

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**FERTILIZANTE FOLIAR EM ASSOCIAÇÃO COM
FUNGICIDA EM TRIGO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Leandro Nascimento Marques

**Santa Maria/RS, Brasil
2014**

FERTILIZANTE FOLIAR EM ASSOCIAÇÃO COM FUNGICIDA EM TRIGO

Leandro Nascimento Marques

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em produção vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientador: Prof. Ricardo Silveiro Balardin

**Santa Maria/RS, Brasil
2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Marques, Leandro Nascimento
Fertilizante foliar em associação com fungicida em
trigo / Leandro Nascimento Marques.-2014.
120 p.; 30cm

Orientador: Ricardo Silveiro Balardin
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2014

1. Triticum aestivum L. 2. Puccinia triticina 3.
Drechslera tritici-repentis 4. Bipolaris sorokiniana 5.
adubação foliar I. Balardin, Ricardo Silveiro II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-graduação em Agronomia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado**

**FERTILIZANTE FOLIAR EM ASSOCIAÇÃO COM FUNGICIDA EM
TRIGO**

elaborada por
Leandro Nascimento Marques

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ricardo Silveiro Balardin, PhD.
(Presidente/Orientador)

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)

Marcelo Grippa Madalosso, Dr. (URI)

Santa Maria/RS, 25 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que através da fé alcançamos inspiração e ganhamos proteção.

Ao meu pai Laurenno Marques, mãe Leci Marques, irmão Deomero Marques, irmã Marta Marques e toda minha família pelo carinho e apoio que sempre me motivaram a seguir em frente e buscar o crescimento. A minha namorada Ingrid Duarte por estar no meu lado nas horas boas e ruins e dividir comigo momentos fora da rotina de trabalho.

Ao Professor Ricardo Balardin pela orientação, pelos substanciais ensinamentos, pela amizade e apoio que me possibilitou crescer pessoalmente e tecnicamente.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia pela possibilidade de execução desse projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelos recursos concedidos.

Ao Instituto Phytus, na pessoa de Clarisse Rubin Balardin, por me acolher e dar suporte e estrutura na condução dos ensaios. Aos estagiários e estudantes de pós-graduação do Instituto Phytus Aline Camargo, André Ebone, Angélica Marian, Daniela Pezzini, Débora Schreiner, Diego Dalla Favera, Eduardo Canova, Felipe Frigo, Francis Maffini, Gabriel Finatto, Heraldo Cesar, Jonas Dahmer, Juliano Ramos, Juliano Uebel, Lucas Drebes, Marcos Tomazetti, Marlon Stefanello, Nédio Tormen, Pablo Serafini, Paulo Santos, Pedro Cadore, Ricardo Balardin, Rodrigo Bigolin, Rodrigo Alff e Simone Minuzzi obrigado pela amizade e auxílio, importantíssimos nessa caminhada.

A equipe de funcionários Instituto Phytus, Marcelo Madalosso, Carol Gulart, Mônica Debortoli, Carla Siqueira, Justina Franchi, Taciane Soncini, Verônica Viero, Grazielle Stefano, Ricardo Mânica, Martha Barcellos, Guilherme de Freitas, Luciana Cauduro, Maira da Rosa, Fabiane Frees, Eduardo Lopes, Vani Nascimento, Andressa Lopes, Paulo Lopes, Antão Santos, pela amizade e apoio.

Ao professor Ivan Dresler da Costa e colegas de iniciação Giuvan Lenz, Carla Zemolin, Maurício Stefanello, Tania Bayer, Adriano Arrué, Cesar Coradini, colegas, amigos, obrigado, vocês tiveram fundamental importância para eu chegar até aqui.

Aos amigos Gerson Dalla Corte e Rafael Gai pela amizade e troca de idéias.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e não foram lembrados meus sinceros agradecimentos.

EPÍGRAFE

**“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.
Talvez não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”**

Marthin Luther King

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

FERTILIZANTE FOLIAR EM ASSOCIAÇÃO COM FUNGICIDA EM TRIGO

AUTOR: LEANDRO NASCIMENTO MARQUES
ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN
Local e Data: Santa Maria/RS, 25 de fevereiro de 2014

O controle químico de doenças com o uso de fungicidas é uma das práticas mais empregadas na cultura do trigo em função da eficácia de controle. Incrementos na adubação mineral com fertilizantes foliares tem sido uma alternativa promissora em busca de maior resistência as doenças. Entretanto, fertilizantes foliares são comumente aplicados associados a fungicidas e podem interferir no desempenho de controle do produto. Este trabalho teve por objetivo avaliar a aplicabilidade do fertilizante foliar em mistura com o fungicida azoxistrobina + ciproconazol na cultura do trigo, com base em parâmetros bioquímicos, fisiológicos, nutricionais e produtivos e determinar a interferência causada pelo fertilizante sobre a evolução de doenças foliares na cultura. A partir da aplicação isolada de doses do fertilizante e da aplicação em associação com o fungicida foram realizados trabalhos a campo e em casa de vegetação. A aplicação do fertilizante refletiu em maior crescimento das plantas, manutenção de folhas verdes e maiores teores de pigmentos (Chl *a*, Chl *b* e carotenóides). Quando aplicado junto ao fungicida, o fertilizante teve efeito mitigatório dos estresses gerados pela aplicação do fungicida, com reflexos positivos em parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, F_v/F_m e ETR. Houve aumento dos teores de N, P e K nas folhas em função do fertilizante foliar. Não houve redução da absorção do ingrediente ativo azoxistrobina + ciproconazol em mistura com o fertilizante. Houve melhor resposta de controle das doenças em função da mistura do fertilizante com o fungicida. O fertilizante isolado não teve nenhum efeito sobre as doenças. Parâmetros produtivos foram incrementados em função da aplicação do fungicida e do fertilizante foliar.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., *Puccinia triticina*, *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, adubação foliar.

ABSTRACT

Master Dissertation
Agronomy Post-Graduation Program
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

FOLIAR FERTILIZER IN ASSOCIATION WITH FUNGICIDE IN WHEAT

AUTHOR: LEANDRO NASCIMENTO MARQUES

ADVISOR: RICARDO SILVEIRO BALARDIN

Local and Date: Santa Maria/RS, February 25th, 2014

The Chemical control of diseases is the most used practice in wheat. The increase in mineral nutrition with foliar fertilizers has been a promising alternative for the plant resistance against leaf diseases. However, foliar fertilizers have been applied in association with fungicides and can change the performance of the fungicide on diseases control. This study aimed to evaluate the applicability of foliar fertilizer in combination with azoxystrobin + cyproconazole fungicide in wheat, based on biochemical, physiological, nutritional and yield parameters and determine the interference caused by the fertilizer on the evolution of leaf diseases in wheat. Isolated application rates of fertilizer and application in combination with the fungicide were performed on field and in the greenhouse works. The application of fertilizer increased the plant growth, green leaves and enhanced pigments levels (Chl a, Chl b and carotenoids). When the fungicide was applied with fertilizer, it reduced the stresses effect generated by fungicide application; it increased parameters of chlorophyll fluorescence, F_v / F_m and ETR. The levels of N, P and K in the leaves increased after fertilizer application. The fertilizer mixed with fungicide did not reduce the fungicide uptake. The diseases control was better when fertilizer was mixed with fungicide. The fertilizer applied alone had no effect on the diseases. Yield parameters were increased due to application of fungicide and foliar fertilizer.

Key words: *Triticum aestivum* L., *Puccinia triticina*, *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, foliar fertilization.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 - Efeito principal do fator doses do fertilizante na altura de plantas (A) e no número de folhas verdes por planta (B) considerando a média do fator fungicida 43
- Figura 2 - Efeito principal do fator fungicida (A) e efeito principal do fator doses do fertilizante (B) nas concentrações de Tbars nas folhas 2 e 3 em trigo (B₋₁ e B₋₂) .. 44
- Figura 3 - Médias da interação entre o fator fungicida e o fator doses do fertilizante nas concentrações de Tbars em folhas bandeira do trigo 45
- Figura 4 - Concentração de clorofila *a* (Chl *a*) em folhas bandeira de trigo em função da aplicação do fertilizante foliar isolado e associado ao fungicida. 47
- Figura 5 - Concentração de clorofila *b* (Chl *b*) em folhas bandeira de trigo em função da aplicação do fertilizante foliar isolado e associado ao fungicida 47
- Figura 6 - Concentração de carotenoides em folhas bandeira de trigo em função da aplicação do fertilizante foliar isolado e associado ao fungicida. 48

CAPÍTULO II

- Figura 1 - Efeito principal do fator fungicida (A) e efeito principal do fator doses do fertilizante (B) na atividade de Apase em folhas bandeira do trigo..... 66
- Figura 2 - Efeito principal do fator fungicida (A) e efeito principal do fator doses do fertilizante (B) na atividade de Apase em folhas B₋₁ e B₋₂..... 68
- Figura 3 - Concentração de Pi em folhas bandeira (A) e folhas B₋₁ e B₋₂ (B) sob efeito da interação entre doses do fertilizante e fungicida..... 68
- Figura 4 – Recuperação dos ativos azoxistrobina (A) e ciproconazol (B) em tecidos foliares de trigo em função de diferentes intervalos de tempo entre a aplicação e a lavagem das folhas e a associação de doses do fertilizante foliar misturado ao fungicida 70

CAPÍTULO III

- Figura 1 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento nitrogênio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Efeito principal do fator fertilizante no teor de nitrogênio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Itaara, RS 86
- Figura 2 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento fósforo em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de fósforo em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Itaara, RS..... 87
- Figura 3 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento potássio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de potássio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Itaara, RS 88
- Figura 4 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento cálcio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de cálcio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Itaara, RS..... 89
- Figura 5 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento magnésio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Efeito principal do fator fertilizante no teor de magnésio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Itaara, RS 90

