



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO MILHO SAFRINHA NO
CERRADO EM FUNÇÃO DE NITROGÊNIO, COBRE, MANGANÊS E FUNGICIDA.**

FABIANO ANDREI BENDER DA CRUZ
Engenheiro Agrônomo, M.Sc.

Orientador: Dr. SALATIÉR BUZETTI

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia –
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira - SP
Dezembro de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

C957p

Cruz, Fabiano Andrei Bender da.

Produtividade e componentes de produção do milho safrinha no cerrado em função de nitrogênio, cobre, manganês e fungicida / Fabiano Andrei Bender da Cruz. – Ilha Solteira : [s.n.], 2009

123 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2009

Orientador: Salatiér Buzetti

1. Milho safrinha. 2. Adubação foliar. 3. Pulverização. 4. Macronutrientes. 5. Micronutrientes.




UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

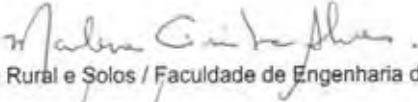
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

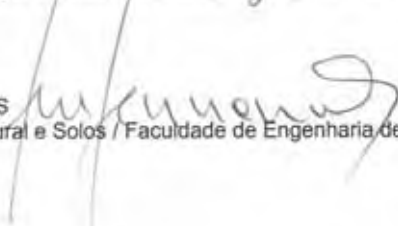
TÍTULO: Produtividade e componentes de produção do milho safrinha no cerrado em função de nitrogênio, cobre, manganês e fungicida

AUTOR: FABIANO ANDREI BENDER DA CRUZ
ORIENTADOR: Prof. Dr. SALATIER BUZETTI


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. MARLENE CRISTINA ALVES 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. FRANCISCO MAXIMINO FERNANDES 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. EDSON CABRAL DA SILVA
Departamento de Divisão de Produtividade Agroindustrial e Alimentos / Centro de Energia Nuclear Na Agricultura - USP


Prof. Dr. WILLIAM NATALE
Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 18 de dezembro de 2009.

Em especial **DEDICO**,

**à minha esposa Alexsandra, pela
compreensão e pelo incentivo
à realização deste trabalho.**

OFEREÇO,

aos meus pais Olavo (in memoriam) e Lilian

aos meus irmãos Luciane e Júnior (in memoriam)

ao meu orientador, Prof. Dr. Salatiér, pela oportunidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Salatiér Buzetti, pelos valiosos ensinamentos durante a orientação.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, pela formação e oportunidade em concluir o doutoramento em Agronomia.

Ao Prof. Dr. Antônio Luiz Fancelli da Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, pelo apoio e ensinamentos.

Aos mantenedores da Fundação de Apoio à Pesquisa de Chapadão pela oportunidade de prestação de serviços como pesquisador responsável pelo setor de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, bem como pela disponibilização da área para instalação do experimento em 2007.

Ao produtor rural Sr. Narciso A. Berndt, pela disponibilização da área para instalação do experimento em 2008.

Ao amigo Edir Gilberto Nischak, Técnico em Agropecuária e aluno do Curso de Licenciatura em Biologia (UFMS), pelo apoio na realização de várias etapas do projeto.

Ao colega Rafael Andrade, Engenheiro Agrônomo, pelo apoio na realização de avaliações.

Aos Engenheiros Agrônomos e Mestres em Fitopatologia Paulino José Melo Andrade e Donita F.A. Andrade, pelo apoio e orientação na realização das avaliações de doenças na cultura do milho.

A todos aqueles que, embora não mencionados, sabem que contribuíram em alguma etapa da minha vida.

PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO MILHO SAFRINHA NO CERRADO EM FUNÇÃO DE NITROGÊNIO, COBRE, MANGANÊS E FUNGICIDA.

Autor: FABIANO ANDREI BENDER DA CRUZ

Orientador: Prof. Dr. Salatiér Buzetti

RESUMO

Apesar de o milho apresentar um elevado potencial produtivo, vários fatores influenciam sua produtividade. Assim, objetivou-se avaliar alguns dos componentes de produção e a produtividade da cultura em função da adubação nitrogenada via solo e da aplicação de fungicida, cobre e manganês via foliar na cultura do milho. Os experimentos, com quatro repetições, em blocos casualizados e arranjo fatorial 2x2x2x2 (dois níveis de N, fungicida, cobre e manganês), foi conduzido em Chapadão do Sul - MS, em solo de textura argilosa, nos anos 2007 e 2008. A altura de plantas no florescimento e o número de fileiras de grãos por espiga não foram influenciados pelos tratamentos em ambos os anos de estudo. Para a adubação nitrogenada, houve efeito significativo para os componentes de produção avaliados, sendo o diâmetro de colmo aumentado em 2008 e o diâmetro de espiga e a massa de 100 grãos aumentados em ambos os anos. As doses de nitrogênio aumentaram os teores foliares deste elemento em 2007 e não influenciaram a severidade de doenças em ambos os anos. O uso de fungicida aumentou os teores foliares de nitrogênio, diminuiu a severidade de doenças e aumentou a produtividade em 2007 e 2008, apesar da inexistência de correlação significativa entre severidade e produtividade. A pulverização com sulfato de cobre e sulfato de manganês não influenciou os teores foliares destes elementos, os componentes de produção, exceto para a aplicação de cobre associado ao manganês na ausência de fungicida e na dose de 40 kg ha⁻¹ de N em 2008. Houve efeito depressivo no comprimento de espiga, sem, contudo afetar a produtividade da cultura do milho safrinha e, a aplicação de manganês que aumentou o diâmetro de espiga em 2008. A produtividade de grãos de milho foi incrementada pelo uso de fungicida em ambos os anos e pela adubação nitrogenada no ano de 2008.

Palavras-chave: Zea mayz; macronutriente; micronutrientes; pulverização foliar.

YIELD AND YIELD COMPONENTS OF THE CORN GROWN IN NO SEASON SAVANNAH SOIL AS A FUNCTION OF NITROGEN, COPPER, MANGANESE AND FUNGICIDE.

Author: FABIANO ANDREI BENDER DA CRUZ

Adviser: Prof. Dr. Salatiér Buzetti

SUMMARY

Although corn has a high productive potential, several factors influence its productivity. Therefore, the aim was to evaluate some of the components of production and crop yield as a function of nitrogen in the soil and the fungicide, copper and manganese foliar application on corn. The experiment with four replications in randomized blocks and factorial 2x2x2x2 (two levels of N, fungicide, copper and manganese), was conducted in Chapadão do Sul - MS in clayey soil in the years 2007 and 2008. Plant height at flowering and the lines number per ear were not affected by treatments in both years of study. For nitrogen, there was a significant effect on yield components evaluated, and the stem diameter increased in 2008, ear diameter and the mass of one hundred grains increased in both years. The doses of nitrogen increased the leaf contents of this element in 2007 and did not influence disease severity in both years. The use of fungicide increased the concentration of leaf nitrogen, decreased the severity of disease and increased productivity in 2007 and 2008, despite the lack of significant correlation between severity and yield. Spraying with copper sulphate and manganese chelate did not influence the leaf content of these elements, as well a yield components, except for the application of copper associated with manganese in the absence of fungicide at 40 kg ha⁻¹ N in 2008. There was a restrictive effect on ear length, but without affecting the yield of corn grown in no season, and the application of manganese increased the diameter of the ear in 2008. The grain yield of corn was increased by the use of fungicide in both years and fertilization in the year 2008.

Keywords: Zea mayz, macronutrients, micronutrients, foliar spray.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista geral do experimento I (Faz. Campo Bom, 2007).	44
Figura 2. Vista geral do experimento II (Faz. Rancho Ideal; 2008).	44
Figura 3. Valores das precipitações pluviiais (mm) ocorridas no período da emergência à colheita do milho (2007).	47
Figura 4. Valores das precipitações pluviiais (mm) ocorridas no período da emergência à colheita do milho (2008).	48
Figura 5. Produtividade de grãos de milho para o híbrido P30K75 (2007).	84
Figura 6. Precipitação pluvial durante o ciclo da cultura (2007).	86
Figura 7. Produtividade de grãos de milho para o híbrido DAS 2B710 (2008).	90
Figura 8. Precipitação pluvial durante o ciclo da cultura (2008).	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Caracterização química e granulométrica do solo na profundidade de 0 a 0,2 m nos dois locais (Faz. Campo Bom, 2007 e Faz. Rancho Ideal, 2008) estudados. Chapadão do Sul, MS. _____ 43

TABELA 2. Níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês utilizados como tratamentos. _____ 45

TABELA 3. Valores de F e médias de altura de plantas no florescimento, diâmetro de colmo no diâmetro de colmo no florescimento e comprimento de espigas da cultura do milho em diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 54

TABELA 4. Médias dos desdobramentos de manganês dentro de nitrogênio-cobre-fungicida para comprimento de espigas. Chapadão do Sul, MS (2008). _____ 56

TABELA 5. Valores de F e médias de número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga da cultura do milho em diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 58

TABELA 6. Médias dos desdobramentos de manganês dentro de cobre-fungicida-nitrogênio para número de grãos por fileira. Chapadão do Sul, MS (2008). _____ 59

TABELA 7. Valores de F e médias de diâmetro de espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho em diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 61

TABELA 8. Médias dos desdobramentos de cobre dentro de fungicida para o diâmetro de espiga. Chapadão do Sul, MS (2007). _____ 62

TABELA 9. Médias dos desdobramentos de nitrogênio dentro de manganês-fungicida para massa de 100 grãos. Chapadão do Sul, MS (2008). _____ 63

TABELA 10. Valores de F e médias de teores de nitrogênio, fósforo e potássio em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 65

TABELA 11. Médias do desdobramento de fungicida dentro de nitrogênio para teores foliares de nitrogênio. Chapadão do Sul, MS (2008). _____ 66

TABELA 12. Médias do desdobramento de manganês dentro de nitrogênio-fungicida para teores foliares de potássio. Chapadão do Sul, MS (2008). _____ 67

TABELA 13. Valores de F e médias de teores de cálcio, magnésio e enxofre em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 68

TABELA 14. Médias do desdobramento de cobre dentro de nitrogênio para os teores foliares de cálcio. Chapadão do Sul, MS, (2007). _____ 69

TABELA 15. Médias dos desdobramentos de manganês dentro de nitrogênio-fungicida para teores foliares de cálcio. Chapadão do Sul, MS. (2007). _____ 69

TABELA 16. Valores de F e médias de teores de boro, cobre e ferro em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 72

TABELA 17. Valores de F e médias de teores de manganês e zinco em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008. _____ 73

TABELA 18. Médias do desdobramento de fungicida dentro de nitrogênio para teores foliares de zinco. Chapadão do Sul, MS. (2008). _____ 74

TABELA 19. Valores de F e médias de severidade de Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) nas folhas abaixo da espigae da espiga sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007. _____ 77

TABELA 20. Médias dos desdobramentos de fungicida dentro de cobre-manganês-nitrogênio para severidade de Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) nas folhas abaixo da espiga. Chapadão do Sul, MS, 2007. _____ 79

TABELA 21. Médias dos desdobramentos de fungicida dentro de cobre-manganês-nitrogênio para severidade de Cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) nas folhas da espiga. Chapadão do Sul, MS, 2007. _____ 79

TABELA 22. Valores de F e médias de severidade de Mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*) nas folhas abaixo da espiga, da espiga e acima da espiga sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2008. _____ 81

TABELA 23. Médias dos desdobramentos de fungicida dentro de manganês-nitrogênio para de severidade de Mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*) nas folhas abaixo da espiga. Chapadão do Sul, MS, 2007. _____ 82

TABELA 24. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis e nível de significância associado ao teste t (2007). _____ 93

TABELA 25. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis e nível de significância associado ao teste t (2008). _____ 94

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Milho safrinha	15
2.2 Nitrogênio	16
2.3 Micronutrientes	24
2.4 Nutrição foliar	28
2.5 Relação da nutrição de plantas com doenças	29
2.6 Controle químico de doenças na cultura de milho	35
3. MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1 Caracterização dos locais dos experimentos	42
3.2 Delineamento experimental e Tratamentos	45
3.3 Variáveis analisadas	48
3.3.1 Altura de plantas no florescimento (APF, m)	48
3.3.2 Diâmetro de colmo no florescimento (DCF, mm)	48
3.3.3 Comprimento de espiga (CE, cm)	49
3.3.4 Número de fileiras de grãos (NFG)	49
3.3.5 Número de grãos por fileira (NGF)	49
3.3.6 Número de grãos por espiga (NGE)	50
3.3.7 Diâmetro de espiga (DE, mm)	50
3.3.8 Massa de 100 grãos (M100, g)	50
3.3.9 Produtividade (PROD, kg ha ⁻¹)	51
3.3.10 Estado nutricional	51
3.3.11 Estado fitossanitário	51
3.3.12 Análise dos dados	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Componentes de produção	53
4.2 Estado nutricional	64
4.3 Severidade de doenças	75
4.4 Produtividade	84
4.5 Correlações	93
5. CONCLUSÕES	95
6. REFERÊNCIAS	96

1. INTRODUÇÃO

A implantação da lavoura de milho safrinha é realizada exclusivamente em sistema de semeadura direta, imediatamente após a colheita da soja, de fevereiro a meados de março, diminuindo os riscos de perdas de lavouras pela falta de chuva e baixas temperaturas que ocorrem em junho e julho. A maioria dos agricultores utiliza três híbridos ou mais por safra, com predominância de híbridos simples em solos mais argilosos.

Quando o milho "safrinha" começou a ser cultivado em grande escala, muitos agricultores não investiam em adubação. Posteriormente, os resultados de uma série de ensaios mostraram respostas consistentes à adubação e bons retornos econômicos com a prática.

O milho safrinha é cultivado preferencialmente em solos férteis e de textura argilosa, com o emprego de baixas doses de fertilizantes. Quando a opção de semeadura for para solos arenosos e/ou de baixa fertilidade, os problemas de nutrição mineral das plantas podem se agravar.

Na cultura do milho o nitrogênio é o elemento absorvido em maior quantidade, o qual desempenha papel fundamental na manutenção da atividade metabólica da folha e dos grãos, sendo seus efeitos significativos observados na produtividade, conteúdo de proteínas, massa de grãos e conteúdo de óleo e amido, sendo a resposta de produtividade influenciada pelo ano, doses, regime de chuva e sistema de cultivo. Embora existam relatos de resposta do milho safrinha à adubação

nitrogenada de cobertura, ocorrem perdas, especialmente quando a fonte utilizada é a uréia e a aplicação é realizada em época em que a ocorrência de chuvas é irregular, e sobre restos de cultura.

O fornecimento de nutrientes através da pulverização é uma potencial estratégia de fertilização das plantas, visando melhorar o estado nutricional da lavoura ou controlar doenças, através da aplicação de produtos ditos multifuncionais. Muitas vantagens advindas do fornecimento dos micronutrientes não são observadas, às vezes, por aumentos de produtividade, mas na qualidade do produto colhido, na sanidade das plantas e na resistência às doenças.

O cobre e o manganês estão envolvidos em inúmeros processos fisiológicos tais como fotossintético e respiratório, como cofatores ou como parte do grupo prostético de muitas enzimas chave envolvidas em diferentes vias metabólicas. Os mecanismos bioquímicos de defesa vegetal podem ser ativados por nutrientes, podendo-se citar o uso de boro, cobre, manganês e fósforo.

No milho safrinha, há maior predisposição das plantas a doenças e a utilização de fungicidas incrementando a produtividade é mais uma ferramenta importante no manejo integrado de doenças da cultura do milho.

Essa modalidade de cultivo tem sido viável economicamente para o produtor, mas há carência de resultados experimentais sobre doses de N, uso de micronutrientes via foliar, assim como doses, épocas e número de aplicações de fungicida.

Neste sentido, estes experimentos foram conduzidos na região de Chapadão do Sul, MS, com o objetivo de determinar os componentes de produção e a produtividade de milho pela aplicação de nitrogênio no sulco de semeadura e em cobertura, e de cobre, manganês e fungicida foliar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Milho safrinha

A semeadura do milho no Brasil ocorre em duas épocas: a primeira, em outubro/novembro, e a segunda, em fevereiro, ou também denominada, “safrinha”. A safrinha de milho começou a ser praticada pelos agricultores com o objetivo de se ter mais uma opção de cultivo para o período de inverno, atingindo em alguns anos, 20% da safra total do país (PONCIANO; SOUZA; REZENDE, 2003).

O milho safrinha é cultivado preferencialmente em solos férteis e de textura argilosa com o emprego de baixas doses de fertilizantes, agravando assim o estresse mineral das plantas (MAGALHÃES et al., 2007). Diferentes fatores de manejo da cultura tais como híbridos adequados, nutrição de plantas, controle de plantas invasoras e população ótima de plantas são importantes para atingir a produtividade de grãos de milho desejada (SUBEDI; MA, 2009).

Em termos de utilização de fatores de produção, estimativas com dados da Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB (2006) mostram que, na safra de verão, a maior parte dos gastos dos produtores de milho (42%) se dá na aquisição

de fertilizantes e, em segundo lugar, defensivos (20%). Na safra de inverno, a concentração dos gastos ocorre com os mesmos insumos, porém há um gasto maior com defensivos (23,8%).

De acordo com Cantarella e Duarte (1995) quando o milho "safrinha" começou a ser cultivado em grande escala, no início dos anos 90, muitos agricultores não investiam em adubação. Posteriormente, os resultados de pesquisa mostraram respostas consistentes à adubação e bons retornos econômicos com a prática.

Nesta época de cultivo, o potencial de produtividade é menor, o ciclo da cultura é geralmente maior e os riscos podem aumentar em virtude das menores precipitações e temperaturas. Para proporcionar condições adequadas para as plantas expressarem seu potencial produtivo e repor os nutrientes exportados pela cultura, a recomendação de fertilizantes é diretamente proporcional ao nível de produtividade das lavouras. Logo, a quantidade de fertilizantes é relativamente baixa na safrinha comparada à safra de verão (CANTARELLA; DUARTE, 1995).

2.2 Nitrogênio

A maioria das plantas obtém o nitrogênio diretamente do ambiente via absorção de amônio ou nitrato pelas raízes (WILLIAMS; MILLER, 2001), e para as leguminosas, também via fixação simbiótica de N (LEA; AZEVEDO, 2006; LEA et al., 2007), sendo o amônio a fonte inorgânica preferida por muitas plantas (BLOOM, 1997). A disponibilidade de amônio do solo geralmente apresenta menor variação temporal e espacial do que a de outras formas de nitrogênio, particularmente, nitrato (EPSTEIN, 2005).

O nitrato e o amônio são as principais fontes inorgânicas de nitrogênio absorvidas pelas raízes das plantas (MARSCHNER, 1995), devendo o nitrato absorvido primeiramente ser convertido em amônia via ação da redutase do nitrato e redutase do nitrito antes de poder ocorrer a biossíntese de aminoácidos (LEA; AZEVEDO, 2006). Em plantas superiores, a principal rota para a biossíntese de aminoácidos é a via sintetase-glutamina-glutamato sintase, a qual converte amônia em glutamina. Eventualmente, uma gama de aminoácidos e amidas é formada, incluindo glutamina, glutamato, asparagina e aspartato, os quais representam a principal molécula de transporte de N em plantas superiores (LAM et al., 1996).

Dependendo da espécie de planta, a redução do nitrato acontece nas raízes, na parte aérea ou em ambas (MARSCHNER, 1995; CAMARGOS et al., 2006). A maior parte do amônio tem que ser incorporado em compostos orgânicos nas raízes e as células das plantas rapidamente convertem amônio gerado da assimilação de nitrato ou fotorrespiração em aminoácidos, evitando toxicidade de amônio (EPSTEIN, 2005), enquanto que o nitrato é prontamente móvel no xilema e também pode ser armazenados no vacúolo das células das raízes, pontos de crescimento e órgãos de armazenamento (MARSCHNER, 1995). Se o amônio ou nitrato é melhor como fonte exclusiva de nitrogênio para o crescimento e produtividade da planta, depende de muitos fatores.

As espécies diferem na sua dependência relativa em amônio e nitrato como fonte de nitrogênio (BLOOM, 1997), e no seu balanço entre assimilação de nitrato na parte aérea e raízes. Com poucas exceções, as maiores taxas de crescimento são obtidas com o suprimento de ambas as formas de nitrogênio, sendo a ótima proporção fortemente dependente da concentração total fornecida (XU et al., 1992).

No milho, o nitrogênio é absorvido em grandes quantidades, e conseqüentemente a forma dominante na qual este é suprido terá influência marcante no balanço cátion-ânion na planta. Quando $N-NH_4$ é absorvido, a absorção de outros cátions, tais como potássio, cálcio e magnésio, será diminuída. Opostamente, a absorção de ânions, em particular do fósforo, será favorecida (MENGEL, 1968 citado por ARNON, 1974, p. 100). A proporção relativa de nitrogênio absorvida pela planta de milho na forma nítrica e amoniacal, depende da idade da planta. Plantas jovens absorvem $N-NH_4^+$ mais rapidamente que $N-NO_3^-$, enquanto plantas mais velhas absorvem a maior parte do nitrogênio na forma nítrica a qual pode normalmente contabilizar mais de 90% do total de N absorvido (COÏC, 1964 citado por ARNON, 1974, p. 100).

