

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO NAS CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E NA EFICIÊNCIA DE USO NA CULTURA DO
MILHO.

Disnei Amélio Cazetta
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO NAS CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E NA EFICIÊNCIA DE USO NA CULTURA DO
MILHO.

Disnei Amélio Cazetta

Orientador: Prof. Dr. Domingos Fornasieri Filho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2010

Cazetta, Disney Amélio
C386e Épocas de aplicação do nitrogênio nas características agronômicas e na eficiência de uso na cultura do milho/ Disney Amélio Cazetta. -- Jaboticabal, 2010
vi, 57 f.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Domingos Fornasieri Filho
Banca examinadora: Aildson Pereira Duarte, Orivaldo Arf, José Carlos Barbosa, Leandro Borges Lemos.
Bibliografia

1. *Zea mays*. 2. Latossolo. 3. Argissolo. 4. adubação nitrogenada. 5. parcelamento. 6. clorofilômetro. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.837:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURICULARES DO AUTOR

Disnei Amélio Cazetta, filho de *Carmelindo Cazetta* e *Maria de Lourdes Carvalho Cazetta*, nasceu em Itápolis/SP, em 16 de janeiro de 1976. Coursou o Ensino Fundamental em Itápolis na Escola Estadual Teófila Pinto de Camargo e o Ensino Médio também em Itápolis, nas Escolas Estaduais Moraes de Barros (1º Colegial) e Valentim Gentil (2º e 3º Colegial). Graduado em Engenharia Agrônoma em dezembro de 2003 pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - SP (FEIS/UNESP). Na Graduação foi bolsista FAPESP (Fundo de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), defendendo a monografia intitulada "*Resposta do arroz de terras altas a aplicação de doses de nitrogênio após diferentes coberturas vegetais no sistema de plantio direto*", sob orientação do *Professor Doutor Orivaldo Arf* pelo período de dois anos. Ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado em Produção Vegetal em março de 2004, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - FCAV/UNESP, sendo bolsista da FAPESP pelo período de dois anos, tendo como orientador o *Professor Doutor Domingos Fornasieri Filho*, defendendo a dissertação intitulada "*Características agronômicas e industriais em cultivares de trigo e triticales submetidos à adubação nitrogenada*" em fevereiro de 2006. Ingressou no Doutorado pela mesma instituição e mesmo orientador em março de 2006, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), defendendo em fevereiro de 2010 a tese intitulada "*Épocas de aplicação do nitrogênio nas características agronômicas e na eficiência de uso na cultura do milho*". Atualmente é funcionário da Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo (CDA/SP), ocupando o cargo de Assistente de Planejamento do Escritório de Defesa Agropecuária (EDA) de Catanduva, na área de Defesa Sanitária Vegetal.

AGRADEÇO

À vida, por ter me dado esta dádiva.

DEDICO

À minha esposa **JANETE** e ao meu filho **FELIPE**, pela paciência, esperança e apoio.

OFEREÇO

Aos meus pais **Carmelindo** e **Maria de Lourdes**, pela simplicidade com que passaram os valiosos ensinamentos e princípios de vida aos filhos.

Aos meus cinco irmãos: **Oswaldo, Angelo, Joaquim, Valéria e Osnir**, pela convivência, ensinamentos, além da luta incansável em busca de seus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – FCAV/UNESP, pelos ensinamentos oferecidos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos para o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Domingos Fornasieri Filho, pela orientação, amizade, respeito, simplicidade, além de ser um profissional dedicado e apaixonado em ensinar.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela atenção e orientação nas análises estatísticas.

À Diretora da EMEF Agropecuária “Dr. *Ulysses Guimarães*” Helena Aparecida Brugnari Prieto e ao Secretário da Agricultura da administração 2004-2008 Eng^o. Agr^o. Fábio Del Rovere por conceder área para instalação do experimento no município de Itápolis, na safra 2006/2007.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa do Campus de Jaboticabal (SP), pelo apoio irrestrito na condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, pelo apoio, amizade e muitas “estórias e casos” comandadas por Rubens Liborio (Farofino) nesses seis anos de convivência.

Aos Membros da Comissão Examinadora do Exame Geral de Qualificação, Prof. Dr. Edson Luiz Mendes Coutinho, Prof. Dr. João Carlos de Oliveira, Prof. Dr. Renato de

Mello Prado e Prof. Dr. Rogério Farinelli, pelas sugestões que ajudaram na melhoria do artigo científico e projeto.

Aos Membros da Banca Examinadora, Pesquisador Dr. Aildson Pereira Duarte, Prof. Dr. José Carlos Barbosa, Prof. Dr. Leandro Borges Lemos e Prof. Dr. Orivaldo Arf, pelas oportunas observações e sugestões que resultaram no aperfeiçoamento da presente Tese de Doutorado.

Aos colegas de convívio durante o mestrado e doutorado: César, Lilian (Chambinho), Claudia (Portuga), Mônica (Secretária Departamento), Odemar, Thais, Cristian Luarte Leonel, Flávio Minto Boldieri (Galeano), Bruno (Gaúcho), Airton (Tirso), Doença, Rossato Júnior, Prof. Dr. Leandro, Prof. Dr. Farinelli, Mauro Augusto Volpe, Farofino, Tião e a todos os professores e alunos da pós-graduação pelo convívio durante o mestrado e doutorado.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS | vi |
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| RESUMO | IX |
| SUMMARY | X |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 3.1. Avaliações | 16 |
| 3.1.1. Características Agronômicas | 16 |
| 3.1.2. Características Nutricionais das plantas | 17 |
| 3.1.3. Características relacionadas a eficiência de uso do N | 18 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| 4.1. Características Agronômicas | 20 |
| 4.2. Características Nutricionais das plantas | 29 |
| 4.3. Características relacionadas a eficiência de uso do N | 35 |
| 5. CONCLUSÕES | 40 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |
| 7. APÊNDICE | 55 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | Página |
|--|--------|
| 1. Resultados da análise química do solo na camada de 0,0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental em Jaboticabal (SP) e Itápolis (SP) | 12 |
| 2. Tratamentos utilizados de acordo com as épocas de aplicação de nitrogênio, na quantidade de 120 kg ha ⁻¹ de N, em sistema plantio direto, em dois locais da região Norte do Estado de São Paulo | 13 |
| 3. Altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 21 |
| 4. Diâmetro de colmo, número de fileiras e de grãos por espiga do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 22 |
| 5. Massa de grãos por espiga e 1000 grãos do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 24 |
| 6. Produtividade de grãos e índice de colheita do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 26 |

| | |
|---|----|
| 7. Coeficientes de correlação (r) de Person entre características agronômicas da cultura do milho no ano agrícola 2006/2007 - Itápolis (SP) | 28 |
| 8. Coeficientes de correlação (r) de Person entre características agronômicas da cultura do milho nos anos agrícolas 2006/2007 e 2007/2008 - Jaboticabal (SP) | 29 |
| 9. Teor de N no florescimento e proteína bruta no grão do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 30 |
| 10. Coeficientes de correlação (r) de Person entre características agronômicas, nutricional e de eficiência de uso do N na cultura do milho no ano agrícola 2006/2007 - Itápolis (SP) | 31 |
| 11. Coeficientes de correlação (r) de Person entre características agronômicas, nutricional e de eficiência de uso do N na cultura do milho, no ano agrícola 2006/2007 e 207/2008 - Jaboticabal (SP) | 32 |
| 12. Eficiência agronômica de uso do N e eficiência agrofisiológica do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 37 |
| 13. Eficiência aparente de recuperação e eficiência de translocação do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008 | 39 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|--------|
| 1. Dados de precipitação pluvial por decêndios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho na safra 2006/2007 em Itápolis (SP) e nas safras 2006/2007 e 2007/2008 em Jaboticabal (SP) | 14 |
| 2. Dados da média de temperatura máxima por decêndios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho na safra 2006/2007 em Itápolis (SP) e nas safras 2006/2007 e 2007/2008 em Jaboticabal (SP) | 15 |
| 3. Dados da média de temperatura mínima por decêndios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho na safra 2006/2007 em Itápolis (SP) e nas safras 2006/2007 e 2007/2008 em Jaboticabal (SP) | 15 |

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NA EFICIÊNCIA DE USO NA CULTURA DO MILHO.

RESUMO - O N é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do milho, influenciando nas características fenológicas, produtivas e na qualidade de grãos. Para avaliar a influência de épocas de aplicação do N sobre as características agronômicas e de eficiência de uso do nutriente na cultura do milho, o presente trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas 2006/2007 e 2007/2008, em dois ambientes de produção (Jaboticabal – em solo do tipo Latossolo e Itápolis – em solo do tipo Argissolo) no sistema de plantio direto em consolidação, utilizando o delineamento experimental em blocos ao acaso, constituídos por vinte e dois tratamentos, com quatro repetições. Cada parcela foi representada por oito linhas com 6,0 m de comprimento, considerando-se como área útil as quatro linhas centrais, desprezando-se um metro em ambas as extremidades. Concluiu-se que as características agronômicas, nutricionais e de eficiência de uso do N são influenciadas pelas épocas de aplicação de N e pelo ambiente, porém a aplicação de 120 kg ha⁻¹ nos estádios de V₄-V₅ é superior em relação as demais, proporcionando também maior eficiência agronômica de uso do N; em ambiente de produção de Itápolis, as maiores produtividades são decorrentes da aplicação parcelada de N na semeadura, no estádio V₄-V₅ e V₁₀-V₁₂ (30-60-30), ou pela aplicação total de N no estádio V₄-V₅; em ambiente de produção de Jaboticabal, as maiores produtividades são promovidas pelo parcelamento do N, como também pela aplicação total do N na semeadura e no estádio V₄-V₅; a estimativa do teor de clorofila para diferenciar tratamentos de adubação nitrogenada deve ser feita no estádio V₁₀-V₁₁ do milho; o estudo de correlação é viável para o estudo da adubação nitrogenada no milho e serve como uma ferramenta para as demais observações.

Palavras-chave: *Zea mays*, Latossolo, Argissolo, adubação nitrogenada, parcelamento, clorofilômetro.

TIMING OF NITROGEN APPLICATION IN THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND USE EFFICIENCY IN MAIZE CROP.

SUMMARY - Nitrogen is the nutrient required in greatest quantity by the maize crop, influencing the phenological, yield and grain quality. To assess the influence of timing of N application on agronomic characteristics and use efficiency of nutrient use in maize, this work was developed in the years of 2006/2007 and 2007/2008, in two production environments (Jaboticabal - Oxisol soil type and Itápolis – Alfisol soil type) in no-tillage system in consolidation, using a randomized block design, consisting of twenty-two treatments with four replications. Each plot was represented by eight lines, with 6,0 m long, considering how useful the area four central lines, ignoring one meters at both ends. We conclude that the agronomic characteristics, nutritional and use efficiency of N are influenced by timing of N application and the environment, but the application of 120 kg ha⁻¹ in stages V₄-V₅ is higher than in the other, also provide the highest agronomic use efficiency of N; in production environment Itápolis, the highest yields are due to split N application at sowing, at the stage V₄-V₅ and V₁₀-V₁₂ (30-60-30), or the total application of N at V₄-V₅ stage; in production environment Jaboticabal, the highest yields are promoted by splitting N, as well as the application of total N at sowing and at stage V₄-V₅, the estimation of chlorophyll content to differentiate fertilization treatments should be done in the V₁₀-V₁₁ stage of maize, the correlation study is feasible for the study of nitrogen fertilization in maize and serves as a tool for other observations.

Keywords: Zea mays, Oxisol, Alfisol, nitrogen fertilization, fragmentation, chlorophyll.

1. INTRODUÇÃO

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria química e alimentícia de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (DUARTE, 2006).

Associando o consumo humano ao animal, além de se verificar também o crescimento do uso de milho em aplicações industriais, pode-se observar o aumento de sua importância no contexto da produção de cereais na esfera mundial, sendo o cereal mais produzido no mundo, com 27,6% do total (FAGUNDES, 2003). Esse crescimento acompanhou a demanda por milho para alimentação animal, isto é, enquanto que o trigo é usado basicamente para consumo humano, o milho é mais versátil, principalmente no que diz respeito à alimentação animal, aumentando o leque de aplicações desse cereal (DUARTE, 2006).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de milho, sendo superado pelos Estados Unidos da América e pela China, que concentram cerca de 65% da produção (SANT'ANNA et al., 2009). Apesar de ser uma atividade tradicional dos agricultores brasileiros, graças ao conhecimento generalizado do seu cultivo e da sua múltipla utilização dentro e fora da propriedade rural, e de ser produzido em todas as regiões brasileiras, ocupando a 2^a maior área cultivada e ser responsável pela 2^a maior produção de grãos, a produtividade média de milho no país (3.405 kg ha^{-1}) é inferior à média mundial (4.750 kg ha^{-1}) e baixa quando comparada com a dos Estados Unidos (9.607 kg ha^{-1}) (SANT'ANNA et al., 2009), muito abaixo do potencial da cultura. Isso demonstra que há sub-aproveitamento do potencial genético das cultivares disponíveis no mercado. Para isso vários fatores contribuem para a obtenção das baixas produtividades de grãos, destacando-se o uso de cultivares com potencial produtivo limitado e/ou não adaptados à um determinado ambiente de produção, utilização de

época de semeadura e arranjo de plantas inadequados, deficiências na disponibilidade e na utilização de nutrientes, especialmente do N, e da água durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, o controle deficiente de insetos-praga, moléstias e plantas invasoras.

O reconhecimento da importância do manejo do N em aumentar a produtividade das culturas tem acarretado não só a demanda pelos fertilizantes nitrogenados, mas também por novas técnicas e/ou conhecimentos que favoreçam sua eficiência nos sistemas agropastoris (FREIRE et al., 2001).

O N é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do milho, exercendo maior influência na produtividade de grãos, além de ser o que mais onera o custo de produção. A utilização do N também pode causar prejuízos ambientais, por apresentar elevado custo energético para sua produção e por ser passível de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por nitrato, em virtude de perdas por erosão e lixiviação (SIMS et al., 1998).

O trabalho teve como objetivo avaliar épocas de aplicação do N na cultura do milho, visando aumentar a produtividade de grãos e eficiência de uso do N em dois ambientes de produção (Argissolo e Latossolo).

2. REVISÃO DE LITERATURA

O plantio direto constitui-se numa prática eficiente para o controle de erosão, propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas do solo com o aumento da matéria orgânica, bem como também melhora as condições químicas do mesmo (BALBINO et al. 1996). O sucesso desse sistema de cultivo depende da rotação de culturas e, principalmente, da produção de palhada (resíduos vegetais) que funciona como um reservatório de nutrientes que são liberados lentamente pela ação dos microrganismos, aumenta a estabilidade estrutural e protege o solo contra a erosão hídrica (KEMPER & DERPSCH, 1981; SIDIRAS et al., 1982 citados por FRANCHINI et al., 2000).

SIDIRAS & PAVAN (1985) avaliando a influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade observaram que o sistema plantio direto em comparação ao convencional, após quatro anos de cultivo, proporciona aumentos no pH, CTC efetiva, Ca, Mg, K e P, e diminuições na saturação de alumínio, principalmente nos horizontes próximos à superfície do solo, sugerindo que as práticas de manejo, que visam a cobertura e proteção do solo com resíduos de plantas, condicionam uma acentuada recuperação da fertilidade e conseqüentemente um ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas cultivadas.

De acordo com FREIRE et al. (2001), o N é o nutriente que mais limita o desenvolvimento e a produtividade de biomassa das gramíneas, inclusive do milho. Esta limitação ocorre, porque o milho requer grandes quantidades de N (1,0 a 1,3% do peso da planta), e o N suprido pelo solo, na maioria dos casos, não é suficiente para atingir altos tetos de produtividade, necessitando aporte externo desse nutriente ao sistema.

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo. Nesse sentido, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, variando as recomendações da adubação nitrogenada em cobertura em cultivo de sequeiro para altas produtividades de 50 a 90 kg ha⁻¹ de N e, para cultivo irrigado, de 120 a 150 kg ha⁻¹ (SOUZA et al., 2003).

Segundo relatos de YAMADA & ABDALLA (2000), o nitrogênio é muito importante a partir da primeira semana após a emergência das plantas de milho. Nesta fase, o sistema radicular, ainda em desenvolvimento, já mostra considerável quantidade de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas e a adição de nitrogênio estimula ainda mais sua proliferação, com conseqüente desenvolvimento da parte aérea. Também neste estágio tem início o processo de diferenciação floral, o qual dá origem aos primórdios da panícula e da espiga e define o potencial de produção (FORNASIERI FILHO, 2007). Segundo BAHIA FILHO et al. (1983), o nitrogênio é absorvido pelas plantas de milho em todo o ciclo vegetativo, com taxa de absorção pequena nos

primeiros 30 dias, aumentando de maneira considerável durante o desenvolvimento, atingindo taxa superior a $4,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N ao dia durante a época de florescimento.

De acordo com CANTARELLA (1993), estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos de milho varie de 20 a 28 kg ha^{-1} . A sua absorção pela planta ocorre durante todo o ciclo vegetativo, sendo pequena nos primeiros 30 dias. Nessa fase, as plantas absorvem menos do que $0,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (SCHRÖDER et al., 2000).