Figura 6 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da Folha do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguaçu (B). Itaara, RS	92
Figura 7 - Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da Folha do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguaçu (B). São Sepé, RS.....	93
Figura 8 - Área Abaixo da Curva de Progresso do complexo de Manchas Foliares do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguaçu (B). Itaara, RS.....	95
Figura 9 - Área Abaixo da Curva de Progresso do complexo de Manchas Foliares do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguaçu (B). São Sepé, RS	96
Figura 10 - Efeito principal do fator doses do fertilizante associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○) considerando a média das cultivares para a variável Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI). Itaara, RS	99
Figura 11 - Efeito principal do fator doses do fertilizante associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○) considerando a média das cultivares para a variável Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI). São Sepé, RS.....	99
Figura 12 - Produtividade de grãos (A) e peso do hectolitro (B) considerando a média das duas cultivares de trigo influenciadas pela aplicação de doses do fertilizante foliar associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). Itaara, RS	103
Figura 13 - Produtividade de grãos (A) e peso do hectolitro (B) considerando a média das duas cultivares de trigo influenciadas pela aplicação de doses do fertilizante foliar associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). São Sepé, RS.....	104

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1 - Condições ambientais no momento das aplicações fora e dentro da casa de vegetação..... 39
- Tabela 2 - Parâmetros fotoquímicos da fluorescência da clorofila *a*, rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons influenciados pela aplicação do fungicida e de doses do fertilizante foliar em trigo 50

CAPÍTULO II

- Tabela 1 - Avaliação nutricional de macronutrientes em folhas bandeira e B₋₁ e B₋₂ de trigo submetido à aplicação de fertilizante Quantis associado ou não ao fungicida 64

CAPÍTULO III

- Tabela 1 - Parâmetros químicos e físicos dos solos nos dois locais onde foram conduzidos os experimentos..... 81
- Tabela 2 - Médias da interação entre o fator A (cultivares) e o fator B (fungicida) para a variável Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI) 98
- Tabela 3 - Médias da interação entre o fator A (cultivares) e o fator B (fungicida) para as variáveis produtividade e peso do hectolitro em trigo 102

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Parâmetros fotoquímicos da fluorescência da clorofila *a*, fluorescência inicial (Fo) e fluorescência máxima (Fm) influenciados pela aplicação do fungicida e de doses do fertilizante foliar em trigo.....120

Anexo 2 – Avaliação nutricional de macronutrientes em folhas bandeira e B₋₁ e B₋₂ de trigo submetido à aplicação de fertilizante foliar Quantis associado ou não ao fungicida.....120

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
REVISÃO DE LITERATURA	25
1. A cultura do trigo	25
2. Doenças na cultura do trigo	26
3. Controle químico de doenças no trigo	27
4. Fertilizantes foliares com aditivos aminoácidos	28
5. Manutenção da área foliar verde, atividade fotossintética e nutrição em trigo ..	30
6. Misturas de tanque.....	32
CAPÍTULO I - PARÂMETROS FOTOQUÍMICOS E MITIGAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DO FUNGICIDA EM TRIGO COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR	35
1. Introdução	37
2. Material e métodos	38
3. Resultados e discussão.....	42
4. Conclusão.....	50
Referências bibliográficas	51
CAPÍTULO II - EFEITO DO FERTILIZANTE FOLIAR EM PARÂMETROS NUTRICIONAIS E NA TAXA DE ABSORÇÃO DE FUNGICIDAS EM PLANTAS DE TRIGO	55
1. Introdução	57
2. Material e métodos	58
3. Resultados e discussão.....	63
4. Conclusão.....	71
Referências bibliográficas	72
CAPÍTULO III - PROGRESSO DE DOENÇAS FOLIARES EM TRIGO APÓS A APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR ISOLADO E EM MISTURA COM FUNGICIDA	77
1. Introdução	79
2. Material e métodos	80
3. Resultados e discussão.....	86
4. Conclusão.....	104
Referências bibliográficas	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

INTRODUÇÃO

A cultura de trigo no cenário em que vivenciamos apresenta diversos riscos que podem comprometer a produtividade e/ou qualidade de grãos e devido ao alto custo de implantação da lavoura isto pode gerar uma situação de inviabilidade econômica. As doenças ocorrentes durante o ciclo da cultura é um destes riscos, as quais respondem significativamente na redução de produtividade. Resultados de investigação de vários anos mostraram que em média pode-se perder 44,6 % no rendimento de grãos de trigo em função de doenças nas condições do sul do Brasil (PICININI et al., 1996).

Dentre estas doenças, as causadoras de danos nas folhas recebem grande atenção por comprometerem a manutenção da área foliar verde que é responsável pelo sucesso no enchimento de grãos e maximização do rendimento. As de maior ocorrência e potencial de dano estão a ferrugem da folha induzida por *Puccinia triticina* (Rob. Ex. Desm) podendo causar perdas de até 63% (REIS; CASA, 2007), o oídio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (Dc.). E.O.Speer, anamorfo: *Oidium monilioides* (Nees) Link com perdas podendo chegar a 62% (REIS; CASA, 2007) e o complexo de manchas foliares causado por quatro diferentes doenças fúngicas: mancha amarela (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs. (anamorfo: *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Schoem.), mancha marrom (*Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib.), Drechs. Ex. Dastur. (anamorfo: *Bipolaris sorokiniana* Sacc. In. Sorok.), mancha da gluma (*Phaeosphaeria nodorum* (anamorfo: *Stagnospora nodorum* (Berk.) Cast & Germ) e mancha salpicada (*Septoria tritici* Roberge in Desmaz. (teleomorfo: *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schot. In Chon) que tem relatos de até 52% de redução de rendimento.

A manutenção da área foliar verde principalmente no que se referem as três últimas folhas que expandem no trigo está ligada com a redução da senescência foliar antecipada que afeta seriamente o potencial produtivo da cultura (ZHANG et al., 2006). Em trigo existe uma fase de construção do rendimento e outra fase de produção do rendimento. Esta última, por sua vez, coincide com o período de enchimento de grãos, na qual $\geq 80\%$ do rendimento vêm da fotossíntese e os outros 20% da realocação de reservas do caule. Neste contexto, do total de contribuição da fotossíntese, segundo o HGCA (2013), a folha bandeira responde na faixa de 40 a 45%, a folha 2 (B₋₁) por 23% e a folha 3 (B₋₂) na faixa de 7 a 9%, as demais contribuições advém da espiga com aproximadamente 22% e da quarta folha (B₋₃) com 2 a

4%. Isso reflete a importância de manter a sanidade da planta, principalmente no que se refere às três primeiras folhas.

Os fungicidas apresentam-se como ferramentas essenciais no controle de doenças em trigo atuando na proteção do potencial de rendimento da cultura comparado à colheita em situações livre de doença (PEPLER et al., 2005; RUSKE et al., 2003) e em alguns casos manifestando efeitos diretos na fisiologia das plantas com reflexos em produtividade (GROSSMAMM; RETZLAFF, 1997).

Doenças como as ferrugens estão relacionadas a uma perturbação do equilíbrio nutricional das plantas através de danos físicos nas folhas, reduzindo tanto a fotossíntese como a translocação (LUCAS, 1998). Nesse contexto, têm-se relatos de que ocorre retenção de assimilados nos órgãos das plantas de trigo atacadas por fungos biotróficos como as ferrugens e isso estaria ligado à reduções no enchimento dos grãos (CROWDY; MANNERS, 1971). Além disso, os danos na cutícula aumentam a transpiração que podem causar desidratação dos tecidos e com isso a senescência precoce pode ocorrer aumentando a retenção de açúcares e aminoácidos nas folhas doentes.

Kuhnem Junior et al. (2009) concluíram que o controle de doenças no trigo com fungicidas proporcionou incrementos significativos no rendimento de grãos e na massa de mil grãos. Os mesmos autores relatam que a mistura de fungicidas do grupo químico dos triazóis e das estrobilurinas apresentou maior eficácia no controle das doenças foliares e que no caso de ferrugens, o uso isolado de triazóis deve ser evitado em virtude da insensibilidade destes a algumas raças. Da mesma forma, Barros et al. (2006) e Bockus et al. (1999) demonstram incrementos na massa de mil grãos em resposta à aplicação de fungicidas na parte aérea do trigo, principalmente em cultivar suscetível.

É bem definido atualmente que a eficiência no controle de doenças em plantas é maximizada quando se adotam medidas conjuntas de manejo. Estas medidas estão relacionadas a estratégias ligadas ao triângulo da doença, ou seja, estratégias que diminuam o inóculo, ou que melhorem as condições do hospedeiro em resistir ao patógeno ou ainda estratégias que propicie condições ambientais desfavoráveis ao patógeno. Em relação ao trigo, práticas como a rotação de culturas, eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros secundários, época de semeadura, tratamento de sementes, cultivares resistentes, fertilidade do solo, aplicação de fungicidas (REIS; CASA, 2007), produtos alternativos como fosfitos, indutores de resistência (SANTOS et al., 2011) e o uso de fertilizantes foliares, são algumas que podem ser aplicadas.

Em relação à fertilidade do solo, tem-se que o custo com adubos químicos para implantação e condução da lavoura de trigo podem chegar a 40% e grande parte desse custo refere-se ao uso de fontes de nitrogênio, como por exemplo a uréia, amplamente utilizada. O nitrogênio no trigo, assim como para outras culturas, é um dos elementos requeridos em maior quantidade e apresenta fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas garantindo maiores potenciais produtivos. Sua aplicação é indispensável tanto em semeadura como em cobertura. Entretanto, a eficiência da aplicação de compostos nitrogenados em cobertura, depende muito das condições ambientais adequadas, principalmente precipitação, o que nem sempre ocorre na fase fenológica mais indicada.