Para o milho, o amônio é a fonte preferencial de nitrogênio para sustentar a divisão celular no meristema radicular, pois os tecidos são limitados na disponibilidade de carboidratos e a assimilação de amônio consome menos energia que a de nitrato (EPSTEIN; BLOOM, 2005). Todavia, como o alongamento celular depende da absorção e do acúmulo de potássio, cloro e nitrato, elementos estes que determinam o aumento da pressão osmótica dentro da célula (LARCHER, 2004), conclui-se que a disponibilidade adequada de nitrogênio (incluindo leguminosas) no início da vida das plantas, associada ao equilíbrio entre as formas de N, amoniacal e nítrica, constituem-se em requisitos básicos para o crescimento e funcionamento do sistema radicular.

Conforme Bellow (2000) citado por Fancelli (2009), o emprego de formas amoniacais de nitrogênio (nitrato de amônio ou sulfato de amônio) comparado com o uso exclusivo de uréia proporcionou o aumento de produtividade da cultura de milho, principalmente por contribuir para o incremento da taxa de fertilização de óvulos,

culminando no maior número de grãos por espiga. Tal diferença pode ser explicada pelo gasto energético de assimilação e metabolismo do nitrogênio em plantas de milho, em seu estágio inicial de desenvolvimento. É notório que a assimilação de nutrientes geralmente necessita de grandes quantidades de energia para a conversão dos compostos inorgânicos de baixa energia em compostos de alta energia. Assim, conforme relatado por Bloom (1997), a redução do nitrato para nitrito e este em amônio, requer a transferência de dez elétrons e responde por, aproximadamente, 25% do total de energia consumida pelas raízes e parte aérea.

Dependendo da espécie de planta, estágio de desenvolvimento, e órgão o conteúdo de nitrogênio necessário para o ótimo crescimento varia entre 2% e 5% do peso seco da planta. Quando o suprimento é subótimo, o crescimento é retardado; o nitrogênio é mobilizado das folhas maduras e retranslocado para pontos de crescimento (MARSCHNER, 1995). Como componente quantitativo da fitomassa, o nitrogênio ocupa a quarta posição, após o C, O e H (LARCHER, 2004). Entre o abastecimento de nitrogênio e o aumento de biomassa há uma estreita relação, que pode ser expressa através da eficiência do uso do nitrogênio na produção. A energia e a estrutura molecular para a incorporação do nitrogênio são supridas pelo metabolismo dos carboidratos, o qual, por sua vez, depende da fotossíntese. Fechando um ciclo de interdependência metabólica, a fotossíntese depende de compostos contendo nitrogênio. Dessa forma, o crescimento em massa da planta é limitado, sobretudo, pela oferta de nitrogênio. Sob um suprimento pobre em nitrogênio, o carboidrato excedente é estocado na forma de amido e substâncias graxas ou desviado para a síntese de lignina. Sob grave deficiência de nitrogênio, a planta apresenta um menor porte, as células assumem um menor tamanho em seus tecidos e as paredes celulares tornam-se espessas, além disso, geralmente, o

processo reprodutivo e a senescência são antecipados (LARCHER, 2004). A assimilação de nitrogênio e enxofre é bem coordenada, com a deficiência de um elemento reprimindo o caminho assimilatório para o outro (EPSTEIN, 2005).

Na cultura do milho o nitrogênio e o potássio são os elementos absorvidos em maiores quantidades, porém, o manejo da adubação nitrogenada exige mais cuidados devido às inúmeras reações e ao complexo ciclo desse nutriente no solo (CANTARELLA; MARCELINO, 2008), aliado ao fato de ser, geralmente, dentre os nutrientes, o de obtenção mais cara, sendo necessário o consumo energético de 16800 kcal para a obtenção de um kg deste elemento (MALAVOLTA, 1981).

Dentre os macronutrientes para a cultura do milho, Ferreira (1997) relata que o nitrogênio é considerado um dos elementos fundamentais para obtenção de aumento na produtividade, uma vez que apresenta suma importância no metabolismo das plantas, participando de acordo com Epstein (2005), como constituinte de todos os aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucléicos, nucleotídeos, poliaminas, e diversos outros tipos de entidades metabólicas.

O nitrogênio desempenha papel fundamental na manutenção da atividade metabólica da folha (fonte de fotoassimilados), como também na dos grãos (principal dreno de fotoassimilados) que, em conjunto determinam o estabelecimento, a formação inicial e o ritmo do enchimento dos grãos (BELOW et al., 1981). A perda de área foliar afeta os componentes do rendimento em decorrência das alterações provocadas na atividade fisiológica (fonte-demanda) das plantas, refletindo finalmente na produtividade da cultura (MOURA, 1999).

O acúmulo de matéria seca do milho se processa de forma contínua até a maturidade dos grãos, ocorrendo período de acumulação mais intensa imediatamente antes do florescimento; o acúmulo entre a emergência e o

florescimento fica em torno de 40 a 50% do total. Para a maioria dos genótipos, a taxa de absorção do N é mais acentuada em período anterior ao florescimento (60 a 70%), e para alguns genótipos modernos, podem ocorrer dois picos de absorção, um antes do florescimento, no estágio de 12 a 18 folhas, e outro durante o enchimento dos grãos. Os híbridos modernos acumulam mais N durante o enchimento dos grãos do que os antigos, com menor remobilização do colmo para as espigas (CANTARELLA; DUARTE, 2005).

A taxa inicial de demanda por nitrogênio e a atividade das raízes aumentam com o aumento da temperatura, e por essa razão o melhor desempenho inicial de plantas de milho cultivadas em regiões e épocas quentes tem sido obtidos com o uso de 40 a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na semeadura (FANCELLI, 2009).

Von Pinho et al. (2009) observaram comportamento linear no acúmulo de nitrogênio ao longo do ciclo do híbrido P30F33, sendo que para cada dia após a emergência, o acúmulo de N na matéria seca aumentou 2,62 kg ha⁻¹. Nos estádios iniciais, há um pequeno acúmulo de N com um incremento significativo ocorrendo aos 44 dias e um acúmulo crescente e linear até os estádios finais de desenvolvimento, quando é obtido o valor máximo de 327,6 kg ha⁻¹.

Uma vez que o milho completa o seu crescimento vegetativo, antes do florescimento, área foliar suficiente antes do enchimento de grãos é necessária para maximizar a interceptação de luz e a produção de grãos. Na fase de grãos leitosos - R2 – (RITCHIE et al., 1997), cerca de 75% da absorção de N total na cultura do milho ocorreu, e o conteúdo de clorofila em torno desta fase é altamente correlacionado com a concentração de N (SCHEPERS et al., 1992) e o rendimento de grãos (SCHARF et al., 2006).

Além de ser o nutriente mais requerido na produção de milho (MA; DWYER, 1998), o nitrogênio tem efeitos consistentes e significantes nessa cultura, provocando aumento na produtividade (MIAO et al., 2006; SUBEDI; MA, 2009), conteúdo de proteínas (MIAO et al., 2006), massa de grãos (ZHANG et al., 1993) e diminuição no conteúdo de óleo e amido (MIAO et al., 2006). Assim, o estresse por falta de nitrogênio pode limitar o desenvolvimento e a manutenção da área foliar, juntamente com a eficiência fotossintética da mesma (MUCHOW, 1988), sendo a resposta de produtividade de grãos de milho ao nitrogênio influenciada por regime de chuva e sistema de cultivo (COULTER; NAFZIGER, 2008).

Em contrapartida, quantidades excessivas de nitrogênio estimulam a síntese de proteínas a tal ponto que o volume de carboidratos é usado na formação de aminoácidos e proteínas e a formação de tecidos resistentes é insuficiente. Isto resulta em tecidos fracos e esponjosos, predispondo as plantas de milho a reduzir sua resistência às doenças e condições climáticas adversas (JACOB Von UEXKÜL, 1963 citado por ARNON, 1974, p 100).

O milho safrinha tem sido viável economicamente para o produtor, e tornou-se importante nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, mas há carência de resultados experimentais em relação à dose de N a ser adicionada na semeadura e em cobertura (CASAGRANDE; FORNASIERI FILHO, 2002), tendo sido usual a recomendação de doses inferiores à adotada para a época normal de cultivo, em consequência, principalmente, da baixa resposta da planta nessas condições, bem como do fato de a semeadura ser realizada, na maioria das vezes, após a soja (SHIOGA et al., 2004).

A resposta à adubação nitrogenada é dependente do ano, das doses e do sistema de cultivo (HALVORSON et al., 2006). Com o preparo do solo, menos

fertilizante N é necessário para maximizar a produtividade de grãos de milho do que com plantio direto (EVANYLO, 1990; HALVORSON et al., 2001). Contudo, embora existam relatos de resposta do milho de segunda safra à adubação nitrogenada de cobertura (MAR et al., 2003), perdas que ocorrem, principalmente, por volatilização podem reduzir a eficiência da adubação nitrogenada, especialmente quando a fonte utilizada é a uréia e a aplicação é realizada em época em que a ocorrência de chuvas é irregular, como é o caso do cultivo de segunda safra, na região Centro-Oeste. Além disso, a aplicação sobre a palhada ou superfície do solo (SOUSA e LOBATO, 2004), como muitas vezes acontece no sistema de semeadura direta, pode reduzir a eficiência da adubação.

Cantarella e Duarte (2005) citam que em condições marginais de cultivo, a adubação nitrogenada de cobertura pode aumentar a produtividade do milho safrinha, mas os retornos econômicos são baixos, sendo recomendados 30 kg ha^{-1} de N em cobertura na presença de 10 a 16 kg ha^{-1} de N, no sulco de semeadura.

Torres et al. (2007), estudando doses de até 120 kg ha^{-1} de N, obtiveram maior produtividade com o uso de 80 kg ha^{-1} de N sem diferença significativa para a dose de 120 kg ha^{-1} , enquanto que Ranno e Broch (2007) não obtiveram resposta do milho safrinha cultivado em solos de alta fertilidade à adubação nitrogenada em cobertura (45 kg ha^{-1} de N) com fornecimento 24 a 48 kg ha^{-1} de N no sulco de semeadura, independentemente da fonte utilizada.

Kappes et al. (2009), estudando o efeito de 70 kg ha^{-1} de N em diferentes épocas de aplicação e fontes, verificaram que a produtividade de grãos de milho safrinha em sucessão à soja proporcionaram incrementos de produtividade. Tais resultados mostraram que a produtividade do milho, mesmo quando semeado em sucessão à soja, pode ser aumentada com a adubação nitrogenada em cobertura.

Em vista do crescente cultivo de soja no país e da necessidade de se minimizar o custo de produção, beneficiar-se do N residual da soja pode propiciar economia de fertilizante, quando o milho é cultivado em sucessão (SOUSA; LOBATO, 2004).

2.3 Micronutrientes

A maior parte dos micronutrientes é componente de uma substância chave no metabolismo das plantas, ou essencial ao funcionamento de um sistema enzimático. Então, embora as quantidades de micronutrientes necessárias para o crescimento normal da planta sejam extremamente pequenas, quando comparadas aos macronutrientes, a deficiência de um micronutriente pode perturbar os processos vitais das plantas (ARNON, 1974).

Quando ocorrem deficiências, uma quantidade muito pequena de determinada fonte contendo o micronutriente pode ser suficiente para restabelecer o crescimento normal da planta; contudo, aplicação excessiva de certos micronutrientes pode ser mais perigosa à planta do que a deficiência. Para vários dos micronutrientes, tais como ferro, manganês, cobre e zinco, suas concentrações na planta em relação a outros metais são mais importantes do que a quantidade absoluta presente (TISDALE; NELSON, 1966 citados por ARNON, 1974 p. 106).

O cobre é um elemento de transição compartilhando similaridades com Fe, tais como formação de quelatos altamente estáveis e fácil transferência de elétrons. Ao contrário do ferro, enzimas contendo cobre podem reagir diretamente com O₂ molecular e assim, catalisar preferencialmente processos de oxidação terminal (RÖMHELD; MARSCHNER, 1991).

As várias Cu-proteínas são importantes em processos tais como fotossíntese, respiração, detoxificação de radicais superóxidos e lignificação. O conteúdo ou a

atividade de proteínas contendo cobre são drasticamente reduzidos sob deficiência deste elemento. O transporte de elétrons é influenciado por cobre em vários locais. O efeito mais óbvio da deficiência de cobre é o menor conteúdo de plastocianina, o qual resulta numa diminuição do transporte de elétrons. O fotossistema II também é inibido com severa deficiência de cobre ocorrendo mudanças pronunciadas na estrutura dos cloroplastos (HENRIQUES, 1989).

O cobre é um micronutriente para plantas e animais sendo um componente de diversas proteínas e enzimas envolvidas numa variedade de vias metabólicas. Contudo, quando em excesso, pode interferir em numerosos processos fisiológicos, resultando em toxicidade às células. O Cu^{2+} pode gerar injúria oxidativa por indução da produção de espécies reativas de oxigênio (SCHUTZENDUBEL, 2002), as quais incluem o ânion superóxido (O_2^-) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). As espécies de oxigênio são altamente reativas e podem oxidar biologicamente macromoléculas, induzindo principalmente aos danos celulares, tais como alteração de DNA, oxidação de proteínas e peroxidação de lipídeos (DE VOS et al., 1992).

Das várias enzimas superóxido dismutase (SOD), a Cu-Zn-SOD está localizada principalmente no estroma dos cloroplastos, onde o átomo de cobre está diretamente envolvido na detoxificação de radicais superóxidos gerados durante a fotossíntese. A atividade da Cu-Zn-SOD é muito menor sob deficiência de cobre. A diminuição no transporte de elétrons sob deficiência de cobre diminui a taxa de fixação de CO_2 , e a concentração de amido e carboidratos solúveis (especialmente sucrose) nas plantas durante crescimento vegetativo, e este é o principal fator responsável pela menor produção de matéria seca com severa deficiência de cobre (MIZUNO et al., 1982, citados por RÖMHELD; MARSCHNER, 1991, p. 307). Contudo, a redução da produção de sementes ou frutos já ocorre com deficiência

moderada de cobre, principalmente como o resultado da esterilidade masculina (BUSSLER, 1981).

As enzimas fenolase e lacase contêm cobre agindo como oxidases de fenóis ou tirosina na via biossintética de quinonas, substâncias melanóticas, alcalóides, ou lignina. Sob deficiência moderada de cobre, a atividade de ambas as enzimas já é menor, conduzindo a acumulação de fenóis e uma diminuição na lignificação bem como nas substâncias melanóticas. Assim, o cobre tem um papel importante na resistência às doenças devido ao seu papel na produção de barreira mecânica (lignina), e por suprimir o crescimento fúngico por favorecer a formação de substâncias melanóticas que agem como fitoalexinas (RÖMHELD; MARSCHNER, 1991).

O cobre é extensivamente usado como fungicida (VAN ALPHEN, 1957, citado por GRAHAM; WEBB, 1991, p. 339), mas em concentrações dez a cem vezes maiores do que aquelas normalmente necessárias como aplicação foliar para corrigir deficiência de cobre. O controle de doenças através do cobre pode ocorrer pelos seguintes mecanismos: toxicidade direta, lignificação e a atividade da polifenol oxidase.

O manganês tem um papel importante na fisiologia da planta como cofator de muitas enzimas (RÖMHELD; MARSCHNER, 1991) e no controle da biossíntese de lignina e suberina através da ativação de várias enzimas da via ácido chiquímico e fenilpropanóides (MARSCHNER, 1995; VIDHYASEKARAN, 1997), podendo esta relação ser a causa da diminuição da viabilidade do grão de pólen em plantas deficientes de Mn, com baixo pendoamento e desenvolvimento tardio das anteras de milho (SHARMA et al., 1991). Ambas, lignina e suberina são importantes barreiras à

invasão de patógenos fúngicos (VIDHYASEKARAN, 2004), pois estes polímeros fenólicos são resistentes a degradação enzimática (AGRIOS, 2005).

Dos micronutrientes, o manganês pode provar ser o mais importante no desenvolvimento de resistência em plantas para doenças radiculares e foliares de origem fúngica. É freqüentemente observado que a incidência da doença aumenta e a concentração de manganês no tecido do hospedeiro diminui (HUBER; WILHELM, 1988). Isto pode ser atribuído a várias diferentes causas. Embora a concentração média de manganês possa ser menor nos tecidos afetados pela doença, foi relatado que o Mn seja mobilizado e concentrado ao redor do local de infecção (KUNOH et al., 1975, citado por GRAHAM; WEBB, 1991, p. 334). Vários mecanismos têm sido propostos para o papel do Mn na resistência a doenças, como a lignificação, fenóis solúveis e inibição direta.

O manganês é provavelmente o micronutriente mais estudado sobre os efeitos em doenças e é importante no desenvolvimento de resistência em plantas, tanto para infecções de raízes como foliares (GRAHAM; WEBB, 1991; HECKMAN et al., 2003). A disponibilidade de Mn no solo varia e depende de muitos fatores ambientais e bióticos do solo. O Mn é requerido em concentração muito maior em plantas superiores do que por fungos (MARSCHNER, 1995).

A adubação com manganês pode controlar vários patógenos como oídio, míldio e vários outros (BRENNAN, 1992; HUBER; GRAHAM, 1999; HECKMAN et al., 2003; SIMOGLU; DORDAS, 2006). Apesar do fato que a aplicação de Mn pode afetar a resistência a doenças, o uso de Mn está limitado devido a sua baixa eficiência e pobre efeito residual de fertilizantes de Mn na maioria dos solos que necessitam do seu fornecimento, decorrente do complexo comportamento no solo.

O Mn tem um papel importante na biossíntese de lignina, fenóis, fotossíntese e várias outras funções (MARSCHNER, 1995; GRAHAM; WEBB, 1991), inibindo a indução da aminopeptidase, uma enzima que suprime aminoácidos essenciais para o crescimento fúngico e a pectina-metilesterase, uma enzima fúngica que degrada as paredes das células do hospedeiro.

2.4 Nutrição foliar

Uma potencial estratégia de fertilização das plantas é a aplicação foliar (CAKMAK, 2002), a qual tem tido uso crescente em diversas culturas nos últimos anos, visando melhorar o estado nutricional da lavoura ou controlar determinadas doenças, através de pulverização foliar com produtos ditos multifuncionais (NOJOSA et al., 2005). A boa eficiência da aplicação foliar induz a utilização desse método como alternativa de fornecimento do nutriente para atender as necessidades das diferentes espécies (CASTRO, 1997). Muitas vantagens advindas do fornecimento dos micronutrientes não são observadas, às vezes, por aumentos de rendimentos, mas na qualidade do produto colhido, na sanidade das plantas e na resistência às doenças (FANCELLI, 2003). O efeito de micronutrientes na qualidade nutricional de grãos foi amplamente avaliada (LU et al., 2007), embora nem sempre promovendo aumentos na produtividade (JIN et al., 2008).

O uso de micronutrientes pressupõe a correção e a manutenção dos teores dos macronutrientes e o controle de outros fatores abióticos e bióticos, que afetam a produção com intensidade superior aos micronutrientes. Como esperar uso racional em sistemas de produção que ainda não controlam, eficientemente, a competição por ervas daninhas e os danos provocados pelos desequilíbrios ecológicos? Quando a irrigação não atende a demanda da cultura, seria racional e haveria resposta aos

micronutrientes? A resposta a estas e outras perguntas é simples – não é possível obter vantagens quantitativas ou qualitativas enquanto estas condições prevalecem (FAVARIN, 2005).

Feitas estas ponderações pode se afirmar que o fornecimento dos micronutrientes via foliar é uma técnica promissora, conforme evidenciam inúmeros trabalhos realizados sobre o assunto.

2.5 Relação da nutrição de plantas com doenças

Os nutrientes são importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas e também dos microrganismos, e eles são fatores importantes no controle de doenças (AGRIOS, 2005). Todos os nutrientes podem afetar a severidade das doenças (HUBER; GRAHAM, 1999). Contudo, não é regra geral, como um nutriente em particular pode diminuir a severidade de uma doença, mas também pode aumentar a incidência e a severidade de outra doença ou ter um comportamento completamente oposto num ambiente diferente (MARSCHNER, 1995; GRAHAM; WEBB 1991; HUBER, 1980).

Todos os nutrientes influenciam a incidência ou severidade das doenças. Os efeitos dos nutrientes nas doenças podem ser determinados por: observação do efeito do fertilizante na severidade da doença; comparação da concentração do nutriente em tecidos de cultivares resistentes e susceptíveis; correlação das condições que influenciam a disponibilidade do nutriente com incidência ou severidade, ou, a combinação de todos os três (HUBER, 1990).

Um nutriente particular pode reduzir algum patógeno, mas aumentar outro e ter um efeito oposto com a modificação do ambiente ou dose. Apesar do fato que a importância dos nutrientes no controle de doenças terem sido reconhecidos para algumas das doenças mais severas, o correto manejo de nutrientes para controlar

doenças em agricultura sustentável tem recebido pouca atenção (HUBER; GRAHAM, 1999).

Os nutrientes podem afetar a resistência ou tolerância (GRAHAM; WEBB, 1991). A resistência do hospedeiro a doença é a sua habilidade para limitar a penetração, desenvolvimento e reprodução do patógeno invasor (GRAHAM; WEBB, 1991). Por outro lado, tolerância do hospedeiro é medida em termos de sua habilidade para manter seu próprio crescimento ou produção apesar da infecção.