Muitas variáveis condicionam a dinâmica do N, principalmente o tipo de solo, o manejo, a precipitação (BASSO & CERETTA, 2000) e a cultura antecessora ao milho para o manejo do N (AMADO et al., 2002). Em nível mundial, a taxa de eficiência de recuperação do N aplicado ao solo em produção de cereais (arroz, trigo, milho, sorgo, cevada, aveia) é de aproximadamente 33% (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 2001; RAUN & JOHNSON, 1999). Considerando os 67% de N que não são aproveitados, tem-se uma perda anual de 15,9 bilhões de dólares em fertilização nitrogenada, além dos prováveis impactos negativos ao ambiente (RAUN & JOHNSON (1999), pois a baixa recuperação do fertilizante nitrogenado, além de aumentar os custos de produção, contribuirá para poluição das águas subterrâneas (SCHEPERS et al., 1991) com efeitos adversos à saúde humana (ALABURDA & NISHIHARA, 1998). No entanto, existe dentro de cada espécie, cultivares com maior eficiência de absorção (ROESCH et al., 2005).

De acordo com COELHO (2007), os aspectos mais polêmicos no manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho, inserida no sistema de plantio direto, referem-se a épocas de aplicação e a necessidade de seu parcelamento. Para a tomada de decisão, alguns pontos devem ser considerados, como a demanda de N pelo milho durante o seu desenvolvimento, pois a absorção de N pelo milho é intensa no período compreendido entre 40 dias após a semeadura (estádio V_6) e o florescimento masculino (estádio V_T), quando a planta absorve mais de 70% da sua necessidade total. Outro aspecto a ser considerado diz respeito às doses de N a serem aplicadas, pois doses maiores que 120 kg ha^{-1} exigem maiores cuidados no manejo, assim como o potencial de perdas por lixiviação em função da textura do solo e a

presença de impedimentos físicos e químicos que reduzem a profundidade efetiva de exploração do perfil do solo pelas raízes.

Segundo RAMBO et al. (2004), o manejo correto da adubação nitrogenada é fundamental nos princípios da agricultura de precisão, visando aumentar a eficiência de uso do N; desta forma, a avaliação do efeito da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho é uma prática importante no contexto da nutrição de plantas, contribuindo para a minimização dos custos de produção; contudo, ressalva-se que a eficiência da adubação depende, dentre outros fatores, das condições climáticas, do tipo de solo e da capacidade de extração de nutrientes pelas plantas, durante o cultivo (NEUMANN et al., 2005), como já salientado nesta revisão.

Não tem havido muita concordância sobre qual a melhor época de aplicação de N no sistema Plantio direto. Alguns resultados de pesquisa têm demonstrado vantagens na aplicação de N em pré-semeadura do milho (SÁ, 1996). Outros demonstram a necessidade de aumento da dose de N, no momento da semeadura, para suprir a carência inicial em função da imobilização, e que parte seja fornecido em cobertura (BORTOLINI et al., 2002). Contudo, existe uma série de variáveis que condicionam as transformações do N no solo, que são mediadas por microrganismos, e dependem das condições edafoclimáticas, principalmente do tipo de solo, da precipitação pluvial e da temperatura (LARA CABEZAS et al., 2004).

SCHERER (2001), trabalhando com milho durante quatro anos e quatro fontes de N (uréia, nitrato de amônio, sulfato de amônio e esterco líquido de suínos) aplicadas na dose de 120 kg ha^{-1} de N, em comparação com a testemunha (sem N). O nitrogênio foi aplicado no dia da semeadura da cultura ou aplicado parcelado em duas vezes, utilizando 40 kg ha^{-1} de N na semeadura e o restante em cobertura, 40 a 45 dias após a emergência das plantas de milho. Em outro experimento foram aplicados 20 kg ha^{-1} de N na semeadura e 100 kg ha^{-1} de N em cobertura utilizando as seguintes fontes: uréia, nitrato de amônio e nitromag. O autor concluiu que em ano com precipitações pouco intensas e bem distribuídas, a adubação nitrogenada aplicada na semeadura do milho é tão eficiente quanto à aplicação parcelada; em anos com bastante chuva e alta intensidade de precipitação, o parcelamento da adubação nitrogenada é recomendável;

em ano com déficit hídrico e distribuição irregular de chuva, a adubação nitrogenada em cobertura poderá ter sua eficiência reduzida; como não houve diferença entre fontes de N para o milho, é possível utilizar a fonte com menor custo por unidade de área e, para a cultura do milho no sistema de plantio direto, sugeriu-se aplicar de 30 a 50 kg ha⁻¹ de N na semeadura e o restante em cobertura.

Trabalhando com épocas de aplicação de N em Argissolo, SILVA & SILVA (2002), MELGAR et al (1991) verificaram que as menores produtividades de grãos foram obtidas quando se aplicou a totalidade ou a maior parte do N por ocasião da semeadura. BASSO & CERETA (2000) trabalhando com manejo do N no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo no sistema plantio direto em solo com textura superficial franco-arenosa, verificaram que a aplicação de N em pré-semeadura do milho é uma atitude de risco, sendo mais segura a aplicação de N na semeadura e em cobertura, pois a elevada precipitação pluvial pode comprometer a adubação nitrogenada em pré-semeadura.

Já em Latossolo, SILVA et al. (2005b), verificaram que todo N (120 kg ha⁻¹) aplicado na semeadura ou em cobertura aos quinze dias após a emergência do milho em sistema plantio direto apresentaram produtividades de grãos superiores em relação ao tratamento que recebeu todo N aos 35 dias após a emergência. DIECKOW et al. (2006) sugeriram que a adubação nitrogenada no sistema plantio direto envolvendo aveia/milho em Latossolo pode ser manejada de forma parcelada, com aplicação de 1/3 do N na semeadura e 2/3 do N em cobertura, antes dos 30 dias após a emergência. Já se a aplicação integral for preferida, dadas as vantagens operacionais no campo, essa pode ser realizada durante a semeadura, sendo que nas duas formas de manejo, as perdas por lixiviação foi considerada desprezível.

CRUZ et al. (2008), trabalhando com parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto em Latossolo, verificaram que a massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos que receberam adubações nitrogenadas, independente da época e parcelamento utilizado. GOMES et al. (2007) também não

verificaram diferenças entre as épocas de aplicação de N na produtividade de grãos em Latossolo.

PÖTTKER & WIETHÖLTER (2004) trabalhando em Latossolo com épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto (aplicação de N antes da semeadura, geralmente 10 dias após a dessecação da aveia, aplicações na semeadura e na semeadura + cobertura) obtiveram a maior produtividade de grãos de milho nos dois tratamentos que receberam adubação em cobertura, enquanto todos os demais tratamentos apresentaram produtividades de grãos estatisticamente inferiores e semelhantes entre si.

Ao contrário do que ocorre com os outros nutrientes, para o N não existe um método rápido de laboratório que indique o nível de fertilidade, para decidir se deve ou não adubar. As recomendações baseam-se em outros parâmetros como: curvas de resposta, capacidade do solo em suprir N, expectativa de produção, histórico da área, extração pela cultura e eficiência de uso (FREIRE et al., 2001).

O monitoramento do conteúdo de nitrogênio na planta pode ser realizado através de diversas técnicas, entre as quais destacam-se a da análise química do tecido vegetal (método Kjeldahl) e a determinação do índice relativo de clorofila na folha.

O método Kjeldahl possui as vantagens de apresentar alta correlação com a produtividade de grãos e de ter nível de precisão aceitável. No entanto, este parâmetro de planta, além de ser influenciado pelo consumo de luxo de N e de envolver determinação laboratorial, apresenta a grande desvantagem de não possibilitar a correção de sua deficiência na planta no mesmo ano agrícola, devido ao tempo despendido entre a coleta e o resultado final, servindo apenas como parâmetro indicativo para os próximos cultivos (ARGENTA et al. (2002).

A leitura correspondente ao índice relativo de clorofila na planta, proporcionada pelo medidor portátil de clorofila (clorofilômetro), além de sua simplicidade, rapidez, baixo custo e não requerer a destruição das amostras (ARGENTA et al., 2003), tem a vantagem adicional de não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta, sob a forma de nitrato (BLACKMER & SCHEPERS, 1995 e 1994). Nessa forma, o N não se associa à molécula de clorofila, não sendo quantificado pelo clorofilômetro. O índice

relativo de clorofila na planta, medido pelo clorofilômetro, correlaciona-se fortemente com a concentração de nitrogênio na folha (SCHADCHINA & DMITRIEVA, 1995, AMARAL FILHO et al.,2005) e com a produtividade das culturas (SMEAL & ZHANG, 1994). Esta relação é atribuída, principalmente, ao fato de 50 a 70% do N total das folhas serem integrante de enzimas associadas aos cloroplastos (CHAPMAN & BARRETO, 1997). Segundo PIEKIELEK et al. (1995), o teor de clorofila na folha pode ser utilizado para predizer o nível nutricional de nitrogênio nas plantas, pelo fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com o teor de N na planta.

ARGENTA et al. (2000) e MALAVOLTA et al. (1997) relataram ser vantajoso o método de leitura de clorofila, uma vez que pode ser efetuado em poucos minutos, possibilitando rápidos diagnósticos da situação da lavoura. Além disso, os custos de operação são mínimos, ao contrário de outros testes que exigem a compra sistemática de produtos químicos, já que não há necessidade de envio de amostras para laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e o agricultor pode analisar quantas amostras for preciso, sem implicar destruição de folhas.

ARGENTA et al. (2002) trabalhando com parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho (teor de clorofila na folha, massa seca por planta e por folha avaliada, área foliar e quantidade de N acumulado por planta e por folha), verificaram que a leitura correspondente ao teor de clorofila na folha foi o indicador mais eficiente do nível de N em todos os estádios de desenvolvimento da planta de milho, com exceção do estágio de 3-4 folhas expandidas. Esses Autores também verificaram que os fatores de correção das leituras no medidor portátil de clorofila utilizados como peso específico, massa seca e área foliar, não são eficientes para aumentar a correlação entre leituras no clorofilômetro e rendimentos de grãos de milho.

ARGENTA et al. (2004 e 2003), avaliando o teor de clorofila na folha, medido por meio do clorofilômetro como indicador do nível de N na planta de milho, em quatro estádios de desenvolvimento (três a quatro folhas, seis a sete folhas, dez a onze folhas e florescimento) verificaram que o clorofilometro é um método eficiente para separar plantas com deficiência e com nível adequado deste nutriente nos diferentes estádios

vegetativos de desenvolvimento, e que, para diagnosticar o nível de N na planta de milho, as leituras no clorofilômetro acima de 45,4; 52,1; 55,3 e 58,0 respectivamente, para os estádios de três a quatro folhas, seis a sete folhas, dez a onze folhas e de florescimento, indicam nível adequado de N, independente do híbrido usado.

Os valores críticos do teor de clorofila encontrados para os estádios de 6-7 folhas expandidas por PIEKIELEK & FOX (1992) foi de 43,4 e por JEMISON & LYTLE (1996) foi de 42,0. Para o estádio de 10-11 folhas expandidas e florescimento, os valores críticos encontrados por SUNDERMAN et al. (1997) foram de 48,6 e 57,9, respectivamente.

Segundo ARGENTA (2001), diferenças nos valores da leitura de clorofila na folha obtidos por diferentes autores nos mesmos estádios de desenvolvimento da cultura devem-se ao tipo de folha amostrada e à aplicação prévia ou não de N antes da avaliação. Outros fatores podem ser citados como: tipo de híbrido (SUNDERMAN et al., 1997, VARVEL et al., 1997); irradiação (HOEL & SOLHAUG, 1998); local de cultivo (PIEKIELEK & FOX, 1992; SMEAL & ZHANG, 1994; WASKOM et al., 1996); ano de cultivo (SUNDERMAN et al., 1997); níveis de outros nutrientes (AL-ABBAS et al., 1974); ataque de insetos (SMEAL & ZHANG, 1994); estresse hídrico (SCHEPERS et al., 1992); temperatura do ar (DWYER et al., 1995); estádio de desenvolvimento da cultura (SCHEPERS et al., 1992; SMEAL & ZHANG, 1994); arranjo de plantas (HASHEMI-DEZFOULI & HERBERT, 1992, BLACKMER et al., 1993); tipo, espessura e parte da folha onde é realizada a leitura (CHAPMAN & BARRETO, 1997) e aplicação de herbicidas (MAYASICH ET AL., 1990; SANTOS et al., 1999). Além disso, os níveis críticos variam em função do teto de rendimento de grãos dos experimentos, sendo recomendada a realização de experimentos em diferentes ambientes e em distintas situações de manejo (BREDEMEIER, 1999).

Outro aspecto importante a ser estudado nos trabalhos envolvendo adubação nitrogenada são as características relacionadas a eficiência de uso do N, os quais foram discutidos por MOLL et al. (1982) e vem sendo aplicados na discriminação de eficiência de uso do N em cereais (MACHADO et al., 2001).

O termo eficiência de uso do N pode ser definido de diversos modos. Geralmente, compreende dois componentes primários representados por eficiência de absorção - capacidade superior de absorver o nutriente, e por eficiência de uso - capacidade superior de conversão do nutriente em biomassa ou produção de grãos (GOURLEY et al., 1994; ALVES et al., 2002), definidas, respectivamente, pelos quocientes N_p/N_f e P_g/N_p , em que N_p é o nitrogênio total contido na planta madura (raiz excluídas), N_f é o nitrogênio do fertilizante e P_g a produção de grãos (FERRAZ JUNIOR et al., 1997).

Faltam informações sobre teores de N na planta inteira e nos grãos, inclusive a variabilidade dos valores de acordo com o manejo e ambientes de produção.

Em geral, em solos com limitada disponibilidade de N, a eficiência de uso é considerada como mais importante que a eficiência de absorção na detecção de diferenças genótípicas na produção de grãos (MOLL et al., 1982); entretanto, para solos com adequada disponibilidade de N, recomenda-se o desenvolvimento de genótipos com elevadas eficiência de absorção e de utilização conjuntamente.

FERNÁNDEZ et al. (1998), relataram que existem diversos caminhos possíveis para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio, sendo que um dos mais simples é a diminuição nas doses de adubos para níveis que sejam produtivos e seguros. FERNANDES et al. (1999), trabalhando com a influência do preparo do solo e da adubação nitrogenada na produtividade de grãos, produção de matéria seca e no acúmulo de nutrientes pelo milho em Latossolo, verificaram que a maior porcentagem de recuperação aparente e de uso do N aplicado foi observada no sistema plantio direto na dose de 60 kg ha^{-1} , em que 52% do N aplicado foi recuperado pela planta, enquanto que a dose de 240 kg ha^{-1} , a recuperação foi de apenas 12%. COELHO et al. (1992) e RAIJ (1991) relataram ser menor a taxa de recuperação aparente de N aplicado com uso de doses mais elevadas de N, enfatizando a importância de se ajustar as doses do fertilizante o mais próximo possível da quantidade requerida pela cultura, com base na produtividade requerida.

SILVA et al. (2006) trabalhando com manejo de N no milho sob plantio direto em duas épocas de aplicação do N (4 e 8 folhas expandidas), em Latossolo Vermelho,

verificaram que em média, 64% do N alocou-se nos grãos e 36% no restante da parte aérea do milho, evidenciando que o maior dreno de N na planta são os grãos, e que grande quantidade de N das partes vegetativas foi translocado para eles, passando a fazer parte de aminoácidos e proteínas (TA & WEILAND, 1992). No mesmo trabalho, verificaram que, em ambas as épocas de aplicação do N, em média, o aproveitamento do N foi inferior a 50% do aplicado como fertilizante.

Quanto à eficiência de uso do N, não se pode deixar de evidenciar a necessidade de uso de genótipos eficientes na absorção e na utilização do nutriente. O germoplasma de milho é constituído por raças crioulas, populações adaptadas e materiais introduzidos sendo caracterizado por ampla variabilidade genética. Esta variabilidade é um dos principais fatores que podem interferir na eficiência de uso do nitrogênio (MAJEROWICZ et al., 2002), pois os genótipos de uma mesma espécie apresentam exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas aos nutrientes minerais (GOURLEY et al., 1994; FREITAS et al., 1995; BÄNZIGER et al., 1997; PARENTONI et al., 2000; MACHADO et al., 2001; ALVES et al., 2002; ZOU et al., 2002).

Essas diferenças genótípicas ajudam a adaptação de espécies e cultivares às diversas condições de estresse ambiental e formam a base genética para os programas de melhoramento (ALVES et al., 2002). Entretanto, o melhoramento genético em milho é geralmente conduzido com a aplicação de quantidades elevadas de nitrogênio, que pode levar à seleção de genótipos que apresentem consumo de luxo de N ou requeiram elevadas doses desse nutriente para expressarem seu potencial produtivo (CARLONE & RUSSEL, 1987). Por outro lado, se o objetivo é obter genótipos eficientes para condições de reduzida disponibilidade de N, comuns nas regiões tropicais, a seleção deve ser realizada nessa condição para se aumentar o nível de sucesso com a seleção (MURULI & PAULSEN, 1981; BODDEY et al., 1995; BÄNZIGER et al., 1997).

