b	3,79 b	0,97 c	4,12 b
		DKB 333B	4,84 a	2,68 ab	3,28 b	6,50 a	8,15 a
		BR 106	5,93 a	4,37 a	4,55 ab	2,14 bc	4,12 b
		Sol da Manhã	3,79 a	2,68 ab	9,28 a	2,68 abc	5,44 ab
	180	AG 9010	15,84 a	6,50 a	8,20 a	6,00 a	9,84 ab
		DOVY CO32	5,93 b	0,97 bc	3,34 b	1,85 bc	9,21 abc
		XB 8010	10,93 ab	3,16 ab	5,93 ab	4,84 ab	11,44 a
		DKB 333B	11,91 ab	0,00 c	4,84 ab	0,42 c	2,96 d
		BR 106	16,68 a	2,68 ab	6,97 ab	1,64 bc	4,26 cd
		Sol da Manhã	18,05 a	3,28 ab	4,80 ab	4,34 ab	5,73 bcd

Obs: Médias na mesma coluna, seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Na TABELA 09 constam os quadrados médios e coeficientes de variação referentes a N total nas 3 profundidades do solo e na profundidade de 0-60 cm. Verifica-se que houve efeito significativo para cultivares, doses de N e interação cultivares x doses de N para todas as variáveis. Tais resultados vão de encontro aos resultados obtidos por Costa (2000) que mostraram o efeito não significativo para épocas de aplicação (semeadura e cobertura) e doses de N, no florescimento e na colheita. Silva et al. (1999) verificaram o efeito significativo do N aplicado ao solo, somente no N total avaliado na profundidade de 20-30 cm.

As médias de N e teste de Tukey do desdobramento cultivares x doses de N, estão representados na TABELA 10. Para o N total, na profundidade de 0-20 cm, não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos cultivares quando não se aplicou N. Quando se aplicou 30 e 180 kg ha⁻¹ de N, os tratamentos com a Variedade Sol da Manhã apresentaram teores maiores de N total àqueles onde foi cultivados os outros cultivares, diferindo significativamente do tratamento onde estava sendo cultivado o híbrido DOVY CO32 (tratamento com menor teor). Na camada de 20-40 cm, nas doses de 0 e 30 kg ha⁻¹, o tratamento com a Variedade Sol da Manhã apresentou os maiores teores, diferindo significativamente do híbrido XB 8010 e DOVY CO32, quando não se aplicou N e dos híbridos DKB 333B, quando se aplicou 30 kg ha⁻¹ de N. Quando se aplicou 90 e 180 kg ha⁻¹ de N, os tratamentos dos híbridos DOVY CO32 e XB 8010 apresentaram, respectivamente os maiores teores de N total.

TABELA 09. Quadrados médios e coeficientes de variação referentes a N total (g de N.kg⁻¹ de solo), em 3 profundidades de solo e na profundidade de 0-60 cm.

Causas de variação	Profundidade (cm)			
	0-20	20-40	40-60	0-60
Cultivares (C)	0,1716**	0,1189**	0,1443**	0,1397**
Doses N (N)	0,5826**	0,4717**	0,6126**	0,5591**
Blocos	0,1699**	0,1021**	0,0607*	0,1043**
C * N	0,0670**	0,0867**	0,0693**	0,0711**
Resíduo	0,0180	0,0161	0,0181	0,0129
C.V. (%)	29,27	35,60	30,82	27,27

Obs.: * e ** Significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F.

TABELA 10– Teste de Tukey do desdobramento cultivares dentro de doses de N referentes ao N total (g de N kg⁻¹ de solo), em 3 profundidades de solo e na profundidade de 0-60 cm.

		Variáveis			
		N total (g kg ⁻¹)			
	Cultivares	0-20cm	20-40cm	40-60cm	0-60cm
0	AG 9010	0,12 a	0,09 ab	0,09 a	0,10 ab
	DOVY CO32	0,19 a	0,02 b	0,14 a	0,11 ab
	XB 8010	0,09 a	0,02 b	0,09 a	0,06 b
	DKB 333B	0,35 a	0,30 ab	0,35 a	0,33 ab
	BR 106	0,14 a	0,08 ab	0,14 a	0,12 ab
	Sol da Manhã	0,40 a	0,35 a	0,37 a	0,37 a
30	AG 9010	0,40 b	0,26 bc	0,37 abc	0,34 bc
	DOVY CO32	0,33 b	0,28 bc	0,26 bc	0,29 bc
	XB 8010	0,61 ab	0,49 ab	0,58 ab	0,56 ab
	DKB 333B	0,33 b	0,16 c	0,23 c	0,24 c
	BR 106	0,35 b	0,28 bc	0,35 bc	0,33 bc
	Sol da Manhã	0,79 a	0,72 a	0,70 a	0,74 a
90	AG 9010	0,47 ab	0,19 bc	0,44 ab	0,37 bc
	DOVY CO32	0,70 a	0,63 a	0,63 a	0,65 a
	XB 8010	0,23 b	0,12 c	0,28 b	0,21 c
	DKB 333B	0,58 a	0,54 a	0,54 ab	0,55 ab
	BR 106	0,40 ab	0,33 abc	0,44 ab	0,39 abc
	Sol da Manhã	0,65 a	0,47 ab	0,61 ab	0,58 ab
180	AG 9010	0,68 abc	0,54 ab	0,77 ab	0,66 ab
	DOVY CO32	0,42 c	0,37 b	0,42 c	0,40 b
	XB 8010	0,84 ab	0,77 a	0,84 a	0,82 a
	DKB 333B	0,47 c	0,40 b	0,44 bc	0,44 b
	BR 106	0,54 bc	0,49 ab	0,47 bc	0,50 b
	Sol da Manhã	0,93 a	0,65 ab	0,91 a	0,83 a

Obs: Médias na mesma coluna, seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Para os teores de N total na camada de 40-60 cm, não houve diferença significativa para os cultivares, quando não se aplicou N. Para as doses de 30 e 180 kg ha⁻¹, o tratamento da Variedade Sol da Manhã apresentou maior teor de N total e os tratamentos dos híbridos DKB 333B para a dose de 30 kg ha⁻¹ e DOVY CO32 para a dose de 180 kg ha⁻¹ apresentaram os menores teores. Na camada de 0-60 cm, os teores de N total foram maiores quando se aplicou 180 kg ha⁻¹, com destaque para o tratamento da Variedade Sol da Manhã e o híbrido XB 8010, os quais apresentaram maiores teores, não diferindo somente do tratamento com o híbrido AG 9010. Quando se utilizaram as doses de 0, 30 e 90 kg ha⁻¹ de N, o tratamento da Variedade Sol da Manhã também apresentou teor maior de N total diferindo significativamente daqueles onde foi cultivado XB 8010 (0 e 90 kg ha⁻¹) e DKB 333B (30 kg ha⁻¹). Isto evidencia a menor retirada de N pela variedade Sol da Manhã e a sua transformação em N orgânico.

Na TABELA 11 encontram-se os quadrados médios e coeficientes de variação referentes a massa de 100 grãos, massa da matéria seca de plantas (1ª amostragem), massa da matéria seca de plantas (2ª amostragem), teor de N na planta (1ª amostragem) e teor de N na planta (2ª amostragem). Verifica-se que houve efeito significativo dos cultivares somente para massa de 100 grãos e massa da matéria seca das plantas (2ª amostragem). Para doses de N foi observado efeito para todas as variáveis, exceto para teor de N na planta (1ª amostragem).