Embora a resistência e a tolerância a doenças de plantas são geneticamente controladas (AGRIOS, 2005), elas são afetadas pelo ambiente e especialmente pela deficiência e toxicidade de nutrientes (MARSCHNER, 1995). As funções fisiológicas dos nutrientes de plantas são geralmente bem entendidas, mas ainda há perguntas sem respostas relacionadas à interação dinâmica entre nutrientes o sistema planta-patógeno (HUBER, 1996).

Vários estudos mostraram a importância de um manejo correto de nutrientes para controlar doenças e obter maiores produtividades (MARSCHNER, 1995; HUBER; GRAHAM, 1999; GRAHAM; WEBB, 1991). Porém, não há informações suficientes relacionadas às práticas de manejo apropriadas da cultura que possam reduzir as perdas de produtividade devido às doenças.

Há muitos fatores que podem afetar a severidade da doença de uma planta tais como época de semeadura, rotação de cultura, restos de cultura e nutrientes minerais, matéria orgânica, calagem, sistema de cultivo e irrigação (HUBER; GRAHAM, 1999). Muitas destas práticas afetam o nível de disponibilidade de nutrientes para as plantas e o patógeno, os quais podem afetar a severidade da doença. Isto é importante para o manejo da disponibilidade de nutrientes por fertilizantes ou mudança do ambiente do solo para influenciar a disponibilidade dos

nutrientes, e do modo para controlar doenças de plantas num sistema integrado de manejo de doenças (HUBER; GRAHAM, 1999). O uso de fertilizantes produz significado mais direto dos nutrientes para reduzir a severidade de muitas doenças e associado a práticas culturais pode afetar o controle de doenças (MARSCHNER, 1995; ATKINSON; MCKINLAY, 1997; OBORN et al., 2003). Além disso, os nutrientes podem afetar o desenvolvimento de uma doença afetando a fisiologia da planta ou o patógeno, ou ambos. O nível dos nutrientes pode influenciar o crescimento da planta, o qual afeta o microclima, afetando então a esporulação e infecção do patógeno (MARSCHNER, 1995).

Praticamente todos os macronutrientes contribuem direta e/ou indiretamente para a redução de doenças, em decorrência de suas funções no metabolismo das plantas, principalmente pela sua participação efetiva no desencadeamento dos principais mecanismos físicos e bioquímicos de defesa da planta (FANCELLI, 2008).

Existem inúmeras evidências experimentais e de campo, que o nitrogênio, em doses inadequadas (deficiência ou, principalmente, em excesso) provoca inúmeras doenças, além de influenciar no aumento de muitas pragas em diversas culturas (FANCELLI, 2008).

Na cultura do milho, é notório que o nível de nitrogênio disponível é determinante para atingir altos níveis de produtividade, contudo o aumento dos teores de nitrogênio na planta favorece fungos biotróficos, como a Ferrugem Comum e alguns necrotróficos como a Cercosporiose. O equilíbrio entre os teores de potássio e nitrogênio tem evitado este favorecimento a fungos biotróficos, e principalmente garantido maior qualidade de colmo. Relações foliares com N/K entre 1 a 2 tem proporcionado colmos e folhas mais saudáveis (SILVA; SHIPANSKI, 2007).

Observações realizadas por Fancelli (2000) evidenciaram que o complexo de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis* e outros) também pode ter a severidade aumentada com a aplicação de nitrogênio após a 12^a folha, sobretudo em meio à fome oculta de molibdênio e manganês.

Caldwell et al. (2002) relataram que o emprego de doses crescentes de nitrogênio amoniacal e nítrico, favorecendo seu elevado conteúdo foliar, pode favorecer a incidência e a severidade respectivamente de *Exserohilum turcicum* e Cercosporiose, principalmente se a N/K for alta.

Apesar do fato que o N é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento das plantas e desenvolvimento de doenças, pois seu papel na resistência é facilmente demonstrado (ENGELHARD, 1989; HUBER; WATSON, 1974; MARSCHNER, 1995), há vários relatos do efeito do N no desenvolvimento de doenças que são inconsistentes e contraditórios, e as reais causas dessa inconsistência são pouco entendidas (HUBER; WATSON, 1974; BÜSCHBELL; HOFFMANN, 1992; MARSCHNER, 1995; HOFFLAND et al., 2000). Estas diferenças podem ser devido à forma de nutrição de N do hospedeiro (HUBER; WATSON, 1974, CELAR, 2003; HARRISON; SHEW, 2001), o tipo de patógeno, parasita obrigatório ou facultativo (BÜSCHBELL; HOFFMANN, 1992; MARSCHNER, 1995) ou o estágio de desenvolvimento na aplicação do N (CARBALLO et al., 1994). Também, não há estudos completos e sistemáticos sobre o efeito do suprimento de N na resistência às doenças, na atividade de agentes biocontroladores e especialmente, na interação entre nutriente, patógeno e organismo biocontrolador (TZIROS et al., 2006). O efeito é completamente variável na literatura o que se deve as diferentes respostas dependentes do tipo de patógeno. Com relação a parasitas obrigatórios, como por exemplo, *Puccinia graminis* (HOWARD, CHAMBERS; OGAN,

1994) e *Erysiphe graminis* (BÜSCHBELL; HOFFMANN, 1992), quando há alto suprimento de N há um aumento na severidade da infecção; contudo, quando a doença é causada por parasitas facultativos, como *Alternaria*, *Fusarium* (WOLTZ; ENGELHAR, 1973) e *Xanthomonas* spp. (CHASE, 1989), alto suprimento de N diminui a severidade da infecção.

O efeito dos micronutrientes na redução da severidade de doenças pode ser atribuído ao envolvimento na fisiologia e bioquímica da planta, como muitos dos micronutrientes estão envolvidos em muitos processos que podem afetar a resposta da planta aos patógenos (MARSCHNER, 1995). Os micronutrientes também podem afetar indiretamente a resistência a doença, como plantas deficientes em nutrientes não só exibem uma resposta de defesa prejudicada, mas freqüentemente também podem ficar mais propensas ao ataque, pois muitos metabólitos como açúcares e aminoácidos vazam para fora da célula da planta.

Micronutrientes fazem um papel importante no metabolismo de planta afetando o conteúdo de fenólicos e lignina, a estabilidade das membranas (GRAHAM; WEBB, 1991) e podem afetar a resistência indiretamente, como em plantas deficientes que se tornam substrato de alimentação mais satisfatório.

Diversos mecanismos podem ser ativados durante o fenômeno de indução de resistência por diversos indutores de origem biótica e abiótica. Os mecanismos bioquímicos de defesa vegetal, podem ser ativados por nutrientes, podendo-se citar o uso de boro, cobre e manganês (REUVENI et al., 1997) e fósforo (GOTTSTEIN; KUC, 1989).

A nutrição, embora freqüentemente não reconhecida, sempre foi um componente primário do controle de doenças (HUBER, 1990).

A resistência sistêmica adquirida pode ser envolvida dentro da supressão de doenças de plantas através de micronutrientes. Redução na severidade de doenças tem sido relatadas em outras culturas após uma simples aplicação foliar de H_3BO_3 , $CuSO_4$, $MnCl_2$ ou $KMnO_4$, a qual promoveu proteção sistêmica contra mofo pulverulento em plantas de pepino (REUVENI et al., 1997). Os mesmos autores também sugerem que a aplicação de nutrientes tais como Mn, Cu e B podem trocar e liberar cátions como Ca^{2+} da parede celular que interagem com ácido salicílico ativando o mecanismo de resistência sistêmica adquirida.

Quando uma planta é infectada por um patógeno sua fisiologia é prejudicada, e especialmente a absorção de nutrientes, assimilação e translocação das raízes para a parte aérea (MARSCHNER, 1995). Também, o nível de nutrientes pode afetar a fisiologia e bioquímica e especialmente a integridade da parede celular, membrana, vazamento, a composição química do hospedeiro e a concentração de fenólicos (GRAHAM; WEBB, 1991).

Dentre os micronutrientes mais importantes para a prevenção de doenças e que, normalmente, são negligenciados em sistema de produção, destacam-se o cobre, o boro e o manganês. Todavia, sua utilização indiscriminada poderá acarretar situações de estresse e de fitotoxicidade (FANCELLI, 2008).

Tomazela (2006) verificou que a aplicação de sulfato de cobre foi mais eficiente na supressão da infecção de Ferrugem Tropical (*Physopella zae*) do que a fonte hidróxido, atribuindo tal efeito pela presença de maior quantidade de cobre solúvel da fonte sulfato na cutícula foliar, com ação direta do cobre sobre o patógeno, uma vez que as quantidades requeridas pelos microrganismos, de acordo com Graham e Webb (1991), são muito inferiores às plantas cujo teor foliar é da ordem de 10 mg kg^{-1} a 15 mg kg^{-1} .

2.6 Controle químico de doenças na cultura de milho

No milho safrinha, a maior predisposição das plantas a doenças se deve às condições climáticas na fase inicial da cultura as quais favorecem as doenças e as condições adversas após o florescimento como o estresse hídrico, a menor disponibilidade de calor no final do ciclo, acarretando perda da umidade dos grãos mais lenta fazendo com que o ciclo se alongue em quase um mês em algumas regiões. Estes fatores exigem atenção especial na escolha de materiais, com relação à tolerância a estresse hídrico e resistência às doenças que provocam acamamento e quebramento de plantas e perda da qualidade dos grãos (SILVA, 2007).

Atualmente, as doenças foliares da cultura de milho vêm apresentando grande importância no cenário brasileiro, devido à susceptibilidade dos materiais comerciais disponíveis no mercado e ao atual sistema produtivo que condicionam ao aumento da incidência de doenças em milho e são caracterizadas por ausência de entressafra, falta de rotação de culturas, decorrente da sucessão de culturas, aumento da população de plantas, desequilíbrio nutricional, aplicação tardia de nitrogênio, introgressão exagerada de linhagens temperadas nos híbridos atuais, melhoramento genético priorizando ganho de produtividade e a não observância da interação genótipo-ambiente (favorecendo a planta a alto nível de estresse), devido ao desrespeito às épocas adequadas de semeadura nas diversas regiões produtoras associado às recomendações equivocadas de genótipos (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2008).

O manejo de doenças de milho é um conjunto complexo de fatores que interferem diretamente na produtividade e qualidade do milho tanto para consumo animal como humano, por isso, deve-se verificar a incidência de doenças no estágio

de grãos leitosos, fase em que ocorre a máxima transferência de nitrogênio e fósforo pela planta, presente nas folhas da espiga, e se as mesmas apresentarem incidência acima de 5% de doença deve-se aplicar fungicida para o manejo de doenças foliares, pois tal prática, em média, propicia uma melhor sanidade das folhas, colmo e espigas da planta, favorecendo o incremento e a estabilidade produtiva, onde possibilita a equalização entre o produto aplicado, a aplicação e mais o incremento produtivo (IAMAMOTO, 2009).

O controle de doenças foliares na cultura do milho através do uso de fungicidas tem sido utilizado no sistema de produção de sementes, contudo na produção de grãos ainda é um tema contraditório (SILVA; SCHIPANSKI, 2007). Como e quando utilizar esta tecnologia é a grande questão, isto é, quando temos um benefício econômico com a técnica. Realmente existem fatores determinantes para uma resposta positiva ao uso de fungicidas, e a decisão de usar o controle químico deve ser baseada na combinação de dois ou mais fatores: época de semeadura, local, híbrido e rotação de culturas (SILVA; SCHIPANSKI, 2007). O conhecimento regionalizado da resposta ao uso de fungicidas é o primeiro passo para sua utilização.

Os incrementos produtivos observados sob condições de campo no cerrado brasileiro notadamente em Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Bahia, fazem com que a utilização de fungicidas seja mais uma ferramenta importante no trato cultural e do manejo integrado de doenças da cultura do milho. Tal fato está intimamente relacionado com a capacidade do híbrido de milho, ou seja, quanto mais responsivo o milho, em termos de produtividade, maior a sua resposta ao uso de fungicidas, possibilitando em muitos casos serem efetuadas não apenas uma

aplicação, mas duas e até três aplicações para manter o nível baixo de incidência e severidade do patógeno na cultura do milho (IAMAMOTO, 2009).

Barros e Lourenção (2009), estudando diferentes fungicidas e épocas de aplicação em milho safrinha em sete municípios de Mato Grosso do Sul, constataram que o controle da cercosporiose com a pulverização em pré-pendoamento foi mais eficaz, independentemente do fungicida utilizado. Além disso, a realização de duas pulverizações proporcionou um incremento médio em termos de eficácia de apenas 8,6% em relação à aplicação única. No entanto, este incremento no controle da doença não resultou em aumentos de produtividade que compensassem este custo adicional.

Iamamoto (2008) obteve com a aplicação de Trifloxistrobina + Tebuconazole, Azoxistrobina + Ciproconazol, Picoestrobina + Ciproconazol, Trifloxistrobina + Tebuconazole, Prothioconazol e Piraclostrobin + Epoxiconazole, em híbrido Pioneer 30K75, incrementos de até 1360 kg ha⁻¹ de grãos de milho em relação à testemunha.

A redução de área foliar na fase de pendoamento (VT) do milho até o estágio de grão pastoso (R3), período crítico da cultura, pode ocasionar queda significativa na produtividade e redução na qualidade de colmos e grãos (SILVA; SCHIPANSKI, 2007). A manutenção da sanidade no período crítico do milho é o objetivo principal para a obtenção de altas produtividades, sendo possível atingi-las com o uso de resistência genética, época de semeadura, rotação de culturas e controle químico (SILVA; SCHIPANSKI, 2007).

As doenças bióticas exigem a adoção de medidas de controle visando quebrar a combinação de fatores necessários para o desenvolvimento do processo, como por exemplo, a aplicação de fungicida via foliar (SILVA, 2007).

Nos últimos anos têm-se demonstrado que o uso de fungicidas na cultura do milho pode oferecer benefícios quanto ao rendimento de grãos e qualidade de grãos, em condições de maior severidade (FURLAN; FANTIN, 2007).

A utilização de fungicidas na parte aérea das plantas de milho é uma prática que precisa ser melhor estudada, mas atualmente se tem comprovado ganhos econômicos (FURLAN; FANTIN, 2007).

Juliatti et al. (2006) realizaram estudo sobre a viabilidade econômica do uso de fungicidas no controle da ferrugem comum, mancha branca, helmintosporiose e mancha de *Stenocarpella* na cultura do milho. Os autores verificaram que os fungicidas piraclostrobin + epoxiconazole e azoxistrobin + ciproconazole promoveram a manutenção da área verde e a produtividade da cultura, mostrando a viabilidade econômica de uma aplicação dos fungicidas, com incremento médio de 15% na produtividade.

Silva et al. (2005) estudaram o efeito do controle químico de doenças em híbrido moderadamente susceptível com o fungicida azoxistrobin + ciproconazole em condição de ocorrência de ferrugem comum, queima de turcicum, mancha branca, cercosporiose e mancha de *Diplodia*. Os autores obtiveram controle da maioria das doenças com o uso das diferentes doses e épocas de aplicação, havendo, contudo, correlação negativa apenas entre a severidade da ferrugem comum e a produtividade, com aumento de 1500 kg ha⁻¹ (20%).

Souza et al. (2004) estudaram a evolução das manchas de Feosféria e de cercosporiose em 8 híbridos de milho, sob aplicação de estrobilurinas + triazóis e estrobilurinas aos 45 e 45 + 60 dias após a semeadura, durante a safrinha 2004 em Iraí de Minas-MG, região de alta intensidade de doenças, havendo incrementos de

produtividade para a maioria dos híbridos, variando de 332 a 1257 kg ha⁻¹ (12,2 a 78,2%).

Também em condição de safrinha em vários locais do Estado de São Paulo, Fantin et al. (2004) comparando épocas e número de aplicações de estrobilurinas + triazóis no controle das manchas de Feosféria e de Cercosporiose, apesar da baixa severidade das mesmas, obtiveram aumento de 609 kg ha⁻¹ (17%) na produtividade de grãos de milho em híbrido susceptível.

Além do controle das doenças, certos fungicidas podem apresentar efeitos benéficos às plantas, conhecidos como efeitos fisiológicos. As estrobilurinas, grupo químico utilizado na cultura do milho, geralmente associado a um triazol, pode apresentar esta característica (FURLAN; FANTIN, 2007). O efeito das estrobilurinas sobre a fisiologia das plantas pode refletir em benefícios ao desenvolvimento das plantas e rendimento de grãos. Venancio et al. (2004) relatam que alterações hormonais também podem incrementar as produtividades em cereais pelo uso das estrobilurinas, as quais podem inibir a biossíntese de etileno, e portanto, promover o atraso na senescência de folhas e aumentar a atividade fotossintética dos tecidos verdes, e por fim promover melhor desempenho em condições estressantes.

As infecções causadas por fungos prejudicam a eficiência das culturas, reduzindo a área de tecido para a atividade fotossintética e inibindo a translocação de assimilados, desde a sua fonte de produção até as áreas de crescimento e deposição de material de produção (grãos, frutas, etc). O ataque de fitopatógenos, assim, apresenta um forte impacto em diversos processos fisiológicos da planta, os quais são relevantes para a produção e qualidade, sendo que a eficiência do fungicida impede que esses distúrbios ocorram na planta. Portanto, a contribuição mais importante fornecido pela molécula piraclostrobina a agricultura é derivada de

sua ampla atividade fungicida (AMMERMANN et al., 2000). No entanto, como a planta absorve uma certa quantidade de fungicida aplicado, alterações no metabolismo e de crescimento podem ocorrer, sem qualquer relação com a defesa da planta contra fungos (VENANCIO et al., 2003). Experimentos de campo revelaram que os cereais tratados com piraclostrobina mostram aumentos significativos na produção, maior do que aqueles apenas devido ao seu efeito fungicida (KÖEHLE et al., 2003). Assim, o fungicida apresenta efeitos adicionais sobre a fisiologia da cultura, que levam a uma influência positiva na formação da produção.

O aumento da biomassa e da produção, obtida por aplicação da piraclostrobina, mesmo em plantas não afetadas por fungos, é de especial interesse para as práticas agrícolas. Uma vez que um aumento da biomassa exige também uma maior assimilação do nitrogênio, o NADH redutase de nitrato que catalisa a primeira etapa da assimilação de nitrato, é considerado como o destino relevante para o efeito na produção causado por piraclostrobina (KÖEHLE et al., 2003).

Segundo Köehle et al. (2003), a assimilação de nitrato em plantas pulverizadas com piraclostrobina foi aumentado, em comparação com plantas controle, sem tratamento. Nem o teor relativo de proteínas, nem a relação C/N foram diferentes em plantas controle tratados com o fungicida, indicando que a absorção adicional e redução de nitrato foi utilizado para favorecer o crescimento das plantas tratadas. Isto pode explicar a constatação de que, com freqüência, o efeito mais proeminente no desenvolvimento das plantas é alcançado quando o fungicida é aplicado durante a fase em que a demanda de nitrogênio é máxima.

De um ponto de vista prático, Bergmann et al. (1999) afirmaram que, além de proteção contra fungos fitopatogênicos, tal atividade de resistência, inerentes às

plantas com o estresse, podem aumentar não só a produtividade, mas também a qualidade dos produtos.

Isto está associado ao modo de ação do produto, o qual atua na respiração celular, na mitocôndria, no citocromo Bc1, interferindo transitoriamente no transporte de elétrons e, como consequência, ocorre uma melhor utilização do CO₂, reduzindo gastos de energia, resultando em maior acúmulo de carboidratos (aumento da fotossíntese líquida), incremento da atividade da nitrato-redutase, efeito verde devido ao maior teor de clorofila e diminuição do estresse associado à redução da síntese de etileno, permitindo assim maior duração da área foliar (OLIVEIRA, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização dos locais dos experimentos

Os experimentos foram desenvolvidos em duas áreas experimentais constituindo dois ambientes, ambos no município de Chapadão do Sul, Estado de Mato Grosso do Sul: (i) o primeiro (2007) em área pertencente à Faz. Campo Bom – Reichert Agropecuária (Figura 1), cujas coordenadas geográficas são 18°46'78" latitude Sul e 52°38'68" longitude Oeste, com altitude de 815 m; e (ii) o segundo (2008) na Faz. Rancho Ideal (Figura 2), coordenadas 18°41'48" latitude Sul e 52°53'48" longitude Oeste, com altitude de 835 m. Segundo a classificação de Köppen (1948) o clima dos locais é do tipo Awa, enquanto o solo dos dois locais é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, 2006). Amostras retiradas na profundidade de 0 a 0,2 m foram submetidas às análises químicas e granulométricas de acordo com metodologias descritas em Raij et al. (2001) e Camargo et al. (1986), respectivamente (Tabela 1).

Os experimentos foram conduzidos em áreas de sistema de semeadura direta, após o cultivo de girassol (2007) e soja (2008). As áreas foram dessecadas com herbicidas (3,0 L ha⁻¹ de Glifosate, 2007; 1,5 L ha⁻¹ de Glifosate; 2008) sete dias antes da semeadura dos híbridos de milho simples P30K75 (2007) e D2B710 (2008).

Visando o controle de pragas foram aplicados Clorpirifós 480 g L⁻¹ (1,0 L ha⁻¹ de p.c. aos 5 dias após a emergência - DAE), Metomil 215 g L⁻¹ (0,8 L ha⁻¹ de p.c. aos 20 DAE), Novalurom 100 g L⁻¹ (0,15 L ha⁻¹ de p.c. aos 35 DAE) e Triflumurom 480 g L⁻¹ (0,08 L ha⁻¹) em 2007. No ano 2008, foram utilizados Metamidofós 600 g L⁻¹ (0,5 L ha⁻¹ de p.c. aos 5 DAE), Clorpirifós 480 g L⁻¹ (0,5 L ha⁻¹ de p.c. aos 5 DAE), Metomil 215 g L⁻¹ (0,8 L ha⁻¹ de p.c. aos 15 DAE) e 2 aplicações de Novalurom 100 g L⁻¹ (0,15 L ha⁻¹ de p.c. aos 30 e 50 DAE).