A nutrição das plantas tem influência significativa na reação das plantas às doenças, e isso é mais acentuado para elementos como nitrogênio, fósforo e potássio (MALAVOLTA et al., 1997; PERRENOUD, 1990). Dessa forma, tendo em vista a importância da nutrição em trigo, nota-se nos últimos anos um aumento na procura por fontes alternativas de adubos químicos, que sejam eficientes e de menor custo e impacto ambiental, que possam diminuir e/ou complementar a adubação com fontes tradicionais visando redução de custos e maior flexibilidade de aplicação.

É grande a disponibilidade de novos produtos a base de biofertilizantes, como resíduos industriais e extratos de leveduras, sobre os quais se tem reduzido número de estudos mostrando efeitos benéficos ou maléficos nas plantas. Estes biofertilizantes apresentam características promissoras como baixo custo, baixo impacto ambiental e origem de fontes renováveis.

Fertilizantes foliares atuais têm sido chamados como produtos de terceira geração, pois além dos percentuais de elementos essenciais como potássio, nitrogênio, cálcio e enxofre, eles têm frações significativas de carbono orgânico e aditivo aminoácido. Estes produtos denominados biofertilizantes vêm sendo usados para fins nutricionais, além de comporem uma complexa mistura de vitaminas, hormônios e antibióticos sem conhecimento do efeito ou modo de ação no controle de doenças e de pragas (FERNANDES et al., 2000). Além disso, o uso de aminoácidos na agricultura brasileira e nos demais países vem aumentando de forma acentuada, devido aos benefícios que estas substâncias orgânicas vêm proporcionando as plantas.

Um dos entraves do uso destes produtos é o custo de aplicação e a geração de serviço ao agricultor. É neste sentido, que a pesquisa busca usar estes produtos misturados a calda fungicida e/ou inseticida, desde que não haja efeito na alteração de características da solução e que não interfira no desempenho de controle do fungicida e do inseticida. Na produção de

trigo de alta qualidade de grãos é comum já a adição de fontes de nitrogênio via pulverização foliar juntamente com os fungicidas visando aumentar a qualidade dos grãos (WOOLFOLK et al., 2002).

O uso de biofertilizantes assim como de aminoácidos livres na agricultura gera dados bastante controversos prevalecendo situações de melhorias em características da planta e aumentos de produtividade e situações de efeito nulo similar ao controle. Segundo Castro (2008) são atribuídas diversas hipóteses ao efeito de aminoácidos como: (i) síntese de proteínas; (ii) compostos intermediários dos hormônios vegetais endógenos; (iii) efeito quelatizante em nutrientes e agroquímicos; (iv) maior resistência ao estresse hídrico e altas temperaturas; (v) maior resistência ao ataque de doenças e pragas.

Nyman et al. (1987) utilizando aminoácidos marcados evidenciaram que células vivas dos tricomas de *Tillandsia paucifolia* foram capazes de absorver aminoácidos livres de soluções extrafoliares. Lambais (2008) trabalhando com aplicação de aminoácidos em soja encontrou efeitos metabólicos positivos e aumento do teor de proteína nos tecidos foliares, bem como ação quelatizante na absorção de macro e microelementos e ainda ação anti-estressante nas plantas de soja em função da aplicação de glifosato. Ashmead et al. (1986) sugeriram que aminoácidos ligantes tem propriedades promotoras de permeabilidade na cutícula foliar. Considera-se ainda que alguns aminoácidos podem agir como protetores das plantas da ação de sais minerais e outros agroquímicos, ou ainda incrementar a absorção e o efeito desses produtos (CASTRO et al., 2006).

O presente trabalho teve como objetivos:

- (i) Avaliar características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas em plantas de trigo livres de doenças submetidas à aplicação de doses do fertilizante foliar isolado e em mistura com azoxistrobina + ciproconazol;
- (ii) Determinar possíveis alterações nutricionais em tecidos foliares de trigo pela aplicação de doses do fertilizante isolado e em mistura com o fungicida;
- (iii) Avaliar o desempenho do fungicida azoxistrobina + ciproconazol aplicado em mistura com doses do fertilizante foliar no controle de doenças em trigo;
- (iv) Testar o fertilizante foliar como indutor de resistência em plantas sem tratamento fungicida.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. A cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) cultura com história milenar é um dos principais cereais utilizados na alimentação humana devido às suas propriedades nutricionais. Seu consumo é praticado sob diferentes formas, tais como, bolos, biscoitos, pães, massas em geral. Mundialmente, os maiores produtores são os Estados Unidos, Comunidade Europeia, Rússia e China. No Brasil é cultivado, geralmente, em áreas de clima temperado, como os estados do Sul do país; entretanto, tem-se expandido para os estados do Centro-Oeste e Sudeste. Avanços no campo da genética aliados ao refinamento nas técnicas de manejo e melhoramento da cultura, permitiram o desenvolvimento de cultivares de trigo com maior produtividade, com arquitetura diferenciada e aumento na qualidade do produto final visando atender o aumento previsto na demanda do mercado (FAO, 2006).

O trigo representa a segunda maior cultura de grãos em produção no mundo, com significativo peso na economia agrícola global (MAPA, 2013). De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o estado do Rio Grande do Sul é responsável pela segunda maior produção nacional do grão (EMBRAPA, 2009). O grão de trigo é um alimento básico usado para produzir farinha para alimentação humana e animal. Por serem amplamente consumidos, estes grãos precisam de especial atenção quando se trata da sua qualidade (ALDRED; MAGAN, 2004).

No Brasil, a cultura não possui lugar de maior destaque devido aos problemas enfrentados, considerados de ordem sistêmica, envolvendo uma forte interação entre componentes biofísicos e socioeconômicos, ao longo dos diferentes segmentos da cadeia produtiva. No primeiro grupo, enquadram-se a cultura propriamente dita (cultivares e suas características), os estresses bióticos causados por doenças, pragas e plantas daninhas, e os abióticos, ligados ao clima e ao solo. E, no segundo grupo, têm-se as relações de mercado, as macropolíticas (econômica, agrícola, etc), a estrutura fundiária e, principalmente, a ação do homem, atuando como protagonista principal (CUNHA et al., 2001).

2. Doenças na cultura do trigo

A cultura do trigo no Brasil, assim como em outros países, pode ser afetada por várias doenças, que estão entre os principais fatores que limitam a produção. Segundo Barros et al. (2006) a incidência e severidade das doenças são muito dependentes de condições climáticas favoráveis aos patógenos, e quando isso ocorre prejuízos consideráveis podem ser presenciados. Estes prejuízos podem ser agravados quando várias doenças incidem simultaneamente na lavoura e quando outros fatores tais como suscetibilidade das cultivares, agressividade dos patógenos, época do início da infecção, favorecerem em consonância às condições ambientais.

Considerando que os invernos da região sul do Brasil são predominantemente chuvosos e geralmente com temperaturas amenas a altas, a ocorrência de ferrugem da folha do trigo (*Puccinia recondita* Rob. ex. Desm. f.sp. *tritici* Heriks. & Henn) é bastante comum. Picinini (1995) quantificou reduções de até 80% na produtividade de grãos, enquanto que os resultados de Reis et al. (2000) apresentaram um dano de 10,5 a 18,7 kg ha⁻¹ para cada 1% de incidência foliar da ferrugem.

As manchas foliares do trigo que é uma denominação genérica atribuída a um conjunto de quatro diferentes doenças fúngicas: mancha amarela (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs. (anamorfo: *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Schoemu.), mancha marrom (*Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib.), Drechs. ex. Dastur. (anamorfo: *Bipolaris sorokiniana* Sacc. in. Sorok.), mancha da gluma (*Phaeosphaeria nodorum* (anamorfo: *Stagonospora nodorum* (Berk.) Cast & Germ) e mancha salpicada (*Septoria tritici* Roberge in Desmaz. (teleomorfo: *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schöt. In Chon), é considerado o complexo de doenças mais danoso para a cultura do trigo (MEHTA et al., 1992). chegando a acarretar perdas de até 80% na produtividade de grãos (BARROS, 1985; HETZLER et al., 1991; MEHTA, 1993).

Estas doenças comprometem a manutenção da área foliar verde durante o enchimento de grãos, que fundamental para garantir a produtividade e conseqüentemente a qualidade (REYNOLDS et al. 2000; RICHARDS, 2001) Isto torna a senescência foliar precoce (proporcionado por essas doenças) um fator que afeta seriamente o potencial produtivo (HANG et al., 2006), tornando o atraso da senescência foliar uma característica agrônômica desejável (QUIRINO et al., 2000; SUBHAN; MURTHY, 2001).

A manutenção do verde da folha bandeira é particularmente importante porque é a última folha que senesce, intercepta mais luz do que as folhas mais baixas (GOODING et al., 2000) e contribui com cerca de 30 a 50% dos fotoassimilados para o enchimento de grãos, comparativamente as demais folhas (SYLVESTER-BRADLEY et al., 1990). Portanto, quaisquer estratégias que visam proteger a folha bandeira e atrasar o processo de senescência são importantes para garantir maior produtividade com maior qualidade de grãos.

Segundo Reis (1991), as perdas na produtividade de grãos dependem do estágio de desenvolvimento da cultura em que ocorre a doença e, principalmente, da severidade, que é função da suscetibilidade da cultivar, da virulência da raça fisiológica do patógeno e das condições ambientais. As ferrugens causam perdas devido à redução da área fotossintética e aumento da respiração e transpiração, afetando diretamente a qualidade dos grãos (REIS, 1991; WIESE, 1998). O fluxo de carboidratos através do floema destinado ao enchimento de grãos é reduzido. Como consequência as plantas infectadas formam menor quantidade de grãos por espiga, grãos de menor tamanho, e de baixa qualidade industrial com valor alimentar reduzido (REIS, 1991).