É, pois, desejável saber qual ou quais épocas são as mais indicadas para aplicação do N para determinado tipo de solo e material genético utilizado e das possíveis correlações, positivas ou negativas entre produtividade de grãos com os componentes de produção e com os parâmetros de eficiência de absorção e de uso do N.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em dois ambientes de produção na região Norte do Estado de São Paulo. Nos anos agrícolas 2006/2007 e 2007/2008, os experimentos foram instalados na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/SP (UNESP), localizada a 21° 14' 05" sul, na longitude de 48° 17' 09" oeste, a uma altitude de 613 m, com clima, segundo classificação de Köppen, Aw (clima megatérmico). No município de Itápolis/SP, outro experimento foi instalado no ano agrícola 2006/2007, em área experimental da EMEF Agropecuária "Dr. Ulysses Guimarães", localizada a 21° 34' 03,2" sul, na longitude de 48° 55' 58,7" oeste, a uma altitude de 464 m, sendo o clima Aw.

O solo da área experimental em Jaboticabal/SP é do tipo Latossolo Vermelho, eutrófico, típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 1999), o qual se acha em sistema de plantio direto em consolidação desde a safra 2002/2003, utilizando o sistema de rotação soja/milho, sendo que na safra 2005/2006, a área foi ocupada com milho; já o solo da área experimental em Itápolis/SP é do tipo Argissolo Vermelho amarelo, distrófico, textura média (OLIVEIRA et al., 1999), o qual se acha em sistema de plantio direto em consolidação desde a safra 2005/2006, quando foi ocupado com a cultura do milho, sendo que essa área ficou em pousio durante quatro anos. Antes da instalação dos experimentos na safra 2006/2007 foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais e realizada a análise química de acordo com metodologia proposta por RAIJ & QUAGGIO (1983) e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo na camada de 0,0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental em Jaboticabal (SP) e Itápolis (SP).

| Local | P resina mg dm ⁻³ | M.O. g dm ⁻³ | pH CaCl ₂ | K ----- mmol _c dm ⁻³ | Ca | Mg | H+Al ----- | CTC | V % |
|-------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|--|----|----|---------------|------|--------|
| Jaboticabal | 28 | 19 | 5,4 | 1,5 | 26 | 20 | 28 | 75,5 | 63 |
| Itápolis | 25 | 16 | 5,8 | 2,6 | 15 | 9 | 18 | 44,6 | 60 |

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, constituídos por vinte e dois tratamentos de N (Tabela 2), com quatro repetições. Cada parcela foi

representada por oito linhas, com 6,0 m de comprimento, considerando-se como área útil as quatro linhas centrais, desprezando-se um metro em ambas as extremidades.

A semeadura do milho em Jaboticabal/SP foi realizada nos dias 09/11/2006 e 12/11/2007, nas safras 2006/2007 e 2007/2008, respectivamente; já em Itápolis/SP a semeadura foi realizada no dia 12/12/2006 na safra 2006/2007. Foi utilizado a cultivar de milho híbrido simples DKB 390. A determinação da quantidade de N, P₂O₅ e K₂O foi com base nas recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (RAIJ & CANTARELLA, 1997), para uma produtividade estimada de 8-10 t ha⁻¹. A adubação de semeadura foi constituída por 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O, mais 0,75 kg ha⁻¹ de Zn. O N na forma de nitrato de amônio foi fornecido na dose de 120 kg ha⁻¹, sendo aplicado na semeadura e/ou em cobertura como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos utilizados de acordo com as épocas de aplicação de nitrogênio, na quantidade de 120 kg ha⁻¹ de N, em dois locais da região Norte do Estado de São Paulo.

| Tratamento | Época 1 | Época 2 | Época 3 | Época 4 | Total de N aplicado |
|---------------------|-----------|--------------|----------------|---------------|---------------------|
| | Semeadura | 4 - 5 folhas | 10 - 12 folhas | Florescimento | |
| Kg ha ⁻¹ | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 30 | 30 | 30 | 30 | 120 |
| 3 | 30 | 60 | 30 | - | 120 |
| 4 | 30 | - | 60 | 30 | 120 |
| 5 | 30 | 30 | 60 | - | 120 |
| 6 | 30 | - | 30 | 60 | 120 |
| 7 | 30 | 90 | - | - | 120 |
| 8 | 30 | - | 90 | - | 120 |
| 9 | 30 | - | - | 90 | 120 |
| 10 | 60 | 30 | 30 | - | 120 |
| 11 | 60 | 30 | - | 30 | 120 |
| 12 | 60 | - | 30 | 30 | 120 |
| 13 | 60 | 60 | - | - | 120 |
| 14 | 60 | - | 60 | - | 120 |
| 15 | 60 | - | - | 60 | 120 |
| 16 | 90 | 30 | - | - | 120 |
| 17 | 90 | - | 30 | - | 120 |
| 18 | 90 | - | - | 30 | 120 |
| 19 | 120 | - | - | - | 120 |
| 20 | - | 120 | - | - | 120 |
| 21 | - | - | 120 | - | 120 |
| 22 | - | - | - | 120 | 120 |

Também no estádio de 4-5 folhas expandidas, nos experimentos em Jaboticabal (safras 2006/2007 e 2007/2008) e em Itápolis (safra 2006/2007), foram aplicados 50 kg ha^{-1} de K_2O , tendo como fonte o cloreto de potássio, conforme recomendação de RAIJ & CANTARELLA (1997). Na semeadura, no espaçamento entrelinhas de 90 cm foram utilizados 8 sementes por metro, realizando-se o desbaste no estádio V_3 de forma a deixar 61.100 plantas/ha.

A adubação nitrogenada nas quatro épocas de aplicação (Tabela 2) foi incorporada manualmente em sulcos feito com enxada com distância de 5-10 cm da linha de semeadura nas doses até 60 kg ha^{-1} e distância de 10-20 cm nas doses $\geq 90 \text{ kg ha}^{-1}$, para evitar o efeito da salinização. Os dados relativos à precipitação pluvial (mm), temperaturas máxima e mínima encontram-se nas Figuras 1, 2 e 3.

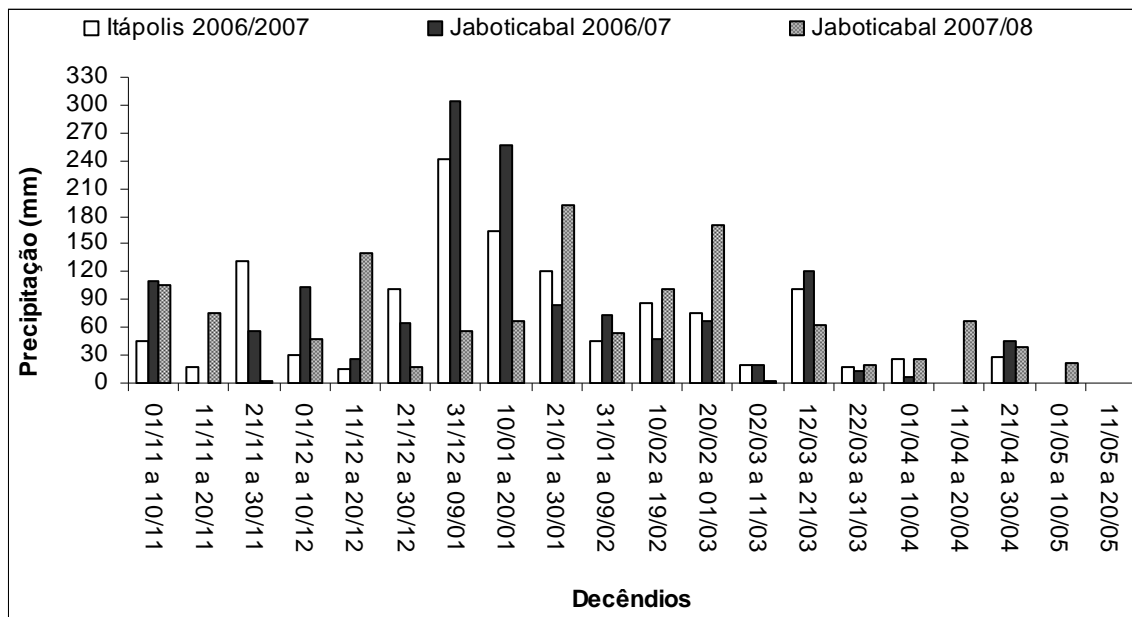


Figura 1. Dados de precipitação pluvial por decêndios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho na safra 2006/2007 em Itápolis (SP) e nas safras 2006/2007 e 2007/2008 em Jaboticabal (SP).

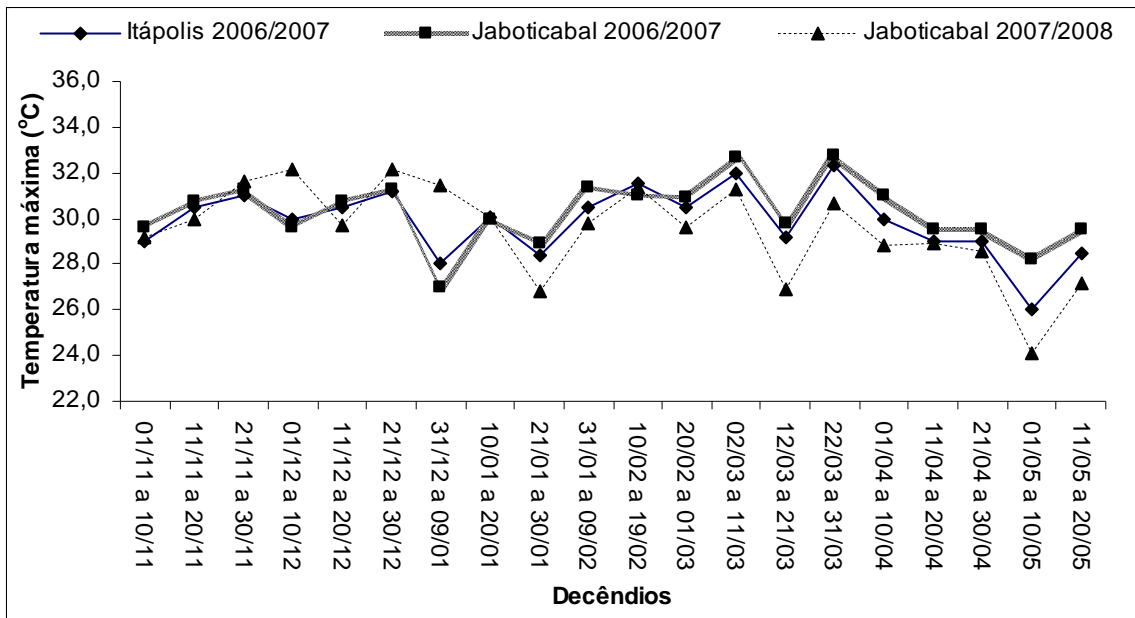


Figura 2. Dados da média de temperatura máxima por decênios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho na safra 2006/2007 em Itápolis (SP) e nas safras 2006/2007 e 2007/2008 em Jaboticabal (SP).

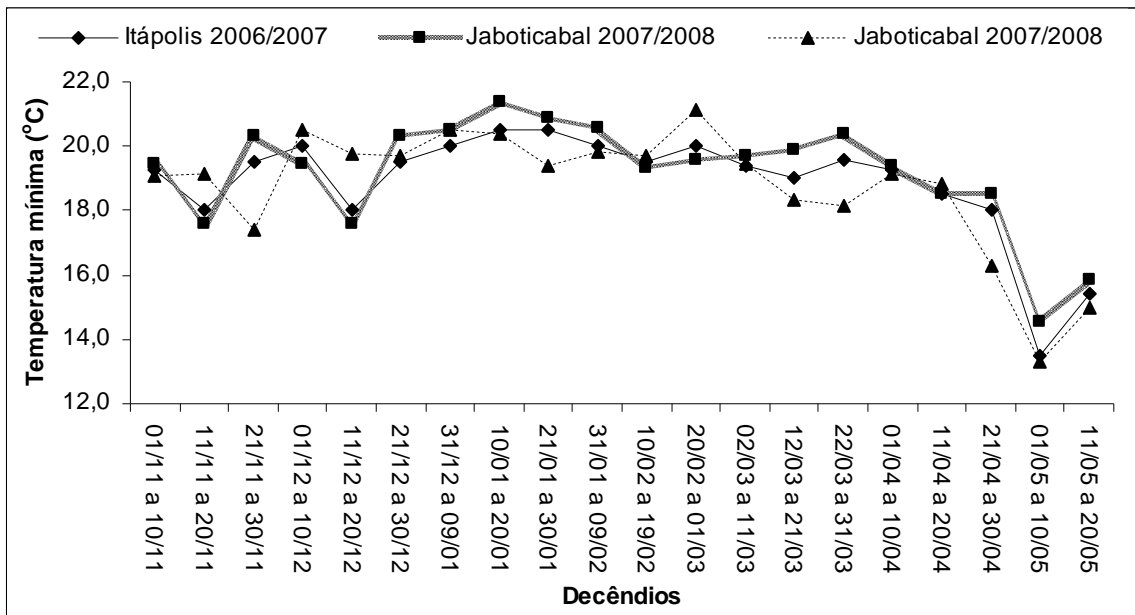


Figura 3. Dados da média de temperatura mínima por decênios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho na safra 2006/2007 em Itápolis (SP) e nas safras 2006/2007 e 2007/2008 em Jaboticabal (SP).

O controle de plantas daninhas foi realizado, através da utilização do herbicida pré-emergente atrazine + s-metolachlor (1,665 + 1,305 kg ha⁻¹ do i.a., respectivamente), aplicado através de pulverizador tratorizado após a semeadura. Quanto aos tratamentos fitossanitários para o controle de pragas desfolhadoras, como a *Spodoptera frugiperda*, durante a condução dos experimentos foram feitas pulverizações com inseticidas indicados para o controle.

3.1. Avaliações

Durante e ao final do ciclo da cultura do milho foram realizadas as seguintes determinações:

3.1.1. Características agronômicas

- **Altura de planta:** foi medida por ocasião da maturidade fisiológica em 10 plantas por parcela, época em que os grãos apresentavam uma camada negra no ponto de inserção com o sabugo, medindo-se com o auxílio de uma régua graduada a distância entre o colo da planta e a inserção da última folha;
- **Altura de inserção da espiga principal:** foi realizada medindo-se a distância entre o colo da planta e a inserção da espiga principal, em amostras de 10 plantas, tomadas ao acaso, dentro da área útil de cada parcela;
- **Diâmetro do colmo:** foi medido utilizando-se um paquímetro no segundo entrenó acima das raízes adventícias (expresso em milímetros) de 5 plantas, tomadas ao acaso, dentro da área útil da parcela;
- **Número fileiras e de grãos por espiga:** no momento da colheita foram retiradas cinco espigas representativas de cada parcela, onde foi contado o número de fileiras e de grãos em cada fileira, chegando-se ao número de grãos por espiga;

- **Massa de grãos por espiga:** no momento da colheita foram retiradas cinco espigas representativas de cada parcela, para serem debulhadas e seus grãos pesados, determinando-se assim a massa de grãos por espiga com umidade corrigida para 13% de umidade (base úmida - b.u.);
- **Massa de 1000 grãos:** foi determinado pela coleta ao acaso e pesagem de quatro amostras de 1000 grãos de milho, representando a área útil de cada parcela, realizando sua pesagem e corrigindo para 13% de umidade (b.u.);
- **Produtividade de grãos:** após a maturidade fisiológica das plantas, quando os grãos estavam com aproximadamente 21% de umidade (b.u.), foi efetuada a colheita das espigas da área útil, que foram debulhadas e pesadas para determinação da produtividade de grãos, corrigindo-se a umidade para 13% (base úmida), pelo método gravimétrico (BRASIL, 1992);
- **Índice de colheita:** foi obtido na maturidade fisiológica pela relação (em %) entre a massa de grãos (corrigido a 13% b.u.) e a massa seca total da parte aérea, em cinco plantas na área útil de cada unidade experimental;

3.1.2. Características nutricionais das plantas

- **Estimativa do teor de clorofila no estágio de 3 a 4 folhas, 6 a 7 folhas e 10 a 11 folhas completamente desenvolvidas:** leituras foram efetuadas nos estádios vegetativos com medidor de clorofila marca Minolta (modelo SPAD-502), realizadas na penúltima e última folhas totalmente expandidas em cinco plantas por parcela (sempre com duas leituras por folha). As leituras foram feitas em pontos situados na metade e a dois terços do comprimento da folha, a partir da base, e aproximadamente a 2 cm da margem da folha;

- **Estimativa do teor de clorofila no florescimento:** as leituras (duas por folha) foram realizadas na folha-índice (primeira abaixo da espiga), sendo feitas em pontos situados na metade a dois terços do comprimento da folha, a partir da base, e aproximadamente a 2 cm da margem da folha em cinco plantas por parcela;
- **Teor foliar de N:** foi coletado por ocasião do florescimento feminino, o terço central de 10 folhas da base da espiga principal na área útil da parcela, sendo o material lavado com água corrente e detergente a 1%, seco em estufa com circulação e renovação forçada de ar a 60-70 °C; em seguida, moído em moinho tipo Wiley e determinado o teor de N, segundo método descrito em MALAVOLTA et al. (1997);
- **Teor de proteína bruta nos grãos (%):** foi determinada pela análise do nitrogênio amoniacal, seguindo a metodologia de SARRUGE & HAAG (1974). O conteúdo percentual de nitrogênio foi então, multiplicado por 6,25 (fator de conversão) de modo a obter o valor correspondente ao teor de proteína bruta em porcentagem.