TABELA 1. Caracterização química e granulométrica do solo na profundidade de 0 a 0,2 m nos dois locais (Faz. Campo Bom, 2007 e Faz. Rancho Ideal, 2008) estudados. Chapadão do Sul, MS.

Ano	MO	pH	P	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTCe	CTC
	g dm ⁻³										
2007	31	5,0	21	31	10	3,6	1	40	44,7	45,7	84,8
2008	36	5,3	15	38	7	2,9	1	22	48,1	49,1	70,3
Ano	V	M	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
	%	mg dm ⁻³						g kg ⁻¹			
2007	53	2,2	12	0,43	2,6	41	13,5	3,8	716	116	168
2008	68	2,0	24	0,47	1,1	74	5,4	10,2	691	179	131

MO: K₂Cr₂O₇; pH: CaCl₂; P, Ca, Mg, K: Resina; Al: KCl; H+Al: SMP; S: Ca(H₂PO₄)₂; B: H₂O quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA.



Figura 1. Vista geral do experimento I (Faz. Campo Bom, 2007).



Figura 2. Vista geral do experimento II (Faz. Rancho Ideal; 2008).

3.2 Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental constituiu-se de 4 linhas espaçadas em 0,8 m com 6 m de comprimento (19,2 m²) sendo a área útil composta pelas 2 linhas centrais excluído o primeiro metro de ambas extremidades (6,4 m²). Os tratamentos foram constituídos de combinações dos fatores nitrogênio (40 e 120 kg ha⁻¹ de N), fungicida (0 e 0,75 L ha⁻¹), cobre (ausência e 90 g ha⁻¹) e manganês (ausência e 330 g ha⁻¹), arranjados em esquema fatorial 2x2x2x2, totalizando 16 tratamentos (Tabela 2).

TABELA 2. Níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês utilizados como tratamentos.

Tratamento	N	Fungicida	Cu	Mn
	kg ha ⁻¹	L ha ⁻¹	g ha ⁻¹	
1	40	0	0	0
2	40	0	0	330
3	40	0	90	0
4	40	0	90	330
5	40	0,75	0	0
6	40	0,75	0	330
7	40	0,75	90	0
8	40	0,75	90	330
9	120	0	0	0
10	120	0	0	330
11	120	0	90	0
12	120	0	90	330
13	120	0,75	0	0
14	120	0,75	0	330
15	120	0,75	90	0
16	120	0,75	90	330

A adubação de semeadura no ano de 2007 foi de 310 kg ha⁻¹ da fórmula 13-17-17 (40 kg ha⁻¹ de N, 52 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 52 kg ha⁻¹ de K₂O), mais 41 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl aplicado em cobertura (estádio V4). No ano de 2008, a adubação de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹ de 11-52-00 (11 kg ha⁻¹ de N, 52 kg ha⁻¹ de P₂O₅) mais 70 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl em cobertura (estádio V4), conforme Fancelli e Dourado Neto (2000). O restante do nitrogênio, necessário para completar a dose de cada tratamento em ambos os anos, foi aplicado manualmente, em cobertura, na entrelinha, a uma distância de aproximadamente 25 cm das plantas, por ocasião do estágio V5 utilizando-se como fonte, a uréia. A semeadura foi realizada nos dias 24/02/2007 e 15/02/2008, espaçadas em 0,8 m entre linhas, a fim de se obter uma população final entre 55.000 e 60.000 plantas ha⁻¹ para o híbrido P30K75 e 50.000 e 55.000 plantas ha⁻¹ para o híbrido D2B710. Não sendo realizado desbaste.

O tratamento caracterizado pela aplicação de fungicida recebeu pulverizações com os ingredientes ativos Pyraclostrobin (133 g L⁻¹) e Epoxiconazole (50 g L⁻¹), utilizando-se 0,75 L ha⁻¹ do produto comercial, realizada por ocasião do pré-pendoamento. Já os tratamentos com adubação foliar receberam 90 g ha⁻¹ de Cu e 330 g ha⁻¹ de Mn, com as fontes sulfato de cobre parcialmente neutralizado e sulfato de manganês (Mn quelatizado), respectivamente, por ocasião do estágio V5. Todas as aplicações foram feitas com auxílio de um pulverizador costal pressurizado por CO₂, com pressão constante de 2,5 kgf cm⁻², dotado de uma barra de alumínio com seis bicos de cerâmica anti gotejo do tipo leque, modelo Teejet XR 110.02 VK, calibrado para um volume de calda proporcional a 200 L ha⁻¹.

Os dados pluviométricos no período compreendido entre a emergência das plantas e a colheita estão apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente, para 2007 e 2008.

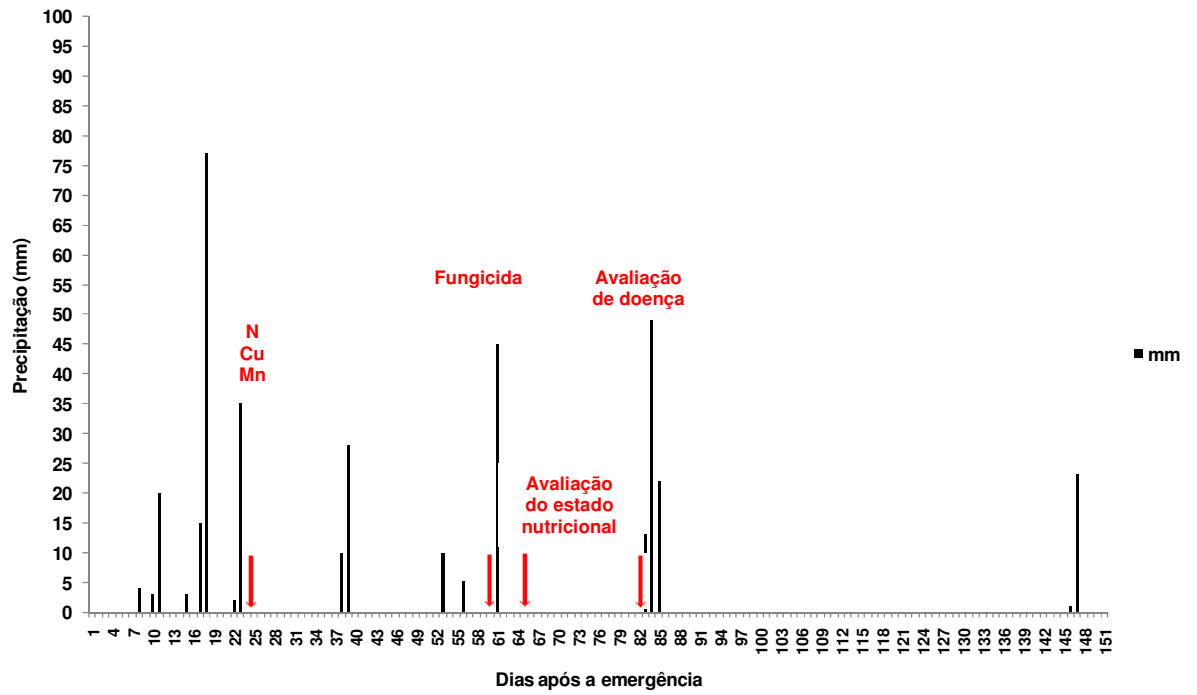


Figura 3. Valores das precipitações pluviárias (mm) ocorridas no período da emergência à colheita do milho (2007).

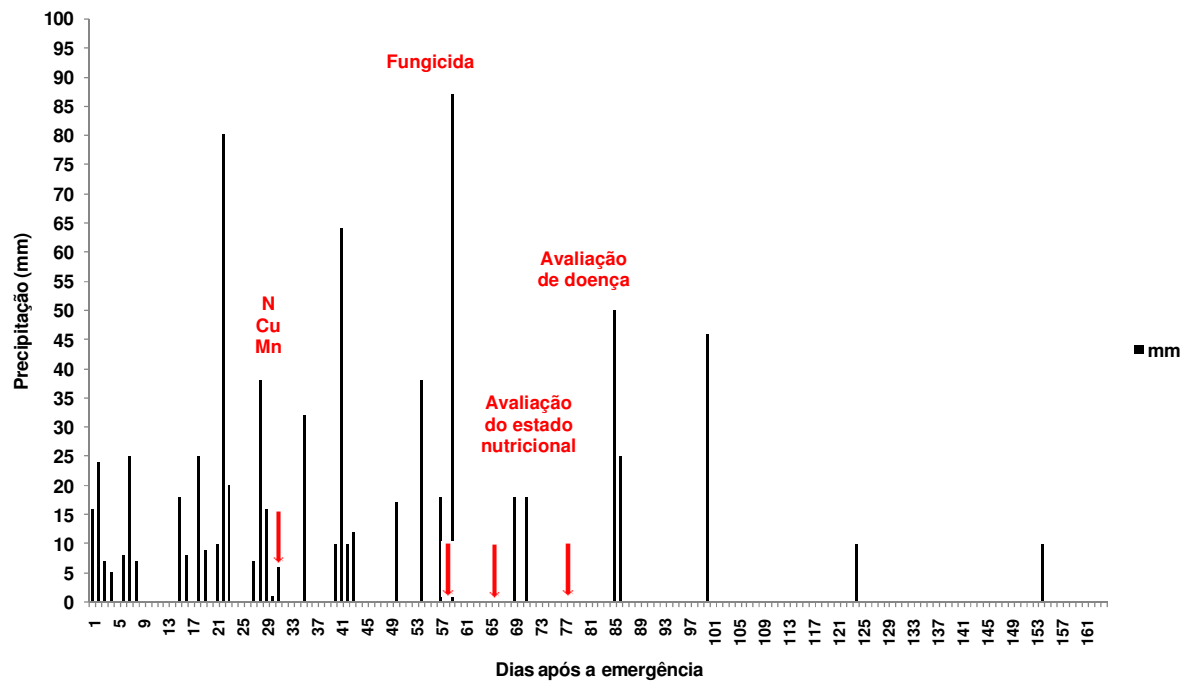


Figura 4. Valores das precipitações pluviárias (mm) ocorridas no período da emergência à colheita do milho (2008).

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Altura de plantas no florescimento (APF, m)

A determinação da altura de plantas foi realizada por ocasião do florescimento, em cinco plantas por parcela, utilizando uma régua graduada, em que a medida foi feita do nível do solo até o ponto de inserção da última folha.

3.3.2 Diâmetro de colmo no florescimento (DCF, mm)

Na determinação do diâmetro de colmo foram adotadas as mesmas cinco plantas por parcela utilizadas para a medida de altura de plantas, com um

paquímetro digital para medir esta variável (DC) a uma altura aproximada de 10 cm do nível do solo.

3.3.3 Comprimento de espiga (CE, cm)

A determinação do comprimento médio das espigas foi realizada após a colheita, separando-se aleatoriamente cinco espigas colhidas em cada parcela, as quais foram medidas por meio de uma régua graduada.

3.3.4 Número de fileiras de grãos (NFG)

O número médio de fileiras de grãos da espiga foi determinado por meio da contagem. Foram amostradas cinco espigas por parcela, sendo estas utilizadas na determinação do comprimento médio de espigas e do número médio grãos por fileira.

3.3.5 Número de grãos por fileira (NGF)

O número médio de grãos por fileira da espiga foi determinado mediante contagem dos grãos presentes nas fileiras das espigas amostradas aleatoriamente em cada parcela. Para tal, foram avaliadas cinco espigas por parcela, sendo essas utilizadas na determinação do comprimento médio de espigas.

3.3.6 Número de grãos por espiga (NGE)

O número médio de grãos por espiga foi calculado realizando-se o produto do número de grãos presentes nas fileiras e número de fileiras de grãos das espigas, amostradas aleatoriamente em cada parcela. Para tal, foram avaliadas cinco espigas por parcela.

3.3.7 Diâmetro de espiga (DE, mm)

O diâmetro médio da espiga foi determinado mediante mensuração com o auxílio de um paquímetro digital na posição mediana de cinco espigas amostradas aleatoriamente em cada parcela.

3.3.8 Massa de 100 grãos (M100, g)

Após a debulha de todas as espigas colhidas na área útil das unidades experimentais, determinou-se a massa de cem grãos de amostras originadas de cada unidade experimental. Assim, do total de grãos oriundos da debulha, retiraram-se amostras ao acaso, contendo cem grãos cada, as quais foram submetidas à pesagem e à determinação imediata da umidade, possibilitando estimar a massa de cem grãos corrigida para 13% de umidade.

3.3.9 Produtividade (PROD, kg ha⁻¹)

A produtividade foi obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos de todas as espigas colhidas na área útil das unidades experimentais (kg parcela⁻¹), a qual foi convertida para kg ha⁻¹ e devidamente corrigida para 13% de umidade.

3.3.10 Estado nutricional

O estado nutricional das plantas foi avaliado por meio da coleta de 10 folhas parcela⁻¹, localizadas acima da espiga, retirando-se a nervura central e os terços inferiores e superiores das mesmas, na fase de pleno florescimento, de acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), as quais foram submetidas à análise de macros e micronutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

3.3.11 Estado fitossanitário

Para avaliação do estado fitossanitário da cultura, avaliou-se a severidade da principal mancha foliar ocorrida em cada ano, no estágio R3 (RITCHIE et al., 1993), onde cinco plantas das duas linhas centrais de cada parcela foram selecionadas ao acaso, sendo avaliadas três folhas em cada planta (folha imediatamente abaixo da espiga, folha da espiga e folha imediatamente acima da espiga). A severidade foi considerada como a porcentagem da área foliar afetada pelo patógeno, com base na infestação natural do fungo no campo, utilizando-se de escala diagramática adaptada de Azevedo (1998).

3.3.12 Análise dos dados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e para a comparação das médias e verificação dos efeitos de níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês, utilizou-se o teste F por meio do Sisvar (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Componentes de produção

Os resultados referentes à altura de plantas no florescimento estão apresentados na Tabela 3, cuja variável não foi influenciada pelos tratamentos em ambos os ambientes de cultivo (2007 e 2008).

A altura média de plantas no florescimento obtida foi de 1,66 m para 2007 e 1,96 m para 2008, sendo esses resultados discordantes daqueles verificados por Mar et al. (2003), que obtiveram resposta para altura máxima da planta com a aplicação de 121,46 kg ha⁻¹ de N e Lucena et al. (2000) em que os dados de altura de planta se ajustaram significativamente a um modelo quadrático, sendo a altura máxima de planta (146,3 cm) obtida com a dose de 100,0 kg ha⁻¹ de N.

Por outro lado menor altura de plantas com a utilização de 40 kg ha⁻¹ de N em comparação ao uso de 160 kg ha⁻¹ de N foi verificada por Von Pinho et al. (2008). De acordo com Silva (2000), as diferenças na altura de plantas estão relacionadas a fatores genéticos, embora resposta à adubação nitrogenada tem sido obtida, conforme mencionado anteriormente.

O número de fileiras de grãos por espiga (NFG) também não foi influenciado pelos tratamentos, corroborando os resultados de Kappes et al. (2009) que, estudando o efeito de 70 kg ha⁻¹ de N de diferentes fontes e épocas de aplicação verificaram ausência de resposta do NFG cultivado na segunda safra.

TABELA 3. Valores de F e médias de altura de plantas no florescimento (APF, m), diâmetro de colmo no diâmetro de colmo no florescimento (DCF, mm) e comprimento de espigas (CE, cm) da cultura do milho em diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	APF		DCF		CE	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Bloco	1,83	14,29**	1,46	7,63**	2,58	11,30
Nitrogênio (N)	0,53	1,59	0,58	15,81**	0,26	28,25**
Fungicida (F)	0,32	0,90	2,01	0,38	1,75	14,90**
Cobre (Cu)	0,07	0,05	0,04	0,11	1,65	0,30
Manganês (Mn)	0,25	0,10	0,00	2,35	0,86	0,10
NxF	3,07	1,59	0,04	4,95	1,85	0,07
NxCu	1,93	0,07	3,47	0,15	0,12	1,11
NxMn	0,13	0,52	0,36	0,10	0,00	1,24
FxCu	0,01	0,73	0,00	0,02	0,03	7,26**
FxMn	0,44	0,59	0,05	2,32	3,68	0,48
CuxMn	0,00	0,02	0,09	1,11	0,01	0,82
NxFxCu	0,01	0,81	1,60	0,00	0,27	0,52
NxFxMn	1,58	2,93	0,05	1,55	0,91	0,01
FxCuxMn	1,75	0,90	1,16	0,80	0,77	0,61
NxFxCuxMn	0,28	0,13	1,74	1,68	0,05	8,41**
Média	1,66	1,96	22,21	22,65	18,36	14,32
CV	4,56	2,83	4,93	4,36	8,57	3,38
Nitrogênio						
40	1,65	1,95	22,11	22,16b	18,26	14,00
120	1,66	1,97	22,32	23,14a	18,46	14,65
Fungicida						
0	1,66	1,97	22,40	22,58	18,10	14,09
0,75	1,65	1,95	22,02	22,73	18,62	14,56
Cobre						
0	1,65	1,96	22,24	22,61	18,11	14,36
90	1,66	1,96	22,18	22,69	18,61	14,29
Manganês						
0	1,65	1,96	22,22	22,84	18,18	14,30
330	1,66	1,96	22,20	22,46	18,54	14,34

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

O diâmetro de colmo no florescimento (DCF) foi influenciado pela adubação nitrogenada (Tabela 3) em 2008, obtendo-se com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N média de 23,14 mm, enquanto que com o uso de 40 kg ha⁻¹ de N, o valor médio foi de 22,16 mm, resultado esse muito semelhante ao obtido por Carvalho et al. (2007), os quais utilizando 136 kg ha⁻¹ de N (dos quais 108 kg ha⁻¹ em cobertura) obtiveram acréscimo de 5% para a mesma variável. Fancelli e Dourado Neto (2000) ressaltam que o crescimento do colmo das plantas de milho ocorre principalmente a partir da emissão da oitava folha prolongando-se até o florescimento, sendo que o colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados na formação dos grãos.

O número de grãos por planta, variável com o comprimento de espigas e o número de grãos por fileira, apresenta maior relação com a produtividade de milho (BELOW, 1995). Os resultados deste experimento corroboram os dados de alguns trabalhos realizados sobre o assunto (BELOW, 1995; SOARES, 2003; OHLAND et al., 2005) e discordam daqueles obtidos por Lucena et al. (2000), que não constataram efeito do nitrogênio sobre o número de grãos por espiga.

A pulverização com manganês associado ao cobre, na ausência de fungicida e na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, acarretou efeito depressivo no comprimento de espiga em 2008. Porém, esse efeito não foi observado quando houve a aplicação de fungicida, mesmo com 120 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4), o que pode ser explicado pelos níveis de Cu e Mn no solo (Tabela 1) maiores do que os considerados adequados por Raji et al. (1996) e também pelo efeito positivo do uso de 120 kg ha⁻¹ de N no número de grãos por fileira, uma vez que o número de grãos por fileira se correlaciona positivamente com o comprimento de espigas (FANCELLI, 2008).

O mesmo não foi observado por Tomazela (2006), que não constatou efeito da aplicação de cobre e manganês, independentemente das fontes utilizadas, bem como dos níveis de N aplicados, para o comprimento de espigas, mesmo aplicando 60 g ha⁻¹ de Cu e 300 g ha⁻¹ de Mn em área contendo teores médios desses elementos.

TABELA 4. Médias dos desdobramentos de manganês dentro de nitrogênio-cobre-fungicida para comprimento de espigas (CE, cm). Chapadão do Sul, MS (2008).

N (kg ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	Fungicida (L ha ⁻¹)			
		0		0,75	
		Cobre (g ha ⁻¹)			
		0	90	0	90
40	0	13,72	13,95a	13,99	14,53
	330	14,13	13,20b	14,03	14,44
120	0	14,88	13,90	14,53	14,92
	330	14,41	14,52	15,15	14,85

Médias para manganês, seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de níveis de cobre-fungicida-nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Verifica-se na Tabela 6 que a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 90 g ha⁻¹ de Cu associado ao Mn, na ausência de pulverização com fungicida, promoveu incremento de 8,0% no número de grãos por fileira. O aumento no comprimento de espigas e número de grãos por fileira refletiu em maior número de grãos por espiga e maior produtividade, em conformidade à Mohammadi et al. (2003) que consideram o número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos como os mais importantes

componentes na predição do rendimento da cultura. Resultados semelhantes foram obtidos por Amaral Filho et al. (2005), que obtiveram aumento linear do número de grãos por espiga com doses de até 150 kg ha^{-1} de N em cobertura.