Na TABELA 12 constam as médias, testes de Tukey e regressões referentes à massa de 100 grãos, massa da matéria seca de plantas (1ª amostragem), massa da matéria seca de plantas (2ª amostragem), teor de N na planta (1ª amostragem) e teor de N na planta (2ª amostragem). Para a massa de 100 grãos observou-se a maior média para o híbrido XB 8010, que não diferiu significativamente do híbrido DKB 333B (maior produtividade de grãos). Para os níveis de N, os dados ajustaram-se a uma equação quadrática (**Figura 03**). Sangoi et al. (2000) obtiveram resultados semelhantes, testando diferentes níveis do nutriente, verificando que o maior rendimento

TABELA 11. Quadrados médios e coeficientes de variação referentes à ⁽¹⁾ massa de 100 grãos (g), ⁽²⁾ massa da matéria seca de plantas (1ª amostragem) em t ha⁻¹, ⁽³⁾ massa da matéria seca de plantas (2ª amostragem) em t ha⁻¹, ⁽⁴⁾ teor de N (g kg⁻¹) na planta (1ª amostragem), ⁽⁵⁾ teor de N (g kg⁻¹) na planta (2ª amostragem).

Variáveis					
Causas de variação	1	2	3	4	5
Cultivares (C)	78,8633**	3,8499	77,5000**	10,0023	3,0614
Doses N (N)	14,9100**	17,3030*	15,2904*	6,2597	5,2917*
Blocos	3,1615	5,6933	8,9329	20,1395	0,3994
C * N	0,9206	1,7389	2,4385	10,6050	1,5743
Resíduo	1,6038	4,6066	4,1903	11,9210	1,7307
C.V. (%)	4,71	26,79	12,49	17,21	13,21

* e ** Significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F.

TABELA 12. Médias de N e teste de Tukey referentes à ⁽¹⁾ massa de 100 grãos (g), ⁽²⁾ massa da matéria seca de plantas (1ª amostragem) em t ha⁻¹, ⁽³⁾ massa da matéria seca de plantas (2ª amostragem) em t ha⁻¹, ⁽⁴⁾ teor de N (g kg⁻¹) na planta (1ª amostragem), ⁽⁵⁾ teor de N (g kg⁻¹) na planta (2ª amostragem).

Variáveis						
		1	2	3	4	5
Cultivares	AG 9010	27,51 b	8,23 a	16,46 bc	20,31 a	10,62 a
	DOVY CO32	27,27 b	7,49 a	15,28 cd	21,15 a	9,35 a
	XB 8010	28,59 a	8,38 a	14,19 d	19,11 a	9,75 a
	DKB 333B	27,77 ab	7,52 a	15,80 bcd	20,76 a	10,46 a
	BR 106	23,39 c	8,12 a	17,20 b	20,21 a	10,05 a
	Sol da Manhã	26,91 b	8,33 a	19,41 a	18,84 a	9,53 a
Doses de N (kg ha⁻¹)	0	25,98 ^(a)	7,17 ^(b)	15,55 ^(c)	19,50	9,90 ^(d)
	30	27,20	8,16	16,21	19,92	9,29
	90	27,44	8,84	16,83	19,93	10,05
	180	27,00	7,88	16,98	20,90	10,61

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

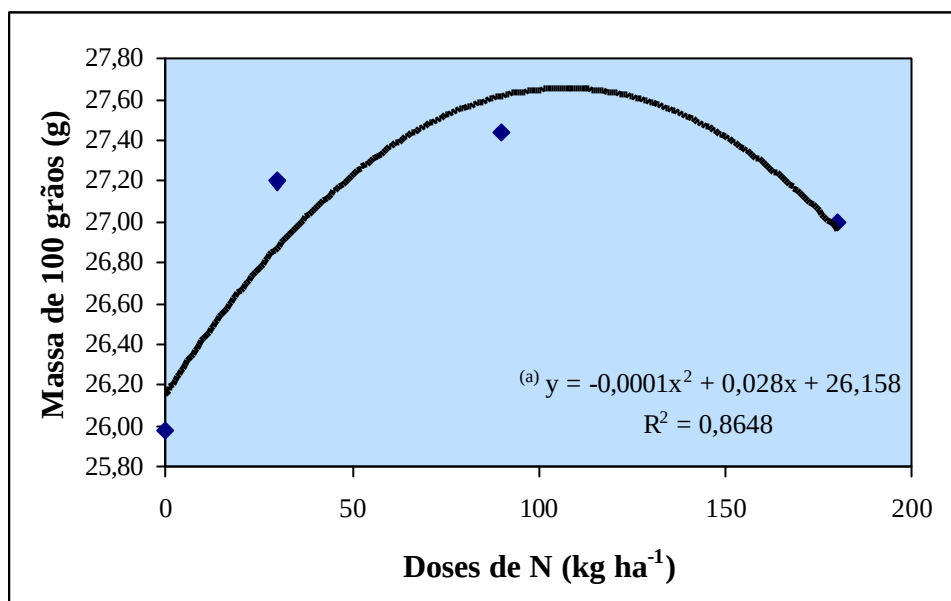


Figura 03. Massa de 100 grãos em função das doses de N.

de grãos dos híbridos modernos deveu-se ao maior número de grãos por espiga, assim como, à produção de grãos mais pesados. Sangoi & Almeida (1994) observaram correlação linear entre dose de nitrogênio e massa de mil grãos, atribuindo tal efeito à manutenção da atividade fotossintética por um maior período, com conseqüente maior aporte de nitrogênio para a cultura. Por outro lado, segundo Vilela (1999), plantas supridas com nitrogênio tiveram senescência mais precoce, devido provavelmente ao tamanho dos órgãos-dreno (espiga) nestas plantas, que utilizaram mais intensamente as folhas como fonte de nutrientes e assimilados, resultando também em maior produção.

Para a massa da matéria seca (1^a amostragem) não houve diferença significativa entre os cultivares e para os níveis de N testados houve ajuste a uma função quadrática (**Figura 04**). Duete (2000) obteve resultados, ajustando as doses testadas (0, 55, 95, 135 e 175 kg ha⁻¹ de N) a um modelo linear, discordando dos resultados de Silva et al. (1999) que não observaram efeito no teste de comparação de médias para as diferentes doses aplicadas (0, 100 e 200 kg ha⁻¹). Para a massa da matéria seca das plantas (2^a amostragem) a Variedade Sol da Manhã apresentou o maior valor diferindo significativamente de todos os cultivares. Para as doses de N testadas, a massa seca de

plantas (2ª amostragem) se ajustou a uma função linear crescente (**Figura 05**).

Para o teor de N na planta (1ª e 2ª amostragens), não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares, mas para os níveis de N na planta (2ª amostragem), houve ajuste a uma função linear crescente (**Figura 06**). Observaram-se também, teores maiores de N na 1ª amostragem de plantas do que na 2ª amostragem, concordando com Bull (1993) que afirma que o conteúdo de nitrogênio nos tecidos de plantas jovens de milho é maior que nas outras fases do ciclo de crescimento, embora seja baixa a necessidade do nutriente, em razão do pequeno porte das plantas. Entretanto, segundo Karlen et al. (1988), a redução da quantidade de nitrogênio acumulada nos estádios finais da cultura, pode ter como causa perdas do nutriente por volatilização.