3.1.3. Características relacionadas a eficiência de uso do N

Os índices de eficiência foram discutidos por MOLL et al. (1982) e vem sendo aplicados na discriminação de eficiência de uso do N em cereais (MACHADO et al., 2001) e foram os seguintes:

- **Eficiência agrônômica de uso do N (EA):** $EA = (P_{gf} - P_{gt})/N_f = \text{kg de grãos kg}^{-1}$ de N aplicado, em que: P_{gf} é a produção de grãos da parcela fertilizada (kg), P_{gt} é a produção de grãos da parcela testemunha (sem N) e N_f é a quantidade do N aplicado (kg). Avalia a utilização do nutriente aplicado para produção de grãos;

- **Eficiência agrofisiológica (EAF):** $EAF = (P_{gf} - P_{gt}) / (N_{pf} - N_{pt}) = \text{kg de grãos kg}^{-1}$ de N acumulado na planta, em que N_{pf} e N_{pt} representam, respectivamente, as quantidades de N total acumuladas nas plantas (parte aérea e grãos) das parcelas fertilizadas e não fertilizadas. Avalia a eficiência de utilização (uso) do nutriente para a produção de grãos;
- **Eficiência aparente de recuperação (EAR):** $EAR = (N_{pf} - N_{pt}) / N_f = \text{kg de N}$ acumulado na planta kg^{-1} de N aplicado. Avalia a eficiência de absorção do nutriente pela planta;
- **Eficiência de translocação (ET):** $ET = (N_{gf} - N_{gt}) / (N_{pf} - N_{pt}) = \text{kg de N}$ acumulado no grão kg^{-1} acumulado na planta toda, em que: N_{gf} e N_{gt} representam, respectivamente, as quantidades de N acumuladas nos grãos de plantas fertilizadas e não fertilizadas. Avalia a fração do total do nutriente na planta que é translocada para os grãos.

O modelo estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, utilizando a análise de variância individual e conjunta, conforme BANZATTO & KRONKA (2006). A análise de variância conjunta foi utilizada nas duas safras em Jaboticabal (SP), somente quando os quadrados médios residuais não ultrapassaram uma relação de 7:1 (BANZATTO & KRONKA, 2006). As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. Fez-se análise de correlação linear simples entre todas as variáveis avaliadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características agronômicas

Para altura de plantas (Tabela 3), no ambiente de produção de Itápolis (em Argissolo), os tratamentos em que o N foi fornecido na sementeira e/ou cobertura (estádios V_4 a V_{12}) apresentaram plantas com maior estatura. A omissão de N ou o mesmo aplicado exclusivamente no florescimento apresentaram plantas com menores estaturas, o mesmo sendo observado quanto à altura de inserção da primeira espiga. SILVA & SILVA (2002), em Argissolo, verificaram que a aplicação de parte do N por ocasião da sementeira ou aos 25 dias após a sementeira possibilita maior crescimento das plantas e a altura de inserção da primeira espiga. No ambiente de produção de Jaboticabal (em Latossolo), as menores alturas de plantas e de inserção da primeira espiga foram observados nos tratamentos T1, T21 e T22 (Tabela 3).

SILVA et al. (2005b), avaliando quatro épocas de aplicação de N (20 dias antes da sementeira, todo o N na sementeira, 15 dias e aos 35 após a emergência), duas formas de aplicação do N (superficial a lanço em área total e incorporado na entrelinha da cultura), verificaram que a altura de planta em todos os tratamentos se correlacionou positiva e significativamente com a produtividade de grãos de milho, com valor de r de 0,87**. Os mesmos resultados podem ser observados nas Tabelas 7 e 8.

Segundo MARSCHNER (1995), em cereais, a aplicação de doses elevadas de N nos estádios iniciais de desenvolvimento (2 a 4 folhas expandidas) aumenta a produção de fitormônios promotores do crescimento e de desenvolvimento responsáveis pelos processos de divisão e expansão celular (giberilinas, auxinas e citocininas), aumentando o alongamento do caule e, conseqüentemente, a altura das plantas. De acordo com BÜLL (1993) e VARVEL et al. (1997), uma planta bem nutrida em N apresenta maior crescimento da área foliar e do sistema radicular, pois este nutriente influencia a divisão, a expansão celular e a fotossíntese, o que leva ao aumento da altura de plantas e, conseqüentemente, da altura de espiga.

Tabela 3. Altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Altura de Planta (cm) | | Altura de Inserção de espiga (cm) | | |
|--|------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------|-----------|
| | Itápolis ² 2006/2007 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 | Itápolis ² 2006/2007 | Jaboticabal ³ | |
| | | | | 2006/2007 | 2007/2008 |
| T1 (00 – 00 – 00 – 00) | 159 d | 218 b | 71 d | 127 b | 132 d |
| T2 (30 – 30 – 30 – 30) | 202 b | 228 a | 98 b | 135 a | 143 b |
| T3 (30 – 60 – 30 – 00) | 217 a | 231 a | 108 a | 141 a | 141 c |
| T4 (30 – 00 – 60 – 30) | 194 b | 226 a | 99 b | 137 a | 139 c |
| T5 (30 – 30 – 60 – 00) | 215 a | 228 a | 107 a | 135 a | 140 c |
| T6 (30 – 00 – 30 – 60) | 190 b | 226 a | 93 b | 135 a | 139 c |
| T7 (30 – 90 – 00 – 00) | 212 a | 231 a | 103 a | 139 a | 141 c |
| T8 (30 – 00 – 90 – 00) | 197 b | 227 a | 105 a | 136 a | 141 c |
| T9 30 – 00 – 00 – 90) | 170 c | 226 a | 76 d | 135 a | 143 b |
| T10 (60 – 30 – 30 – 00) | 201 b | 230 a | 100 b | 139 a | 142 c |
| T11 (60 – 30 – 00 – 30) | 181 c | 232 a | 84 c | 140 a | 145 b |
| T12 (60 – 00 – 30 – 30) | 194 b | 233 a | 95 b | 136 a | 144 b |
| T13 (60 – 60 – 00 – 00) | 197 b | 232 a | 93 b | 137 a | 149 a |
| T14 (60 – 00 – 60 – 00) | 196 b | 230 a | 96 b | 138 a | 140 c |
| T15 (60 – 00 – 00 – 60) | 175 c | 231 a | 80 c | 137 a | 141 c |
| T16 (90 – 30 – 00 – 00) | 189 b | 232 a | 89 c | 134 a | 150 a |
| T17 (90 – 00 – 30 – 00) | 189 b | 229 a | 93 b | 134 a | 142 c |
| T18 (90 – 00 – 00 – 30) | 177 c | 229 a | 79 c | 138 a | 139 c |
| T19 (120 – 00 – 00 – 00) | 182 c | 232 a | 82 c | 138 a | 149 a |
| T20 (00 – 120 – 00 – 00) | 215 a | 230 a | 108 a | 135 a | 146 b |
| T21 (00 – 00 – 120 – 00) | 204 b | 220 b | 109 a | 126 b | 137 d |
| T22 (00 – 00 – 00 – 120) | 159 d | 218 b | 71 d | 128 b | 135 d |
| Média Geral | 192 | 228 | 93 | 135 | 142 |
| Teste F (Trat.) | 18,36** | 6,30** | 13,61** | | 3,24** |
| Teste F (Ano) | - | 0,04 ^{NS} | - | | 55,14** |
| Teste F (Trat. x Ano) | - | 1,36 ^{NS} | - | | 2,00** |
| Teste F (Trat. d. Ano) | - | - | - | 3,81** | 4,66** |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | - | 2,09 | - | | 1,45 |
| CV (%) | 4,1 | 1,85 | 7,1 | 2,70 | 3,10 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 – 5 folhas expandidas; E3 = 10 – 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

Para o diâmetro do colmo, número de fileiras por espiga e número de grãos por espiga (Tabela 4), apesar dos resultados apresentarem várias opções para adubação nitrogenada no milho aos produtores, pode-se sugerir que para o ambiente de produção de Itápolis, os tratamentos T7, T13 e T20 e para o ambiente de produção de

Jaboticabal, os tratamentos T7, T13, T19 e T20 são os mais recomendados aos produtores de milho, pela sua praticidade de realização.

Tabela 4. Diâmetro de colmo, número de fileiras e de grãos por espiga do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Diâmetro de colmo (mm) | | Número fileiras por espiga | | Número grãos por espiga | |
|--|----------------------------------|--|----------------------------------|--|----------------------------------|--|
| | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 |
| T1 (00 – 00 – 00 – 00) | 16,7 c | 21,0 b | 17 b | 17 | 537 d | 562 |
| T2 (30 – 30 – 30 – 30) | 19,9 a | 23,6 a | 17 b | 16 | 661 b | 539 |
| T3 (30 – 60 – 30 – 00) | 20,0 a | 22,8 b | 18 a | 17 | 714 a | 578 |
| T4 (30 – 00 – 60 – 30) | 18,7 b | 21,9 b | 16 b | 17 | 582 d | 553 |
| T5 (30 – 30 – 60 – 00) | 20,3 a | 23,5 a | 17 b | 17 | 681 b | 584 |
| T6 (30 – 00 – 30 – 60) | 18,7 b | 22,4 b | 17 b | 17 | 645 c | 554 |
| T7 (30 – 90 – 00 – 00) | 21,0 a | 24,4 a | 18 a | 17 | 740 a | 559 |
| T8 (30 – 00 – 90 – 00) | 19,0 b | 23,0 b | 17 b | 17 | 587 d | 545 |
| T9 (30 – 00 – 00 – 90) | 17,4 c | 23,3 a | 17 b | 17 | 573 d | 558 |
| T10 (60 – 30 – 30 – 00) | 20,8 a | 24,2 a | 18 a | 17 | 651 c | 582 |
| T11 (60 – 30 – 00 – 30) | 20,5 a | 24,2 a | 17 b | 17 | 629 c | 576 |
| T12 (60 – 00 – 30 – 30) | 19,1 b | 23,5 a | 17 b | 17 | 641 c | 572 |
| T13 (60 – 60 – 00 – 00) | 19,4 a | 24,2 a | 19 a | 17 | 727 a | 585 |
| T14 (60 – 00 – 60 – 00) | 19,6 a | 23,8 a | 17 b | 17 | 628 c | 590 |
| T15 (60 – 00 – 00 – 60) | 17,6 c | 23,9 a | 17 b | 17 | 593 d | 583 |
| T16 (90 – 30 – 00 – 00) | 19,3 a | 24,4 a | 18 a | 17 | 690 b | 575 |
| T17 (90 – 00 – 30 – 00) | 18,8 b | 24,1 a | 17 b | 17 | 622 c | 574 |
| T18 (90 – 00 – 00 – 30) | 18,1 b | 24,5 a | 17 b | 17 | 614 c | 564 |
| T19 (120 – 00 – 00 – 00) | 18,4 b | 25,0 a | 17 b | 17 | 594 d | 578 |
| T20 (00 – 120 – 00 – 00) | 21,2 a | 24,3 a | 18 a | 17 | 759 a | 592 |
| T21 (00 – 00 – 120 – 00) | 19,2 a | 21,9 b | 17 b | 17 | 633 c | 570 |
| T22 (00 – 00 – 00 – 120) | 16,9 c | 22,0 b | 17 b | 16 | 539 d | 555 |
| Média Geral | 19,1 | 23,4 | 17 | 17 | 638 | 570 |
| Teste F (Trat.) | 5,90** | 6,37** | 3,66** | 1,05 ^{NS} | 8,41** | 0,97 ^{NS} |
| Teste F (Ano) | - | 361,21** | - | 3,81 ^{NS} | - | 11,34** |
| Teste F (Trat. x Ano) | - | 1,26 ^{NS} | - | 1,16 ^{NS} | - | 1,14 ^{NS} |
| Teste F (Trat. d. Ano) | - | - | - | - | - | - |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | - | 1,13 | - | 1,07 | - | 3,59 |
| CV (%) | 5,51 | 4,50 | 3,81 | 4,0 | 6,63 | 6,57 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 – 5 folhas expandidas; E3 = 10 – 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e* = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

CRUZ et al. (2008) trabalhando em Latossolo, também verificaram que todo N (120 kg ha⁻¹) aplicado aos 15 ou 30 dias após a semeadura ou parcelado nas duas

épocas não apresentaram diferenças significativas com relação ao diâmetro do colmo, que normalmente também apresenta correlação positiva com a produtividade por se tratar de um órgão de reserva da planta, como pode ser verificado nas Tabelas 7 e 8. De acordo com FANCELLI & DOURADO NETO (2000), o colmo atua como estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente, na formação dos grãos.

Para a massa de grãos por espiga, no ambiente de produção de Itápolis, os tratamentos em que o N foi omitido ou então fornecido nos estádios R₁ em doses ≥ 60 kg ha⁻¹ de N foram os que apresentaram os menores valores, quando comparados com T3, T5, T7, T16 e T20 (Tabela 5). No ambiente de produção de Jaboticabal, na safra 2006/2007 não se observou diferenças significativas entre os tratamentos, já na safra 2007/2008, o não fornecimento do nutriente interferiu negativamente nesse componente. GOMES et al. (2007), em Latossolo Vermelho, também não verificaram diferença entre as épocas de aplicação de N no peso de grãos. Provavelmente no ambiente de produção de Jaboticabal, as condições ambientais para as plantas de milho possibilitaram adequado fornecimento de N mineral contido no solo.

Com relação a massa de 1000 grãos (Tabela 5), não se verificou a influência da adubação nitrogenada no ambiente de produção de Jaboticabal, ao passo que no ambiente de produção de Itápolis, a sua omissão e o seu fornecimento exclusivamente em R₁ reduziram o peso individual dos grãos. SILVA & SILVA (2002) não verificaram efeito de tratamentos sobre o peso de 1000 grãos, apesar de observarem uma variação entre 289 g a 331 g. GOMES et al. (2007), observaram que o N aplicado exclusivamente na semeadura apresentou peso de 1000 grãos inferior ao observado com o uso de todo N em cobertura ou parcelado.

Tabela 5. Massa de grãos por espiga e de 1000 grãos do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Massa de grãos por espiga (g) | | | Massa de 1000 grãos (g) | |
|--|-------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Itápolis ² | Jaboticabal ³ | | Itápolis ² | Jaboticabal ³ |
| | 2006/2007 | 2006/2007 | 2007/2008 | 2006/2007 | 2006/2007 e 2007/2008 |
| T1 (00 – 00 – 00 – 00) | 101 e | 179 | 167 d | 336 b | 356 |
| T2 (30 – 30 – 30 – 30) | 144 b | 181 | 178 c | 389 a | 387 |
| T3 (30 – 60 – 30 – 00) | 162 a | 186 | 195 b | 394 a | 380 |
| T4 (30 – 00 – 60 – 30) | 132 c | 181 | 200 a | 379 a | 386 |
| T5 (30 – 30 – 60 – 00) | 158 a | 189 | 189 b | 377 a | 378 |
| T6 (30 – 00 – 30 – 60) | 147 b | 185 | 184 c | 375 a | 382 |
| T7 (30 – 90 – 00 – 00) | 163 a | 187 | 190 b | 401 a | 381 |
| T8 (30 – 00 – 90 – 00) | 131 c | 184 | 178 c | 387 a | 379 |
| T9 30 – 00 – 00 – 90) | 110 e | 182 | 176 c | 352 b | 381 |
| T10 (60 – 30 – 30 – 00) | 137 c | 184 | 192 b | 380 a | 384 |
| T11 (60 – 30 – 00 – 30) | 135 c | 186 | 194 b | 373 a | 382 |
| T12 (60 – 00 – 30 – 30) | 151 b | 182 | 193 b | 382 a | 372 |
| T13 (60 – 60 – 00 – 00) | 143 b | 186 | 208 a | 362 b | 389 |
| T14 (60 – 00 – 60 – 00) | 136 c | 183 | 199 a | 371 a | 380 |
| T15 (60 – 00 – 00 – 60) | 112 e | 182 | 200 a | 351 b | 379 |
| T16 (90 – 30 – 00 – 00) | 168 a | 187 | 191 b | 377 a | 389 |
| T17 (90 – 00 – 30 – 00) | 142 b | 185 | 200 a | 372 a | 388 |
| T18 (90 – 00 – 00 – 30) | 124 d | 186 | 190 b | 347 b | 393 |
| T19 (120 – 00 – 00 – 00) | 111 e | 187 | 202 a | 360 b | 397 |
| T20 (00 – 120 – 00 – 00) | 171 a | 189 | 206 a | 380 a | 392 |
| T21 (00 – 00 – 120 – 00) | 145 b | 180 | 180 c | 381 a | 370 |
| T22 (00 – 00 – 00 – 120) | 105 e | 178 | 175 c | 337 b | 378 |
| Média Geral | 138 | 184 | 190 | 371 | 382 |
| Teste F (Trat.) | 18,62** | | 1,8 ^{NS} | 3,68** | 1,64 ^{NS} |
| Teste F (Ano) | - | | 9,79** | - | 41,98** |
| Teste F (Trat. x Ano) | - | | 4,54** | - | 1,32 ^{NS} |
| Teste F (Trat. d. Ano) | - | 0,95 ^{NS} | 12,11** | - | - |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | - | | 1,04 | - | 1,50 |
| CV (%) | 6,9 | 3,47 | 3,30 | 5,0 | 5,35 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 – 5 folhas expandidas; E3 = 10 – 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

Com relação a produtividade de grãos (Tabela 6), no ambiente de produção de Itápolis, o fornecimento de N com 30-60-30, respectivamente na semeadura, em V₄-V₅ e V₁₀-V₁₂ folhas e aplicação do mesmo exclusivamente em V₄-V₅ proporcionaram os maiores valores, sendo que os tratamentos que receberam doses ≥ 60 kg ha⁻¹ de N na semeadura ou qualquer dose de N no florescimento apresentaram as menores

produtividades de grãos. SILVA & SILVA (2002), também trabalhando com épocas de aplicação de N em Argissolo verificaram que as menores produtividades de grãos foram obtidas quando se aplicou a totalidade ou a maior parte do N por ocasião da semeadura. MELGAR et al (1991), também verificaram que a menor produtividade de grãos foi obtida quando o N foi aplicado de uma só vez, por ocasião da semeadura, em doses que variaram de 40 a 120 kg ha⁻¹ de N.