TABELA 5. Valores de F e médias de número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos por fileira (NGF) e número de grãos por espiga (NGE) da cultura do milho em diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	NFG		NGF		NGE	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Bloco	1,59	0,75	4,44**	7,26**	6,83**	3,13
Nitrogênio (N)	0,04	0,33	0,01	18,00**	0,02	14,38**
Fungicida (F)	0,22	0,20	0,00	7,86**	0,00	6,58*
Cobre (Cu)	0,36	3,01	0,59	0,00	0,95	1,62
Manganês (Mn)	0,75	0,20	2,47	0,25	1,28	0,54
NxF	0,04	0,50	7,28	0,10	6,06	0,65
NxCu	0,36	0,33	0,68	0,05	1,18	0,39
NxMn	2,33	0,20	0,00	1,91	0,40	0,54
FxCu	2,33	0,00	0,44	4,46	0,00	2,88
FxMn	0,00	1,82	0,08	0,10	0,11	0,59
CuxMn	0,11	3,01	0,05	0,09	0,11	2,37
NxFxCu	0,75	0,04	0,22	0,05	0,00	0,01
NxFxMn	2,33	1,49	0,44	0,11	1,98	0,41
FxCuxMn	0,04	0,20	0,59	1,52	0,48	1,95
NxFxCuxMn	0,11	0,00	0,39	5,29*	0,22	3,32
Média	15,28	18,52	29,90	29,66	456,83	549,19
CV	4,93	4,20	9,88	4,51	10,06	5,66
Nitrogênio						
40	15,30	18,46	29,95	28,95	457,56	534,45b
120	15,26	18,58	29,86	30,37	456,10	563,92a
Fungicida						
0	15,24	18,48	29,94	29,19	456,34	539,22b
0,75	15,32	18,56	29,88	30,13	457,32	559,15a
Cobre						
0	15,34	18,69	30,19	29,65	462,45	554,13
90	15,22	18,35	29,62	29,67	451,23	544,25
Manganês						
0	15,36	18,48	29,32	29,58	450,33	546,33
330	15,20	18,56	30,48	29,75	463,33	552,05

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

TABELA 6. Médias dos desdobramentos de manganês dentro de cobre-fungicida-nitrogênio para número de grãos por fileira (NGF). Chapadão do Sul, MS (2008).

N (kg ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	Fungicida (L ha ⁻¹)			
		0		0,75	
		Cobre (g ha ⁻¹)			
		0	90	0	90
40	0	28,30	28,85	28,92	30,32
	330	29,25	27,32	29,15	29,50
120	0	31,00	28,48b	29,82	30,90
	330	29,58	30,75a	31,18	31,25

Médias para manganês, seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de níveis de cobre-fungicida-nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O fornecimento de 120 kg ha⁻¹ de N aumentou de 534 para 564 (5,5%) o número de grãos por espiga em 2008, quando comparada à adubação com apenas 40 kg ha⁻¹ de N. Efeito menos expressivo foi observado quando as plantas receberam fungicida, também para o ano 2008, havendo incremento de 19,93 grãos por espiga (3,7%).

Fancelli e Dourado Neto (1997) citam que a produtividade é dependente da população, prolificidade, número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira e da massa média do grão.

Em 2007, o aumento no diâmetro de espigas (DE) foi obtido com a aplicação de cobre na ausência de fungicida, efeito este não observado quando aplicado o fungicida em pré-pendoamento (Tabela 8). Ainda, para a mesma variável, obtiveram-se aumentos médios de 2,0% em ambos os anos com o uso de 120 kg ha⁻¹ de N

(Tabela 7), diferentemente dos resultados obtidos por Kappes et al. (2009) que estudando o efeito de fontes e dose de 70 kg ha^{-1} de N em cobertura, em milho de segunda safra, somente verificaram efeito para épocas de aplicação no diâmetro de espigas de milho. Também, a aplicação de fungicida e manganês aumentou o diâmetro de espiga em 2008, com incrementos de 1,9% e 1,1%, respectivamente.

TABELA 7. Valores de F e médias de diâmetro de espiga (DE, mm), massa de 100 grãos (M100, g) e produtividade de grãos de milho (Prod., kg ha⁻¹) em diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	DE		M100		PROD.	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Bloco	1,27	0,87	0,44	0,72	10,36**	8,74
Nitrogênio (N)	16,63**	20,17**	28,40**	46,68**	1,21	48,89**
Fungicida (F)	18,60**	19,28**	50,95**	21,98**	6,61*	10,40**
Cobre (Cu)	0,78	0,44	0,00	0,41	0,07	0,95
Manganês (Mn)	0,86	6,16*	0,08	0,04	0,00	0,02
NxF	0,19	1,10	0,61	0,01	0,09	0,21
NxCu	3,50	3,05	1,65	0,50	1,49	0,00
NxMn	0,36	1,87	0,04	1,63	0,07	0,00
FxCu	6,84*	0,37	0,05	4,28	0,22	0,14
FxMn	1,12	1,96	1,04	0,05	3,05	0,05
CuxMn	0,00	0,50	0,94	0,00	0,06	0,24
NxFxCu	0,23	1,12	0,93	0,19	1,27	2,35
NxFxMn	0,67	3,30	0,01	4,83*	0,50	0,43
FxCuxMn	2,92	0,82	0,00	0,19	0,20	0,16
NxFxCuxMn	1,15	0,16	0,09	0,07	0,13	0,16
Média	45,59	50,19	32,40	28,68	5314,93	7944
CV	2,15	1,69	5,27	3,78	13,34	6,50
Nitrogênio						
40	45,09b	49,71b	31,27b	27,75b	5217	7493b
120	46,09a	50,66a	33,54a	29,60a	5412	8396a
Fungicida						
0	45,06	49,72b	30,88b	28,04	5087b	7736b
0,75	46,12	50,65a	33,93a	29,31	5543a	8153a
Cobre						
0	45,48	50,26	32,40	28,76	5292	7881
90	45,69	50,12	32,41	28,59	5338	8007
Manganês						
0	45,70	49,92b	32,34	28,65	5310	7953
330	45,47	50,45a	32,46	28,70	5320	7935

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

TABELA 8. Médias dos desdobramentos de cobre dentro de fungicida para o diâmetro de espiga (DE, mm). Chapadão do Sul, MS (2007).

Fungicida (L ha ⁻¹)	Cobre (g ha ⁻¹)	
	0	90
0	44,63b	45,49a
0,75	46,33	45,90

Médias para cobre, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de fungicida não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A massa de 100 grãos foi aumentada em 2007 com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N e pelo uso de fungicida (Tabela 7). Esses resultados estão de acordo com Büll (1993), o qual afirma que a adubação nitrogenada influi positivamente no índice de área foliar e conseqüentemente na massa de 100 grãos de milho, e Amaral Filho et al. (2005), que obtiveram aumento linear na massa de cem grãos utilizando doses de até 150 kg ha⁻¹ de N, na cultura do milho.

Resultados contrastantes foram constatados em condição de safrinha por Casagrande e Fornasieri Filho (2002) quanto à massa de mil grãos, onde esse importante componente do rendimento de grãos da cultura do milho não foi influenciado pela adubação nitrogenada com até 90 kg ha⁻¹ de N e por Kappes et al. (2009) que ao estudarem o efeito de 70 kg ha⁻¹ de N em diferentes fontes e épocas de aplicação em cobertura verificaram ausência de resposta para massa de 100 grãos.

Ressalta-se que o incremento na massa de 100 grãos proporcionado pela aplicação de fungicida em 2007 foi superior aquele ocorrido pela adubação nitrogenada, o que refletiu também na produtividade de grãos, pois o efeito positivo observado com a aplicação de fungicida foi em razão da ocorrência de

cercosporiose, que causa seca prematura de folhas e conseqüente queda no tamanho e massa de cem grãos do milho (PINTO et al., 1997).

Na Tabela 9, observa-se que o aumento da dose de N, associado ou não ao manganês e na ausência de fungicida, elevou significativamente a massa de 100 grãos em 2008. Também, comportamento semelhante foi observado quando da aplicação de manganês na presença de fungicida, ao passo que se aumentando a dose de N na presença de fungicida, porém, não se aplicando manganês, os resultados dessa variável não apresentaram modificações. Ressalta-se que o efeito mais expressivo na massa de 100 grãos foi obtido com a dose de 120 kg ha^{-1} de N, associado à pulverização de Mn e fungicida. O aumento para a massa de cem grãos em razão da adubação nitrogenada se deve possivelmente à influencia positiva no maior índice de área foliar proporcionado por essa prática (BÜLL, 1993).

TABELA 9. Médias dos desdobramentos de nitrogênio dentro de manganês-fungicida para massa de 100 grãos (M100, g). Chapadão do Sul, MS (2008).

Fungicida (L ha^{-1})	Mn (g ha^{-1})	N (kg ha^{-1})	
		40	120
0	0	26,95b	29,03a
	330	27,31b	28,89a
0,75	0	28,85a	29,79a
	330	27,90b	30,72a

Médias para nitrogênio, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de manganês e fungicida não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.2 Estado nutricional

Nas Tabelas 10, 13, 16 e 17 estão apresentados os teores foliares de macro e micronutrientes para a cultura do milho em função do nitrogênio, fungicida, cobre e manganês.

O teor foliar de nitrogênio aumentou significativamente em 2007 com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N e aplicação de fungicida, obtendo-se valores médios de 28,45 e 28,58 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 10). Apesar do aumento no teor de N nas folhas, este não permitiu atingir níveis considerados suficientes, pois, conforme proposto por Fancelli (2000b), os níveis desejados estão entre 30 e 40 g kg⁻¹ de N. Mar et al. (2003) também obtiveram teor de 28 g kg⁻¹ de N, tido como máximo, porém, ao aplicarem 145 kg ha⁻¹ de N.

Incrementos nos teores de N foliar também foram constatados por Casagrande e Fornasieri Filho (2002), porém, com a aplicação 60 e 90 kg ha⁻¹ de N em milho safrinha.

Na Tabela 11, são apresentados os teores médios de nitrogênio nas folhas de milho em função do uso de fungicida no ano 2008, onde se verifica seu aumento com a aplicação de 0,75 L ha⁻¹ do produto comercial (Epoconazole + Pyraclostrobyn) na presença de 120 kg ha⁻¹ de N para um valor correspondente a 35,90 g kg⁻¹ (Tabela 11), teor este considerado adequado para um desenvolvimento satisfatório da cultura não o comprometendo, pois, conforme Fancelli (2000b), os valores ideais situam-se entre 30 e 40 g kg⁻¹. De acordo com Dourado-Neto e Oliveira (2005), a aplicação de fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina aumenta o teor de clorofila e induz a atividade da nitrato-redutase, gerando dessa forma maior assimilação de nitrogênio, o que não explica, contudo, o maior teor de N foliar encontrado com o uso do fungicida, no presente trabalho.

TABELA 10. Valores de F e médias de teores de nitrogênio, fósforo e potássio (g kg^{-1}) em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	N		P		K	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Bloco	0,94	0,09	0,07	1,07	2,62	0,76
Nitrogênio (N)	4,94*	78,28**	16,67**	0,90	0,22	2,78
Fungicida (F)	6,65*	3,21	0,07	2,97	0,98	1,61
Cobre (Cu)	0,17	0,01	0,61	0,36	1,20	1,42
Manganês (Mn)	0,00	0,25	2,18	0,47	2,62	1,06
NxF	0,67	10,76**	0,07	0,00	0,79	4,26
NxCu	1,30	0,12	2,18	0,03	0,07	0,31
NxMn	0,57	0,14	0,01	0,00	0,61	0,76
FxCu	2,61	3,35	2,72	0,00	3,73	2,04
FxMn	0,36	5,77	0,37	1,45	0,00	0,63
CuxMn	0,91	0,58	0,07	0,60	1,99	0,16
NxFxCu	0,22	0,64	0,37	1,90	0,79	0,02
NxFxMn	0,30	1,68	0,19	0,36	0,98	5,68*
FxCuxMn	0,38	0,37	0,01	0,07	0,00	0,23
NxFxCuxMn	1,50	0,52	1,70	0,47	0,98	1,61
Média	27,63	33,62	1,03	2,01	12,48	13,53
CV	7,57	2,76	19,67	20,39	13,55	16,45
Nitrogênio						
40	26,81b	32,17	0,89b	1,94	12,34	12,87
120	28,45a	35,07	1,18a	2,08	12,62	14,19
Fungicida						
0	26,68b	33,32	1,04	2,14	12,78	14,03
0,75	28,58a	33,91	1,02	1,89	12,19	13,03
Cobre						
0	27,48	33,63	1,01	2,06	12,81	13,06
90	27,78	33,61	1,06	1,97	12,16	14,00
Manganês						
0	27,63	33,70	0,98	2,06	12,00	13,94
330	27,62	33,54	1,09	1,96	12,97	13,12

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

TABELA 11. Médias do desdobramento de fungicida dentro de nitrogênio para teores foliares de nitrogênio (g kg^{-1}). Chapadão do Sul, MS (2008).

N (kg ha^{-1})	Fungicida (L ha^{-1})	
	0	0,75
40	32,41	31,92
120	34,24b	35,90a

Médias para fungicida, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Conforme a Tabela 10, incrementos na concentração foliar de fósforo foram obtidos com a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N, em 2007, que ocorreu possivelmente devido o aumento do crescimento radicular, melhoria da habilidade das raízes em absorção e translocação do fósforo, e pela solubilização do fósforo como um resultado da diminuição do pH do solo pela absorção de amônio (ADAMS, 1980). Mesmo com o incremento de P na folha observado em 2007 e os teores encontrados em 2008, os mesmos estiveram abaixo dos níveis propostos por Fancelli (2000b) como adequados, ou seja, entre $2,5$ e $4,0 \text{ g kg}^{-1}$.

Casagrande e Fornasieri Filho (2002) relataram aumentos nos teores de P foliar com a aplicação 60 e 90 kg ha^{-1} de N em milho safrinha, em relação a omissão de N.

Em ambos os anos os teores foliares de K estiveram deficientes conforme Fancelli (2000b) sendo influenciados somente em 2008, onde os menores valores foram obtidos no tratamento que recebeu aplicação de manganês em presença de 120 kg ha^{-1} de N e ausência de fungicida (Tabela 12).

TABELA 12. Médias do desdobramento de manganês dentro de nitrogênio -fungicida para teores foliares de potássio (g kg^{-1}). Chapadão do Sul, MS (2008).

Fungicida (L ha^{-1})	Mn (g ha^{-1})	N (kg ha^{-1})	
		40	120
0	0	12,00	17,50a
	330	13,13	13,50b
0,75	0	13,87	12,37
	330	12,50	13,37

Médias para manganês, seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de níveis de nitrogênio e fungicida não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o cálcio, em 2007, obteve-se redução de 5,14 para 4,89 g kg^{-1} em seu teor no tratamento com Cu e dose de 40 kg ha^{-1} de N (Tabela 17), passando de alto para adequado, de acordo com Fancelli (2000b). Contrariamente, aumento nos teores de cálcio foi obtido com a aplicação de manganês na presença de 120 kg ha^{-1} de N e ausência de fungicida (Tabela 15). Já para 2008, seu teor foi considerado adequado, com valor médio de 5,0 g kg^{-1} .

TABELA 13. Valores de F e médias de teores de cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}) em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	Ca		Mg		S	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Bloco	3,32	0,02	2,00	3,12	0,07	1,07
Nitrogênio (N)	9,21**	2,38	0,02	1,12	16,67**	0,90
Fungicida (F)	0,19	0,81	0,15	3,12	0,07	2,97
Cobre (Cu)	0,61	0,81	0,02	0,12	0,61	0,36
Manganês (Mn)	1,69	0,26	10,33**	0,12	2,18	0,47
NxF	0,07	2,38	0,41	0,00	0,07	0,01
NxCu	7,23*	0,00	2,00	0,50	2,18	0,03
NxMn	0,37	0,15	0,02	2,00	0,01	0,01
FxCu	0,19	0,02	5,97	0,00	2,72	0,01
FxMn	0,07	1,06	0,15	2,00	0,37	1,45
CuxMn	0,00	0,26	0,02	0,50	0,07	0,60
NxFxCu	2,17	0,26	0,15	3,12	0,37	1,90
NxFxMn	7,23*	0,15	0,02	1,12	0,19	0,36
FxCuxMn	0,19	2,38	0,02	1,12	0,01	0,07
NxFxCuxMn	1,27	0,41	0,41	2,00	1,70	0,47
Média	4,90	5,03	2,16	1,55	1,03	2,01
CV	4,16	5,47	6,35	6,45	19,67	20,39
Nitrogênio						
40	5,01a	5,11	2,16	1,53	0,89b	1,94
120	4,79b	4,96	2,17	1,57	1,18a	2,08
Fungicida						
0	4,92	4,99	2,17	1,52	1,04	2,14
0,75	4,89	5,07	2,16	1,58	1,02	1,89
Cobre						
0	4,93	4,99	2,17	1,54	1,00	2,06
90	4,87	5,07	2,16	1,56	1,06	1,97
Manganês						
0	4,86	5,06	2,09b	1,54	0,98	2,06
330	4,95	5,01	2,24a	1,56	1,09	1,96

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

TABELA 14. Médias do desdobramento de cobre dentro de nitrogênio para os teores foliares de cálcio (g kg^{-1}). Chapadão do Sul, MS, (2007).

N (kg ha^{-1})	Cu (g ha^{-1})	
	0	90
40	5,14a	4,89b
120	4,72	4,86

Médias para cobre, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 15. Médias dos desdobramentos de manganês dentro de nitrogênio-fungicida para teores foliares de cálcio (g kg^{-1}). Chapadão do Sul, MS. (2007).

Fungicida (L ha^{-1})	Mn (g ha^{-1})	N (kg ha^{-1})	
		40	120
0	0	5,10	4,62b
	330	4,97	4,97a
0,75	0	4,87	4,82
	330	5,10	4,75

Médias para manganês, seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de níveis de nitrogênio e fungicida não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os teores foliares de Mg em 2007 diminuíram de 2,24 para 2,09 g kg^{-1} (Tabela 13) com a aplicação de Mn, o que não significou alteração de sua classificação conforme critérios utilizados por Fancelli (2000b), sendo que para ambos os anos os teores foram considerados adequados, o que é coerente, pois os teores no solo eram considerados suficientes (SOUSA; LOBATO, 2004).

Os teores de enxofre foram considerados adequados para ambos os anos, com valores médios de 1,03 e 2,01 g kg⁻¹, respectivamente para 2007 e 2008. A adubação nitrogenada influenciou os teores de S em 2007 e, na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, os teores mostraram-se inferiores, relativamente à dose de 120 kg ha⁻¹ (Tabela 13), o que ocorreu possivelmente pela diminuição da disponibilidade de água da camada superficial do solo o que poderia ter promovido o crescimento de raízes aumentando assim a absorção de enxofre de camadas subsuperficiais, conforme relatado por Cassel et al. (1996).

As relações entre os teores de N e S estão maiores que a faixa indicada por Arnon (1975), principalmente em 2007, cuja relação obtida foi de 26,8, ou seja, 12 a 15 para 1, e adequadas para ambos os anos conforme Fancelli (2000b). É importante considerar tal relação uma vez que a absorção e a assimilação de nitrogênio e enxofre devem ser balanceadas para a eficiente síntese de proteínas (WILKINSON et al., 2000).

Os teores foliares de B, Cu e Mn não foram influenciados pelos tratamentos (Tabelas 16 e 17), sendo o boro considerado alto em ambos os anos, ou seja, teores maiores que 30 mg kg⁻¹ (FANCELLI, 2000b).

Para o cobre, os teores encontrados foram tidos como adequados, ou seja, entre 10 e 25 mg kg⁻¹ (FANCELLI, 2000b), em 2007 e altos em 2008.

Em ambos os anos a análise foliar revelou teores deficientes em manganês, ou seja, menores que 50 mg kg⁻¹ (FANCELLI, 2000b), mesmo que a disponibilidade deste micronutriente tenha sido considerada alta como indicado pelo extrator DTPA na Tabela 1, o que pode ser explicado pela baixa capacidade da planta de milho em extraí-lo do solo, devido a sua significativa interação com o meio (FANCELLI, 2009).

A pulverização com cobre e manganês não foi suficiente para elevar as concentrações foliares desses nutrientes (Tabelas 16 e 17), concordando com os resultados de Tomazela (2006), que apesar da utilização de doses menores desses micronutrientes (60 g ha^{-1} de Cu e 300 g ha^{-1} de Mn) também não obtiveram aumentos na concentração foliar.

Conforme as Tabelas 16 e 17 a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N promoveu incrementos dos teores de Fe e Zn em 2007, sem, contudo, atingir níveis altos ao ponto de caracterizá-los como excessivos (FANCELLI, 2000b). Maiores teores de Zn também foram obtidos por Casagrande e Fornasieri Filho (2002) ao aplicarem 60 e 90 kg ha^{-1} em milho safrinha e por Arnon (1975), que em solo argiloso o aumento do suprimento do N elevou os teores foliares de Zn no milho.