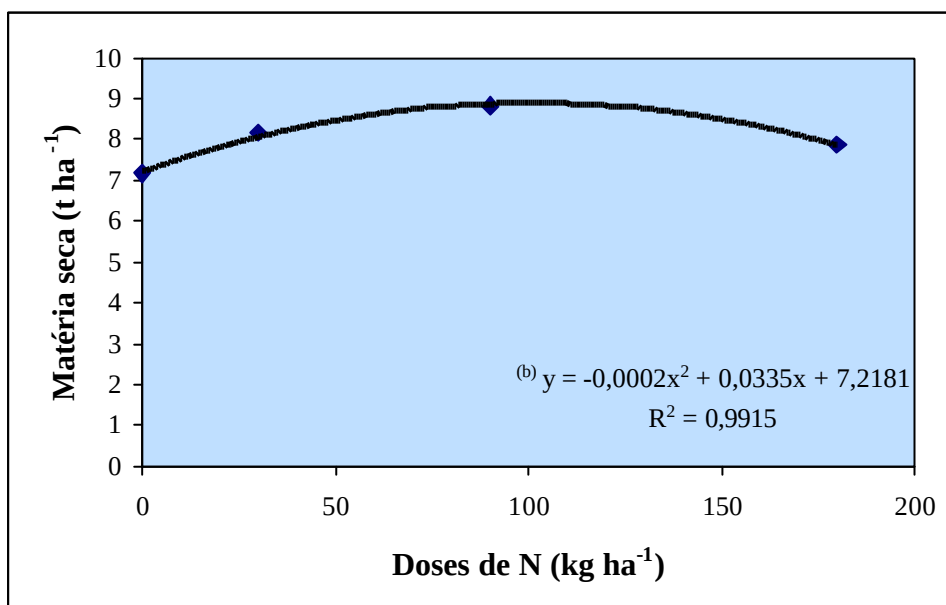


Figura 04. Matéria seca de plantas (1ª amostragem) em função das doses de N.

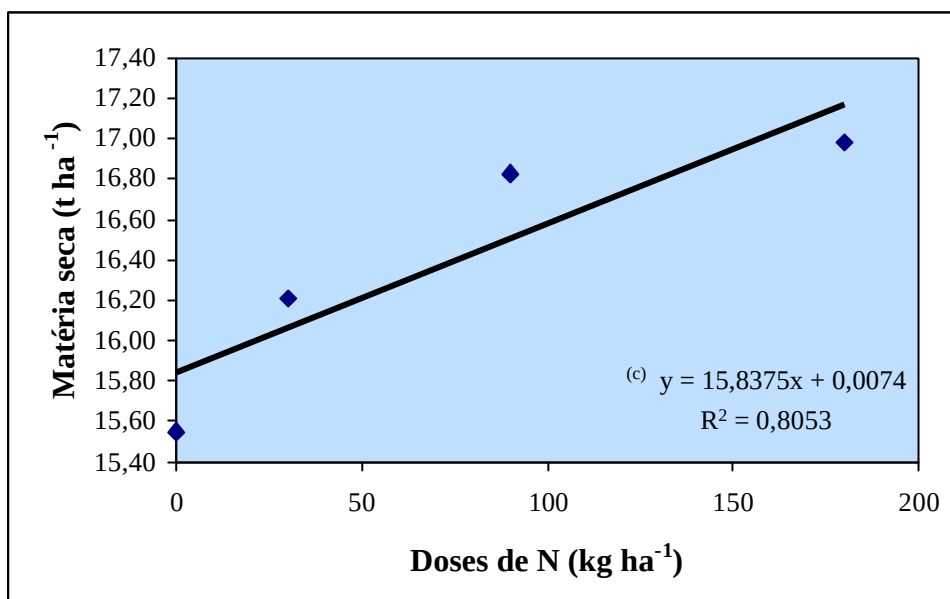


Figura 05. Matéria seca de plantas (2ª amostragem) em função das doses de N.

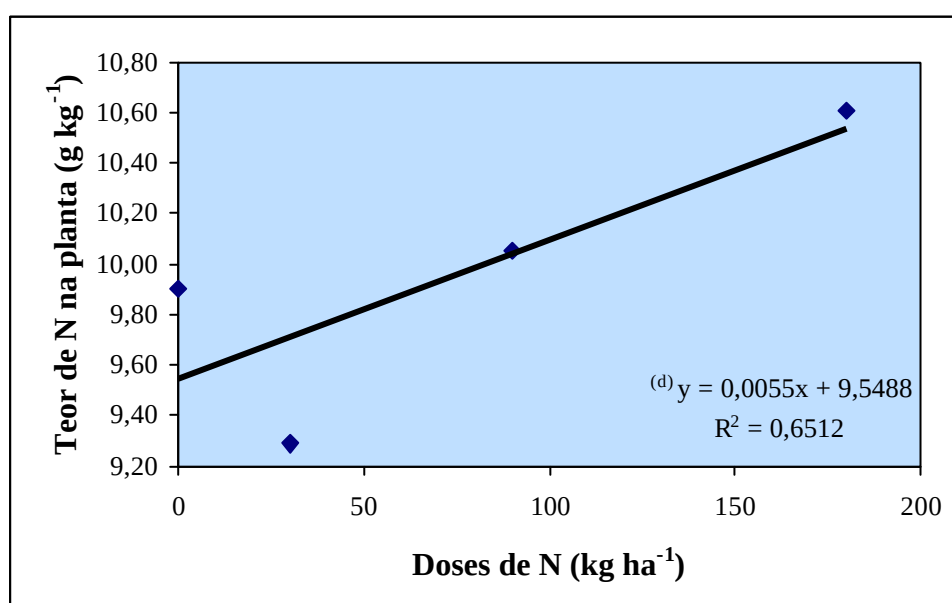


Figura 06. Teor de N na planta (2ª amostragem) em função das doses de N.

Na TABELA 13 encontram-se os quadrados médios e coeficientes de variação referentes ao teor de N foliar, teor de N no colmo, teor de N nos grãos e produtividade de grãos. Verifica-se que houve efeito significativo dos cultivares para todas as variáveis. Para interação cultivares x doses de nitrogênio foi observado efeito significativo somente para o teor de N foliar. Observa-se, também, que na maioria das variáveis, exceto para o teor de N no colmo, foram conseguidos baixos coeficientes de variação (3,15 a 9,59%).

Na TABELA 14 encontram-se as médias, teste de Tukey e regressões referentes ao teor de N foliar, teor de N-NO_3^- no colmo, teor de N nos grãos e produtividade de grãos. Para os teores de N-NO_3^- no colmo foram encontradas médias altas (3,17 a 4,94 g.kg^{-1}), dentro de cultivares, comparadas à faixa ideal (0,25 a 1,8 g.kg^{-1}) citada por Binford et al. (1990), que verificaram esses valores em condições ambientais diferentes. Observa-se que o híbrido AG 9010 e a variedade Sol da Manhã apresentaram os maiores valores, diferindo significativamente dos cultivares XB 8010 e DKB 333B. Para as doses de N aplicadas, houve um ajuste linear crescente (**Figura 07**), o que implica que quando se aumentou a dose de N, aumentou-se também o teor de N no colmo. Já Blackmer & Schepers (1994) reportaram que o teste de N no colmo não requer adequadamente uma faixa referente para interpretação da aplicação de fertilizante. A intenção do teste é para qualitativamente identificar situações com excessivo teor de N disponível do que tomar decisões de manejo que podem afetar a produção. Para o teor de N nos grãos, as variedades BR 106 e Sol da Manhã e o híbrido DKB 333B apresentaram grãos com maiores concentrações do elemento, diferindo significativamente dos demais híbridos. Quanto aos níveis testados de N, houve ajuste a uma função linear crescente (**Figura 08**), ou seja, à medida que a dose de N foi aumentada o teor de N dos grãos também aumentou. Araújo et al. (1999) também concluíram que o teor de N nos grãos variou linearmente com a adubação nitrogenada. Como nas plantas de milho o N disponível é utilizado para os processos de crescimento e de produção, geralmente as maiores doses aumentam o conteúdo de N do grão (Barber & Olson, 1968).