De acordo com CANTARELLA (1993), embora a absorção do N pelo milho seja mais intensa dos 40 aos 60 dias após a emergência, a planta ainda absorve aproximadamente 50% do N necessário após o início do florescimento, afirmando que é provável que haja vantagens na aplicação tardia de parte do N nos casos de doses elevadas ou principalmente, em cultivos em solos arenosos ou em áreas irrigadas, o que pode ser verificado nos tratamentos T3, em Argissolo (Tabela 6).

No ambiente de produção de Jaboticabal, os tratamentos em que o N foi fornecido exclusivamente na semeadura ou em cobertura nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura do milho (V₄ a V₅) proporcionaram as maiores produtividades de grãos, quando comparados com os outros tratamentos (Tabela 6). A produtividade média foi de 6.128 e 9.132 kg ha⁻¹, nas safras 2006/2007 e 2007/2008, respectivamente.

Apesar de ter ocorrido períodos de veranico no desenvolvimento inicial do milho no ambiente de produção de Jaboticabal nas duas safras, não ocorreu déficit hídrico no período de florescimento nos experimentos conduzidos em ambiente de Jaboticabal e Itápolis (Figura 1), pois de acordo com FORNASIERI FILHO (2007), o período compreendido entre duas semanas antes e duas semanas após o florescimento, ou seja, entre os estádios V₁₅ e R₂, constitui-se na fase mais crítica do ciclo da cultura do milho à deficiência hídrica, resultando em acentuada redução na produtividade de grãos. AMADO et al. (2002) também verificou que entre as muitas variáveis que condicionam a dinâmica do N, o manejo do solo e a disponibilidade hídrica são fundamentais para altas produtividades de grãos.

Tabela 6. Produtividade de grãos e índice de colheita do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos | Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) | | Índice de Colheita (%) | | |
|------------------------------------|---|--|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Itápolis ² 2006/2007 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 | Itápolis ² 2006/2007 | Jaboticabal ³ 2006/2007 | Jaboticabal ³ 2007/2008 |
| T1 | (00 – 00 – 00 – 00) | 3453 h | 7816 d | 34 b | 40 b | 36 b |
| T2 | (30 – 30 – 30 – 30) | 7259 b | 9042 b | 46 a | 41 b | 41 a |
| T3 | (30 – 60 – 30 – 00) | 8005 a | 9438 a | 42 a | 43 a | 41 a |
| T4 | (30 – 00 – 60 – 30) | 5940 d | 8751 c | 39 b | 43 a | 38 b |
| T5 | (30 – 30 – 60 – 00) | 7432 b | 9428 a | 42 a | 41 b | 40 a |
| T6 | (30 – 00 – 30 – 60) | 6087 d | 9132 b | 40 a | 40 b | 42 a |
| T7 | (30 – 90 – 00 – 00) | 7714 b | 9521 a | 41 a | 44 a | 41 a |
| T8 | (30 – 00 – 90 – 00) | 6621 c | 9034 b | 40 a | 41 b | 42 a |
| T9 | 30 – 00 – 00 – 90) | 4286 g | 8723 c | 39 b | 41 b | 40 a |
| T10 | (60 – 30 – 30 – 00) | 7080 b | 9239 b | 43 a | 43 a | 38 b |
| T11 | (60 – 30 – 00 – 30) | 6100 d | 9246 b | 41 a | 41 b | 40 a |
| T12 | (60 – 00 – 30 – 30) | 6014 d | 9159 a | 39 b | 41b | 39 b |
| T13 | (60 – 60 – 00 – 00) | 6732 c | 9531 a | 41 a | 44 a | 38 b |
| T14 | (60 – 00 – 60 – 00) | 5945 d | 9137 b | 39 b | 43 a | 38 b |
| T15 | (60 – 00 – 00 – 60) | 5396 e | 8944 b | 41 a | 41 b | 38 b |
| T16 | (90 – 30 – 00 – 00) | 6341 d | 9729 a | 42 a | 42 a | 41 a |
| T17 | (90 – 00 – 30 – 00) | 5467 e | 9344 a | 40 a | 42 a | 40 a |
| T18 | (90 – 00 – 00 – 30) | 4734 f | 9262 b | 38 b | 42 a | 39 b |
| T19 | (120 – 00 – 00 – 00) | 4842 f | 9412 a | 40 a | 40 b | 41 a |
| T20 | (00 – 120 – 00 – 00) | 8517 a | 9687 a | 41 a | 43 a | 40 a |
| T21 | (00 – 00 – 120 – 00) | 6762 c | 8878 c | 38 b | 41 b | 39 b |
| T22 | (00 – 00 – 00 – 120) | 4083 g | 8439 c | 37 b | 41 b | 37 b |
| Média Geral | | 6128 | 9132 | 40 | 42 | 39 |
| Teste F (Trat.) | | 35,66** | 9,60** | 3,39** | 0,83 ^{NS} | |
| Teste F (Ano) | | - | 234,29** | - | 25,32** | |
| Teste F (Trat. x Ano) | | - | 1,07 ^{NS} | - | 3,36** | |
| Teste F (Trat. d. Ano) | | - | - | - | 2,17** | 3,96** |
| Relação entre maior e menor | | - | 1,43 | - | 1,32 | |
| QMresíduo | | | | | | |
| CV (%) | | 7,2 | 4,18 | 6,3 | 3,64 | 4,44 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 – 5 folhas expandidas; E3 = 10 – 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

SILVA et al. (2005b), trabalhando em Latossolo Vermelho, com doses e épocas de aplicação de N na cultura do milho em sistema plantio direto verificaram que todo N (120 kg ha⁻¹) aplicado na semeadura ou em cobertura aos 15 dias após a emergência do milho apresentaram maiores produtividades de grãos quando comparados com

aplicação aos 20 ou 35 dias após a emergência das plantas de milho, sendo assim, um indicativo de que a aplicação dos N aos 35 dias após a emergência, independentemente da forma de aplicação (superficial ou incorporado) é tardia para a realização da cobertura nitrogenada no milho em sistema plantio direto, pois a planta já definiu sua produção potencial, a qual ocorre no estágio V_4 a V_6 (FORNASIERI FILHO, 2007), ou seja, certamente houve deficiência de N para a cultura nesses estádios. GOMES et al. (2007) trabalhando em Latossolo, não verificaram diferenças entre as épocas de aplicação de N na produtividade de grãos.

Para o índice de colheita (IC) (Tabela 6), no ambiente de produção de Itápolis, os tratamentos T1, T4, T9, T12, T14, T18, T21 e T22 foram os que apresentaram menores IC, quando comparados com os outros tratamentos que apresentaram os maiores IC e não diferenciaram entre si. No ambiente de produção de Jaboticabal, apesar de ocorrerem diferenças entre os tratamentos nas duas safras, apenas os tratamentos T3, T7, T16, T17 e T20 mantiveram os maiores índices de colheita nos dois anos agrícolas.

Apesar do tratamento T7 ser o mais tradicional e utilizado pelos produtores de milho, pode-se constatar que em Latossolo Vermelho, a adubação nitrogenada aplicada exclusivamente na semeadura ou até o estágio de $V_4 - V_5$ é viável, com maiores benefícios aos produtores, pois há diminuição no consumo de combustível, desgaste do maquinário, gasto com pessoal, assim como menor trânsito de máquinas na área, minimizando os problemas de compactação do solo no sistema plantio direto. Em Argissolo, a aplicação total do N em cobertura no estágio de 4 a 5 folhas expandidas é o mais viável aos produtores de milho.

Correlacionando as características agrônômicas com a produtividade de grãos, pode-se observar que no ambiente de produção de Itápolis, as mesmas se correlacionaram significativamente e positivamente com a produtividade de grãos, de acordo com os coeficientes de correlação apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes de correlação simples (r) de Person entre características agronômicas da cultura do milho no ano agrícola 2006/2007 - Itápolis (SP).

| | AP | AIE | DC | NFE | NGE | MGE | M1000 | PROD | IC |
|-------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------------------|
| AP | - | 0,91** | 0,71** | 0,35** | 0,68** | 0,77** | 0,62** | 0,88** | 0,43** |
| AIE | - | - | 0,71** | 0,23* | 0,57** | 0,70** | 0,59** | 0,83** | 0,37** |
| DC | - | - | - | 0,41** | 0,60** | 0,61** | 0,47** | 0,75** | 0,47** |
| NFE | - | - | - | - | 0,71** | 0,44** | 0,20 ^{NS} | 0,44** | 0,18 ^{NS} |
| NGE | - | - | - | - | - | 0,79** | 0,51** | 0,71** | 0,26* |
| MGE | - | - | - | - | - | - | 0,61** | 0,76** | 0,25* |
| M1000 | - | - | - | - | - | - | - | 0,63** | 0,29** |
| PROD | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,61** |

** , * e NS = significativo a 1% de probabilidade, significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

AP = altura de planta; AIE = altura de inserção da 1ª espiga; DC = diâmetro de colmo; NFE = número de fileiras por espiga; NGE = número de grãos por espiga; MGE = massa de grãos por espiga; M1000 = Massa de 1000 grãos; PROD = produtividade de grãos; IC = índice de colheita

No ambiente de produção de Jaboticabal, as características agronômicas se correlacionaram positivamente com a produtividade de grãos nas duas safras, com exceção da altura de plantas e de inserção da 1ª espiga na safra 2006/2007 e número de fileiras e de grãos por espiga na safra 2007/2008. O índice de colheita também se correlacionou positivamente com a produtividade de grãos nas safras 2006/2007 e 2007/2008 (Tabela 8).

Por meio dos coeficientes de correlação, pode-se observar que os componentes produtivos se correlacionam positiva e significativamente com a produtividade de grãos, independentemente do ambiente de produção, concordando com resultados apresentados por CRUZ et. (2008); GOMES et al. (2007) e SILVA et al. (2005b).

Tabela 8. Coeficientes de correlação simples (r) de Person entre características agrônômicas da cultura do milho nos anos agrícolas 2006/2007 e 2007/2008 - Jaboticabal (SP).

| | AIE | DC | NFE | NGE | MGE | M1000 | PROD | IC |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Jaboticabal 2006/2007 | | | | | | | | |
| AP | 0,81 ^{**} | 0,58 ^{**} | 0,24 [*] | 0,04 ^{NS} | 0,20 ^{NS} | 0,02 ^{NS} | 0,18 ^{NS} | 0,15 ^{NS} |
| AIE | - | 0,62 ^{**} | 0,30 ^{**} | 0,18 ^{NS} | 0,17 ^{NS} | 0,28 ^{**} | 0,15 ^{NS} | 0,14 ^{NS} |
| DC | - | - | 0,14 ^{NS} | 0,04 ^{NS} | 0,19 ^{NS} | 0,23 [*] | 0,26 [*] | 0,17 ^{NS} |
| NFE | - | - | - | 0,45 ^{**} | 0,11 ^{NS} | -0,20 ^{NS} | 0,29 ^{**} | 0,14 ^{NS} |
| NGE | - | - | - | - | 0,15 ^{NS} | 0,15 ^{NS} | 0,37 ^{**} | -0,11 ^{NS} |
| MGE | - | - | - | - | - | 0,30 ^{**} | 0,40 ^{**} | 0,20 ^{NS} |
| M1000 | - | - | - | - | - | - | 0,26 [*] | 0,18 ^{NS} |
| PROD | - | - | - | - | - | - | - | 0,46 ^{**} |
| Jaboticabal 2007/2008 | | | | | | | | |
| AP | 0,58 ^{**} | 0,55 ^{**} | 0,09 ^{NS} | 0,16 ^{NS} | 0,56 ^{**} | 0,21 ^{NS} | 0,58 ^{**} | 0,15 ^{NS} |
| AIE | - | 0,40 ^{**} | 0,07 ^{NS} | 0,03 ^{NS} | 0,34 ^{**} | 0,32 ^{**} | 0,50 ^{**} | 0,25 [*] |
| DC | - | - | 0,10 ^{NS} | 0,18 ^{NS} | 0,49 ^{**} | 0,29 ^{**} | 0,53 ^{**} | 0,15 ^{NS} |
| NFE | - | - | - | 0,62 ^{**} | 0,38 ^{**} | -0,27 ^{NS} | 0,07 ^{NS} | 0,00 ^{NS} |
| NGE | - | - | - | - | 0,48 ^{**} | -0,10 ^{NS} | 0,03 ^{NS} | -0,15 ^{NS} |
| MGE | - | - | - | - | - | 0,36 ^{**} | 0,51 ^{**} | 0,04 ^{NS} |
| M1000 | - | - | - | - | - | - | 0,32 ^{**} | 0,11 ^{NS} |
| PROD | - | - | - | - | - | - | - | 0,48 ^{**} |
| IC | - | - | - | - | - | - | - | - |

^{**}, ^{*} e ^{NS} = significativo a 1% de probabilidade, significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

AP = altura de planta; AIE = altura de inserção da 1ª espiga; DC = diâmetro de colmo; NFE = número de fileiras por espiga; NGE = número de grãos por espiga; MGE = massa de grãos por espiga; M1000 = Massa de 1000 grãos; PROD = produtividade de grãos; IC = índice de colheita.

4.2. Características nutricionais das plantas

Quanto ao teor de N foliar no florescimento (Tabela 9), no ambiente de produção de Itápolis (em Argissolo), os tratamentos em que o N foi omitido ou então fornecido nos estádios R₁ em doses $\geq 30 \text{ kg ha}^{-1}$ de N foram os que apresentaram os menores valores, quando comparados com T7, T8, T14, T16, T17, T20 e T21, sendo que apenas o tratamento em que o N foi omitido ficou abaixo da faixa adequada ($27,5 \text{ a } 32,5 \text{ g kg}^{-1}$) sugerida por COELHO et al (2002). Já no ambiente de produção de Jaboticabal (em Latossolo), apesar de que na safra 2006/2007, o tratamento em que o N foi omitido e na safra 2007/2008, os tratamentos em que o N foi omitido ou todo N aplicado no estádio

R₁ apresentarem os menores teores N foliar no florescimento, verifica-se que os valores estão acima da faixa adequada sugerida por COELHO et al. (2002).