TABELA 16. Valores de F e médias de teores de boro, cobre e ferro (mg kg^{-1}) em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	B		Cu		Fe	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Bloco	0,14	18,59**	0,40	4,00	4,66	0,49
Nitrogênio (N)	3,91	0,04	1,79	0,93	10,62**	0,01
Fungicida (F)	0,12	3,24	3,27	0,00	3,79	0,40
Cobre (Cu)	0,01	0,41	0,00	0,00	1,34	0,83
Manganês (Mn)	0,07	0,05	0,17	1,64	0,08	2,50
NxF	0,54	0,31	1,07	0,83	0,50	2,41
NxCu	0,47	0,93	0,31	0,88	0,00	0,07
NxMn	1,68	0,20	1,07	0,45	0,54	0,12
FxCu	0,01	4,06	0,04	0,06	0,68	0,09
FxMn	0,24	0,37	0,60	0,23	5,66	0,35
CuxMn	0,30	2,12	2,24	1,74	0,04	1,66
NxFxCu	0,05	0,28	0,90	0,02	0,05	0,28
NxFxMn	0,00	1,28	1,59	0,48	1,58	0,03
FxCuxMn	0,02	1,06	1,43	0,15	0,00	2,41
NxFxCuxMn	1,78	0,05	0,15	0,74	1,71	1,92
Média	60,95	63,44	21,62	37,91	136,22	133,87
CV	10,71	5,99	62,70	54,18	25,92	18,87
Nitrogênio						
40	58,67	63,31	12,75	29,25	115,87b	134,37
120	63,23	63,57	30,50	46,56	156,56a	133,37
Fungicida						
0	60,56	64,65	9,62	36,62	148,37	131,06
0,75	61,34	62,23	33,62	39,19	124,06	136,69
Cobre						
0	61,04	63,01	21,69	39,94	143,44	137,94
90	60,86	63,87	21,52	35,88	129,00	129,81
Manganês						
0	61,25	63,39	18,88	44,19	138,00	126,81
330	60,65	63,49	24,38	31,62	134,44	140,94

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

TABELA 17. Valores de F e médias de teores de manganês e zinco (mg kg^{-1}) em tecido foliar sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007 e 2008.

FV	Mn		Zn	
	2007	2008	2007	2008
Bloco	2,29	5,70	0,51	6,79
Nitrogênio (N)	0,87	1,43	9,63**	0,68
Fungicida (F)	0,64	0,43	1,94	0,79
Cobre (Cu)	0,20	0,28	2,05	0,33
Manganês (Mn)	0,39	0,32	0,23	0,04
NxF	0,24	1,38	0,91	4,95*
NxCu	0,10	4,24	0,84	0,40
NxMn	1,44	0,70	0,04	0,00
FxCu	0,64	1,04	0,40	0,49
FxMn	0,64	2,61	0,40	1,46
CuxMn	0,79	0,15	0,36	0,40
NxFxCu	1,67	0,64	0,00	3,17
NxFxMn	0,87	0,68	0,01	0,02
FxCuxMn	1,55	0,31	0,36	2,33
NxFxCuxMn	0,34	4,32	2,29	0,49
Média	33,87	37,94	60,69	47,75
CV	23,45	21,08	14,64	11,65
Nitrogênio				
40	35,19	34,31	55,81b	48,56
120	32,56	41,56	65,56a	46,94
Fungicida				
0	35,00	40,00	62,87	48,62
0,75	32,75	35,88	58,50	46,87
Cobre				
0	33,25	35,94	62,94	47,19
90	34,50	39,94	58,44	48,31
Manganês				
0	33,00	36,19	59,94	47,56
330	34,75	39,69	61,44	47,94

* significativo a 5% e ** significativo a 1%.

Efeito depressivo nos teores foliares de Zn foi observado em 2008 com a aplicação de fungicida na menor dose de N (40 kg ha^{-1}), conforme a Tabela 18.

TABELA 18. Médias do desdobramento de fungicida dentro de nitrogênio para teores foliares de zinco (mg kg^{-1}). Chapadão do Sul, MS. (2008).

Fungicida (L ha^{-1})	N (g kg^{-1})	
	40	120
0	51,62a	45,62
0,75	45,50b	48,25

Médias para fungicida, seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de níveis de nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.3 Severidade de doenças

O resultado de severidade das doenças de ocorrência predominante em 2007 e 2008, em função de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês estão apresentados nas Tabelas 19 e 22.

Em 2007 a principal doença foliar ocorrida foi a Cercosporiose (Tabela 19), cujo agente etiológico é *Cercospora zea-maydis* Tehon & E.Y. Daniels, sendo atualmente, uma das principais doenças da cultura do milho em vários países (BRITO et al., 2007).

De acordo com a Tabela 20, apesar da baixa severidade da doença em 2007, a aplicação de fungicida na ausência de Cu e Mn na presença de 40 kg ha⁻¹ de N reduziu de 0,85% para 0,79% a severidade nas folhas localizadas imediatamente abaixo das espigas. É importante ressaltar que a folha da espiga e as folhas imediatamente acima e abaixo da espiga podem representar 33 a 40% da área total da planta (PATAKY, 1992) e a destruição de 25% da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo ao florescimento, pode reduzir em 32% a produção (FANCELLI, 1988). O mesmo efeito não foi observado com a aplicação de Mn na dose maior de N. Pesquisa sobre o efeito da nutrição de plantas no desenvolvimento de cercosporiose é limitada e um tanto contraditória. Aumento dos níveis de cercosporiose é encontrado em resposta ao aumento de nitrogênio (SMITH, 1989 citado por CALDWELL et al., 2002, p.859) e, em contraste, Carrera e Grybauskas (1992) verificaram que os níveis crescentes de N não tiveram efeito sobre a doença.

Apesar de constatado efeito do fungicida na redução da severidade de cercosporiose, as condições climáticas não foram suficientes para desencadear um processo epidêmico da doença tão elevado quanto o ocorrido em outros anos na região, como na safra 2004/2005, conforme relatado por Andrade e Andrade (2008),

onde a severidade de Cercosporiose atingiu 60% da área foliar lesionada em híbridos susceptíveis.

Como a severidade da doença foi mais baixa ficou mais difícil se observar maiores diferenças entre os tratamentos. Isto implica na constatação de que sob baixa severidade da cercosporiose, até mesmo a aplicação de um fungicida nos estádios mais precoces da cultura (V8-V10) poderiam apresentar resultados positivos, conforme observado por Barros e Lourenção (2009).

Andrade e Andrade (2008), em levantamento sobre o histórico de doenças do período de dez anos em Chapadão do Sul, MS, relataram que na safra 2001/2002 a severidade de Cercosporiose atingiu valor máximo de 30% para os híbridos mais susceptíveis e apenas traços da doença (menos de 1%), nos mais resistentes, em semeadura realizada em novembro.

TABELA 19. Valores de F e médias de severidade de Cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) nas folhas abaixo da espiga (Fe-1) e da espiga (Fe) sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2007.

FV	Fe-1	Fe
Bloco	3,10 ¹	1,05 ¹
Nitrogênio (N)	2,95	2,95
Fungicida (F)	0,84	1,36
Cobre (Cu)	0,00	0,85
Manganês (Mn)	5,80	0,31
NxF	0,36	1,44
NxCu	0,14	0,81
NxMn	3,05	0,13
FxCu	0,32	0,07
FxMn	0,44	3,83
CuxMn	2,38	6,62
NxFxCu	2,73	1,00
NxFxMn	0,00	2,43
FxCuxMn	3,40	5,44
NxFxCuxMn	4,34*	4,71*
Média	0,78	0,76
CV	5,73	5,96
Nitrogênio		
40	0,79	0,77
120	0,77	0,75
Fungicida		
0	0,78	0,76
0,75	0,77	0,75
Cobre		
0	0,78	0,77
90	0,78	0,76
Manganês		
0	0,79	0,76
330	0,77	0,76

* significativo a 5% e ** significativo a 1%. ¹Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

A moderada resistência à Cercosporiose existente no híbrido P30K75 (PIONEER, 2009) também justifica a baixa severidade observada, 0,78%, estando

esta dentro do intervalo de 0,5 a 4,5% obtido por Bhatia e Munkvold (2002), também para um híbrido moderadamente resistente.

Redução da ordem de 0,13% na severidade de Cercosporiose também foi obtida com o uso de fungicida na ausência de Cu e Mn na presença de 40 kg ha⁻¹ de N, conforme resultados da avaliação das folhas da espiga em 2007 (Tabela 21).

A severidade de Cercosporiose não se correlacionou com a massa de 100 grãos e, tampouco com a produtividade (Tabela 24).

Barros e Lourenção (2009), estudando diferentes épocas e fungicidas em milho safrinha em sete municípios de Mato Grosso do Sul, constataram que o controle da cercosporiose com a pulverização em pré-plantio foi mais eficaz, independentemente do fungicida utilizado. Além disso, a realização de duas pulverizações proporcionou incremento médio em termos de eficácia de apenas 8,6% em relação à aplicação única; no entanto, este incremento no controle da doença não resultou em aumentos de produtividade que compensassem este custo adicional.

TABELA 20. Médias dos desdobramentos de fungicida dentro de cobre-manganês-nitrogênio para severidade (%) de Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) nas folhas abaixo da espiga (Fe-1). Chapadão do Sul, MS, 2007.

N (kg ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	Cobre (g ha ⁻¹)			
		0		90	
		Fungicida (L ha ⁻¹)			
		0	0,75	0	0,75
40	0	0,85b	0,79a	0,77	0,78
	330	0,75	0,76	0,79	0,76
120	0	0,78	0,78	0,78	0,75
	330	0,77	0,75	0,79	0,75

Médias para fungicida, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de cobre-manganês-nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 21. Médias dos desdobramentos de fungicida dentro de cobre-manganês-nitrogênio para severidade (%) de Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) nas folhas da espiga (Fe). Chapadão do Sul, MS, 2007.

N (kg ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	Cobre (g ha ⁻¹)			
		0		90	
		Fungicida (L ha ⁻¹)			
		0	0,75	0	0,75
40	0	0,86a	0,73b	0,75	0,74
	330	0,74	0,79	0,79	0,76
120	0	0,76	0,76	0,74	0,73
	330	0,73	0,75	0,78	0,76

Médias para fungicida, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de cobre-manganês-nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Barros e Lourenção (2009) obtiveram tendência de resposta à aplicação dos fungicidas no híbrido 2B710, no entanto, não foi possível inferir quanto ao melhor momento da aplicação, bem como do melhor fungicida a ser utilizado, uma vez que todos os tratamentos com fungicida independente do momento da aplicação, do produto e do número de pulverizações, apresentaram-se no mesmo patamar de produtividade.

Não se obtiveram correlações significativas entre teores foliares de N, Cu e Mn com a severidade de Cercosporiose, ou seja, os tratamentos utilizados não provocaram alterações ao ponto de influenciar o comportamento do patógeno, contrariando Caldwell et al. (2002) que relataram ser a cercosporiose uma doença mais severa em plantas com um alto estado nutricional, o que explica por que essa doença não é freqüente em solos que normalmente são deficientes em nutrientes.

Em 2008, a principal doença foliar ocorrida foi a Mancha de Diplodia (Tabela 22), causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *Diplodia macrospora* Earle in Bull.], um patógeno necrotrófico do milho, associado ao complexo das podridões de colmo e espiga. Em híbridos suscetíveis, pode causar grandes lesões foliares (LATTERELL; ROSSI, 1983) diminuindo a área fotossintetizante e funcionando como fonte de inóculo para as infecções de colmo e espiga (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2006).

A aplicação de fungicida reduziu em 0,45% a severidade de Mancha de Diplodia nas folhas localizadas abaixo das espigas em ambos os níveis de adubação nitrogenada, contudo, tais reduções ocorreram na ausência e presença de Mn respectivamente para 40 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹ de N (Tabela 23).

TABELA 22. Valores de F e médias de severidade de Mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*) nas folhas abaixo da espiga (Fe-1), da espiga (Fe) e acima da espiga (Fe+1) sob diferentes níveis de nitrogênio, fungicida, cobre e manganês. Chapadão do Sul, MS, 2008.

FV	Fe-1	Fe	Fe+1
Bloco	2,15 ¹	0,72 ¹	4,65 ¹
Nitrogênio (N)	5,18	4,03	3,18
Fungicida (F)	1,83	1,30	0,00
Cobre (Cu)	2,77	0,29	0,45
Manganês (Mn)	0,28	1,27	5,86*
NxF	0,35	0,04	1,42
NxCu	0,02	0,09	0,99
NxMn	0,00	2,38	1,77
FxCu	3,87	0,14	0,92
FxMn	0,40	0,94	0,09
CuxMn	0,02	0,95	0,52
NxFxCu	0,96	0,10	0,38
NxFxMn	7,62**	0,62	0,08
FxCuxMn	0,89	0,08	0,47
NxFxCuxMn	0,59	1,29	2,10
Média	1,41	1,49	1,35
CV	31,25	37,32	31,33
Nitrogênio			
40	1,54	1,64	1,44
120	1,29	1,36	1,25
Fungicida			
0	1,49	1,42	1,35
0,75	1,34	1,58	1,35
Cobre			
0	1,32	1,46	1,38
90	1,51	1,53	1,31
Manganês			
0	1,44	1,42	1,48a
330	1,39	1,58	1,22b

* significativo a 5% e ** significativo a 1%. ¹ Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

TABELA 23. Médias dos desdobramentos de fungicida dentro de manganês-nitrogênio para de severidade (%) de Mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*) nas folhas abaixo da espiga (Fe-1). Chapadão do Sul, MS, 2007.

N (kg ha ⁻¹)	Mn (g ha ⁻¹)	Fungicida (L ha ⁻¹)	
		0	0,75
40	0	1,79a	1,34b
	330	1,50	1,52
120	0	1,17	1,46
	330	1,49a	1,03b

Médias para fungicida, seguidas de mesma letra, na linha, dentro de níveis de manganês e nitrogênio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Diminuição de 0,26% de severidade de Mancha de Diplodia nas folhas acima das espigas também foi verificada com a pulverização de Mn, o que não refletiu em aumento de produtividade.

Ainda que constatados efeitos do fungicida e do Mn na redução da severidade de Mancha de Diplodia, as condições climáticas não foram suficientes para desencadear um processo epidêmico desta doença tão elevado quanto o ocorrido em outros anos. Como a severidade da doença era baixa no momento da avaliação (estádio R3) ficou mais difícil se observar maiores diferenças entre os tratamentos, uma vez que o inóculo se apresenta logo nos primeiros estádios, porém as primeiras lesões aparecem entre V10 e VT (pendoamento), e tem severidade crescente a partir do pendoamento (SILVA; SCHIPANSKI, 2006). Outro argumento que justifica a baixa pressão de inóculo da mancha foliar de Diplodia é a maior freqüência e

intensidade desta doença encontrada nas lavouras de milho conduzidas em monocultura (REIS; CASA, 2000), o que não corresponde à área cultivada no presente ano (2008).

Andrade e Andrade (2008), em levantamento sobre o histórico de doenças do período de dez anos em Chapadão do Sul, MS, relataram que na safra 2001/2002 a severidade de mancha foliar de *Diplodia* atingiu 11% para os híbridos mais susceptíveis e nos materiais mais resistentes encontraram-se apenas traços da doença, em duas épocas de semeadura (outubro e novembro).

Na safra 1999/2000, Andrade e Andrade (2000) avaliaram em 40 híbridos de milho cultivados em duas épocas de semeadura (outubro e novembro) a severidade de mancha foliar de *Diplodia*, a qual não ultrapassou 5%, tendo alguns materiais permanecido isentos da doença. Situação completamente diferente ocorreu na safra anterior (1998/1999), onde além de alta incidência verificou-se alta severidade, variando entre 20 e 60% de área foliar lesionada, respectivamente para os híbridos mais resistentes e mais susceptíveis.

A severidade de Mancha de *Diplodia* se correlacionou negativamente com a massa de 100 grãos, sem, contudo ocorrer o mesmo para produtividade (Tabela 25).

4.4 Produtividade

Observa-se na Figura 5, que a produtividade média de grãos de milho em 2007 foi de 5315 kg ha⁻¹, valor inferior aos 6180 kg ha⁻¹, observado por Anselmo (2007) para o mesmo genótipo e região, porém, em semeadura realizada em 14 de fevereiro, o que pode ser explicado pelos cálculos realizados a partir dos dados do mesmo autor, cuja redução de produtividade em função da data de semeadura em condição de safrinha, pode atingir 92 kg ha⁻¹ de grãos de milho para cada dia de atraso na semeadura, a partir de 31 de janeiro.

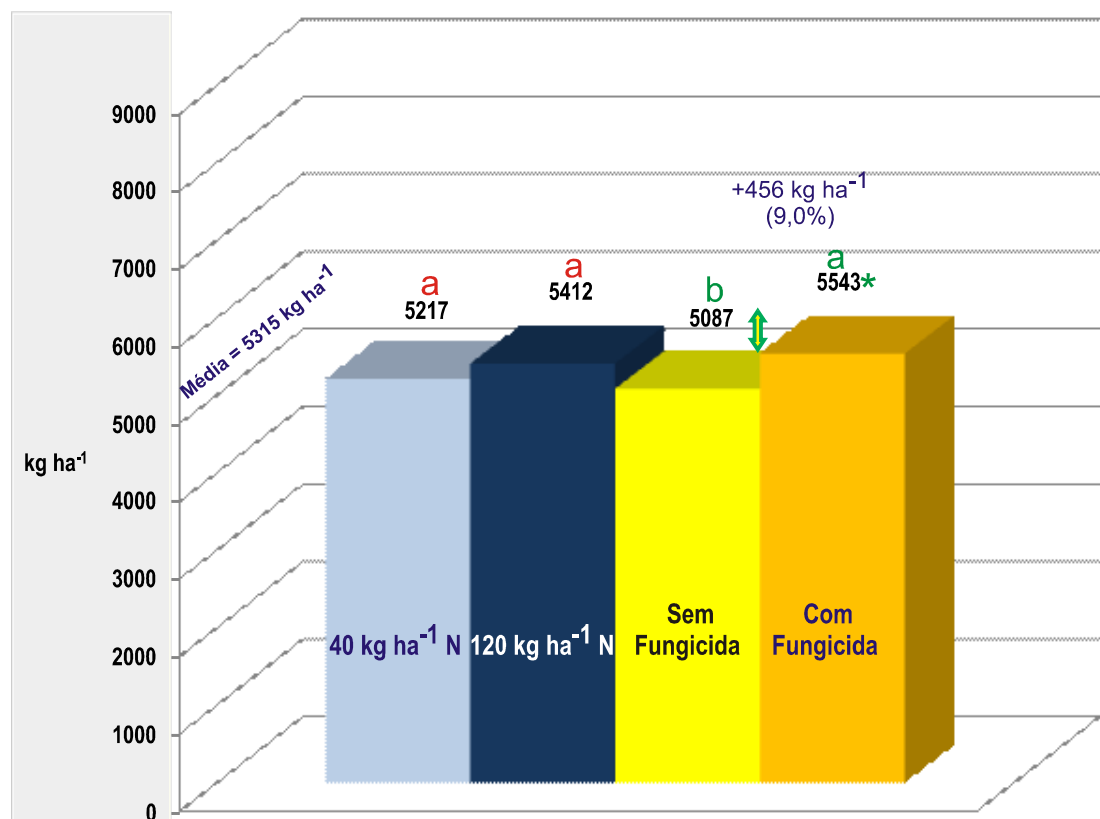


Figura 5. Produtividade de grãos de milho para o híbrido P30K75 (2007).

Em 2007 não foram observadas diferenças significativas na produtividade de grãos entre as doses de nitrogênio, o que pode estar associado à baixa eficiência de

aproveitamento do N decorrente de alta umidade do solo e temperatura do ar (CANTARELLA; MARCELINO, 2008), condições observadas após a realização da adubação de cobertura, as quais favoreceram as perdas de N por volatilização, uma vez que a fonte utilizada foi a uréia, aplicada superficialmente (Figura 6). Convém lembrar que a área utilizada se encontrava em pousio sobre resteva de girassol, a qual apresenta relação C:N de 34, considerada intermediária (AZEVEDO; SPEHAR, 2002), e o solo continha 31 g dm^{-3} de matéria orgânica, teor este que, potencialmente forneceria por meio da mineralização, entre $90 \text{ a } 150 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, possibilitando dessa forma, a obtenção de produtividades entre $4 \text{ a } 6 \text{ t ha}^{-1}$ (SOUSA; LOBATO, 2002).

Deve-se ressaltar também, que além da precipitação de 418 mm ocorrida durante o ciclo da cultura em 2007, quantidade insuficiente para o desenvolvimento pleno da cultura, cujo uso consuntivo médio é de 573 mm (FORNASIERI FILHO, 1992), a ocorrência de apenas 60 mm de precipitação no período de 15 dias antes do florescimento distribuídos em três chuvas e a ausência de precipitação quinze dias após o florescimento, explicam o patamar de produtividade obtido.

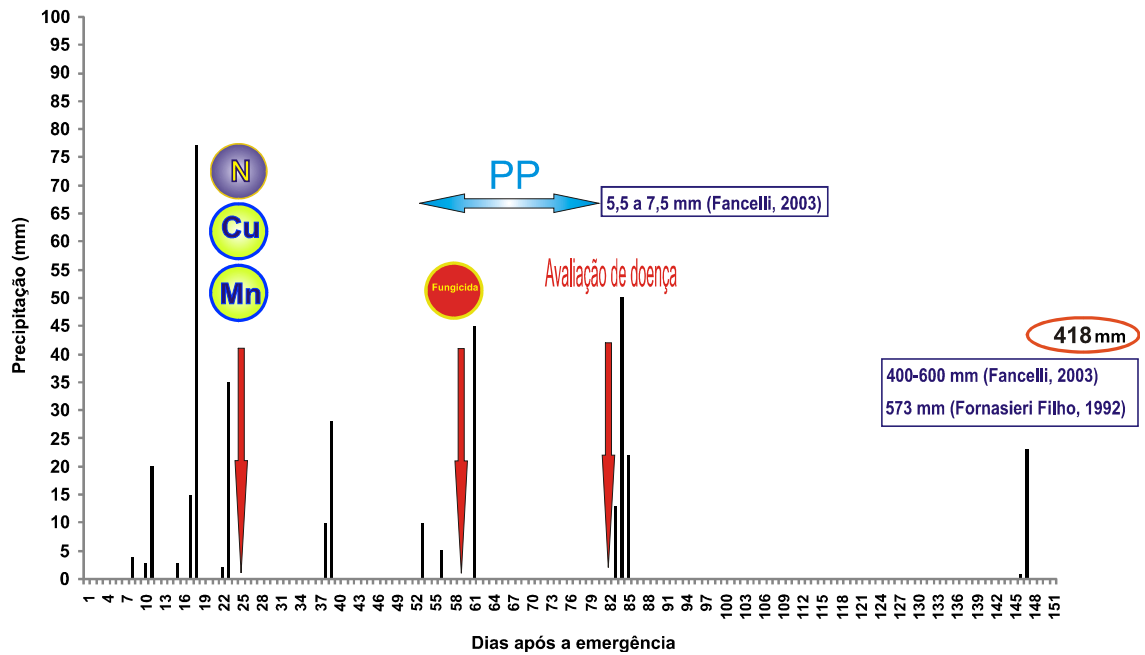


Figura 6. Precipitação pluvial durante o ciclo da cultura (2007).