TABELA 13. Quadrados médios e coeficientes de variação referentes à ⁽¹⁾ teor de N foliar (g kg⁻¹), ⁽²⁾ teor de N-NO₃⁻ no colmo (g kg⁻¹), ⁽³⁾ teor de N nos grãos (g kg⁻¹) e ⁽⁴⁾ produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

Causas de variação	1	2	3	4
Cultivares (C)	14,3757**	5,4584**	18,4519**	31995185**
Doses N (N)	17,7878**	10,3717**	4,8759**	5555426**
Blocos	12,4447**	3,5980*	0,2232	493034
C * N	3,6879**	1,0384	0,4690	321101
Resíduo	33,6586	0,8491	0,4958	280626
C.V. (%)	3,15	22,11	5,34	9,59

* e ** Significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F.

TABELA 14. Médias de N e teste de Tukey referentes à ⁽¹⁾ teor de N foliar (g kg⁻¹), ⁽²⁾ teor de N-NO₃⁻ no colmo (g kg⁻¹), ⁽³⁾ teor de N nos grãos (g kg⁻¹) e ⁽⁴⁾ produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

		Variáveis			
		1	2	3	4
Cultivares	AG 9010	26,93	4,94 a	12,17 b	6000 b
	DOVY CO32	27,37	4,21 ab	12,24 b	6263ab
	XB 8010	26,15	3,66 b	11,80 b	6044 b
	DKB 333B	29,04	3,17 b	14,05 a	6660a
	BR 106	26,00	4,20 ab	14,18 a	3769 d
	Sol da Manhã	27,24	4,82 a	14,64 a	4405 c
Doses de N (kg ha⁻¹)	0	26,14	3,73 ^(a)	12,78 ^(b)	4975 ^(c)
	30	26,41	3,55	12,69	5582
	90	8,12	4,14	13,55	5909
	180	27,82	5,25	13,70	5628

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

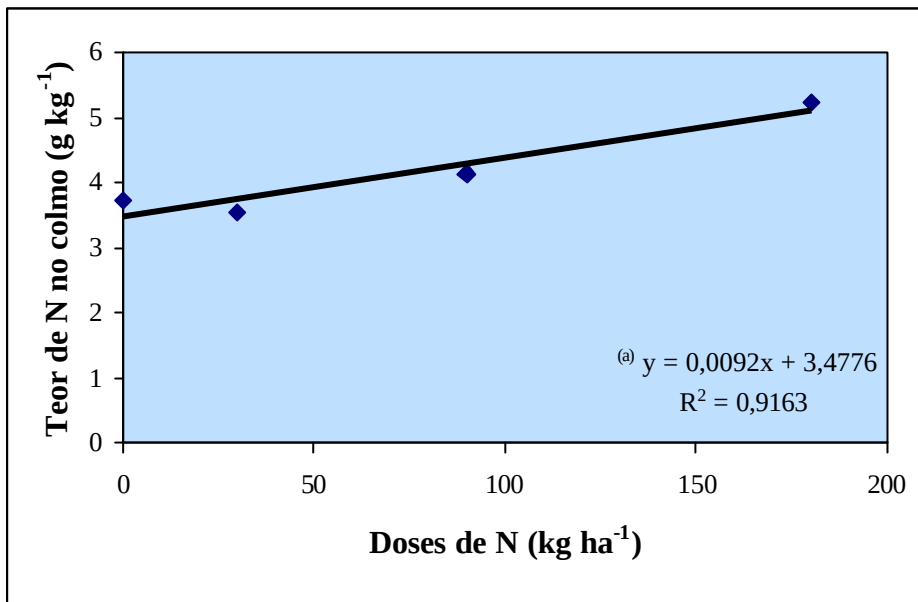


Figura 07. Teor de N no colmo em função das doses de N..

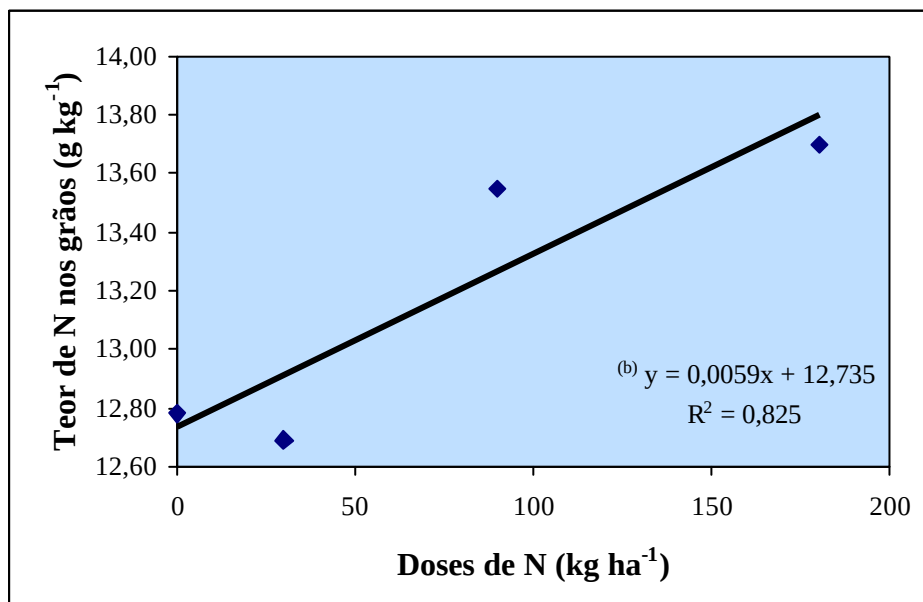


Figura 08. Teor de N nos grãos em função das doses de N.

Para a produtividade de grãos, o maior valor foi observado para o híbrido DKB 333B (6660 kg ha⁻¹), o qual diferiu significativamente da maioria dos cultivares, exceto do híbrido DOVY CO32. O menor valor foi observado quando se utilizou a variedade BR-106, seguida pela variedade Sol da Manhã. Isto era esperado, já que as variedades têm menor potencial de produtividade quando comparadas aos híbridos, em condições adequadas de desenvolvimento. Quanto às doses de N testadas em relação à produtividade de grãos, os dados se ajustaram a uma função quadrática (**Figura 09**) e a máxima eficiência técnica foi alcançada com a dose de 110 kg ha⁻¹. Cardoso & Melo (1998) também conseguiram um ajuste quadrático testando 5 doses de N (0, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹), sendo 1/3 na semeadura e o restante por volta dos 40 dias após a emergência das plantas, verificando que a produção máxima obtida (5713 kg ha⁻¹) correspondeu à dose de 107 kg ha⁻¹. Fernandes et al. (1998), trabalhando com 3 sistemas de preparo e 4 doses de N em cobertura (0, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹), verificaram que os dados de produção de grãos e de palhada se ajustaram a funções quadráticas em relação às doses de N e que doses de 70 a 71 kg ha⁻¹ de N foram suficientes para obtenção de 90% da produção máxima de grãos, sendo 147 a 168 kg ha⁻¹ de N, dependendo do sistema (plantio direto, aiveca ou arado de disco), a que atingiria produtividades de 4640 a 6177 kg ha⁻¹ de grãos.