O complexo das manchas foliares é tão danoso quanto à ferrugem da folha. Estes fungos estão muito relacionados ao plantio direto em monocultura, uma vez que esses patógenos do complexo podem sobreviver em restos culturais e em hospedeiros secundários (PRESTES et al. 2002).

Portanto, considerando o complexo de manchas foliares e a ferrugem da toalha, temos que ambas podem reduzir mais da metade da capacidade produtiva da cultura do trigo. Este comprometimento, não só observado na forma de quilos por hectares, como também estar presente na má qualidade do trigo brasileiro frente ao trigo importado.

3. Controle químico de doenças no trigo

Devido à arquitetura atual das cultivares de trigo, ou seja, plantas baixas com cerca de 80 cm de altura e com número reduzido de folhas, a manutenção de folhas verdes aliada a produção de perfilhos viáveis capazes de apresentarem panículas maturadas, são imprescindíveis para garantir uma produção agrícola desejada.

Os fungicidas por proporcionarem o controle das doenças têm sido associados com o aumento de produtividade, especialmente devido à manutenção fotossintética do dossel foliar durante o enchimento de grãos (PEPLER et al., 2005; RUSKE et al., 2003), ou ainda através de efeitos diretos dos fungicidas na fisiologia da planta de trigo (GROSSMANN; RETLLAFF, 1997).

Entre os vários fungicidas disponíveis de aplicação, os principais grupos utilizados são os triazóis e estrobilurinas. Triazóis aplicados na antese demonstrou um efeito significativo sobre a redução da área foliar verde em folhas bandeira (KETTLEWELL et al., 1982) e sobre o aumento da produtividade de grãos (MATTHIES; BUCHENAUER, 2000). Fungicidas estrobilurinas foram introduzidas como fungicidas de largo espectro em muitos países no final de 1990 (BARTLETT et al., 2002). A inclusão desses fungicidas em programas de controle de doenças para o trigo tem sido bem associado ao eficiente controle de doenças, com a vida da folha bandeira (GOODING et al., 2000) e aumento de produtividade e qualidade de grãos (DIMMOCK e GOODING, 2002).

A aplicação de fungicidas é a principal maneira de controle das doenças foliares, sendo rotineiramente empregada nas principais regiões agrícolas do mundo. Em decorrência do impacto ambiental provocado pelo seu uso generalizado e a necessidade de conservação dos recursos naturais, buscam-se alternativas para controle desses fitopatógenos. A indução de resistência por meio da nutrição mineral pode integrar as estratégias de controles desses fitopatógenos, proporcionando a redução de custos e melhoria do ambiente (MORALES et al., 2012).

4. Fertilizantes foliares com aditivos aminoácidos

Para o crescimento normal de plantas, fazem-se necessárias concentrações ideais de macro e micronutrientes. Adicionalmente, fatores relacionados à sanidade e arquitetura vegetal são decisivos para utilização destes recursos e conversão destes em fitomassa (MARSCHNER, 1995).

Pesquisas com fertilizantes foliares com aditivos aminoácidos têm aumentado nos últimos anos. Produtos que apresentam nutrientes ligados a compostos orgânicos como aminoácidos representam a última geração de fertilizantes foliares. Ainda o fato de poderem

funcionar como facilitadores na absorção e transporte dos nutrientes minerais através da membrana celular das folhas. Um dos autores que mais tem discutido sobre o uso de aminoácidos em cultivos agrícolas é Castro (2006; 2008; 2009). Este autor relata sobre algumas atribuições que os aminoácidos poderiam ter frente as plantas como por exemplo: (i) precursor na síntese de proteínas, (ii) formação de compostos intermediários de hormônios vegetais endógenos, (iii) efeito quelatizante em nutrientes e outros agroquímicos, (iv) promotor de maior resistência ao estresse hídrico e altas temperaturas e (v) promotor de resistência ao ataque de doenças e pragas.

Os aminoácidos têm grande permeabilidade na cutícula via pulverização foliar, e dessa forma aumentam a eficiência da absorção foliar. Segundo Ashmead et al. (1986), quando o mineral é anexado a aminoácidos através do processo de quelatização, há uma maior penetração na membrana cuticular e uma velocidade maior do que o previsto por difusão simples, sugerindo que aminoácidos ligantes têm propriedades promotoras de permeabilidade, existindo grandes vantagens de utilizar um aminoácido que apresenta efeito quelatizante com o nutriente mineral, em vez de cátions livres.

Altos rendimentos e qualidade de grãos de trigo podem ser alcançados quando otimizados o crescimento, desenvolvimento e a formação de componentes de produtividade que são dependentes de nutrição, condições ambientais favoráveis, peculiaridades de solo, práticas agrônômicas aplicadas e tecnologias de colheita. Durante estágios finais de desenvolvimento da planta, fertilizantes foliares podem ativar não só a fotossíntese, mas também estimular a regeneração do sistema radicular, e estender a vegetação produtiva. Produtividade do trigo pode ser aumentada através da melhoria e regulação das condições de crescimento, além disso, através da promoção da atividade fotossintética (DRECCER et al, 2000; SHARMA; GHILDIYAL, 2005).

Os aminoácidos (bioestimulantes) podem reduzir a aplicação de fertilizantes e melhorar a qualidade de alguns produtos (DROMANTIENÉ et al., 2013). Bioestimulantes trabalham aumentando a absorção mineral pelas plantas e a eficiência no uso de nutrientes (VERNIERI et al., 2005). De acordo com Nikiforova et al. (2006), aminoácidos promovem o desenvolvimento do sistema radicular e ativam o crescimento da parte aérea da planta. Experiências mostraram que aminoácidos em fertilização das plantas, auxiliou em processos de respiração das plantas, fotossíntese e ciclo da água. Adicionalmente, aumentos na concentração de ácido ascórbico, síntese proteica acelerada, promoção do crescimento da planta e melhor formação do rendimento foram observados (ALARU et al., 2003; MEIJER, 2003).

Pesquisas realizadas por Brandão (2007), com a cultura de cana-de-açúcar comprovam a eficiência dos aminoácidos, mesmo quando aplicado somente nos toletes o resultado já foi superior ao tratamento controle. Porém a combinação da aplicação do aminoácido nos toletes e via foliar proporcionou os maiores incrementos na produtividade quando comparado com o controle, ocorrendo um aumento de 17,28 t ha⁻¹, ou seja, um acréscimo de 15,5%. Reis e Minguini (2005) concluíram que a produtividade de algodão em caroço foi significativamente influenciada pelos fertilizantes que compõe o Programa Ajinomoto ($p < 0,05$), representando um aumento médio da produtividade de 12,4%.

Um impacto positivo destas substâncias pode ser também relacionado ao fato de aminoácidos nas plantas fazer combinação quelato com os elementos minerais, em especial com elementos que estão envolvidos no transporte entre proteínas ativas. Outras pesquisas mostraram que o ciclo da cultura foi acelerado diminuindo o tempo para maturação, e, em adição, ativou funções da clorofila e a quantidade de açúcares e alguns aminoácidos essenciais foram aumentados (AZEVEDO et al., 2006). O aproveitamento de fertilizantes aminoácidos pelas plantas é direto, poupando assim energia.

Existe a necessidade de se conhecer até que ponto o balanço nutricional interfere na indução de resistência a doenças e como isso reflete na produtividade (MORALES et al., 2012). Na cultura do trigo, a aplicação foliar de cloreto de potássio foi associada com a redução de algumas manchas foliares, como a mancha da gluma (KETTLEWELL et al., 1990), septoriose e oídio (COOK et al., 1993). Morales et al. (2012) concluiu que a severidade da mancha amarela do trigo foi reduzida em função da adubação foliar.

A disponibilidade de produtos comerciais contendo macronutrientes e micronutrientes tem aumentado nos últimos anos. Resultados experimentais mostram grande variabilidade de respostas à sua aplicação. Por outro lado, a existência de dados que mostram aumento na produtividade, produtos de baixo custo aliados a expectativa de ganhos em produção tem motivado produtores a utilizar fertilizantes foliares em diversas culturas, assim como no trigo. Além disso, o retorno econômico da aplicação tem sua dependência de altas produtividades e preços favoráveis no momento da comercialização, como observado por Ceretta et al. (2005) trabalhando com micronutrientes em soja.

5. Manutenção da área foliar verde, atividade fotossintética e nutrição em trigo

O teor de clorofila é um dos índices de atividade fotossintética (LARCHER, 1995) e tem sido muito importante, principalmente na agricultura de precisão, como indicador da atividade fotossintética, juntamente com os carotenóides que também desempenham papel importante nestes processos.

Muitos autores têm demonstrado que a síntese de clorofila é dependente de nutrição mineral. Sincrônico a isso, tem-se que a nutrição mineral afeta significativamente a dinâmica de desenvolvimento e expansão das folhas, o que reflete na área foliar total e conseqüentemente o potencial fotossintético. Em relação aos macronutrientes, a maior influência sobre o desenvolvimento de plantas em geral, é exercido pelo nitrogênio, fósforo e potássio (BOJOVIĆ; STOJANOVIĆ, 2005). A concentração de nitrogênio nos tecidos foliares é relacionada ao conteúdo de clorofila e, portanto, indiretamente, com um dos processos fisiológicos das plantas básicas: a fotossíntese (HABOUDANE, 2002; AMALIOTIS et al., 2004; LELYVELD et al., 2004). O fósforo está envolvido em muitos processos metabólicos essenciais para o crescimento normal, como por exemplo, a fotossíntese. Este elemento exerce influência sobre a estabilidade da molécula de clorofila. O potássio é também fundamental para a fotossíntese porque ativa muitas enzimas envolvidas neste processo (RAY TUCKER, 2004). A maior parte da produção das plantas cultivadas resulta do trabalho do aparelho fotossintético, em que a molécula de clorofila ocupa um lugar de destaque.