A ausência de resposta à adubação nitrogenada em 2007 pode ser explicada ainda pela forte interação existente entre o suprimento de nitrogênio e água na cultura do milho, tanto no crescimento das plantas como no rendimento de grãos, a qual se pronuncia se houver déficit hídrico a partir do florescimento (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2004), condição observada no presente ano de experimentação (período de 17 dias de veranico), o que segundo Fancelli (2003) pode reduzir em 40 e 50% a produtividade da cultura do milho.

Ausência de resposta à adubação nitrogenada pela cultura do milho safrinha foi verificada por Ranno e Broch (2007), com 45 kg ha⁻¹ de N em cobertura (24 a 48 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura) e Broch e Ranno (2009) com a aplicação de até 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura (48 kg ha⁻¹ de N no sulco de semeadura), obtendo-se produtividade média de 7704 kg ha⁻¹, em Maracaju, MS, independente da fonte utilizada.

A aplicação de fungicida influenciou significativamente a produtividade em 2007. Apesar da ausência de correlação entre severidade de Cercosporiose e produtividade, obteve-se incremento da ordem de 456 kg ha^{-1} (9,0%) com uma aplicação de fungicida, sendo este menor que o observado por Pinto; Angelis e Habe (2004) que ao realizarem o controle da Cercosporiose com duas aplicações (V8 + pré-pendoamento) de diferentes fungicidas obtiveram aumento de produtividade de 1122 a 1572 kg ha^{-1} , correspondendo a 28 a 39%, em relação a testemunha, que apresentou elevada severidade de Cercosporiose.

Redução da produção de grãos da ordem de 20 a 60% pode ocorrer devido a Cercosporiose, o que depende da suscetibilidade do híbrido (WARD; LAING; RIJKENBERG, 1997).

Reis, Casa e Bresolin (2004) constataram que a epidemia de cercosporiose na região do sudoeste goiano na safrinha de 2000, reduziu a produtividade das lavouras em 2120 kg ha^{-1} , quando comparado ao tratamento emergencial com fungicidas, cujas produtividades foram de cerca de 5350 kg ha^{-1} .

As diferenças observadas entre dados da literatura e o presente trabalho são decorrentes dos níveis de severidade obtidos em cada situação, pois para cada 1,0% de acréscimo na severidade foliar da cercosporiose o rendimento de grãos pode ser reduzido em $47,6 \text{ kg ha}^{-1}$, conforme determinado por Nutter e Jenco (1992).

A menor resposta à aplicação de fungicida é justificada pelo ambiente notadamente seco que desfavoreceu a ocorrência de manchas foliares devido à escassez de chuvas durante o período de enchimento de grãos do milho, pois o desenvolvimento da cercosporiose requer umidade relativa acima de 95%, dada pela presença de orvalho e de neblina em dias consecutivos, ou por períodos prolongados de chuvas, que propiciem dias nublados, associados a temperaturas

moderadas a altas (WHITE, 2000). Isso significa que mesmo a partir de baixas severidades da mancha de *Cercospora*, já podem ser observadas reduções na produtividade do milho, conforme demonstrado por Fantin et al. (2008).

Fatores críticos que determinam o grau de perda de rendimento em epidemias de cercosporiose incluem o estágio de crescimento em que a cercosporiose infecta a planta de milho, a suscetibilidade do genótipo, a presença de hora suficiente de condições climáticas favoráveis, e a quantidade de inóculo inicial no campo que é afetada por práticas de plantio direto e rotação de culturas (LIPPS, 1995 citado por BHATIA; MUNKVOLD, 2002, p. 1127).

De fato, o fungicida proporcionou ganho de produtividade, apesar da ressalva apresentada quanto à severidade de Cercosporiose, o efeito positivo da piraclostrobina + epoxiconazole é sustentado pela teoria de que as estrobilurinas, além de controlarem as doenças, podem apresentar efeitos benéficos às plantas, conhecidos como efeitos fisiológicos refletindo em benefícios ao desenvolvimento das plantas e rendimento de grãos.

Ainda que a contribuição mais importante fornecido pela molécula piraclostrobina a agricultura é derivada de sua ampla atividade fungicida (AMMERMANN et al., 2000), como a planta absorve uma certa quantidade de fungicida aplicado, alterações no metabolismo de crescimento podem ocorrer, sem qualquer relação com a defesa da planta contra fungos (VENANCIO et al., 2003).

Experimentos de campo revelaram que os cereais tratados com piraclostrobina mostram aumentos significativos na produção, maior do que aqueles apenas devido ao seu efeito fungicida (KÖEHLE et al., 2003). Assim, o fungicida apresenta efeitos adicionais sobre a fisiologia da cultura, que levam a uma influência positiva na formação da produção, decorrente do aumento da biomassa, obtida

mesmo em plantas não afetadas por fungos, o que exige também uma maior assimilação do nitrogênio, como demonstrado por Köehle et al. (2003), onde nem o teor relativo de proteínas, nem a relação C/N foram diferentes em plantas controle tratados com o fungicida, indicando que a absorção adicional e redução de nitrato foi utilizado para favorecer o crescimento das plantas tratadas. Uma melhor utilização do CO₂, reduzindo gastos de energia, resultando em maior acúmulo de carboidratos (aumento da fotossíntese líquida), incremento da atividade da nitrato-redutase, efeito verde devido ao maior teor de clorofila e diminuição do estresse associado à redução da síntese de etileno, permitem maior duração da área foliar (OLIVEIRA, 2005).

Em 2008, o aumento foi de 903 kg ha⁻¹ na produtividade, com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N quando comparado ao uso de 40 kg ha⁻¹ de N (Figura 7).

A resposta da cultura em termos de produtividade ao fator N, segundo Ulger et al. (1987), é decorrente do aumento do índice de área foliar, o que influi positivamente na produtividade de grãos da cultura do milho.

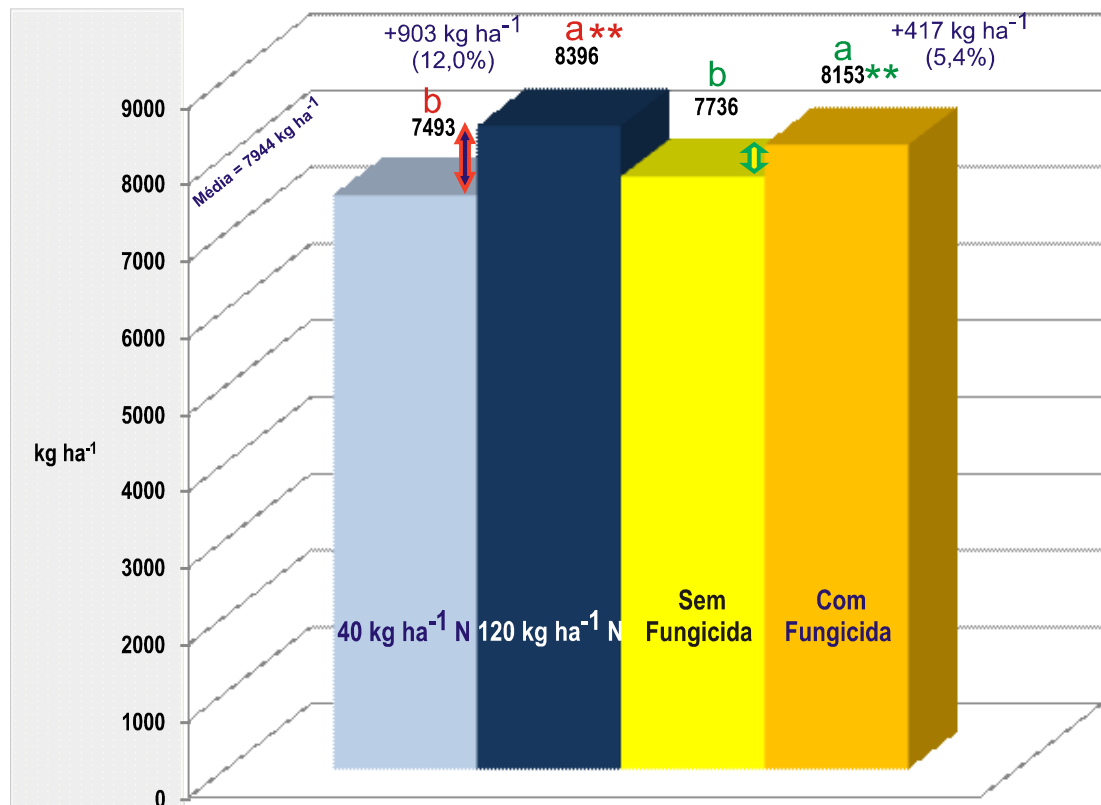


Figura 7. Produtividade de grãos de milho para o híbrido DAS 2B710 (2008).

Mar et al. (2003) obtiveram em safrinha, maior produtividade de grãos de milho (6549 kg ha^{-1}) com a aplicação de 131 kg ha^{-1} de N, e em milho safrinha cultivado em diferentes locais do Paraná, Shioga et al. (2004) verificaram respostas lineares à doses de até 135 kg ha^{-1} de nitrogênio na produtividade de grãos. Para Mundstock e Silva (2005), a suplementação nitrogenada mostra grande efeito na produtividade em cultivo de safrinha, desde que o híbrido seja responsivo, não haja limitação por outros nutrientes e que a disponibilidade hídrica seja adequada durante a estação de crescimento da cultura, condição observada no presente estudo para o ano 2008, cuja precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura foi de 852 mm (Figura 8) não havendo períodos de déficit hídrico que limitassem a resposta ao nitrogênio comprometendo a produtividade.

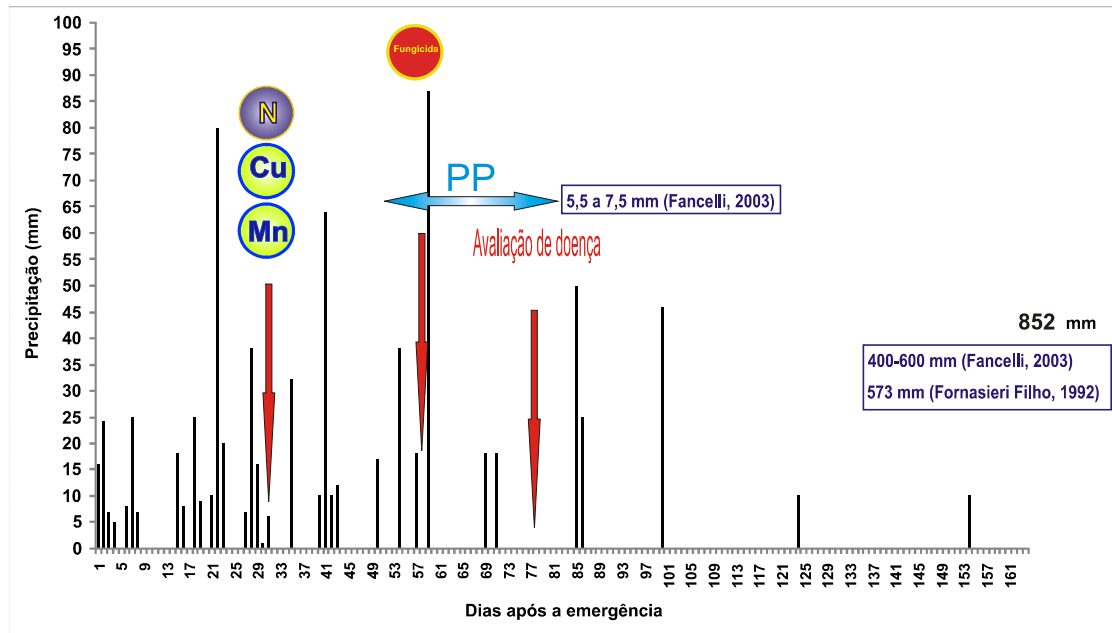


Figura 8. Precipitação pluvial durante o ciclo da cultura (2008).

Para Cantarella (1993) a magnitude das respostas ao nitrogênio em ensaios conduzidos no Brasil, tem sido variável, mas a maioria dos estudos indica respostas significativas a doses entre 30 e 90 kg ha⁻¹ de N, devido, em parte, aos níveis de produtividade relativamente baixos. Já Von Pinho et al. (2008) em condição de safrinha obtiveram menor produtividade de grãos com a dose de 40 kg ha⁻¹ de N comparada à dose de 160 kg ha⁻¹, independente do número de aplicações. A produtividade do milho, mesmo quando cultivado em sucessão à soja, pode ser aumentada com a adubação nitrogenada em cobertura, conforme observado por Kappes et al. (2009) que ao estudar o efeito de 70 kg ha⁻¹ de N total em diferentes épocas de aplicação e fontes, verificaram incrementos de produtividade.

O fungicida influenciou significativamente a produtividade de milho em 2008, resultando em acréscimo de 417 kg ha⁻¹ (5,4%), com uma aplicação de piraclostrobina + epoxiconazole e esses ganhos em produtividade foram menores

que os observados por Juliatti et al. (2006), que também com uma aplicação dos mesmo fungicidas, obtiveram incremento de 15% na produtividade.

Resposta positiva ao uso do fungicida piraclostrobina + epoxiconazole foi observada em safrinha do ano 2008 com o híbrido D2B710 semeado em 05 de fevereiro, também nas condições de Chapadão do Sul, MS, cujo ganho de produtividade foi de 27,8% (1776 kg ha⁻¹), demonstrando claramente a resposta do referido genótipo ao fungicida, apesar de não informada a ocorrência de doença nem mesmo se houve efeito na severidade (ANSELMO; LAZARINI; ANDRADE, 2008).

O ganho em produtividade com a aplicação de fungicida é certamente decorrente das correlações significativas entre severidade de mancha de *Diplodia* na folha localizada imediatamente abaixo da espiga (Tabela 25) e massa de 100 grãos (-0,246; 0,05) e desta com produtividade (0,571; 0,000). Dessa forma, ficou claro o efeito do fungicida na redução da severidade da doença o que resultou em maior massa de 100 grãos e conseqüentemente maior produtividade.

A pulverização com cobre e manganês não influenciou a produtividade em ambos os anos, demonstrando com isso, que foram ineficientes na supressão das doenças incidentes nos experimentos, mesmo sob baixa pressão de inóculo e que os níveis dos micronutrientes metálicos Cu e Mn no solo eram adequados no tocante à nutrição e mecanismos de defesa.

4.5 Correlações

TABELA 24. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis e nível de significância (entre parêntesis) associado ao teste t (2007).

Variável ¹	N	Cu	Mn	Cer Fe-1	Cer Fe	M100	Prod.
N	1 (0,000)	0,306 (0,014)	0,059 (0,645)	-0,178 (0,160)	0,042 (0,742)	0,481 (0,000)	0,173 (0,171)
Cu		1 (0,000)	-0,088 (0,487)	-0,083 (0,515)	-0,012 (0,924)	0,269 (0,032)	0,037 (0,771)
Mn			1 (0,000)	-0,062 (0,627)	0,123 (0,334)	-0,216 (0,087)	-0,337 (0,007)
Cer Fe-1				1 (0,000)	0,101 (0,425)	-0,157 (0,216)	0,054 (0,670)
Cer Fe					1 (0,000)	-0,158 (0,212)	0,108 (0,394)
M100						1 (0,000)	0,245 (0,051)
Prod.							1 (0,000)

¹ CerFe-1, severidade de Cercosporiose na folha abaixo da espiga; CerFe, severidade de Cercosporiose na folha da espiga.

TABELA 25. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis e nível de significância (entre parêntesis) associado ao teste t (2008).

Variável ¹	N	Cu	Mn	Dip. Fe-1	Dip. Fe	Dip. Fe+1	M100	Prod.
N	1 (0,000)	0,226 (0,073)	0,175 (0,166)	-0,236 (0,060)	-0,273 (0,029)	0,012 (0,926)	0,637 (0,000)	0,173 (0,171)
Cu		1 (0,000)	-0,193 (0,126)	-0,213 (0,091)	0,000 (0,999)	0,171 (0,177)	0,126 (0,322)	0,104 (0,416)
Mn			1 (0,000)	-0,123 (0,334)	-0,152 (0,232)	-0,146 (0,249)	-0,019 (0,884)	0,080 (0,531)
Dip. Fe-1				1 (0,000)	0,301 (0,016)	0,130 (0,305)	-0,246 (0,050)	-0,039 (0,762)
Dip. Fe					1 (0,000)	0,133 (0,294)	-0,255 (0,042)	-0,116 (0,362)
Dip. Fe+1						1 (0,000)	-0,124 (0,331)	0,056 (0,662)
M100							1 (0,000)	0,571 (0,000)
Prod.								1 (0,000)

¹ Dip.Fe-1, severidade de Mancha de Diplodia na folha abaixo da espiga; Dip.Fe, severidade de Mancha de Diplodia na da espiga; Dip.Fe+1, severidade de Mancha de Diplodia na folha acima da espiga;

5. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada não influenciou a severidade de doenças, aumentou os teores foliares de nitrogênio em 2007 e a massa de 100 grãos em ambos os anos, porém, ganhos de produtividade somente ocorreram para o híbrido D2B710 em 2008.

O uso de fungicida proporcionou maiores teores foliares de nitrogênio, diminuiu a severidade de doenças e aumentou a produtividade de grãos em ambos os anos, apesar da inexistência de correlação significativa entre severidade e produtividade de grãos.

A pulverização com sulfato de cobre e sulfato de manganês não influenciou os teores foliares destes elementos, os componentes de produção, exceto para a aplicação de cobre associado ao manganês na ausência de fungicida e na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, onde se obteve efeito depressivo no comprimento de espiga, sem, contudo afetar a produtividade da cultura do milho safrinha.

O uso de fungicida não eliminou a infecção de plantas pelos fungos, mesmo sob baixa severidade de doenças, independentemente da dose de nitrogênio aplicada.

Os micronutrientes cobre e manganês, na dose utilizada, não substituem a aplicação de fungicida.

6. REFERÊNCIAS

ADAMS, F. Interactions of phosphorus with other elements in soils and in plants. In: KHASAWNWEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. (Ed.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.655-680.

AGRIOS, N.G. **Plant Pathology** 5.ed. New York: Elsevier, 2005. p. 635.

AMARAL FILHO, J.P.R. et al. 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.

AMMERMANN, E.; LORENZ, G.; SCHELBERGER, K.; MUELLER, B.; KIRSTGEN, R.; SAUTER, H. In: BAS 500 F – the new broad-spectrum strobilurin fungicide. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE, PESTS AND DISEASES, 2., 2000, Brighton. **Proceedings...** Brighton-UK: BCPC, 2000. p.541– 548.

ANDRADE, D. F .A.; ANDRADE, P. J. M. Histórico das doenças na cultura do milho em Chapadão do Sul 10 anos de estudo. In: BORGES, E. P. et al. **Pesquisa tecnologia produtividade: soja/milho/algodão 2008/2009**. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2008. p.165-176.

ANDRADE, D. F. A.; ANDRADE, P. J. M. Progresso das doenças incidentes em 40 híbridos de milho, nas condições de Chapadão do Sul, MS, em duas diferentes épocas de plantio. In: BORGES, E. P. et al. **Resultados safra 99/00**. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2000. p.45-56.

ANSELMO, J. L. Híbridos de milho verão e safrinha. In: BORGES, E. P. et al. **Pesquisa tecnologia produtividade: soja/milho/algodão 2007/2008**. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2007. p.111-126.

ANSELMO, J. L.; LAZARINI, E.; ANDRADE, COSTA, J. A. Híbridos de milho verão e safrinha. In: **Pesquisa tecnologia produtividade: soja/milho/algodão 2008/2009**. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2008. p.136-150.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Berna: International Potash Institute, 1974. 452p.

ATKINSON, D.; MCKINLAY, R.G. Crop protection and its integration within sustainable farming systems, **Agr. Ecosyst. Environ.**, Amsterdam, v.64, n.2, p.87–93, 1997.

AZEVEDO, D. M. P.; SPEHAR, C. R. **Decomposição da palhada de culturas para plantio no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros**. Teresina: Embrapa, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 147).

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Syngenta, 1997. 114p.

BARROS, R.; LOURENÇÃO, A. L. F. Fungicidas no milho safrinha. In: BROCH, D.L. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2009**. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 2009. p. 105-114.