Na TABELA 15 encontram-se as médias de N e teste de Tukey do desdobramento cultivares dentro de doses de N, referentes ao teor de N foliar. Verifica-se que o híbrido DKB 333B se destacou em todas as doses. Quando não se aplicou N, os cultivares DOVY CO32 e DKB 333B apresentaram os maiores teores, diferindo significativamente da variedade BR – 106 e dos híbridos AG 9010 e XB 8010. Quando se utilizou 30 kg ha⁻¹ o híbrido DKB 333B diferiu significativamente dos cultivares BR-106 e Sol da Manhã e do híbrido DOVY CO32. Quando se aplicou 90 kg ha⁻¹ de N o híbrido DKB 333B diferiu de todos os outros, exceto do híbrido AG 9010. Na dose de 180 kg ha⁻¹ houve diferença apenas da variedade BR-106 em relação ao híbrido DKB 333B.

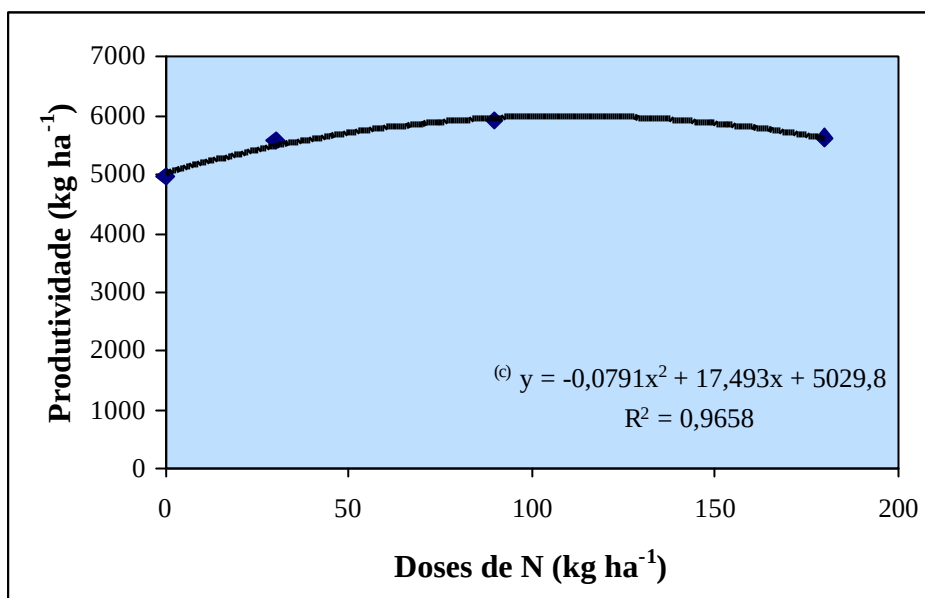


Figura 09. Produtividade de grãos em função doses de N..

TABELA 15 –Teste de Tukey do desdobramento cultivares dentro de doses de N referentes ao teor de N foliar.

Doses de N (kg ha ⁻¹)		Cultivares					
		AG 9010	DOVY CO32	XB 8010	DKB 333B	BR 106	Sol da Manhã
0		24,62 cd	27,74 a	22,91 d	28,61 a	25,57 bc	27,37 ab
30		27,35 ab	26,02 bc	26,46 ab	28,42 a	24,27 c	25,95 bc
90		28,56 ab	27,84 b	27,44 b	30,00 a	27,62 b	27,28 b
180		27,21 ab	27,88 ab	27,79 ab	29,12 a	26,53 b	28,37 ab

Obs: Médias na mesma linha, seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Para os outros cultivares, não houve diferenças significativas no teor de N foliar. Isto mostra a diferente capacidade de acumulação de nitrogênio pelos diferentes materiais testados, sobressaindo-se, o DKB 333B o qual também foi o mais produtivo.

A eficiência de uso do nitrogênio (Gw/Ns) e componentes da eficiência do nitrogênio estão apresentados na TABELA 16. Verifica-se que não foi calculada a eficiência do uso do nitrogênio (Gw/Ns) para todos os cultivares, quando não se aplicou N, já que a eficiência de uso do N leva em consideração o N aplicado ao solo e neste caso tal não ocorreu. Com o aumento da dose de N aplicada, a eficiência do uso de nitrogênio de todos os híbridos, diminuiu, concordando com Moll et al. (1982) que observaram que híbridos foram menos eficientes no uso do N em altos níveis de suplemento nitrogenado. Geralmente os aproveitamentos de N decrescem com o aumento das doses aplicadas, em vista do suprimento de N exceder as necessidades da cultura; tais decréscimos têm como conseqüências as perdas de amônia que aumentam com a dose de aplicação, e este aumento pode ser linear ou exponencial. Reddy & Reddy (1993) obtiveram resultados semelhantes à eficiência no uso do fertilizante nitrogenado na região Piedmont de North Carolina (USA), variando de 43 a 57%. O N perdido (não explicado) foi aproximadamente três vezes maior quando a dose aplicada do fertilizante N foi aumentada de 100 para 200 kg ha⁻¹ de N. Verifica-se também, que para todas as doses de N aplicadas, o híbrido DKB 333B foi o que apresentou maior eficiência de uso e as variedades BR 106 e Sol da Manhã apresentaram menor eficiência. Esta pode ser uma das causas que explicam a menor produtividade destas variedades em relação aos híbridos. Para a eficiência de utilização avaliada através da relação produção de grãos e N na planta parte aérea, verifica-se que o híbrido AG 9010 foi o mais eficiente e os cultivares BR 106 e Sol da Manhã os materiais menos eficientes, independentemente da quantidade de N aplicado ao solo. Na eficiência de absorção (Nt/Ns), os cultivares (híbridos e variedades) tiveram melhores resultados quando se utilizou a dose de 30 kg ha⁻¹ de N e foi diminuindo quando a dose de N foi aumentada, devido às maiores perdas de N, nas doses mais elevadas, e a própria capacidade de absorção dos cultivares.

TABELA 16. Eficiência de uso do nitrogênio (Gw/Ns) e componentes da eficiência do nitrogênio:

Gw/Nt (eficiência da utilização); Nt/Ns (eficiência de absorção); Na/Nt (N absorvido após o florescimento/N total absorvido); Ng/Nt (N nos grãos/ N total absorvido); Ng/Na (N nos grãos/ N absorvido após florescimento); Gw/Ng (produção de grãos/N nos grãos).

		Variáveis							
		Cultivares	Gw/Ns	Gw/Nt	Nt/Ns	Na/Nt	Ng/Nt	Ng/Na	Gw/Ng
Doses de N (kg ha ⁻¹)	0	AG 9010	-	40,85	-	0,03	0,46	16,35	88,51
		DOVY CO32	-	33,36	-	0,28	0,40	1,44	83,66
		XB 8010	-	33,53	-	0,07	0,37	5,60	90,46
		DKB 333B	-	34,19	-	0,13	0,46	3,43	75,06
		BR 106	-	19,67	-	0,18	0,28	1,51	70,74
		Sol da Manhã	-	32,68	-	-0,24	0,49	-2,01	67,07
	30	AG 9010	207,88	49,70	4,18	-0,15	0,58	-3,86	85,58
		DOVY CO32	212,14	41,16	5,15	-0,02	0,49	-26,84	84,50
		XB 8010	196,22	37,00	5,30	-0,02	0,43	-20,91	86,73
		DKB 333B	225,95	41,25	5,48	0,03	0,56	17,30	73,13
		BR 106	127,67	24,41	5,23	-0,15	0,33	-2,24	74,64
		Sol da Manhã	146,59	31,21	4,70	-0,19	0,44	-2,33	71,29
	90	AG 9010	69,98	43,94	1,59	-0,12	0,54	-4,74	80,55
		DOVY CO32	74,09	38,12	1,94	-0,12	0,48	-3,98	79,21
		XB 8010	72,19	35,55	2,03	-0,07	0,43	-6,49	82,90
		DKB 333B	78,47	41,03	1,91	0,09	0,61	6,61	67,26
		BR 106	44,16	21,44	2,06	-0,02	0,31	-18,40	69,88
		Sol da Manhã	51,34	30,06	1,71	-0,06	0,45	-8,15	66,54
	180	AG 9010	32,01	39,76	0,81	-0,41	0,53	-1,30	75,20
		DOVY CO32	33,89	33,99	1,00	0,08	0,43	5,12	79,69
		XB 8010	34,23	34,08	1,01	0,21	0,43	2,05	79,64
		DKB 333B	39,01	29,61	1,32	0,31	0,43	1,37	69,69
		BR 106	21,88	21,14	1,04	0,13	0,32	2,35	67,31
		Sol da Manhã	25,66	29,83	0,86	0,03	0,44	15,92	68,48