Tabela 9. Teor de N foliar no florescimento e proteína bruta no grão do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Teor N foliar no florescimento (g kg ⁻¹) | | | Teor de Proteína bruta no grão (g kg ⁻¹) | | |
|--|--|--------------------------|-----------|--|--------------------------|--------------------|
| | Itápolis ² | Jaboticabal ³ | | Itápolis ² | Jaboticabal ³ | |
| | 2006/2007 | 2006/2007 | 2007/2008 | 2006/2007 | 2006/2007 | 2007/2008 |
| T1 (00 - 00 - 00 - 00) | 24,9 d | 39,7 d | 41,0 b | 11,8 | 8,9 e | 9,9 c |
| T2 (30 - 30 - 30 - 30) | 32,5 c | 48,0 b | 45,5 a | 12,1 | 10,6 d | 11,9 b |
| T3 (30 - 60 - 30 - 00) | 38,2 b | 49,3 b | 46,0 a | 12,0 | 10,2 d | 12,1 b |
| T4 (30 - 00 - 60 - 30) | 34,4 b | 49,0 b | 45,3 a | 12,2 | 10,5 d | 12,2 b |
| T5 (30 - 30 - 60 - 00) | 38,0 b | 47,0 b | 46,5 a | 12,9 | 11,1 c | 13,1 a |
| T6 (30 - 00 - 30 - 60) | 33,8 b | 45,3 c | 45,5 a | 12,5 | 10,2 d | 11,5 b |
| T7 (30 - 90 - 00 - 00) | 41,5 a | 49,7 b | 46,0 a | 12,3 | 11,1 c | 12,5 a |
| T8 (30 - 00 - 90 - 00) | 41,3 a | 48,0 b | 47,3 a | 12,0 | 10,3 d | 11,5 b |
| T9 (30 - 00 - 00 - 90) | 35,1 b | 48,5 b | 44,6 a | 13,6 | 11,3 c | 12,6 a |
| T10 (60 - 30 - 30 - 00) | 37,8 b | 49,9 b | 45,5 a | 13,3 | 10,8 c | 13,2 a |
| T11 (60 - 30 - 00 - 30) | 36,3 b | 50,0 b | 45,5 a | 12,7 | 12,8 a | 11,6 b |
| T12 (60 - 00 - 30 - 30) | 36,6 b | 48,6 b | 45,0 a | 12,7 | 12,0 b | 11,6 b |
| T13 (60 - 60 - 00 - 00) | 37,1 b | 51,5 a | 44,8 a | 12,9 | 13,0 a | 12,0 b |
| T14 (60 - 00 - 60 - 00) | 40,7 a | 51,3 b | 47,0 a | 13,3 | 11,7 c | 12,5 a |
| T15 (60 - 00 - 00 - 60) | 37,1 b | 48,6 b | 46,0 a | 13,5 | 11,9 b | 12,7 a |
| T16 (90 - 30 - 00 - 00) | 42,6 a | 53,8 a | 48,0 a | 12,8 | 13,3 a | 12,0 b |
| T17 (90 - 00 - 30 - 00) | 41,3 a | 52,5 a | 48,5 a | 12,8 | 14,0 a | 13,5 a |
| T18 (90 - 00 - 00 - 30) | 36,7 b | 48,1 b | 47,0 a | 13,5 | 12,5 b | 13,3 a |
| T19 (120 - 00 - 00 - 00) | 36,4 b | 49,8 b | 48,8 a | 12,3 | 13,2 a | 12,8 a |
| T20 (00 - 120 - 00 - 00) | 41,3 a | 54,0 a | 48,7 a | 13,0 | 13,4 a | 12,8 a |
| T21 (00 - 00 - 120 - 00) | 39,6 a | 52,3 a | 46,1 a | 12,6 | 13,2 a | 11,7 b |
| T22 (00 - 00 - 00 - 120) | 27,5 d | 45,4 c | 41,1 b | 13,8 | 11,6 c | 11,7 b |
| Média Geral | 36,8 | 54,0 | 45,9 | 12,8 | 11,7 | 12,2 |
| Teste F (Trat.) | 8,35** | | 5,11** | 1,67 ^{NS} | | 2,52* |
| Teste F (Ano) | - | | 327,37** | - | | 4,23 ^{NS} |
| Teste F (Trat. x Ano) | - | | 1,70* | - | | 5,98** |
| Teste F (Trat. d. Ano) | - | 7,32** | 3,04** | - | 15,48** | 5,57** |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | - | | 2,50 | - | | 2,47 |
| CV (%) | 8,3 | 5,1 | 3,8 | 6,8 | 6,9 | 4,2 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 - 5 folhas expandidas; E3 = 10 - 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

No ambiente de produção de Itápolis, a viabilidade da utilização do clorofilômetro foi confirmada com a correlação positiva e significativa do teor de N foliar no florescimento x clorofilômetro em todos os estádios avaliados (3-4; 6-7; 10-11;

florescimento e uma semana após o florescimento), de acordo com os valores de r apresentados na Tabela 10. Já no ambiente de produção de Jaboticabal, a viabilidade da utilização do clorofilômetro foi confirmada com a correlação positiva e significativa do teor de N foliar no florescimento x clorofilômetro apenas nos estádios de 10-11 folhas expandidas, florescimento e uma semana após o florescimento na safra 2006/2007 e nos estádios de 10-11 folhas expandidas e florescimento na safra 2007/2008 (Tabela 11).

Tabela 10. Coeficientes de correlação simples (r) de Person entre características agronômicas, nutricionais das plantas e de eficiência de uso do N na cultura do milho, no ano agrícola 2006/2007 - Itápolis (SP).

| | PROD | NFF | PG | EA | EAF | ET | EAR |
|----------|----------------------|--------|----------------------|---------|--------------------|----------------------|---------|
| PROD | - | 0,52** | - | 0,97** | 0,52** | 0,05 ^{NS} | 0,93** |
| NFF | 0,59** | - | - | 0,39** | 0,33** | - 0,09 ^{NS} | 0,37** |
| PG | - 0,19 ^{NS} | 0,52** | - | 0,97** | 0,52** | 0,05 ^{NS} | 0,93** |
| CLOR I | 0,02 ^{NS} | 0,35** | 0,07 ^{NS} | - 0,25* | 0,03 ^{NS} | - 0,28** | - 0,23* |
| CLOR II | 0,57** | 0,44** | - 0,02 ^{NS} | 0,43** | 0,22* | - 0,19 ^{NS} | 0,47** |
| CLOR III | 0,79** | 0,47** | - 0,21 ^{NS} | 0,76** | 0,45** | 0,03 ^{NS} | 0,71** |
| CLOR IV | 0,78** | 0,53** | - 0,17 ^{NS} | 0,72** | 0,41** | - 0,02 ^{NS} | 0,68** |
| CLOR V | 0,78** | 0,50** | - 0,19 ^{NS} | 0,71** | 0,41** | - 0,02 ^{NS} | 0,67** |

** , * e NS = significativo a 1% de probabilidade, significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

PROD = produtividade de grãos; NFF = teor de N foliar no florescimento; PG = Teor proteína bruta nos grãos; CLOR I = Leitura clorofila 3-4 folhas expandidas; CLOR II = leitura clorofila 6-7 folhas expandidas, CLOR III = leitura clorofila 10-11 folhas expandidas; CLOR IV = leitura clorofila no florescimento; CLOR V = leitura clorofila uma semana após o florescimento; EA = eficiência agronômica; EAF = eficiência agrofisiológica; ET = eficiência de translocação; EAR = eficiência aparente de recuperação.

ARGENTA et al. (2001), relacionando leitura do clorofilômetro com o teor de N na folha do milho, verificaram que as leituras com o medidor portátil de clorofila relacionaram-se positivamente com teor de N foliar feito em laboratório somente nos estádios de 10-11 folhas e florescimento, não apresentando relação positiva nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, ou seja, nos estádios iniciais do desenvolvimento do milho, a leitura realizada com clorofilômetro não é muito precisa, indicando que boa parte do N absorvido nessa fase é provavelmente utilizado para produção de outras estruturas na planta e não para formação de clorofila.

Tabela 11. Coeficientes de correlação simples (r) de Person entre características agrônômicas, nutricionais das plantas e de eficiência de uso do N na cultura do milho, no ano agrícola 2006/2007 e 207/2008 - Jaboticabal (SP).

| | PROD | NFF | PG | EA | EAF | ET | EAR |
|------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Jaboticabal 2006/2007 | | | | | | | |
| PROD | - | 0,50** | - | 0,92** | 0,31** | 0,05 ^{NS} | 0,65** |
| NFF | - | - | - | 0,24* | -0,06 ^{NS} | 0,14 ^{NS} | 0,40** |
| PG | 0,41** | 0,50** | - | 0,23* | -0,50** | 0,13 ^{NS} | 0,75** |
| Clor I | 0,13 ^{NS} | 0,11 ^{NS} | -0,03 ^{NS} | -0,02 ^{NS} | 0,13 ^{NS} | -0,18 ^{NS} | -0,20 ^{NS} |
| Clor II | 0,36** | 0,13 ^{NS} | 0,09 ^{NS} | 0,29** | 0,05 ^{NS} | 0,08 ^{NS} | 0,16 ^{NS} |
| Clor III | 0,67** | 0,43** | 0,34** | 0,57** | 0,11 ^{NS} | 0,16 ^{NS} | 0,46** |
| Clor IV | 0,51** | 0,45** | 0,23* | 0,44** | 0,13 ^{NS} | 0,10 ^{NS} | 0,20 ^{NS} |
| Clor V | 0,49** | 0,26* | 0,14 ^{NS} | 0,20 ^{NS} | 0,19 ^{NS} | -0,11 ^{NS} | 0,08 ^{NS} |
| Jaboticabal 2007/2008 | | | | | | | |
| PROD | - | 0,59** | - | 0,98** | 0,56** | 0,56** | 0,73** |
| NFF | - | - | - | 0,49** | 0,13 ^{NS} | -0,01 ^{NS} | 0,53** |
| PG | 0,41** | 0,48** | - | 0,28** | 0,00 ^{NS} | 0,01 ^{NS} | 0,48** |
| Clor I | 0,03 ^{NS} | 0,10 ^{NS} | 0,12 ^{NS} | -0,05 ^{NS} | -0,26* | -0,26 ^{NS} | 0,17 ^{NS} |
| Clor II | 0,55** | 0,06 ^{NS} | 0,32** | 0,35** | 0,06 ^{NS} | -0,11 ^{NS} | 0,40** |
| Clor III | 0,45** | 0,56** | 0,47** | 0,26* | 0,12 ^{NS} | 0,02 ^{NS} | 0,46** |
| Clor IV | 0,52** | 0,52** | 0,44** | 0,33** | 0,18 ^{NS} | 0,11 ^{NS} | 0,42** |
| Clor V | 0,30** | 0,13 ^{NS} | 0,43** | 0,27* | 0,06 ^{NS} | 0,03 ^{NS} | 0,29** |

** , * e NS = significativo a 1% de probabilidade, significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

PROD = produtividade de grãos; NFF = teor de N foliar no florescimento; PG = Teor proteína bruta nos grãos; CLOR I = Leitura clorofila 3-4 folhas expandidas; CLOR II = leitura clorofila 6-7 folhas expandidas, CLOR III = leitura clorofila 10-11 folhas expandidas; CLOR IV = leitura clorofila no florescimento; CLOR V = leitura clorofila uma semana após o florescimento; EA = eficiência agrônômica; EAF = eficiência agrofisiológica; ET = eficiência de translocação; EAR = eficiência aparente de recuperação.

Segundo relatos de YAMADA & ABDALLA (2000), o nitrogênio é muito importante a partir da primeira semana após a emergência das plantas de milho. Nesta fase, o sistema radicular, ainda em desenvolvimento, já mostra considerável quantidade de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas e a adição de nitrogênio estimula ainda mais sua proliferação, com conseqüente desenvolvimento da parte aérea. DWYER et al. (1995) relataram que na fase inicial de desenvolvimento da planta de milho, grande parte do N está associado ao nitrato e não à molécula de clorofila.

Verificando os coeficientes de correlações das leituras no clorofilômetro realizadas nos estádios de 6-7 folhas expandidas; 10-11 folhas expandidas; florescimento e uma semana após o florescimento x produtividade de grãos no ambiente de produção de Itápolis, pode-se observar que os valores foram maiores do

que a correlação entre o teor de N foliar no florescimento x produtividade de grãos (Tabela 10). Já os coeficientes de correlações das leituras no clorofilômetro realizadas nos estádios de 10-11 folhas expandidas e florescimento x produtividade de grãos no ambiente de produção de Jaboticabal foram maiores do que a correlação entre o teor de N foliar no florescimento x produtividade de grãos (Tabela 11). Dessa forma, confirma-se a maior eficiência da leitura no clorofilômetro nesses estádios, quando comparado com o teor de N foliar no florescimento, realizado em laboratório.

O fato de o teor de N foliar no florescimento realizado tanto em laboratório como as leituras dos teores de clorofila correlacionar-se com a produtividade de grãos é um indicativo de que o nutriente deve ser aplicado no local, época e doses adequadas, para se obter um melhor aproveitamento e, portanto, maiores produtividades de grãos.

Os valores médios dos teores de clorofila nos estádios de 3-4 folhas expandidas; 6-7 folhas expandidas; 10-11 folhas expandidas; florescimento e uma semana após o florescimento foram os seguintes: Nos experimentos conduzidos no ambiente de produção de Jaboticabal (em Latossolo), na média das duas safras (2006/2007 e 2007/2008), os valores médios foram de 41,4; 48,4; 54,0; 58,6 e 58,1 respectivamente (Apêndice 1 e 2). Para o experimento conduzido no ambiente de produção de Itápolis (em Argissolo), os valores médios foram de 37,1; 36,2; 42,5; 45,8 e 43,1 respectivamente (Apêndice 1 e 2).

As divergências nos valores da leitura de clorofila na folha obtidos neste trabalho quando comparados com outros autores como ARGENTA et al. (2004); ARGENTA et al. (2003); ARGENTA (2001); SUNDERMAN et al. (1997); JEMISON & LYTLE (1996); PIEKIELEK & FOX (1992) nos diversos estádios de desenvolvimento do milho na mesma etapa fenológica da cultura foi devido ao tipo de folha amostrada (ARGENTA, 2001); à aplicação prévia ou não de N antes da avaliação (ARGENTA, 2001); tipo de híbrido (SUNDERMAN et al., 1997, VARVEL et al., 1997); irradiação (HOEL & SOLHAUG, 1998); local de cultivo (PIEKIELEK & FOX, 1992; SMEAL & ZHANG, 1994; WASKOM et al., 1996); ano de cultivo (SUNDERMAN et al., 1997); níveis de outros nutrientes (AL-ABBAS et al., 1974); ataque de insetos (SMEAL & ZHANG, 1994); estresse hídrico (SCHEPERS et al., 1992); temperatura do ar (DWYER et al., 1995);

estádio de desenvolvimento da cultura (SCHEPERS et al., 1992; SMEAL & ZHANG, 1994); arranjo de plantas (HASHEMI-DEZFOULI & HERBERT, 1992, BLACKMER et al., 1993); tipo, espessura e parte da folha onde é realizada a leitura (CHAPMAN & BARRETO, 1997) e aplicação de herbicidas (MAYASICH ET AL., 1990; SANTOS et al., 1999).

Tanto no ambiente de produção de Jaboticabal (em Latossolo) como o de Itápolis (em Argissolo), observa-se a falta de associação entre leitura do clorofilômetro no estágio de 3-4 folhas expandidas (estádio inicial de desenvolvimento da planta) x produtividade de grãos (Tabelas 10 e 11). ARGENTA et al. (2002), BULLOCK & ANDERSON (1998), WASKOM et al. (1996) e SMEAL & ZHANG (1994), também verificaram baixa correlação entre a leitura correspondente ao teor de clorofila na folha e produtividade de grãos nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta de milho.

Observando os dois ambientes de produção, a leitura no clorofilômetro foi o indicador que esteve mais correlacionado com a produtividade de grãos quando comparado com o teor de N foliar realizado em laboratório (Tabelas 10 e 11), sendo que esta resposta pode estar associada ao fato de as leituras efetuadas pelo clorofilômetro não serem influenciadas pelo consumo de luxo de N sob forma de nitrato (BLACKMER & SCHEPERS, 1995 e 1994). Segundo DWYER et al. (1995), quando o N é absorvido em excesso, acumula-se como nitrato. Nessa forma, o N não se associa à molécula de clorofila e, portanto, não pode ser detectado pelo medidor de clorofila.

O consumo de luxo resulta concentração de N foliar bem acima do nível adequado e influencia negativamente a correlação deste parâmetro com a produtividade de grãos. Apresenta ainda grande desvantagem de não possibilitar a correção de sua deficiência na planta no mesmo ano agrícola, devido ao tempo despendido entre a coleta e o resultado final, servindo apenas como parâmetro indicativo para os próximos cultivos (ARGENTA et al. (2002).

Com relação ao teor de proteína bruta nos grãos de milho (Tabela 9), no ambiente de produção de Itápolis, não se verificou diferença significativa entre os tratamentos. Já no ambiente de produção de Jaboticabal, o tratamento testemunha foi o que apresentou o menor teor nas duas safras agrícolas, verificando que a aplicação

total de N de 10-12 folhas ou no florescimento não influenciou, de forma geral, o aumento do teor de proteína bruta nos grãos. GOMES et al. (2007) e SILVA et al. (2005a) trabalhando com doses e épocas de aplicação de N, não observaram influência das épocas de aplicação com relação ao teor de proteína bruta nos grãos de milho. DUETE et al. (2008) trabalhando com o manejo da adubação nitrogenada e sua utilização, em Latossolo Vermelho verificaram que, exceto no tratamento testemunha, que apresentou o menor valor ($12,0 \text{ g kg}^{-1}$), e os tratamentos que receberam 135 kg ha^{-1} parcelado em três vezes ($16,2 \text{ g kg}^{-1}$), e 175 kg ha^{-1} parcelado em cinco vezes ($16,9 \text{ g kg}^{-1}$), que apresentaram maior teor, não foi observado a influência dos tratamentos nesta variável, ficando os valores em média de $14,9 \text{ g kg}^{-1}$.

Já SILVA et al. (2005c), trabalhando com adubação nitrogenada em cobertura tardia verificaram que a adubação nitrogenada nos estádios entre V_T e R_1 promove incrementos significativos no teor de proteína bruta dos grãos, quando comparado com a adubação nitrogenada realizadas durante o desenvolvimento vegetativo.

O baixo teor de proteína nos grãos foi inferior no tratamento T1 (omissão de N), pelo fato do fornecimento de N do solo, advindo principalmente da decomposição da matéria orgânica, não ser suficiente à nutrição da planta. Esse fato pode ter ocorrido devido ao sistema plantio direto ainda não estar consolidado nos dois ambientes de produção estudados, fazendo com que a concentração de N nos grãos, associada à produtividade de grãos, não se assemelhar aos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada, pois de acordo com MARSCHNER (1995), o nitrogênio amoniacal absorvido pelas plantas combina com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais. Por ocasião da fase de enchimento de grãos estas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos.