BELOW, F. E. Nitrogen metabolism and crop productivity. In: PRESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekkar, 1995. p. 275-301.

BELOW, F. E. et al. Availability of reduced N and carbohydrates for ear development of maize. **Plant Physiology**, Bethesda, v.68, n.5, p.1186-1190, 1981.

BERGMANN, H.; LIPPMANN, B.; LEINHOS, V.; TIROKE, S.; MACHELETT, B. Activation of stress resistance in plants and consequences for product quality. **J. Appl. Bot.**, Berlin, v. 73, n.1, p. 153-61, 1999.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H. Ecofisiologia do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 1 CD-ROM.

BHATIA, A.; MUNKVOLD, G. P. Relationships of environmental and cultural factors with severity of gray leaf spot on maize. **Plant Dis.**, Saint Paul, v.86, n.10, p.1127-1133, 2002.

BLOOM, A. J. Nitrogen as a limiting factor: crop acquisition of ammonium and nitrate. In: JACKSON, L. E. (Ed). **Ecology in agriculture**. San Diego: Academic, 1997. p.145-172.

BRANDÃO, A.M.; JULIATTI, F.C.; BRITO, C.H.; GOMES, L.S.; VALE, F.X.R.; HAMAWAKI, O.T. Fungicidas e épocas de aplicação no controle da ferrugem comum (*Puccinia sorghi schw.*) em diferentes híbridos de milho. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.19, n.1, p.43-52, 2003.

BRENNAN, R.F. The role of manganese and nitrogen nutrition in the susceptibility of wheat plants to take-all in western Australia, **Fertilizer Res.**, Netherlands, v.31, n.1, p.35–41, 1992.

BRITO, A.H. **Quantificação de danos e reação de resistência de híbridos comerciais de milho a *Cercospora zae-maydis***. 2007. 73f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

BROCH, D.L.; RANNO, S.K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho “safrinha”. In: BROCH, D.L. **Tecnologia e produção**: milho safrinha e culturas de inverno 2009. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 2009. p. 5-29.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 63-145.

BÜSCHBELL, T.; HOFFMANN, G.M. The effects of different nitrogen regimes on the epidemiologic development of pathogens on winter wheat and their control, **J. Plant Dis. Prot.**, St. Paul, v.99, n.1, p.381–403. 1992.

BUSSLER, W. Physiological functions and utilization of copper. In: Loneragan, J. F.; Robson, A.D.; Graham, R. D. (Ed.). **Copper in plants**. Sydney: Academic Press, 1981. P.213-234.

CAKMAK, I. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. **Plant and Soil**, The Hague, v.247, n.1, p.3-24, 2002.

CALDWELL, P.M.; WARD, J.M.J.; MILES, N.; LAING, M.D. Assessment of the effects of fertilizer applications on gray leaf spot and yield in maize. **Plant Dis.** St. Paul, v.86, n.8, p.859-866, 2002.

CAMARGO, O.A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos**. Campinas: IAC, 1986. 77p.

CAMARGOS L.S.; AGUIAR L.F.; AZEVEDO R.A. Site of nitrate reduction in Jack bean (*Canavalia ensiformis* L.) changes from leaf to root during development. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.34, n.2, p.131–137. 2006.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO MILHO E SORGO, 2., 1990, Vitória. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.147-196.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Adubação do milho Safrinha. Seminário sobre a cultura do milho Safrinha, 3., 1995, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 1995. , p. 21-27.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Adubação nitrogenada de cobertura em milho safrinha no Médio Paranapanema em 2004 e 2005. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA. 8., Assis, 2005. **Anais...** Campinas: IAC, 2005. p. 353-360.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, F. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. **Milho: nutrição e adubação**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2008. p.36-55.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. (Ed.). **Milho: nutrição e adubação**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2008. p. 36-55.

CARBALLO S.J.; BLANKENSHIP, S.M.; SANDERS, D.C. Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers, **J. Plant Nutr.**, New York, v.17, n.7, p.1175–1191, 1994.

CARRERA, L.M.; GRYBAUSKAS, A. Effect of planting dates and plant density on the development of gray leaf spot on corn. **Phytopathology**, St. Paul, v.82, p.718-719, 1992.

CARVALHO, I.Q. et al. Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 179-184, 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do Gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, n.5, p.427-439, 2006.

CASAGRANDE, J.R.R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.33-40, jan. 2002.

CASSEL, D.K.; KAMPRATH, E.J.; SIMMONS, F.W. Nitrogen-sulfur relationships in corn as affected by landscape attributes and tillage. **Agron. J.**, Madison, v. 88, n.2, p.133-140, 1996.

CASTRO, J. R. Micronutrientes: fatores que afetam a disponibilidade e a absorção, e respostas das culturas. In: **Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1997. p.11-20.

CELAR, F. Competition for ammonium and nitrate forms of nitrogen between some phytopathogenic and antagonistic soil fungi. **Biol. Control**, Orlando, v.28, n.1, p.19–24, 2003.

CHASE, A. R. Effect of nitrogen and potassium fertilizer rates on severity of Xanthomonas blight of syngoniumpodophyllum, **Plant Dis.**, Saint Paul, v.73, p.972–975, 1989.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília: CONAB, 2006. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 6 jul. 2009.

COULTER, J.A.; NAFZIGER, E.D. Continuous corn response to residue management and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.100, n.6, p.1774-1780, 2008.

DE VOS, R. C. H.; VONK, M. J.; VOOIJS, R.; SCHAT, H. Glutathione depletion due to copper-induced phytochelatin synthesis causes oxidative stress in *Silene cucubalus*, **Plant Physiol.**, Minneapolis, v.98, n.5, p. 853–858. 1992.

DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R.F. **F500 em soja e milho**: efeitos fisiológicos comprovados. São Paulo: Atualidades Agrícolas-BASF, 2005. p.12-16.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.

ENGELHARD, A.W. **Soilborne plant pathogens management of disease with macro and microelements**. St. Paul: APS Press, 1989. 217 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants**: principles and perspectives. 2.ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 400 p.

EVANYLO, G. K. Dryland corn response to tillage and nitrogen fertilization: I. growth-yield-n relationships. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v. 21, p.137–151, 1990.

FANCELLI, A. L. Influência da nutrição de plantas na ocorrência de doenças e pragas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado**: tecnologia de produtividade. Piracicaba: Departamento de Produção Vegetal - ESALQ, 2003. p.1-29.

FANCELLI, A. L. Influência da nutrição na ocorrência de doenças de plantas. In: FANCELLI, A. L. **Milho**: nutrição e adubação. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2008. p.1-35.

FANCELLI, A. L. Manejo do solo em Plantio Direto. In: FANCELLI, A. L. **Guia para plantio direto**. São Paulo: Grupo Plantio Direto, 2000b. p.16-29.

FANCELLI, A. L. Milho: ambiente e produtividade. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.) **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2003. p.174-197.

FANCELLI, A. L. Nutrição e adubação de milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: manejo e produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2009. p.60-98.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. In: FANCELLI, A. L. (Coord.) **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p.131-134.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: manejo e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2009. 181 p.

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

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2008. 360p.

FANCELLI, L. A. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (Zea mays L.)**. 1988. 172 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

FANTIN, G. M., DUDIENAS, C.; CASTRO, J. L.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A. P. Avaliação da severidade das manchas de *Phaeosphaeria* e de *Cercospora* do milho em cultivo de safrinha. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 79, n. 1, p. 135-154, 2004.

FAVARIN, J. L. Micronutrientes e produtividade do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado: tecnologia & produção**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2005. p.73-97.

FERREIRA, A.C.B. **Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentrações de nutrientes no milho**. 1997. 73f. Tese (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 1997, Viçosa.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do sisvar para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p.255-258.

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

FURLAN, S. H.; FANTIN, G. M. Fungicidas e indutores de resistência no controle de doenças. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: fatores determinantes da produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2007. p.184-199.

GOTTSTEIN, H.D.; KUC, J. Induction of systemic resistance to anthracnose in cucumber by phosphates. **Phytopathology**, Saint Paul, v.79, p.176-179, 1989.

GRAHAM, R. D.; WEBB, M. J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: MORTVEDT, J. J., GIORDANO, P. M.; LINDSA, W. L. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. 2.ed. Madison: SSSA, 1991. p. 329-370.

HALVORSON, A.D.; MOSIER, A.R.; CURTIS, A.R.; BAUSCH, W.C. Nitrogen and tillage effects on irrigated continuous corn yields. **Agron. J.**, Madison, v. 98, n.1, p.63–71, 2006.

HALVORSON, A. D.; WIENHOLD, B. J.; BLACK, A. L. Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. **Agron. J.**, Madison, v. 93, n.4, p.836–841, 2001.

HARRISON, U. J.; SHEW, H. D. Effects of soil pH and nitrogen fertility on the population dynamics of *Thielaviopsis basicola*, **Plant Soil**, The Hague, v.228, n.2, p.147–155, 2001.

HECKMAN, J. R.; CLARKE, B. B.; MURPHY J. A. Optimizing manganese fertilization for the suppression of take-all patch disease on creeping bentgrass, **Crop Sci.**, Madison, v.43, n.4, p.1395–1398, 2003.

HENRIQUES, F. S. Effects of copper deficiency on the photosynthetic apparatus of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) **J. Plant Physiol.**, Bethesda, v.135, n.2, p.453-458, 1989.

HOFFLAND, E.; JEGGER, M. J.; VAN BEUSICHEM; M. L. Effect of nitrogen supply rate on disease resistance in tomato depends on the pathogen. **Plant Soil**, The Hague, v.218, n.1-2, p.239–247, 2000.

HOWARD, D. D.; CHAMBERS, A. Y.; LOGAN, J. Nitrogen and fungicide effects on yield components and disease severity in wheat, **J. Prod. Agr.**, Madison, v.7, p.448–454, 1994.

HUBER, D. M.; WILHELM, N. S. The role of manganese in resistance to plant disease. In: GRAHAM, R. D.; HANNAM, R. J.; UREN, N. C. (Ed.). **Manganese in soils and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. p. 155-173.

HUBER, D. M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL J.G.; COWLING E.B. (Ed.). **Plant disease, an advanced treatise, how plants defend themselves**. New York: Academic Press, 1980. v.5, p.381–406.

HUBER, D. M. Introduction. In: ENGELHARD, A. W. **Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro and microelements**. St. Paul: American Phytopathology Society, 1989. 217 p.

HUBER, D.M. Introduction. In: ENGELHARD, A.W. (Ed.). **Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro- and microelements**. St. Paul: APS Press, 1990. p.1-8.

HUBER, D. M., WATSON, R. D. Nitrogen form and plant disease. **Ann. Rev. Phytopathol.**, Palo Alto, v.12, n.2, p.139–165, 1974.

HUBER, D. M.; GRAHAM, R. D. The role of nutrition in crop resistance and tolerance to disease, In: RENGEL, Z. (Ed.). **Mineral nutrition of crops fundamental mechanisms and implications**. New York: Food Product Press, 1999. p.205–226.

HUBER, M. D. Introduction. In: Engelhard W.A. (Ed.). **Management of diseases with macro- and microelements**. Minneapolis: APS, 1996. p. 217.

IAMAMOTO, M. M. Doenças de milho: importância e aspectos práticos de manejo. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: manejo e produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2009. p.132-147.

IAMAMOTO, M. M. Efeito de duas aplicações de fungicidas no controle de doenças foliares da cultura do Milho, em Costa Rica, MS, Safra 2007-08. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina. **Anais....** Londrina: IAPAR, 2008. p.151.

JIN, Z. et al. Impacts of combination of foliar Iron and boron application on iron biofortification and nutritional quality of rice grain. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v.31, n.9, p.1599-1611, 2008.

JULIATTI, F. C.; CARLLIS, G. C.; POLIZEL, A.C.; FREITAS, P. T.; DUARTE, R. P.; MOURA, E. A. C. Análise econômica do uso de fungicidas no controle da ferrugem comum, mancha branca, helmintosporiose e mancha de stenocarpella na cultura do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, supl., p.313-, 2006.

KAPPES, C.; CARVALHO, M .A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesq. Agropec.Trop.**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. **Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants**. Bonn: AgroConcept GmbH, 2003. p. 61-74.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479p.

LAM, H. M.; COSCHIGANO, K.; OLIVEIRA, I. C.; MELO-OLIVEIRA, R.; CORUZZI, G. The molecular genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, New York, v.47, p.569–593. 1996.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LATTERELL, F. M.; ROSSI, A. E. Stenocarpella macrospora (=Diplodia macrospora) and S. maydis (=D. maydis) compared as pathogens of corn. **Plant Disease**, Saint Paul, v.67, n.5, p.725-729, 1983.

LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. Nitrogen use efficiency: uptake of nitrogen from the soil. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.149, n.3, p.243–247, 2006.

LEA, P. J.; SODEK, L.; PARRY, M. A. J.; SHEWRY, P. R.; HALFORD, N. G. Asparagine in plants. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.150, n.1, p.1–26. 2007.

LU, X. H. et al. Effects of plastic film mulching cultivation under non-flooded condition on rice quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.87, n.2, p.334–339. 2007.

LUCENA, L. F. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; ANDRADE, A.P. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.334-337, 2000.

MA, B. L.; DWYER, L. M. Nitrogen uptake and use of two contrasting corn hybrids differing in leaf senescence. **Plant Soil**, Netherlands, v.199, n.2, p.283-291. 1998.

MAGALHÃES, P. C.; DUARTE, A. P.; GUIMARÃES, O. Tecnologias para desenvolvimento de milho em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 108-120.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MAR, G. D. et al. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.267-274, 2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. p.889.

MELGAR, R J.; SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S.; SÁNCHEZ, P. A. Doses e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenados para o milho em Latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.2, p.196-289, 1991.

MIAO, Y. et al. Within-field variation in corn yield and grain quality responses to nitrogen fertilization and hybrid selection. **Agronomy Journal**, Madison, v.98, n.1, p.129-140, 2006.

MOHAMMADI, S. A.; PRASANNA, B. M.; SINGH, N. N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. **Crop Science**, Madison, v.43, n.5 , p.1690-1697, 2003.

MOURA, G. M. Efeito do desfolhamento no rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.57-62, 1999.

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

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 51p.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Org.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.139-154.

NUTTER, F. W.; JENCO, J. H. Development of a critical-point yield loss model to estimate yield losses in corn caused by *Cercospora zea-maydis*. **Phytopathology**, St. Paul, v.82, n.9, p.994, 1992.

OBORN, I.; EDWARDS, A. C.; WITTER, E.; OENEMA, O.; IVARSSON, K.; WITHERS, P. J. A.; NILSSON, S. I.; RICHERT, S. A. Element balances as a toll for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. **Eur. J. Agron.**, Amsterdam, v. 20, n.1-2, p.211–225, 2003.

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, R. F. Efeito fisiológico do F 500 na planta de soja e milho. In: AUTOR. **Atualidades Agrícolas**. São Paulo: BASF, 2005. p. 9-11.

PATAKY, J. K. Relationships between yield of sweet corn and northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, St. Paul, v.82, n.4, p.370-375, 1992.

PINTO, N. F. J. A.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.1, p.139-145.2004.

PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.): controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. p.821-864.

PIONEER. **Híbridos de milho-30K75**. [S.l.: s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/PopVersaoImpressaoDetalheMilho.aspx?id=20>>. Acesso em: 23 jun. 2009.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; REZENDE, A. M. Entraves da comercialização à competitividade do milho no Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, jan-jun., n.104, p.23-40, 2003.

RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RANNO, S. K.; BROCH, D. L. Resposta do milho safrinha a fontes de nitrogênio em cobertura em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 264-268.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2.ed. Lages: Graphel, 2004. v.2, p.20-47.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Controle de doenças fúngicas na cultura do milho, em plantio direto, no sul do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO, 2., 2000, Passo Fundo. **Resumo...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2000. p. 62-71.

REUVENI, R.; AGAPOV, V.; REUVENI, M. A foliar spray of micronutrient solutions induces local and systemic protection against powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginia*) in cucumber plants. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v.103, n.7, p.581-588, 1997.

RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service, 1997. 21p. (Special Report, 48).

RÖHMHELD, V.; MARSCHNER, H. Function of micronutrients in plants. In: MORTVEDT, J.J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 297–328.

SCHARF, P. C.; BROUDER, S. M.; HOEFT, R. G. Chlorophyll meter readings can predict nitrogen need and yield response of corn in the north-central USA. **Agron. J.** Madison, v.98, n.3, p.655–665, 2006.

SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M.; BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, New York, v.23, n.17/20, p.2173–2187, 1992.

SCHUTZENDUBEL, A. A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. **J. Exp. Bot.**, Oxford, v. 53, n.372, p.1351–1365, 2002.

SHARMA, C. P. et al. Manganese deficiency in maize affects pollen. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 138, n.1, p. 139-142, 1991.

SHIOGA, P. S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.3, p. 381-390, 2004.

SILVA, A. R. B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (Zea mays L.) em diferentes tipos de preparo do solo**. 2000. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas,, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, H. P. Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 162-181.

SILVA, O.C; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho**. Castro: Fundação ABC, 2006. 97p.

SILVA, O. C.; RUTHES, E.; FREITAS, J.; GALLO, P. Efeito do momento da aplicação e dose do fungicida azoxystrobin + cyproconazole no controle das doenças foliares do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.30, n.1, p.108, 2005. Suplemento.

SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. Doenças do milho: o desafio da produtividade com qualidade. In: FANCELLI, A. L; DOURADO NETO, D. **Milho**: fatores determinantes da produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2007. p.106-116.

SIMOGLOU, K.; DORDAS, C. Effect of foliar applied boron, manganese and zinc on tan spot in winter durum wheat, **Crop Prot.**, England, v.25, n.7, p.657–663, 2006.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (Zea mays L.)**. 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 129-145.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. p.129-146.

SOUZA, P. P.; JULIATTI, F. C.; SCHIAVENATO, J. A. Efeito de híbridos e fungicidas na evolução de doenças foliares em Iraí de Minas-MG. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.29, n.1, p.112, 2004. Suplemento.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.110, n.1, p.21-26, 2009.

TOMAZELA, A.; FAVARIN, J. L.; FANCELLI, A. L.; MARTIN, T. N.; NETO, D. D.; REIS, A. R. Doses de nitrogênio e fontes de cu e mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 192-201, 2006.

TORRES, F. E. et al. Efeitos na cultura do milho em função de diferentes plantas de cobertura e níveis de adubação nitrogenada. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 258-263.

TZIROS, G. T.; DORDAS, C.; TZAVELLA-KLONARI, K.; LAGOPODI, A. L. Effect of two *Pseudomonas* strains and *Fusarium* wilt of watermelon under different nitrogen nutrition levels. In: CONGRESS OF MEDITERRANEAN PHYTOPATHOLOGICAL UNION, 12., 2006, Rhodes. **Proceedings...** Rhodes: Island Hellas, 2006. p.585-587.

ULGER, A. C.; BECKER, H. C.; AND KHANT, G. Response of maize inbred lines and hybrids to increasing rates of nitrogen fertilizer. **Journal Agronomy Crop Science**, Hoboken, v.159, n.3, p.157-163, 1987.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas: efeitos fisiológicos do fungicida pyraclostrobin. In: LUZ, W. C. FERNANDES, J. M. PRESTES, A. M. PICININI, E. C. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: RAAP, 2004. Cap. 9, v. 12, p. 317-341.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Exact Soil Sci., Agr. Sci. Eng.**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2003.

VIDHYASEKARAN, P. **Concise encyclopaedia of plant pathology**. Binghampton : Food Products Press, 2004. p. 619.

VIDHYASEKARAN, P. **Fungal pathogenesis in plants and crops, molecular biology and host defense mechanisms**. New York: Marcel Dekker, 1997. p.568.

VIEIRA, J.M.; FONTES, L.A.; GALVÃO, J.D. Produção de grãos, teores de proteínas e de lisina em cultivares de milho Opaco-2 e normal, em diferentes níveis de adubação nitrogenada e fosfatada. **Experimento UFV**, Viçosa, v.21, n.3, p.49-69. 1976.

VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n.2, p.157-173, 2009.

VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M.C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p. 733-739, 2008.

WARD, J. M. J.; LAING, M. D.; RIJKENBERG, F. H. J. Frequency and timing of fungicide applications for the control of gray leaf spot in maize. **Plant Dis.**, St. Paul, v.8, n.1, p.41-48, 1997.

WHITE, D. G. (Ed.). **Compendium of corn diseases**. 3.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.

WILKINSON, S. R.; GRUNES, D. L.; SUMNER, M. E. Nutrient interactions in soil and plant nutrition. In: SUMNER, M.E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 89-112.

WILLIAMS, L.E.; MILLER, A.J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.**, Palo Alto, v.52, jun., p.659-688, 2001.

WOLTZ, S.S.; ENGELHAR, A.W. Fusarium wilt of chrysanthemum effect of nitrogen source and lime on disease development, **Phytopathology**, St. Paul, v.63, p.155–157, 1973.

XU, Q.F.; TSAI, C.L.; TSAI, C.Y. Interaction of potassium with the form and nitrogen and their influence in the growth and nitrogen uptake of maize. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, n.1, p.23-33, 1992.

ZHANG, F.; MACKENZIE, A.F.; SMITH, D.L. Corn yield and shifts among corn quality constituents following applications of different nitrogen fertilizer sources at several times during corn development. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, n.7, p.1317-1337, 1993.