Obs: Ng = N nos grãos (g/pl)

Nt = N na planta inteira (g/pl)

Ns = g/pl de N aplicado

Gw = g/pl de grãos produzidos

Na = N (g/pl) na planta do florescimento à maturação

Nv = N (g/pl) no florescimento

Em referência à relação Na/Nt , ou seja, a quantidade absorvida pela planta após o florescimento, relacionada ao N na planta na maturação, verifica-se que o híbrido DOVY CO32 apresentou absorção de 28% após o florescimento, ao passo que a variedade Sol da Manhã apresentou taxa negativa de 24%, ou seja, houve perda de N após o florescimento quer seja através de lixiviação das folhas através da irrigação ou águas das chuvas ou perdas gasosas, quando da não aplicação de N no solo. Nas doses de 30 e 90 kg ha⁻¹ de N aplicado apenas o híbrido DKB 333B apresentou valor positivo, 3 e 9% respectivamente. Na dose de 180 kg ha⁻¹ as maiores diferenças ocorreram entre o híbrido DKB 333B com 31% de absorção diferindo (absorção-perdas), após o florescimento e perdas de 41% para o híbrido AG 9010, mostrando o quão diferentes se mostram os materiais utilizados de milho, justificando assim o estudo intenso das doses de N aplicadas, tempos de aplicação e eficiência de uso frente a vários materiais.

Para Ng/Nt , quando não se aplicou N, a variedade Sol da Manhã foi bem mais eficiente na translocação do N para os grãos, quando comparada à variedade BR 106. Os outros materiais tiveram comportamentos intermediários. Quando foram utilizadas as doses de 30 e 180 kg ha⁻¹ de N, o híbrido AG 9010 foi o mais eficiente e, independente da dose (30, 90 ou 180 kg ha⁻¹ de N), a variedade BR 106, foi a menos eficiente na translocação.

No que se refere à translocação de N para os grãos, absorvido após o florescimento, foram encontrados valores extremos entre o híbrido AG 9010 (16,35%) e variedade Sol da Manhã (-2,0%). Já onde foram aplicados 30 e 90 kg ha⁻¹ de N o híbrido DKB 333B foi o único cultivar em que houve tal translocação. Na dose 180 kg ha⁻¹ o híbrido AG 9010 teve translocação negativa, ou seja, houve perda de N após o florescimento e um alto valor para a variedade Sol da Manhã (15,92%). A relação grãos produzidos/N nos grãos tendem a decrescer e as diferenças entre os materiais a diminuir com o aumento das doses de N aplicadas.

Correlacionando a produtividade com as outras variáveis (TABELA 17 e 18), foram observadas correlações significativas e positivas com a quantidade de espigas/10m, comprimento de

espiga, número de grãos/fileira, número de fileiras/espiga, teor de N nas folhas, teor de N nos grãos, eficiência da utilização do nitrogênio (Gw/Nt), N nos grãos/N total absorvido (Ng/Nt) e grãos produzidos/N nos grãos (Gw/Ng). Isto indica que as doses de N aplicadas e os diferentes cultivares utilizados devem ser considerados para a obtenção de uma boa produtividade da cultura.

Tabela 17. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos e ⁽¹⁾ Quantidade de espigas/10m, ⁽²⁾ comprimento de espigas, ⁽³⁾ número de fileiras/espiga, ⁽⁴⁾ número de grãos/fileira, ⁽⁵⁾ massa da matéria seca (1ª amostragem), ⁽⁶⁾ massa da matéria seca (2ª amostragem), ⁽⁷⁾ $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ no solo (0-60cm), ⁽⁸⁾ N-total (0-60), ⁽⁹⁾ teor de N na planta (1ª amostragem), ⁽¹⁰⁾ teor de N na planta (2ª amostragem), ⁽¹¹⁾ teor de N na folha, ⁽¹²⁾ teor de N no colmo, ⁽¹³⁾ teor de N nos grãos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,78**	0,62**	0,45*	0,63**	0,32	0,40	0,02	0,37	-0,22	-0,09	0,44*	- 0,20	0,43*

Tabela 18 - Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos e eficiência do uso do nitrogênio (Gw/Ns), eficiência da utilização do nitrogênio (Gw/Nt), eficiência de absorção (Nt/Ns), N absorvido pelas plantas após o florescimento/N total absorvido (Na/Nt), N nos grãos/N total absorvido (Ng/Nt), N nos grãos/N absorvido após o florescimento (Ng/Na), grãos produzidos/N nos grãos (Gw/Ng).

Gw/Ns	Gw/Nt	Nt/Ns	Na/Nt	Ng/Nt	Ng/Na	Gw/Ng
0,32	0,76**	0,16	0,12	0,70**	0,06	0,42*

5. CONCLUSÕES

Os teores de nitrato no solo foram superiores aos teores de amônio.

Houve aumento nos teores de N-mineral na camada de 0-20 cm com o aumento das doses de N aplicadas.

Os resultados demonstraram que houve efeito significativo dos cultivares para todas as variáveis, exceto para NH_4^+ na profundidade de 0-20 cm, massa de matéria seca da 1ª amostragem e teor de N na planta da no florescimento e na maturação fisiológica.

As doses de N influenciaram a massa de 100 grãos, massa da matéria seca, teor de N nas plantas, teor de N nos colmos, teor de N nos grãos e a produtividade de grãos.

A eficiência do uso do nitrogênio foi maior, na dose de 30 kg ha^{-1} , para todos os cultivares, sendo destacado nesta dose, o híbrido DKB 333B com o qual obteve a maior produtividade de grãos.

A produtividade de grãos do milho foi influenciada pelos cultivares e pelos níveis de N aplicado ajustando-se a uma função quadrática. A máxima produtividade foi alcançada com a estimativa de 110 kg ha^{-1} para uma a produtividade de 6000 kg ha^{-1} de grãos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos Estados do rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M.B. (ed.). **Adubação Nitrogenada no Brasil**. CEPLAC, SBCS. Ilhéus, p.1-18. 1985.

ADELANA, B.O., MILBOURN, G.M. The growth maize II: Dry matter partition in three maize hybrids. **Journal Agriculture Science**, v. 78, p.73-78, 1972.

ARAÚJO, W.F., SAMPAIO, R.A., MEDEIROS, R.D. de. Irrigação e adubação nitrogenada em milho. **Scientia Agrícola**. v.56, n.4, p.103-16, 1999.

BAISARY, E. M., ESTRONDO, M.M.B., NEGM, M.A. Studies on nitrogen nutrition of corn plant in calcareous soils. I. Effect of different nitrogen forms and rates on growth on yield. **Agricultural Research Review**, v.58, p.171-83, 1980.