A adubação realizada via solo bem como as frações disponíveis no solo nem sempre garantem a disponibilidade ideal de compostos minerais para o máximo crescimento e desenvolvimento das plantas e para a obtenção de altas produtividades e qualidade de grãos. O pH do solo é um dos fatores que podem limitar tal aproveitamento via raiz. Em situações de baixo pH com presença de saturação por alumínio, alguns elementos tem sua disponibilidade reduzida e aproveitamento limitado pela planta. Em tais condições, a aplicação de fertilizantes foliares podem complementar a adubação mineral com influências no aumento do rendimento e na redução da ocorrência de doenças (JABŁOŃKI; DRYJAŃSKA, 1998; GŁAZEK; KRZYZIŃSKA, 2003).

Recentemente na produção de trigo de alta qualidade de grãos ocorre a adição de nitrogênio via pulverização foliar aplicado juntamente com os fungicidas visando aumentar a qualidade de grãos (WOOLFOLK et al., 2002). O nitrogênio aplicado na antese aumenta o teor de proteína nos grãos do trigo (GOODING et al., 2007). Uma relação positiva entre o N fornecido pela adubação foliar e a qualidade da panificação da farinha foi observada por Tea et al. (2007). As aplicações de fungicidas também afetam a concentração de N nos grãos,

embora existam respostas positivas (HERRMAN et al., 1996) e negativas (SALMON; COOK, 1987) em diferentes estudos. Dimmock e Gooding (2002) sugeriram que essa variação nos efeitos dos fungicidas sobre a concentração de N nos grãos foi em parte devido às diferentes doenças foliares controladas.

Portanto, a aplicação de fungicidas tem um papel importante no uso eficiente do nitrogênio proporcionando maior sustentabilidade econômica e ambiental da cultura do trigo (FOULKES et al., 1998). Melhorar a absorção e o particionamento para os grãos reduz a quantidade de nitrogênio em risco de perdas para o ambiente (RAUN; JOHNSON, 1999). Prolongar a vida do dossel foliar com os efeitos proporcionados pelos fungicidas pode aumentar a recuperação de nitrogênio, através não só da melhoria na absorção, mas também na maior remobilização para os grãos (RUSKE et al., 2003).

Em relação ao NDVI, tem-se que dados do espectro de refletância estão sendo bem usados para calcular uma variedade de índices vegetativos bem relacionados com parâmetros agronômicos e biofísicos da planta e com a atividade fotossintética e a produtividade da planta (MA et al, 2001; ADAMSEN et al, 1999). O NDVI é bem sucedido em prever a atividade fotossintética porque inclui mensurações no vermelho e infravermelho próximo da porção do espectro. Além disso, o NDVI tem sido correlacionado com sucesso com algumas variáveis tais como estado nutricional da cultura, rendimento final e massa de grãos (VERHULST; GOVAERTS, 2010).

6. Misturas de tanque

Em grandes áreas cultivadas comumente tem-se notado misturas de tanque entre inseticidas, fungicidas, óleos adjuvantes, fertilizantes foliares e alguns outros produtos ainda, na mesma solução de aplicação com o objetivo de economia de tempo e reduções de custos de aplicação. No entanto, é importante o conhecimento dos efeitos de se misturar diferentes produtos no que tange a eficiência dos produtos envolvidos, seja eles fungicidas ou inseticidas.

A mistura em tanque de produtos fitossanitários foi regulamentada pelo decreto N° 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que traz em seu artigo 1º, inciso XXV, a definição desse procedimento como, “Mistura em tanque é a associação de agrotóxicos e afins no tanque do equipamento aplicador, imediatamente antes da aplicação”. A situação atual, baseada na

Instrução Normativa Nº 46 SDA / MAPA – 26.07.2002 “Determina a retirada dos rótulos das recomendações de Mistura em Tanque” e Carta ANDEF / SINDAG / AENDA ao MAPA – 13.08.2002 “Solicitam regulamentação urgente das Misturas em Tanque”, sendo estes os últimos documentos publicados acerca desse tema.

A aplicação conjunta de produtos é comumente realizada e podem resultar em três situações diferentes, efeito aditivo que seria quando a eficiência do produto é similar ou igual à aplicação de ambos individualmente, efeito sinérgico quando um produto aumenta a eficiência do outro por meio da mistura e efeito antagônico quando um produto interfere negativamente na eficiência do outro (QUEIROZ, 2008).

Na agricultura, as misturas de tanque de produtos fitossanitários, juntamente com fertilizantes, são realizadas com o intuito de reduzir os custos das aplicações (HOUGHTON, 1982). Contudo, a adição de fertilizantes foliares à calda pode alterar substancialmente o efeito do produto sobre a praga-alvo, devido principalmente às alterações provocadas no pH da calda (BAUR et al., 1971; MOXNESS; LYM, 1989; MATUO; MATUO, 1995) e na condutividade elétrica (ELL-ATTAL et al., 1984; FARGHALAY et al., 2009), bem como pela possível incompatibilidade entre os produtos (HOUGHTON, 1982).

Internacionalmente, a preocupação dos pesquisadores e técnicos sobre os efeitos causados pelas misturas de tanque é relativamente antiga (SCHENCK; ADLERZ, 1962; PRADO et al., 2011). Em 1980, na Filadélfia - EUA, foi realizada a primeira conferência sobre aplicações de produtos fitossanitários com mistura de tanque, nos quais diversos pesquisadores se reuniram para discutir sobre os principais efeitos das misturas, especialmente aquelas envolvendo fertilizantes, devido às maiores alterações das características físico-químicas ocorridas na calda (WRIGHT et al., 1982). Além disso, a presença de impurezas e substâncias dissolvidas na água geralmente varia em função da fonte de coleta da água, podendo ou não interferir na ação de produto fitossanitário, quando utilizada como diluente para o preparo da calda de pulverização. Assim, a qualidade química da água, em relação ao pH, sais e íons dissolvidos, é um fator a ser considerado no tratamento fitossanitário (HOUGHTON, 1982; PRADO et al., 2011).

Maćzyńska et al. (2005) em aplicações conjuntas de fertilizantes foliares com fungicidas afirmaram que resultados positivos tem sido observados em situações de baixa a média pressão de doenças utilizando doses reduzidas do fungicida com controle de doenças satisfatório sem riscos de perdas de rendimento. Lacerda et al (2011) não encontrou nenhum efeito antagônico sobre a eficiência de fungicidas e inseticidas aplicados em mistura. Entretanto, cabe ressaltar que a compatibilidade de produtos tem que ser analisada entre

ingredientes ativos e não se conhece o efeito da mistura da maioria das formulações de produtos.

A utilização de misturas de tanque constitui uma técnica agronômica utilizada mundialmente com êxito. Com ela há redução dos custos de produção, aumento do espectro de controle de pragas e doenças reduzindo a contaminação ambiental e a exposição do trabalhador rural ao agrotóxico (FERREIRA LIMA, 2010). Stopyra (2011) relata que as razões para utilização de misturas como manejo de resistência e sinergismo entre os produtos são maiores do que os possíveis danos que podem ocorrer.

CAPÍTULO I

PARÂMETROS FOTOQUÍMICOS E MITIGAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DO FUNGICIDA EM TRIGO COM APLICAÇÃO DO FERTILIZANTE FOLIAR

RESUMO

O controle químico de doenças com fungicidas é ferramenta indispensável em cultivos de trigo na Região Sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de mitigação de efeitos estressantes causados pela aplicação de fungicida através do uso do fertilizante foliar e relacionar com parâmetros fotoquímicos e morfológicos. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2x3. Fator A – fungicida – com e sem, ingrediente ativo azoxistrobina + ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹. Fator C - doses do fertilizante foliar, 1,0 e 3,0 L ha⁻¹ e uma testemunha sem aplicação (dose 0,0). Foram realizadas três aplicações, nos estádios GS29/GS30, GS45 e GS60. As avaliações foram realizadas dez dias após a última aplicação. Efeitos estressantes em função da aplicação do fungicida foram notados como: maiores níveis de Tbars recuperados e menores teores de pigmentos em folhas bandeira. A aplicação do fertilizante foliar refletiu em maior crescimento das plantas, manutenção de folhas verdes e maiores teores de pigmentos (Chl *a*, Chl *b* e carotenóides). Quando aplicado junto ao fungicida, o fertilizante teve efeito mitigatório dos estresses gerados, com reflexos positivos em parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, F_v/F_m e ETR.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., azoxistrobina + ciproconazol, aminoácidos, pigmentos foliares.

ABSTRACT

PHOTOCHEMICAL PARAMETERS AND MITIGATION OF FUNGICIDAL PHYTOTOXICITY IN WHEAT WITH FOLIAR FERTILIZATION

The chemical control of diseases with fungicides is indispensable tool in southern Brazil wheat crops. This work aimed to evaluate the mitigation potential stressful effects caused by fungicide application through the use of foliar fertilizer and relate to some photochemical and morphological parameters. The experiment was carried out in greenhouse, under the completely randomized design and factorial experiment (2x3) compound by four replications. The Factor A was a fungicide - with and without it, the active ingredient of fungicide is azoxystrobin + cyproconazole (60 +24 g ai ha⁻¹), the adjuvant Nimbus (0,75 L ha⁻¹) was added with the fungicide. Factor D was the foliar fertilizer rates, 1,0 and 3,0 L ha⁻¹ and untreated control (0,0 L ha⁻¹). Three applications were made, on GS29/GS30, GS45 and GS60 stages. The evaluations were performed ten days after the last application. Stressful effects were noted affected by fungicide application, such as: higher levels of TBARS recovered and lower levels of pigments in flag leaves. The application of foliar fertilizer was reflected in plant growth, maintenance of green leaves and higher levels of pigments (Chl a, Chl b and carotenoids). When fertilizer was associated with fungicide, it had mitigation effect against the stresses, with positive effect chlorophyll fluorescence, Fv/Fm and ETR.