4.3. Características relacionadas a eficiência de uso do N

Quanto a eficiência agrônômica de uso do N (Tabela 12), no ambiente de produção de Itápolis (em Argissolo), o tratamento que recebeu todo N (120 kg ha^{-1}) no

estádio entre quatro a cinco folhas expandidas apresentou maior eficiência, ou seja, maior produção de grãos por kilograma de N aplicado. Já no ambiente de produção de Jaboticabal (em Latossolo), os tratamentos que receberam $\geq 60 \text{ kg ha}^{-1}$ de N entre a semeadura e o estágio de 4-5 folhas expandidas apresentaram maior eficiência, comparado aos demais tratamentos.

RAMBO et al. (2007) em Argissolo, utilizando doses de N entre 100 a 130 kg ha^{-1} , verificaram valores de eficiência agrônômica de uso do N que variaram de 39,2 a 50,8 kg de grão por kg de N aplicado no experimento I. No experimento II, também em Argissolo, utilizando doses de N de 130 kg ha^{-1} , verificaram valores de Eficiência agrônômica de uso do N que variaram de 40,9 a 48,9 kg de grão por kg de N aplicado, resultados semelhantes ao encontrado no presente trabalho, quando todo N (120 kg ha^{-1}) foi aplicado no estágio de 4-5 folhas expandidas (Tabela 13).

Para a eficiência agrofisiológica (Tabela 12), no ambiente de produção de Itápolis, vários tratamentos apresentaram a maior produção de fitomassa por kilograma de N aplicado, podendo ser verificado o parcelamento com doses $\geq 90 \text{ kg ha}^{-1}$ no florescimento é ineficaz para aumentar a produção de fitomassa e conseqüentemente na produtividade de grãos.

No ambiente de produção de Jaboticabal, na safra 2006/2007, não verificou-se diferença estatística entre os tratamentos para eficiência agrofisiológica. Na safra 2007/2008, vários tratamentos apresentaram maior produção de fitomassa por kilograma de N aplicado. COELHO et al. (1987) em Latossolo constataram que a aplicação integral de N na semeadura proporcionou maior ganho de matéria seca de milho por kilograma de N aplicado em comparação com a aplicação em cobertura.

FERNANDES et al. (1999), em Latossolo verificaram que as plantas de milho foram mais eficientes na utilização do N, quando cultivadas sob sistema plantio direto, sendo esta maior eficiência verificada na dose de 60 kg ha^{-1} de N.

Tabela 12. Eficiência agrônômica de uso do N e eficiência agrofisiológica do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos | Eficiência Agrônômica de uso do N (kg de grãos produzido kg ⁻¹ de N aplicado) | | Eficiência Agrofisiológica (kg de grãos produzido kg ⁻¹ de N total acumulado em toda planta) | | |
|--|---|-----------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| | Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | | Itápolis ² | Jaboticabal ³ | |
| | 2006/2007 | 2006/2007 e 2007/2008 | 2006/2007 | 2006/2007 e 2007/2008 | |
| T1 | (00 - 00 - 00 - 00) | - | - | - | - |
| T2 | (30 - 30 - 30 - 30) | 31,7 c | 10,22 b | 36,3 a | 19,5 17,2 b |
| T3 | (30 - 60 - 30 - 00) | 37,9 b | 13,52 a | 37,5 a | 21,7 18,0 b |
| T4 | (30 - 00 - 60 - 30) | 20,7 e | 7,79 b | 34,4 a | 22,9 16,1 b |
| T5 | (30 - 30 - 60 - 00) | 33,2 c | 13,43 a | 33,1 a | 18,3 17,2 b |
| T6 | (30 - 00 - 30 - 60) | 22,0 e | 10,97 b | 33,1 a | 32,3 23,6 a |
| T7 | (30 - 90 - 00 - 00) | 35,5 b | 14,20 a | 34,6 a | 18,3 19,1 a |
| T8 | (30 - 00 - 90 - 00) | 26,4 d | 10,15 b | 37,2 a | 15,4 23,3 a |
| T9 | 30 - 00 - 00 - 90) | 6,9 h | 7,56 b | 20,0 b | 8,1 15,8 b |
| T10 | (60 - 30 - 30 - 00) | 30,2 c | 11,86 a | 24,5 b | 18,3 14,6 b |
| T11 | (60 - 30 - 00 - 30) | 22,1 e | 11,92 a | 33,0 a | 12,4 23,1 a |
| T12 | (60 - 00 - 30 - 30) | 21,3 e | 11,19 b | 33,8 a | 13,7 23,7 a |
| T13 | (60 - 60 - 00 - 00) | 27,3 d | 14,29 a | 31,6 a | 14,4 20,6 a |
| T14 | (60 - 00 - 60 - 00) | 20,8 e | 11,0 b | 30,8 a | 16,2 15,3 b |
| T15 | (60 - 00 - 00 - 60) | 16,2 f | 9,40 b | 27,0 b | 14,2 15,4 b |
| T16 | (90 - 30 - 00 - 00) | 24,1 e | 15,94 a | 32,4 a | 11,9 22,8 a |
| T17 | (90 - 00 - 30 - 00) | 16,8 f | 12,73 a | 31,1 a | 10,8 16,0 b |
| T18 | (90 - 00 - 00 - 30) | 10,7 g | 12,05 a | 24,8 b | 13,4 15,8 b |
| T19 | (120 - 00 - 00 - 00) | 11,6 g | 13,30 a | 29,6 b | 12,0 17,4 b |
| T20 | (00 - 120 - 00 - 00) | 42,2 a | 15,59 a | 32,4 a | 13,2 19,3 a |
| T21 | (00 - 00 - 120 - 00) | 27,6 d | 8,85 b | 35,0 a | 8,5 20,5 a |
| T22 | (00 - 00 - 00 - 120) | 6,1 h | 5,84 b | 28,0 b | 11,8 13,7 b |
| Média Geral | | 23,4 | 11,5 | 31,4 | 15,6 18,5 |
| Teste F (Trat.) | | 29,20** | 4,90** | 1,98* | 1,0 ^{NS} 3,35** |
| Teste F (Ano) | | - | 12,82** | - | - |
| Teste F (Trat. x Ano) | | - | 1,13 ^{NS} | - | - |
| Teste F (Trat. d. Ano) | | - | - | - | - |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | | - | 1,31 | - | 9,47 |
| CV (%) | | 15,6 | 28,0 | 20,2 | 70,7 19,4 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 - 5 folhas expandidas; E3 = 10 - 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

Em relação a eficiência aparente de recuperação apresentados na Tabela 13; no ambiente de produção de Itápolis, apenas o tratamento que recebeu todo o N (120 kg ha⁻¹) no estádio entre estádio V₄-V₅ apresentou maior eficiência. Já no ambiente de

produção de Jaboticabal, vários dos tratamentos se destacaram quanto a eficiência tanto na safra 2006/2007, como na safra 2007/2008.

FERNANDES et al. (1999), em Latossolo verificaram que a maior eficiência aparente de recuperação do N aplicado foi observada no sistema plantio direto na dose de 60 kg ha⁻¹, em que 52% do N aplicado foi recuperado pela planta, enquanto que a dose de 240 kg ha⁻¹, a recuperação foi de apenas 12%. COELHO et al. (1992) e RAIJ (1991) relataram que a baixa recuperação aparente de N aplicado referente às doses mais elevadas de N enfatiza a importância de ajustar as aplicações de fertilizantes para o mais próximo possível da quantidade requerida pela cultura. Através dos dados da eficiência aparente de recuperação apresentados na Tabela 13, pode-se salientar que as épocas de aplicação do N e o ambiente de produção influenciam diferentemente neste parâmetro, com variação de 26% a 87% em Argissolo. Já em Latossolo a variação vai de 44% a 86% na safra 2006/2007 e de 40% a 78% de recuperação do N aplicado na safra 2007/2008.

Os tratamentos para eficiência de translocação não se diferenciaram estatisticamente nos dois ambientes de produção, como pode ser verificado na Tabela 13, ou seja, entre 65% a 79% do N estavam presentes nos grãos em Argissolo e entre 60 a 77% do N estavam presentes nos grãos em Latossolo, isso para cada quilograma de N presente na planta. SILVA et al. (2006) trabalhando em Latossolo verificaram que em média, 64% do N alocou-se nos grãos e 36% no restante da parte aérea do milho, evidenciando que o maior dreno de N na planta são os grãos, e que grande quantidade de N das partes vegetativas foi translocado para eles, passando a fazer parte de aminoácidos e proteínas (Ta & Weiland, 1992). Distribuição semelhante a essa, entre o grão e o restante da parte aérea da planta, também foi observada por DUETE et al. (2008) e LARA CABEZAS et al. (2000).

Tabela 13. Eficiência aparente de recuperação e eficiência de translocação do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos | Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Eficiência Aparente de Recuperação (Kg de N na planta kg ⁻¹ de N aplicado) | | | Eficiência de Translocação (Kg de N no grão kg ⁻¹ de N em toda planta) | | |
|---------------------------------------|---|--|-----------|--------------------------|--|------------------------------------|--|
| | | Itápolis ² | | Jaboticabal ³ | | Itápolis ² 2006/2007 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 |
| | | 2006/2007 | 2006/2007 | 2006/2007 | 2006/2007 | | |
| T1 | (00 - 00 - 00 - 00) | - | - | - | - | - | |
| T2 | (30 - 30 - 30 - 30) | 0,65 c | 0,54 d | 0,61 b | 0,72 | 0,66 | |
| T3 | (30 - 60 - 30 - 00) | 0,76 b | 0,66 c | 0,72 a | 0,73 | 0,60 | |
| T4 | (30 - 00 - 60 - 30) | 0,50 d | 0,44 d | 0,57 b | 0,70 | 0,71 | |
| T5 | (30 - 30 - 60 - 00) | 0,76 b | 0,65 c | 0,73 a | 0,73 | 0,67 | |
| T6 | (30 - 00 - 30 - 60) | 0,47 d | 0,45 d | 0,62 b | 0,71 | 0,73 | |
| T7 | (30 - 90 - 00 - 00) | 0,77 b | 0,71 b | 0,75 a | 0,71 | 0,67 | |
| T8 | (30 - 00 - 90 - 00) | 0,46 d | 0,46 d | 0,54 b | 0,73 | 0,65 | |
| T9 | 30 - 00 - 00 - 90) | 0,31 e | 0,43 d | 0,58 b | 0,71 | 0,72 | |
| T10 | (60 - 30 - 30 - 00) | 0,74 b | 0,64 c | 0,78 a | 0,74 | 0,68 | |
| T11 | (60 - 30 - 00 - 30) | 0,47 d | 0,74 b | 0,58 b | 0,74 | 0,73 | |
| T12 | (60 - 00 - 30 - 30) | 0,48 d | 0,60 c | 0,53 b | 0,74 | 0,75 | |
| T13 | (60 - 60 - 00 - 00) | 0,67 c | 0,84 a | 0,57 b | 0,70 | 0,73 | |
| T14 | (60 - 00 - 60 - 00) | 0,47 d | 0,63 c | 0,59 b | 0,75 | 0,72 | |
| T15 | (60 - 00 - 00 - 60) | 0,48 d | 0,66 c | 0,56 b | 0,74 | 0,74 | |
| T16 | (90 - 30 - 00 - 00) | 0,67 c | 0,84 a | 0,76 a | 0,69 | 0,71 | |
| T17 | (90 - 00 - 30 - 00) | 0,46 d | 0,84 a | 0,78 a | 0,69 | 0,77 | |
| T18 | (90 - 00 - 00 - 30) | 0,33 e | 0,73 b | 0,73 a | 0,72 | 0,74 | |
| T19 | (120 - 00 - 00 - 00) | 0,37 e | 0,85 a | 0,73 a | 0,65 | 0,74 | |
| T20 | (00 - 120 - 00 - 00) | 0,87 a | 0,86 a | 0,77 a | 0,71 | 0,72 | |
| T21 | (00 - 00 - 120 - 00) | 0,65 c | 0,72 b | 0,56 b | 0,75 | 0,75 | |
| T22 | (00 - 00 - 00 - 120) | 0,26 e | 0,51 d | 0,40 c | 0,79 | 0,74 | |
| Média Geral | | 0,55 | 0,66 | 0,64 | 0,72 | 0,71 | |
| Teste F (Trat.) | | 21,8** | | 4,09** | 1,0 ^{NS} | 1,61 ^{NS} | |
| Teste F (Ano) | | - | | 2,90 ^{NS} | - | 0,00 ^{NS} | |
| Teste F (Trat. x Ano) | | - | | 3,08** | - | 1,17 ^{NS} | |
| Teste F (Trat. d. Ano) | | - | 10,72** | 4,95** | - | - | |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | | | | 1,43 | - | 5,77 | |
| CV (%) | | 15,7 | 18,6 | 16,9 | 7,58 | 11,31 | |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 - 5 folhas expandidas; E3 = 10 - 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

Observa-se que as correlações no ambiente de Itápolis (em Argissolo), entre produtividade de grãos x eficiência agrônômica, eficiência agrofisiológica e eficiência aparente de recuperação (Tabela 10) foram significativas e positivas, com exceção da

eficiência de translocação, que não foi significativa. Verifica-se também que as correlações entre leitura de clorofila no estágio V_{10} - V_{11} , florescimento e uma semana após o florescimento x eficiência agrônômica, eficiência agrofisiológica e eficiência aparente de recuperação foram maiores do que as correlações entre o teor de N no florescimento x eficiência agrônômica, eficiência agrofisiológica e eficiência aparente de recuperação, confirmando a viabilidade do clorofilômetro para avaliar o estado nutricional das plantas de milho em relação ao teor de N foliar realizado em laboratório.

No ambiente de produção de Jaboticabal (em Latossolo), as correlações entre produtividade de grãos x eficiência agrônômica, eficiência agrofisiológica, eficiência aparente de recuperação e eficiência de translocação foram positivas e significativas (Tabela 11). Verifica-se também que as correlações entre leitura de clorofila no estágio V_{10} - V_{11} e florescimento x eficiência agrônômica e eficiência aparente de recuperação ficaram com valores menores do que as correlações entre o teor de N no florescimento x eficiência agrônômica e eficiência aparente de recuperação. No entanto, há viabilidade do clorofilômetro para avaliar o estado nutricional das plantas de milho em relação ao teor de N foliar realizado em laboratório.

5. CONCLUSÕES

1. As características agrônômicas, nutricionais e de eficiência de uso do N são influenciadas pelas épocas de aplicação de N e pelo ambiente, porém a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N nos estádios de V_4 - V_5 é superior em relação as demais, proporcionando também maior eficiência agrônômica de uso do N;
2. Em ambiente de produção de Itápolis, as maiores produtividades são decorrência da aplicação parcelada de N na semeadura, no estágio V_4 - V_5 e V_{10} - V_{12} (30-60-30), ou pela aplicação total de N no estágio V_4 - V_5 ;
3. Em ambiente de produção de Jaboticabal, as maiores produtividades são promovidas pelo parcelamento do N, como também pela aplicação total do N na semeadura e no estágio V_4 - V_5 ;

4. A estimativa do teor de clorofila para diferenciar tratamentos de adubação nitrogenada deve ser feita no estágio V₁₀-V₁₁ do milho;
5. O estudo de correlação é viável para o estudo da adubação nitrogenada no milho e serve como uma ferramenta para as demais observações.

6. REFERÊNCIAS

AL-ABBAS, A. H.; BARR, R. ; HALL, J. D. ; CRANE, F. L.; BAUMGARDNER, M. F. Spectra of normal and nutrient-deficient maize leaves. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, n.1, p.16-20, 1974.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em água de poços. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.32, n.2, p.160-165, 1998.

ALVES, V. M. C.; PARENTONI, S. N.; VASCONCELLOS, C. A.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, C. C. M. Cinética de absorção de fósforo e crescimento do sistema radicular de genótipos de milho contrastantes para eficiência de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p.85-92, 2002.

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

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.467-473, 2005.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1379-1387, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n.1, p.109-119, 2003.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de plantas como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.4, p.519-527, 2002.

ARGENTA, G. **Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho**. 2001. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. ; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.13, n.2, p.158-167, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. & STEFANI, G. F. Relação entre teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, Uberlândia, 2000. **Resumos...** Uberlândia, ABMS, 2000. p.197.

BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E. **Nutrição e adubação do milho**. Sete lagoas. EMBRAPA/CNPMS, 1983. 44p. (EMBRAPA/CNPMS, Documentos, 3).

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2006. 237 p.

BÄNZIGER, M.; BETRÁN, F. J.; LAFITTE, H. R. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. **Crop Science**, Madison, v.37, n.4, p.1103-1109, 1997.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura no solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.905-915, 2000.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, Leipzig, v.8, n.1, p.56-60, 1995.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.9/10, p.1791-1800, 1994.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter readings in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.24, n.17/18, p.2507-2516, 1993.

BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation associated with

sugarcane and rice: contributions and prospects for improvement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.174, n. 1/2, p.195-209, 1995.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.2, p.361-366, 2002.

BÜLL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: Büll, L. T.; Cantarella, H., (ed.). *Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-146.