BARBER, D. A., OLSON, R. A. Fertilizer use on corn. In: NELSON, L.B., et al. **Changing patterns in fertilizer**. Use. Madison, Wis.: Soil Science society of America, 1968, p.168-170.

BEAUCHAMP, E.G., KANNENBERG, L.W., HUNTER, R.B. Nitrogen accumulation and translocation in corn genotypes following silking. **Agronomy Journal**, 68, p.418-422, 1976.

BELASQUE JÚNIOR, J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre dois híbridos de milho cultivados na “safrinha”. Piracicaba, 2000. 80p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP.

BINFORD, G.D., BLACKMER, A.M., EL-HOUT, N.M. Tissue test for excess nitrogen during corn production. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.881-87, 1990.

BLACK, C.A. Relaciones agua-suelo-planta. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur, 1975. V.2. 865p.

BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.**, Lincoln, v.25, p.1791-1800, 1994.

BOQUET, D.J., COCO, A.B., JOHNSON, C.C. Response of corn to plant density and nitrogen rate. Annual progress report, Northeast Research Station and Macon Ridge Research Station, p.63-65, 1988.

BORTOLINI, C. G. Adubação nitrogenada em pré-semeadura e seus efeitos sobre o rendimento do milho em sucessão à aveia preta. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, **Resumos...** Uberlândia: 2000. p.250.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. EMBRAPA-CNPS, 1999. 412P.

BRENNER, J.M. Nitrogen-Total. In: SSSA BOOK SERIES: 5 – Methods of Soil Analysis. Part 3 – Chemical Methods, Madison, Wisconsin, 1996.p.1085-1121.

BROADBENT, F.E., CARLTON, A.B. Field trials with isotopically labeled nitrogen fertilizer. In: NIELSEN, D.R., MAC DONALD, J.G., (Ed.). **Nitrogen in the environment**. New York, Academic Press. P.1-41. 1978.

BUAH, S.S.J., MARANVILLE, J.W., TRAORE, A., BRAMEL-COX, P.J. Response of Nitrogen Use Efficient of Sorghums to Nitrogen Fertilizer. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.11, p.2303-2318, 1998.

BULL, 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. Nitrogênio. In: BULL, L.T., CANTARELLA, H. (Eds.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993, p.166.

CANTARELLA, H., RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: SANTANA, M.B.M., coord. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus, CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p.47-9.

CARDOSO, M.J., MELO, F.B. Influência de níveis de nitrogênio na produtividade de grãos de milho In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2. Caxambu. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1998. (FertBio. 98).

CARLONE, M.R., RUSSEL, W.A. Response to plant densities and nitrogen levels for maize cultivars from different eras of breeding. **Crop Science**. Madison, v.27, p.465-70, 1987.

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

CHANCY, H.F., KAMPRATH, E.J. Effect of nitrapyrin on N response of corn on sandy soils. **Agronomy Journal**, v.74, p.565-569, 1982.

COELHO, A.M., FRANÇA, G.C., BAHIA, A.F.C., GUEDES, G.A. Balanço de nitrogênio ¹⁵ N em Latossolo Vermelho-Escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.95, n.2, p.187-93, 1991.

COELHO, A.M., FRANÇA, G.C., BAHIA, A.F.C., GUEDES, G.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.16, n.1, p.61-67, 1992.

COELHO, A.M., FRANÇA, G.E. **Seja o doutor do seu milho – nutrição e adubação**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1995 (Arquivo do agrônomo,2).

COSTA, A.M. Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto. Botucatu, 2000. 90p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP.

COUTINHO, E.L.M., JÚNIOR, A.F., SOUZA, E.C.A., CARNIER, P.E. Aplicação de uréia na cultura do milho: efeitos de doses, modos de aplicação e parcelamento. **Revista de Agricultura**, v.62, n.3, p.239-246, 1987.

DEMATÊ, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do Câmpus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeografado).

DUETE, R.C.D. Estudo de doses, parcelamento e formas de nitrogênio na adubação de milho usando ¹⁵N. Piracicaba, 2000. 152p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear da Agricultura.

ESCOSTEGUY, P.A.V., RIZZARDI, M.A., ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de N em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.71-7, 1997.

FERNANDES, L.A., FURTINI NETO, A.E., VASCONCELOS, C.A. GUEDES, G.A.A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.22, p.247-254, 1998.

FERREIRA, A.C. de B. Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção. Qualidade de grãos e concentração de nutrientes no milho. Viçosa, 1997. 74p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

FONTOURA, S.M.V., MORAES, R.P. Rendimento de milho sob diferentes fontes e doses de nitrogênio em cobertura em solo sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos**. Londrina, 2001. EMBRAPA/IAPAR/UEL/UEM, p. 202.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 273p.

GALLAHER, R.N., LANG, T.A., GALLAHER, K., ASHBURN, E.L. No-tillage planted tropical corn yield response to nitrogen fertilizer. In: Mullen, M.D., Duck, B.N. (Eds.), Proceedings, 1992. Southern Conservation Tillage Conference. Tennessee Agric., p.30-33, 1992.

GODOY JÚNIOR, C., GRANER, E.A. Milho: adubação mineral nitrogenada. IV – Parcelamento do calnitro. **Revista de Agricultura**, v.39, p.185-189, 1964.

HANWAY, J.J. Growth stages of corn *Zea mays* L. **Agronomy Journal**, Madison, v.55, p.487-92, 1963.

HANWAY, J.J., RUSSELL, W.A. Dry matter accumulation in corn plants: comparisons among single cross hybrids. **Agronomy journal**, v.61, p.947-951, 1969.

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. **Softwae HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série irrigação, 01)

IBRIKCI, H., ULGER, A.C., CAKIR, B., BOYUK, G., GUZEL, N. Modeling approach to nitrogen uptake by field-grown corn. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.9, p.1943-1954, 1998.

JOKELA, W.E., RANDALL, G.W. Fate of fertilizer nitrogen as affected by time and rate of application on corn. **Soil Science Society of American Journal**, v.61, p.1695-1703, 1997.

KARLEN, J.R., FLANNERY, R.L., SADLER, E.J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, p.232-242, 1988.

KOOLER, O.L., MUNDSTOCK, C.M. Distribuição da matéria seca na planta durante o período de formação dos grãos em seis cultivares de milho. **Anais da IX Reunião Brasileira de milho**. Recife, p.150-158, 1972.

LANG, T.A., OVERMAN, D.L., GALLAHER, R.N. Yield and ear leaf nitrogen status in no-tillage second crop temperate and tropical corn. In: Teare, I.D. (Ed.), Proceedings, 1989. Southern Conservation Tillage Conference, p.36-38, 1989.

LANTMANN, A.F., OLIVEIRA, E.L., CHAVES, J.C.D., PAVAN, M.A. Adubação nitrogenada no Estado do Paraná. In: SANTANA, M.B.M. (ed.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. CEPLAC, SBCS. Ilhéus, p.20-46. 1985.

LIANG, B. C., MACKENZIE, A. F. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency as influenced by nitrogen fertilization. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.74, n.2, p.235-40, 1994.

LORD, P.J.E., GALLAHER, R.N., 1991. Nitrogen requirements and nutrient content of no-tillage tropical corn and forage sorghum. In: Keisling, T.C. (Ed.). Proceedings, 1991. Southern Conservation Tillage Conference, p.148, 1991.

MACHADO, E. C. et al. Fotossíntese, remobilização de reservas e crescimento de grãos em dois híbridos de milho sob deficiência hídrica na fase de enchimento de grãos. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p.151-159, 1992.