Key words: *Triticum aestivum* L., azoxystrobin + cyproconazole, amino acids, foliar pigments

1 Introdução

As cultivares de trigo apresentam susceptibilidade a uma série de doenças, as quais em geral são favorecidas pelas condições climáticas do sul do Brasil (PICININI; FERNANDES, 2000). Devido ao aumento na incidência e severidade das doenças fúngicas na cultura de trigo e na ausência da resistência genética ou de outro meio de controle mais eficaz, os fungicidas apresentam-se como alternativas para aumentar o potencial produtivo de trigo no Brasil (PICININI; FERNANDES, 1992; PICININI et al., 1993).

Entretanto, em alguns casos, dependendo das condições ambientais no momento da aplicação, do ingrediente ativo utilizado, dose, misturas de tanque e mesmo a tecnologia de aplicação, pode ser observado ocorrência de sintomas de fitointoxicação. Estes sintomas podem ser apenas a nível fisiológico com reflexos em parâmetros não visíveis como podem resultar em dano celular e ocorrência de necroses visíveis.

Perdas em produtividade causado por fitotoxicidade é bem menor comparado aos danos potencial de patógenos, justificando dessa forma a aplicação do fungicida. No entanto, a mitigação destes efeitos pode resultar em incrementos no potencial produtivo da cultura. Uma alternativa a este problema seria a utilização de adubos foliares com adição de aminoácidos, sob os quais são atribuídas diversas propriedades tais como (i) síntese de proteínas; (ii) compostos intermediários dos hormônios vegetais endógenos; (iii) efeito quelatizante em nutrientes e agroquímicos; (iv) maior resistência à estresses, como por exemplo, estresse hídrico e altas temperaturas (CASTRO, 2008).

Lambais (2008) trabalhando com aplicação de aminoácidos em soja encontrou efeitos metabólicos positivos e aumento do teor de proteína nos tecidos foliares, bem como ação quelatizante na absorção de macro e microelementos e ainda ação de redução do estresse em plantas submetidas à aplicação de glifosato.

Muitos parâmetros têm sido utilizados para estimar o potencial produtivo de plantas sob estresse. A peroxidação de lipídios pode ser um bom indicador, quantificando o dano gerado. Da mesma forma, alguns parâmetros fotoquímicos são capazes de melhor elucidar a resposta das plantas a fatores abióticos como deficiências nutricionais e fitotoxicidades. Estes parâmetros servem ainda como indicadores para estresses em plantas por meio da análise do funcionamento do fotossistema II (BALL et al. 1994), visto que variações em parâmetros da

fluorescência da clorofila a, refletem alterações nos processos dependentes do transporte de elétrons nas folhas (KRAUSE; WEIS, 1991) e por consequência a síntese de fotoassimilados.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros fotoquímicos e o potencial de mitigação de efeitos estressantes decorrente da aplicação do fungicida em trigo através do uso de fertilizante foliar.

2 Material e métodos

2.1 Local, instalação e condução das plantas

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na área experimental da Divisão de Pesquisa do Instituto Phytus, município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, localizado em latitude 29°35'8"S, longitude 53°48'28"O e altitude de 444m.

Durante o dia as laterais da casa de vegetação eram abertas e a noite eram fechadas. Este manejo bem como a não utilização de nebulizadores foi utilizado a fim de não gerar condições ótimas para o desenvolvimento de doenças, o que não era desejado neste ensaio. Vasos plásticos com volume de 5 L contendo substrato a base de solo + casca de arroz na proporção de 3:2 foram utilizados para condução das plantas. O preparo do substrato sucedeu-se um mês de antecedência sendo por ocasião do preparo adicionado calcário Filler PRNT >90% na dose correspondente à 2000 Kg ha⁻¹ e fertilizante químico na fórmula NPK 8-28-18 na dose de 500 Kg ha⁻¹ por se tratar de adubação em vasos.

A semeadura ocorreu no dia 5 de junho de 2013, foram utilizadas sementes da cultivar de trigo OR Quartzo, tratadas com difenoconazol (30 g i.a. 100 Kg⁻¹ de sementes) e tiametoxan (35 g i.a. 100 Kg⁻¹ de sementes), produtos comerciais Spectro[®] (150 g/L) e Cruiser[®] (350 g/L), respectivamente. Foram semeadas oito sementes por vaso, após a emergência foram mantidas quatro plantas por vaso, para aplicação dos tratamentos. A irrigação foi por gotejamento automático, quinze minutos, duas vezes ao dia com fluxo de 1L h⁻¹, drenado o excedente.

As adubações de N em cobertura foram realizadas em dois momentos. Aos 30 dias após a emergência (DAE), no estágio de perfilhamento e na alongação das plantas, aos 50

DAE, ambas as doses de 150 kg ha⁻¹ de ureia. Para cálculo da dose a ser aplicada considerou-se a área superficial do vaso, calculada a partir da medida do raio (r). No momento de cada aplicação, as doses de ureia foram diluídas em respectivos 10 mL de água e fornecido este volume para cada vaso.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2x3, totalizando seis tratamentos. O Fator A – fungicida – com e sem fungicida. Os ingredientes ativos utilizados foram azoxistrobina + ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹; Fator D – doses do fertilizante – foi utilizado o fertilizante de marca comercial Quantis[®], nas doses de 1,0 e 3,0 L ha⁻¹ mais uma testemunha sem aplicação.

Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado à CO₂, dotado de barra de quatro pontas, espaçadas em 50 cm, do tipo leque plano XR 110 02 e calibrado para uma vazão de 150 L ha⁻¹. Foram realizadas três aplicações: a primeira 40 DAE, final do perfilhamento/elongação - GS29/GS30; a segunda aplicação foi realizada dezessete dias após a primeira, no estágio de emborrachamento - GS45; e a terceira, aos dezessete dias após a segunda no florescimento - GS60, segundo escala de Zadoks (1974).

As plantas eram retiradas para fora da casa de vegetação para aplicação e após transportadas de volta. As condições ambientais no momento da aplicação dentro e fora da casa se encontram dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições ambientais no momento das aplicações fora e dentro da casa de vegetação.

Aplicação 01						
Data	Estágio	Ambiente	Temperatura	Umidade	Vento	Radiação
25/07/2013	Perf./Elong.	Fora	11,0 °C	65,0 %	2,8 Km h ⁻¹	1835 kJ m ⁻²
		Dentro	15,0 °C	55,0 %	-	
Aplicação 02						
12/08/2013	Emborrac.	Fora	17,5 °C	55,0 %	1,7 Km h ⁻¹	2280 kJ m ⁻²
		Dentro	20,5 °C	50,0 %	-	
Aplicação 02						
30/08/2013	Floresc.	Fora	24,5 °C	50,0 %	2,0 Km h ⁻¹	2584 kJ m ⁻²
		Dentro	28,7 °C	44,0 %	-	

Dados: Temperatura, umidade e velocidade do vento com base em termohigroanemometro. Radiação dados do INMET (Estação automática de Santa Maria).

2.2 Avaliações

2.2.1 Altura de plantas e número de folhas verdes

Foram consideradas nestas avaliações, quatro plantas por tratamentos avaliadas no estágio de floração aos 10 dias após a última aplicação. Dois vasos, contendo duas plantas cada, foram escolhidos ao acaso. As plantas foram separadas em planta principal e perfilhos, as folhas foram destacadas e contado o número de folhas verdes. A altura foi determinada usando uma régua, considerando a distância entre o colo do colmo até a base da espiga.

2.2.2 Peroxidação lipídica

Dez dias após a terceira aplicação, coletaram-se folhas bandeira e as duas folhas abaixo da bandeira (B₁ e B₂) de três plantas por tratamento. As folhas foram imediatamente congeladas em N₂ líquido e posteriormente armazenadas em freezer à -20°C.

A peroxidação lipídica dos tecidos vegetais foi mensurada em substâncias reativas ao ácido tio - barbitúrico (TBARS), utilizando-se o método descrito por El-Moshaty et al. (1993). Uma amostra foi misturada uma solução 1/2 de ácido tiobarbitúrico (5%) e 1/2 de ácido tricloroacético (20%). A mistura foi aquecida em banho Maria a 95° C durante 30 min e a reação foi parada pela colocação abrupta em um banho de gelo. A mistura foi centrifugada a 10.000 g durante 10 min, e a absorbância do sobrenadante foi lida nos comprimentos de 532nm e 600nm.

2.2.3 Quantificação dos pigmentos fotossintéticos

As concentrações de clorofila *a* (Chl *a*), clorofila *b* (Chl *b*) e clorofila total (Chl total), bem como o teor de carotenóides foram determinados seguindo a metodologia descrita por Hiscox e Israelslam (1979) e estimados utilizando-se a fórmula de Arnon (1949). As

amostras foram aquecidas a 65°C por duas horas e as absorvâncias do sobrenadante a 480, 645 e 663 nm foram determinadas em espectrofotômetro modelo SF325NM (Bel Engineering, Itália).

2.2.4 Parâmetros da fluorescência da clorofila *a*

Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a*: fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), razão fluorescência variável/fluorescência máxima (eficiência fotoquímica máxima do PSII) (F_v/F_m) e a taxa de transporte de elétrons (ETR_{1500}) foram medidos com o fluorômetro de pulso modulado JUNIOR-PAM (Walz, Alemanha) aos dez dias após a terceira aplicação.