BULLOCK, D. G.; ANDERSON, D. S. Evaluation of the Minolta SPAD 502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.21, n.4, p.741-755, 1998.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Brasília, 365p., 1992.

BREDEMEIER, C. **Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia**. 1999. 101f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (eds.). **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Potafos, 1993. p.147-169.

CARLONE, M. R.; RUSSEL, W. A. Response to plant densities and nitrogen levels four maize cultivars from different eras for breeding. **Crop Science**, Madison, v.27, n.2, p.465-470, 1987.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2007. 11p. (Circular Técnica, 96).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C. **Cultivo do milho: diagnose foliar do Estado Nutricional da Planta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2002. 5p. (Comunicado Técnico, 45).

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

COELHO, A. M. **Balço de nitrogênio (^{15}N) na cultura do milho (*Zea Mays* L.) em um Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado**. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987. 142p. (Tese de Mestrado).

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

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

DUARTE, J. O. Importância econômica. EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1. Disponível em:

<<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>>. Acesso em: 06 jun. 2006.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (^{15}N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.1 , p. 161-171, 2008.

DWYER, L. M., ANDERSON, A. M., MA, B. L. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.75, n.1, p.179-182, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSSO, 1999. 412p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Nitrogen use efficiency in lowland rice genotypes. **Communication Soil Science Plant Analysis**, New York, v.32, n.13/14, p. 2079-2089, 2001.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de trigo: algumas considerações para o setor**, 2003, 23p. Disponível em: <www.conab.gov.br/download/cas/especiais/trigo-SEMENTE.pdf>. Acesso em: 8 set. 2003.

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

FERNANDES, L. A.; VASCONCELLOS, C. A.; FURTINI NETO, A. E.; ROSCOE, R.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e

matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1691-1698, 1999.

FERNANDÉZ, J. E.; MURILLO, J. M.; MORENO, F.; CABRERA, F.; FERNANDÉZ-BOY, E. Reducing fertilization for maize in southwest Spain. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.29, n.19/20, p.2829-2840, 1998.

FERRAZ JUNIOR, A. S. L.; SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Eficiência de uso de nitrogênio para produção de grão e proteína por cultivares de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.435-442, 1997.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GUADÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistema de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.

FREIRE, F. M.; VASCONCELLOS, C. A.; FRANÇA, G. E. Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.49-62, 2001.

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; CASTRO, J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, n.2, p.229-234, 1995.

GOURLEY, C. J. P.; ALLAN, D. L.; RUSSELLE, M. P. Plant nutrient efficiency: A comparison of definitions and suggested improvement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.158, n.1, p.29-37, 1994.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n. 5, p.931-938, 2007.

JEMISON, J. M.; LYTLE, D. E. Field evaluation of two nitrogen testing methods in maize. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.9, n.1, p.106-113, 1996.

HASHEMI-DEZFOULI, A.; HERBERT, S. J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.4, p.574-551, 1992.

HOEL, B. O.; SOLHAUG, K. A. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Annals of Botany**, Oxford, v.82, n.3, p.389-392, 1998.

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

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.363-376, 2000.

MACHADO, C. T. T.; FURLANI, A. M. C.; MACHADO, A. T. Índices de eficiência de variedades locais e melhoradas de milho ao fósforo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p. 225-238, 2001.

MAJEROWICZ, E. J. PEREIRA, J. M. S.; MEDICE, L. O.; BISON, O.; PEREIRA, M. B.; SANTOS JÚNIOR, U. M. Estudo da eficiência de uso de nitrogênio em variedades

locais e melhoradas de milho. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.2, p.129-136, 2002.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego, Academic Press, 1995. 889p.

MAYASICH, J. M.; MAYASICH, S. A.; REBEILZ, C. A. Response of corn (*Zea mays*), soybean (*Glicine max*), and several weed species to dark-applied photodynamic herbicide modulators. **Weed Science**, Champaign, v.38, n.1, p.10-15, 1990.

MELGAR, R. J.; SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. Aplicação de fertilizantes nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, n.2, p.289-296, 1991.

MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A. Analysis and interpretation of factors with contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.3, p.562-564, 1982.

MURILI, B. I.; PAULSEN, G. M. Improvement of nitrogen use efficiency and its relationship to other traits in maize. **Maydica**, Rome, v.26, n.1, p.63, 1981.

NEUMANN, M.; SNDINI, I. E.; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSERA, E. R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n. 3, p.418-427, 2005.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: Legenda expandida. Campinas. Instituto Agrônômico, 1999. 64p.

PARENTONI, S. N.; ALVES, V. M. C.; VASCONCELOS, C. A. Seleção de milho para tolerância a solos ácidos: técnicas e critérios para diferenciação de cultivares. In: DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. (Coord.). **Fatores bióticos e abióticos em cultivares de milho e estratificação ambiental**: Avaliação IAC/CATI/EMPRESAS – 1999/2000. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000, p.11-18 (Série Pesquisa APTA, Boletim Científico, 5).

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H.; TOTH, J. D.; MACNEAL, K. E. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate N sufficiency. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.3, p.403-408, 1995.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.1, p.59-65, 1992.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1015-1020, 2004.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Recomendações de adubação e calagem para milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 1997. p.56-59 (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van. Nitrogênio. In: RAIJ, B. van. (Ed.). **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.163-179.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, B1).

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; SANGOI, L.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Monitoramento do nitrogênio na planta e no solo para predição da adubação nitrogenada em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.407-417, 2007.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetro de plantas para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1637-1645, 2004.

RAUN, W. R.; JOHNSON, G. V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, Madison, v.91, n.3, p.357-363, 1999.

ROESCH, L. F.; CAMARGO, F.; SELBACH, P.; SÁ, E. S.; PASSAGLIA, L. Identificação de cultivares de milho eficientes na absorção de nitrogênio e na associação com bactérias diazotróficas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.924-927, 2005.

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

SANT'ANNA, A.; FERRAZ, J. V.; SILVA, M. L. S. **Agrianual 2009**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2009. p. 385-406.

SANTOS, D. M. M.; PITELLI, R. A.; BANZATTO, D. A. Efeito de herbicidas nos teores de clorofilas de *Spirodela punctata*. **Planta Daninha**, Londrina, v.17, n.2, p.175-182, 1999.

SCHADCHINA, T. M.; DMITRIEVA, V. V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.18, n.6, p.1427-1437, 1995.

SCHERER, E. E. Avaliação de fontes e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho no sistema de plantio direto. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 14, n.1, p.48-53, 2001.

SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M.; BELOW, F. E. Comparisons of corn leaf nitrogen and chlorophyll meter readings. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.23, n.17/20, p.2173-2187, 1992.

SCHEPERS, J. S.; MORAVEK, M. G.; ALBERTS, E. E.; FRANK, K. D. Maize production impacts on ground water quality. **Journal Environment Quality**, Madison, v.20, n.1, p.12-16, 1991.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.66, n.1, p.151-164, 2000.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.3, p.249-254, 1985.

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

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3, p.353-362, 2005a.

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

SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; COVER, R. P. S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L.; SILVA, A. A. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005c.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. Efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no rendimento de grãos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1057-1064, 2002.

SIMS, A. L.; SCHEPERS, J. S.; OLSON, R. A.; POWER, J. F. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-till and conventional till: tillage and surface-residue variables. **Agronomy Journal**, Madison, v.90, n.5, p.630-637, 1998.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. Communications in. **Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n. 9/10, p.1495-1503, 1994.

SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; SOBRINHO, T. A.; FEDATTO, E.; ZANON, G. D.; HASEGAWA, E. K. B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.1 ,p.55-62, 2003.

SUNDERMAN, H. D.; PONTUS, J. S. LAWLESS, J. R. Variability in leaf chlorophyll concentration among full-fertilized corn hybrids. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.28, n.19, p.1793-1803, 1997.

TA, C. T.; WEILAND, R. T. Nitrogen partitioning in maize during ear development. **Crop Science**, Madison, v.32, n.2, p.443-451, 1992.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. E. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.91, p.1-5, 2000.

VARVEL, G. E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for inseason correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meter. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.4, p.1233-1239, 1997.

WASKOM, R. M.; WESTFALL, D. G.; SPELLMAN, D. E.; SOLTANPOUR, P. N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.27, n.3, p.545-560, 1996.

ZOU, C.; LI, J.; LI, Z.; ZHANG, F.; TONG, Y.; CHEN, X.; HOV, L.; WANG, X. Photosynthate distribution in wheat varieties differing in phosphorus efficiency. **Communication of Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.33, n.19/20, p.3767-3777, 2002.

7. APÊNDICE

Apêndice 1. Estimativa do teor de clorofila 3-4, 6-7 e 10-11 folhas expandidas do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Teor de clorofila 3-4 folhas | | Teor de clorofila 6-7 folhas | | | Teor de clorofila 10-11 folhas | |
|--|----------------------------------|--|----------------------------------|--|--------|-----------------------------------|--|
| | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 2007/2008 | | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 |
| | T1 (00 – 00 – 00 – 00) | 30,0 c | 41,3 | 30,7 c | 40,9 b | 48,9 b | 35,1 e |
| T2 (30 – 30 – 30 – 30) | 37,0 b | 40,4 | 37,3 a | 46,0 a | 50,6 b | 46,9 b | 54,1 b |
| T3 (30 – 60 – 30 – 00) | 37,7 b | 41,8 | 39,1 a | 45,2 a | 53,3 a | 50,4 a | 55,8 a |
| T4 (30 – 00 – 60 – 30) | 35,1 b | 42,2 | 34,3 b | 43,6 a | 51,8 a | 44,4 b | 52,8 b |
| T5 (30 – 30 – 60 – 00) | 36,8 b | 41,3 | 38,2 a | 46,2 a | 52,6 a | 48,7 a | 53,8 b |
| T6 (30 – 00 – 30 – 60) | 36,2 b | 40,6 | 34,4 b | 44,5 a | 50,5 b | 43,5 b | 53,1 b |
| T7 (30 – 90 – 00 – 00) | 36,5 b | 41,8 | 38,0 a | 44,7 a | 53,4 a | 46,4 b | 55,3 a |
| T8 (30 – 00 – 90 – 00) | 37,1 b | 41,1 | 34,1 b | 44,9 a | 52,5 a | 48,8 a | 52,9 b |
| T9 (30 – 00 – 00 – 90) | 38,0 b | 41,1 | 33,7 b | 45,7 a | 51,3 a | 34,2 e | 53,1 b |
| T10 (60 – 30 – 30 – 00) | 36,3 b | 41,5 | 38,4 a | 47,0 a | 53,2 a | 45,2 b | 55,4 a |
| T11 (60 – 30 – 00 – 30) | 39,2 a | 41,1 | 38,0 a | 46,2 a | 53,9 a | 44,0 b | 54,5 b |
| T12 (60 – 00 – 30 – 30) | 39,6 a | 40,9 | 38,0 a | 46,3 a | 52,8 a | 45,9 b | 54,2 b |
| T13 (60 – 60 – 00 – 00) | 39,2 a | 42,2 | 39,0 a | 47,2 a | 54,0 a | 44,3 b | 57,1 a |
| T14 (60 – 00 – 60 – 00) | 40,9 a | 42,1 | 35,2 b | 46,4 a | 52,7 a | 45,3 b | 53,9 b |
| T15 (60 – 00 – 00 – 60) | 40,3 a | 42,2 | 35,4 b | 46,7 a | 53,1 a | 36,9 d | 54,6 b |
| T16 (90 – 30 – 00 – 00) | 40,7 a | 41,8 | 39,2 a | 46,2 a | 53,1 a | 40,5 c | 55,7 a |
| T17 (90 – 00 – 30 – 00) | 38,8 a | 42,1 | 36,3 a | 45,2 a | 51,8 a | 43,9 b | 54,5 b |
| T18 (90 – 00 – 00 – 30) | 41,4 a | 41,5 | 37,3 a | 44,8 a | 51,7 a | 34,8 e | 55,6 a |
| T19 (120 – 00 – 00 – 00) | 41,2 a | 41,0 | 36,3 a | 45,6 a | 52,5 a | 37,3 d | 55,8 a |
| T20 (00 – 120 – 00 – 00) | 31,4 c | 41,1 | 39,7 a | 40,4 b | 52,2 a | 49,1 a | 55,2 a |
| T21 (00 – 00 – 120 – 00) | 32,5 c | 41,3 | 31,9 c | 39,2 b | 48,7 b | 35,5 e | 50,9 c |
| T22 (00 – 00 – 00 – 120) | 30,6 c | 41,3 | 31,4 c | 40,0 b | 49,9 b | 33,6 e | 49,9 c |
| Média Geral | 37,1 | 41,4 | 36,2 | 44,7 | 52,0 | 43,2 | 54 |
| Teste F (Trat.) | 13,92** | 1,37 ^{NS} | 8,07** | | 5,13** | 22,27** | 7,97** |
| Teste F (Trat. x Ano) | - | 0,91 ^{NS} | - | | 2,04** | - | 1,32 ^{NS} |
| Teste F (Trat. d. Ano) | - | - | - | 9,02** | 3,51** | - | - |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | - | 3,02 | - | | 1,39 | - | 1,79 |
| CV (%) | 4,9 | 3,1 | 5,2 | 3,2 | 3,3 | 5,5 | 3,2 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 – 5 folhas expandidas; E3 = 10 – 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 2. Estimativa do teor de clorofila no florescimento e uma semana após o florescimento do milho híbrido simples DKB 390, em função das épocas de aplicação de nitrogênio. Itápolis (SP) e Jaboticabal (SP). Safras 2006/2007 e 2007/2008.

| Tratamentos | Doses de N (kg ha ⁻¹) (E1 - E2 - E3 - E4) ¹ | Teor de clorofila Florescimento | | Teor de clorofila uma semana após florescimento | |
|--|---|----------------------------------|---|---|---|
| | | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 | Itápolis ² 2006/07 | Jaboticabal ³ 2006/2007 e 2007/2008 |
| T1 | (00 - 00 - 00 - 00) | 36,0 f | 54,8 | 33,0 d | 53,7 c |
| T2 | (30 - 30 - 30 - 30) | 47,2 d | 58,9 | 44,4 b | 58,1 a |
| T3 | (30 - 60 - 30 - 00) | 50,9 c | 60,0 | 47,9 a | 59,0 a |
| T4 | (30 - 00 - 60 - 30) | 50,2 c | 58,0 | 46,1 b | 57,5 a |
| T5 | (30 - 30 - 60 - 00) | 52,6 b | 59,3 | 50,4 a | 58,9 a |
| T6 | (30 - 00 - 30 - 60) | 43,0 e | 57,8 | 44,2 b | 58,3 a |
| T7 | (30 - 90 - 00 - 00) | 49,2 c | 59,3 | 46,3 b | 58,4 a |
| T8 | (30 - 00 - 90 - 00) | 53,9 b | 59,8 | 46,4 b | 59,3 a |
| T9 | 30 - 00 - 00 - 90) | 37,3 f | 58,3 | 38,1 c | 56,4 b |
| T10 | (60 - 30 - 30 - 00) | 47,4 d | 58,7 | 45,3 b | 60,0 a |
| T11 | (60 - 30 - 00 - 30) | 41,2 e | 58,2 | 39,8 c | 57,5 a |
| T12 | (60 - 00 - 30 - 30) | 45,3 d | 58,5 | 43,8 b | 58,2 a |
| T13 | (60 - 60 - 00 - 00) | 45,9 d | 60,5 | 41,9 b | 59,1 a |
| T14 | (60 - 00 - 60 - 00) | 47,6 d | 58,1 | 42,2 b | 58,7 a |
| T15 | (60 - 00 - 00 - 60) | 39,9 e | 58,2 | 35,4 d | 58,4 a |
| T16 | (90 - 30 - 00 - 00) | 44,2 e | 59,5 | 43,0 b | 58,4 a |
| T17 | (90 - 00 - 30 - 00) | 47,1 d | 59,3 | 45,8 b | 59,5 a |
| T18 | (90 - 00 - 00 - 30) | 38,2 f | 59,0 | 37,0 c | 58,4 a |
| T19 | (120 - 00 - 00 - 00) | 42,3 e | 59,2 | 38,6 c | 58,3 a |
| T20 | (00 - 120 - 00 - 00) | 54,9 b | 59,2 | 53,3 a | 57,8 a |
| T21 | (00 - 00 - 120 - 00) | 57,1 a | 58,7 | 50,8 a | 57,9 a |
| T22 | (00 - 00 - 00 - 120) | 35,2 f | 55,9 | 35,2 d | 55,9 b |
| Média Geral | | 45,8 | 58,6 | 43,1 | 58,1 |
| Teste F (Trat.) | | 34,61** | 2,47** | 18,75** | 3,82** |
| Teste F (Trat. x Ano) | | - | 1,52 ^{NS} | - | 1,52 ^{NS} |
| Teste F (Trat. d. Ano) | | - | - | - | - |
| Relação entre maior e menor QMresíduo | | - | 2,78 | - | 2,39 |
| CV (%) | | 4,6 | 3,0 | 5,7 | 2,8 |

¹ E1 = semeadura; E2 = 4 - 5 folhas expandidas; E3 = 10 - 12 folhas expandidas; E4 = florescimento.

² Itápolis = Argissolo, ³ Jaboticabal = Latossolo.

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

** e * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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