MALAVOLTA, E. O potássio e a planta. Piracicaba, Instituto do Potássio e do Fosfato, 1977. 60p. (Boletim técnico 1).

MALAVOLTA, E., NEPTUNE, A.M.L. Características e eficiência dos adubos nitrogenados. In: CAMARGO, O.A. de (Ed.). **Boletim Informativo** da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas: SBCS, 1983. p.4-14.

MALAVOLTA, E. VITTI, G. C. OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2^a. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 310P.

MAR, G.D.do., MARCHETTI, M.E., SOUZA, L.C.F., NOVELINO, J.O. GONÇALVES, M.C. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos**. Londrina, 2001. EMBRAPA/IAPAR/UEL/UEM, p.179.

MELGAR, R.J., SMYTH, T.J., CRAVO, M.S., SÁNCHEZ, P.A. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em catossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.289-296, 1991.

MELLO, F.A.F., ARZOLLA, S., KIHIL, J.C., NETO, J.B. Efeito das doses e modos de aplicação de uréia na produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, p.269-74, 1988.

MINCA, J.C., TIRITAN, C.S., CRESTE, J.E., ANDRADE, S.R.D.F. Avaliação de diferentes doses de nitrogênio na produção de matéria seca de uma variedade e um híbrido de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos**. Londrina, 2001. EMBRAPA/IAPAR/UEL/UEM, p.164.

MOLL, R.H., KAMPRATH, E.J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L. **Agronomy Journal**, 69, p.81-84, 1977.

MOLL, R.H., KAMPRATH, E.J., JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, v. 74, p. 562-564, 1982.

MUCHOW, R.C. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment I. Leaf growth and leaf nitrogen. **Field Crops Research**, v.18, p.1-16, 1988.

MUCHOW, R.C., SINCLAIR, T.R. Effect on nitrogen supply on maize yield: II. Field and model analysis. **Agronomy Journal**, 87, p.642-648, 1995.

MULEBA, N., HART, T.G., PAULSEN, G.M. Physiological factors affecting maize (***Zea mays*** L.) yields under tropical and temperate conditions. Trop. Agric. (Trinidad), p. 10-33, 1983.

MULLINSA, G.L. ALLEYA, S.E., REEVESB, D.W. Tropical maize response to nitrogen and starter fertilizer under strip and conventional tillage systems in Southern Alabama. **Published by Elsevier Science B.V.**, v.45, p.1-15, 1998.

MULVANEY, R.L. Nitrogen – Inorganic Forms. In: SSSA BOOK SERIES: 5 – **Methods of Soil Analysis Part 3** – Chemical Methods. Madison: Wisconsin, 1996. p.1123-84.

MUZILLI, O., OLIVEIRA, E.L. Nutrição e Adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, p.83-104, 1982.

NEPTUNE, A. M. L., CAMPANELLI, A. Efeitos de épocas e de modos de aplicação do sulfato de amônio ^{15}N e interações ^{15}N fósforo- ^{32}P , na quantidade e teores de N, P e K na planta e na folha do milho, na produção, na quantidade de proteína e eficiência do nitrogênio do fertilizante convertido em proteína. **Anais da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.37, n.2, p.1105-1143, 1980.

OLSON, R.V. Fate of tagged nitrogen fertilizer applied to irrigated corn. **Soil Science Society of American Journal**, v.44, p.514-516, 1980.

PEREIRA, P.A.A., BALDANI, J.I., BLAÑA, R.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**, 5, p.28-31, 1981.

PIONEER. Efeitos do nitrogênio: Doses. **Revista Área Polo**, v 5, n. 11, p. 12-6, 1995.

POLITO, T.A. Maximum grain yield of corn as influenced by plant spacing, density and N, P and K fertilization. **Sciences and Engineering**, v.49, p.265, 1988.

PURCINO, A . A. C. Atividade de PEP-carboxilase e da glutamina em genótipos de milho e sorgo contrastante em eficiência de uso de nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, n.1, p.67-70, 1994.

RAIJ, B. van; FEITOSA, C.T.; CANTARELLA, H.; CAMARGO, A.P.; DECHEN, A.R.; ALVES, S.; SORDI, G.; VEIGA, A.A.; CAMPANA, M.P.; PETINELLI, A.; NERY, C. A análise de solo para discriminar respostas à adubação para a cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v.40, p.57-75, 1981.

REDDY, G.B., REDDY, K.R. Fate of nitrogen-15 enriched ammonium nitrate applied to corn. **Soil Science Society of the America journal**, v.57, p.111-115, 1993.

REED, A.J., BELOW, F.E., HAGEMAN, R.H. Grain protein accumulation and the relationship between leaf nitrate reductase and protease activities during grain development in maize (*Zea mays* L.). I. Variation between genotypes. **Plant Physiology**, 53, p.825-828, 1980.

ROANE, C.W., TOLIN, S., GENTER, C.F. Inheritance of resistance to maize dwarf mosaic virus in maize inbred line 0H7B. **Phytopathology**, Lancaster, v. 73, p. 845 -849. 1983.

ROSSETO, R. **Efeito do gesso e de fertilizantes nitrogenados na produção e utilização de macronutrientes pelo milho safrinha**. Piracicaba, 1995. 109p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

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

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

SANGOI, L. et al. Os híbridos modernos de milho usam o nitrogênio mais eficientemente para alcançarem rendimentos de grãos elevados, CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: 2000, p.246.

SILVA, F.C., BUZETTI, S., ANDRADE, J.A.C., ARF, O., SÁ, M.E., FURLANI JÚNIOR, E., MURAOKA, T. Adubação nitrogenada e potássica na cultura do milho. In: XIV CONGRESSO LATINO AMERICANO DELA CIENCIA DEL SUELO, 1999, Pucon-Temuco. **CD Rom del XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo**. Temuco Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, 1999.

SILVA, E.C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto na região do cerrado. Ilha Solteira, 2001. 83p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

SMITH, N. Response of inbred lines and crosses in maize to variations of nitrogen and phosphorus supplied as nutrients. **Journal American Society Agronomy**, 26, p.785-804, 1934.

STRINGFIELD, G.H., SALTER, R.M. Differential response of corn varieties to fertility levels and to seasons. **Journal Agriculture Research**, 49, p.991-1000, 1934.

TOLLENAAR, B.M., NISSANKA, S.P., RAJEAN, I. BRULSEMA, T.W. Yield response of old and new corn hybrids to nitrogen. **Better crops**, v.81, n.4, p.3-5, 1997.

TYNER, E.H. The relation of corn yields to leaf nitrogen, phosphorus, and potassium content. **Soil Science Society Proceedings**, v.11, p.317-323, 1946.

VANZELA, F., PENARIOL, F.G., FORNASIERI FILHO, D., BORDIM, L., FARINELLI, R., GIROTTI, F. Componentes de rendimento e produção de grãos em resposta do milho ao nitrogênio em rotação com a soja no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos**. Londrina, 2001. EMBRAPA/IAPAR/UEL/UEM, p.141.

VILLAS BÔAS, R.L. Recuperação do nitrogênio da uréia pelo milho da mistura com sulfato de amônio, da dose e do modo de aplicação. Piracicaba, 1995. 128p. Tese (Doutorado). Centro de energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

WOLFE, D.W., HENDERSON, D.W., HSIAO, T.C., ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. **Agronomy Journal**, v.80, p.859-864, 1988.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, p.1-3, 1995

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

YAMAGUCHI, J. Varietal traits limiting grain yield of tropical maize: IV. Plant traits and productivity of tropical varieties. *Soil Sci. Plant Nutr.* v. 20, p. 287-304, 1974.