Para as medições utilizou-se a folha bandeira de três plantas por tratamento. Antes das medições as folhas a serem medidas foram pré-adaptadas no escuro pelo período de 30 minutos para a determinação da fluorescência inicial (F_o) e, posteriormente submetidas a um pulso de luz saturante ($10.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 0,6 s, determinando-se assim a fluorescência máxima (F_m). A eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m) foi calculada através da razão da fluorescência variável ($F_m - F_o$) e a fluorescência máxima e a razão F_v/F_o através da razão da fluorescência variável ($F_m - F_o$) e a fluorescência inicial. A taxa de transporte de elétrons (ETR_{1500}) foi determinada através de curvas de luz (taxa de transporte de elétrons versus PAR), as quais foram construídas submetendo-se cada amostra a nove níveis de radiação (0, 125, 190, 285, 420, 625, 820, 1150 e $1500 \mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 10 s.

2.3 Análise estatística

Os dados eram submetidos a análise da variância (ANOVA) as diferenças significativas determinadas pelo teste f. Quando significativo, as médias foram comparadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

3 Resultados e Discussão

3.1 Altura de plantas e número de folhas verdes

Considerando as avaliações de altura de colmo principal e número de folhas verdes por planta, percebe-se efeito significativo do fator A, doses do fertilizante foliar (Figura 1A e B). Para altura de plantas a maior dose do fertilizante ofereceu incrementos de 13,6% em relação a plantas que não receberam o produto. Em relação a menor dose aplicada, existiram incrementos, entretanto sem diferir da testemunha. O número de folhas verdes foi maior em plantas tratadas com o fertilizante. Não houve diferenças significativas em relação à dose aplicada.

Blandino e Reyneri (2009) concluíram que a aplicação de um fertilizante foliar tem um efeito sobre a duração da área foliar verde da bandeira em trigo e pode ser associado a um programa fungicida principalmente após a antese. Parâmetros de crescimento (altura) e pigmentos fotossintéticos de plantas de calêndula foram positivamente afetados pela aplicação de tratamentos a base de fertilizante foliar com aminoácidos (ALI; HASSAN, 2013).

O papel desses fertilizantes aminoácidos está ligado ao estímulo ao crescimento das plantas por aumento da divisão celular, bem como, a absorção otimizada de nutrientes e água (ATIYEH et al., 2002; CHEN et al., 2004) e também como regulador hormonal e aumento à tolerância ao estresse (PICCOLO et al., 1992). Além disso, associa-se aos aminoácidos a promoção de crescimento de plantas pela ativação e/ou inibição enzimática, alterações na permeabilidade da membrana e síntese de proteínas (ULUKAN, 2008).

O efeito quelante em nutrientes foliares também é muito atribuído aos aminoácidos, os quais fazem a absorção e transporte serem mais fáceis para o interior da planta devido ao seu efeito sobre a permeabilidade (ALI; HASSAN, 2013). Todas essas observações ajudam a explicar os efeitos na altura de plantas e maior número de folhas verdes observados nesse trabalho em função da aplicação do fertilizante.

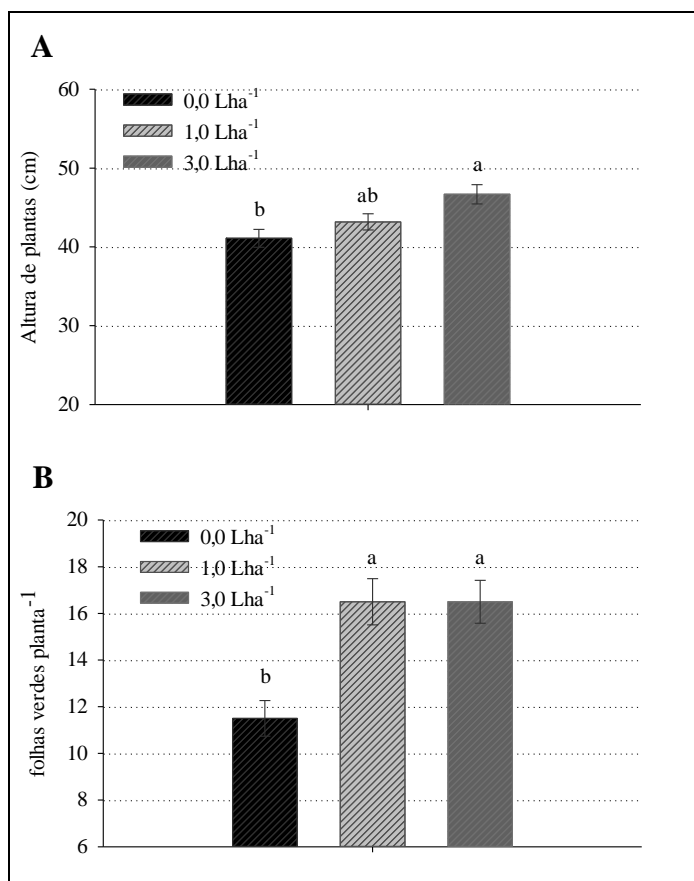


Figura 1 – Efeito principal do fator doses do fertilizante na altura de plantas principais (A) e no número de folhas verdes por planta (B) considerando a média do fator fungicida. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

3.2 Peroxidação lipídica

A peroxidação lipídica avaliada através de substâncias reativas ao ácido tio- barbitúrico (TBARS) mostrou-se significativamente influenciada pela aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol + óleo mineral Nimbus e pelas doses do fertilizante foliar (Figura 2 e 3). Maiores níveis de Tbars recuperados foram verificados em amostras que receberam aplicação do fungicida. Em plantas sem aplicação do fungicida as concentrações de Tbars ficaram aproximadamente 7% menores. Em relação ao efeito principal das doses do fertilizante, percebe-se significativa redução dos níveis de Tbars em função da aplicação do

fertilizante foliar em comparação a não aplicação. Esta redução não foi incrementada em função do aumento de dose do fertilizante.

Hunt et al. (2008) observou efeitos de fitotoxicidade significativos para tebuconazol aplicado em trigo em período seco. Estes mesmos autores afirmam que é comum efeitos desta natureza para este ingrediente e outros fungicidas triazóis, e que esse efeito é agravado por altas temperaturas e aplicação de óleo junto a solução. Pederson (2007) afirma que a toxicidade de fungicidas é potencializada em situações de condições ambientais adversas ou ainda em período de estresse hídrico das plantas.

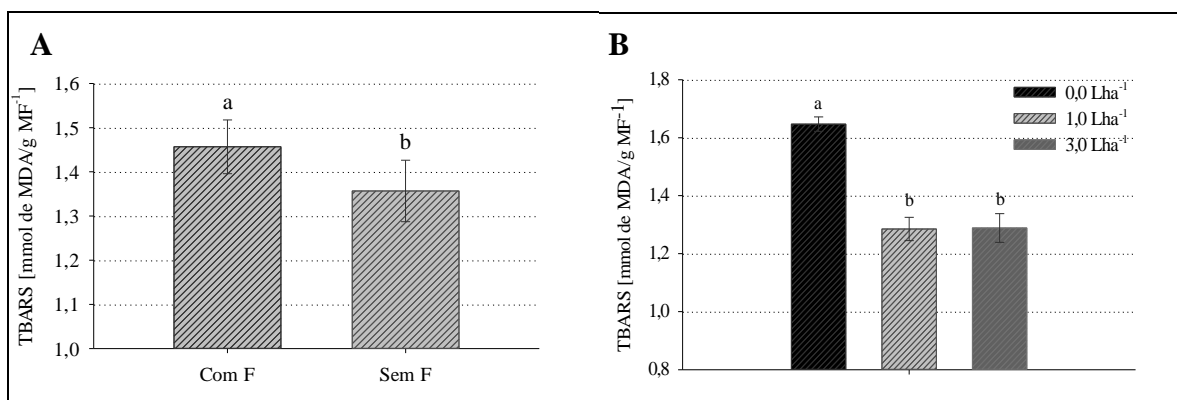


Figura 2 – Efeito principal do fator fungicida (A) e efeito principal do fator doses do fertilizante (B) nas concentrações de Tbars nas folhas B₋₁ e B₋₂ do trigo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Nas avaliações em folhas bandeira, houve interação significativa entre os fatores fungicida e dose do fertilizante para os dados de Tbars (Figura 4). Foi verificado efeito significativo do fertilizante foliar na redução de Tbars em plantas que receberam aplicação do fungicida. Foram observadas reduções de aproximadamente 29 e 10% para as doses de 1,0 e 3,0 L ha⁻¹, respectivamente. Em plantas não tratadas com fungicida o comportamento dos dados não se manteve. Nesse caso, as concentrações de Tbars foram menores quando o fertilizante foliar não foi aplicado.

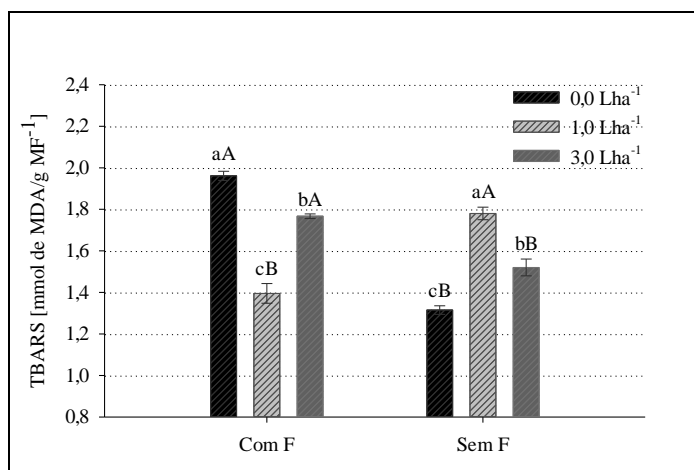


Figura 3 – Médias da interação entre o fator fungicida e o fator doses do fertilizante nas concentrações de Tbars em folhas bandeira do trigo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam níveis do fator doses dentro de cada nível do fator fungicida e maiúsculas comparam níveis do fator fungicida dentro de cada dose do fertilizante.

A produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) ocorre normalmente durante o metabolismo nas células aeróbicas e a sua produção pode depender de diversas fontes, como por exemplo, durante a respiração que ocorre nas mitocôndrias celulares, bem como nas vias relacionadas à fotossíntese, nos cloroplastos (MITTLER, 2002). Sob condições normais, a produção de EROs na célula é baixa. Entretanto muitos agentes oxidantes promovem uma disruptura da homeostase celular levando ao aumento da produção de EROs e ao estresse oxidativo (MITTLER, 2002). Nesse caso, as EROs são citadas como sinalizadoras de uma resposta a agentes estressores (MITTLER, 2002).

A peroxidação lipídica, mensurada em TBARS, é um dos principais efeitos ocasionados pelo aumento das EROs. Radicais altamente reativos como o OH frequentemente atacam moléculas biológicas (lipídios) e abstraem um hidrogênio (H), desencadeando a peroxidação lipídica (NIKI, 2009). A peroxidação lipídica causa danos à estrutura e funcionamento das membranas biológicas alterando a sua fluidez, inativando receptores e enzimas da membrana, aumentando assim a permeabilidade (NIKI, 2009).

Bahari et al. (2013) obteve maior atividade da enzima catalase em plantas tratadas com fertilizantes aminoácidos. Esta enzima está ligada fortemente às defesas da planta contra o estresse oxidativo modulando diretamente a quantidade de EROs (JIANG; HUANG, 2001).

Em conclusão, Bahari et al. (2013) citam que a aplicação foliar de fertilizantes aminoácidos pode reduzir os efeitos prejudiciais de EROs e melhorar a resistência das plantas sob condições de estresse. Influências enzimáticas também foram observadas por Lambais (2008) na nitrato redutase (NR) e glutamina sintetase (GS) em soja pela aplicação de fertilizantes com aminoácidos.

Lambais (2008) comprovou redução do estresse gerado por glifosato em soja pela aplicação de produtos a base de aminoácidos livres na formulação.

3.3 Pigmentos fotossintéticos

A avaliação de pigmentos fotossintéticos se mostrou significativamente influenciada tanto pela aplicação do fungicida como pelo fertilizante foliar (Figuras 4, 5 e 6). Em relação às concentrações da clorofila *a* quantificadas nas folhas bandeira, observou-se redução nos teores em plantas tratadas com o fungicida (Figura 4). Quando o fertilizante foi aplicado associado ao fungicida, percebe-se que os teores de clorofila *a* se mantiveram semelhantes à plantas sem tratamento fungicida.

A concentração de clorofilas pode ser usada como um indicador sensível do estado metabólico celular, sendo assim, a sua redução serve como indicativo de toxicidade nos tecidos (KHOSRAVINEJAD et al., 2008). Os pigmentos avaliados em folhas bandeira ajudam a revelar este efeito causado pelo fungicida.

Para as concentrações de clorofila *b* expostas nas figuras 5, pode-se notar efeito significativo dos fatores avaliados. Seguindo a mesma tendência observada para clorofila *a*, a aplicação do fungicida refletiu em reduções nos teores de clorofila *b* em folhas bandeira do trigo. A aplicação do fertilizante, tanto em plantas tratadas com fungicidas como em plantas não tratadas, ofereceu incrementos nos teores de clorofila *b*. Em plantas tratadas com fungicida o fertilizante incrementou os teores em 35 e 39% para as doses 1,0 e 3,0 L ha⁻¹, respectivamente. Em plantas sem aplicação do fungicida, os incrementos para as doses de 1,0 e 3,0 L ha⁻¹ foi de 9,2 e de 25,0 %, respectivamente.

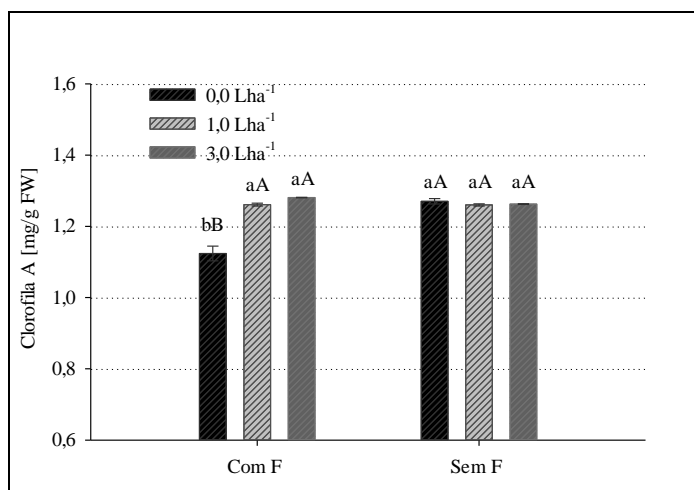


Figura 4 - Concentração de clorofila *a* (Chl *a*) em folhas bandeira de trigo em função da aplicação do fertilizante foliar Quantis isolado e associado ao fungicida. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam níveis do fator doses dentro de cada nível do fator fungicida e maiúsculas comparam níveis do fator fungicida dentro de cada dose do fertilizante.

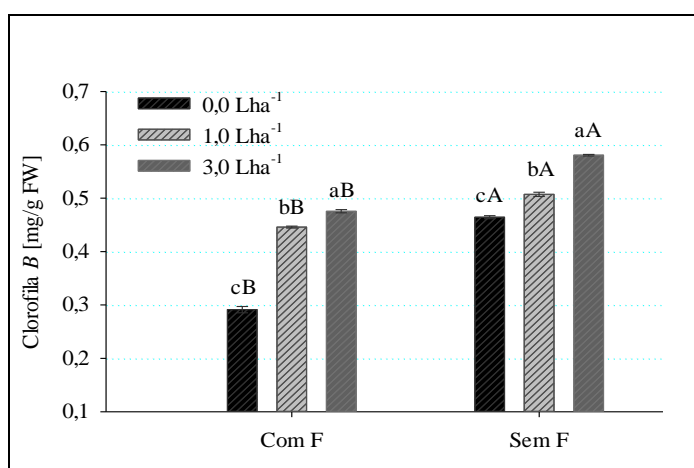


Figura 5 - Concentração de clorofila *b* (Chl *b*) em folhas bandeira de trigo em função da aplicação do fertilizante foliar isolado e associado ao fungicida. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam níveis do fator doses dentro de cada nível do fator fungicida e maiúsculas comparam níveis do fator fungicida dentro de cada dose do fertilizante.

As concentrações de carotenoides avaliadas em folhas bandeira (Figura 6) indicam que houve influência significativa tanto da aplicação do fungicida como do fertilizante foliar. Em relação à aplicação do fungicida, notou-se reduções nos teores de carotenoides recuperados, com valores 44% inferiores à plantas que não receberam fungicida. Já em relação ao fertilizante, nota-se que tanto isolado como em associação ao fungicida houve aumento nos teores de carotenoides comparados ao controle sem fertilizante. Este efeito foi observado para ambas as doses, entretanto, o efeito mais expressivo foi para a maior dose.

Bahari et al. (2013) verificou maiores valores de clorofila *a*, *b* e *a + b* em plantas de trigo sem estresse salino e com aplicação de fertilizantes a base de aminoácidos. Valores de carotenóides máximos também foram registrados no tratamento que envolvia aplicação do fertilizante Kadostim. Os mesmos autores também observaram que plantas cultivadas em condições normais responderam melhor à aplicação dos fertilizantes foliares.

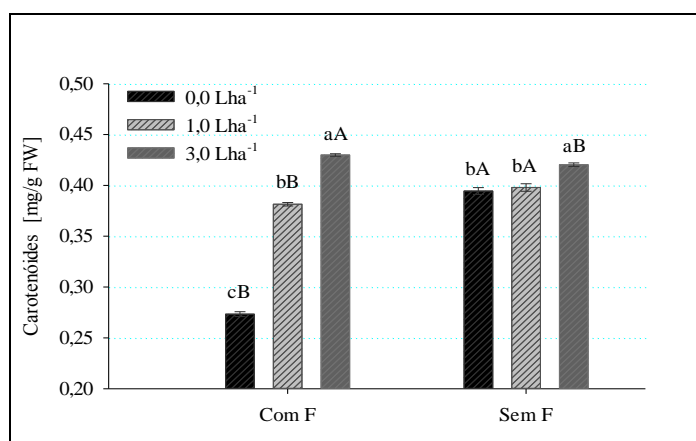


Figura 6 - Concentração de carotenoides em folhas bandeira de trigo em função da aplicação do fertilizante foliar isolado e associado ao fungicida. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam níveis do fator doses dentro de cada nível do fator fungicida e maiúsculas comparam níveis do fator fungicida dentro de cada dose do fertilizante.

3.5 Parâmetros da fluorescência da clorofila *a*

A fluorescência inicial (F_o) e fluorescência máxima (F_m) não foram influenciadas significativamente pelos fatores fungicida e fertilizante foliar (Anexo 1). Entretanto, a eficiência fotoquímica do PSII bem como a taxa de transporte de elétrons foram significativamente influenciados pela aplicação do fungicida e do fertilizante (Tabela 2).

Percebe-se que a aplicação do fungicida resultou em decréscimo nos valores da razão F_v/F_m , resultado contrário do observado para adubação foliar (Tabela 2). Em plantas saudáveis, normalmente, os valores de F_v/F_m chegam aproximadamente a 0,85, em condições de baixa radiação, podendo variar entre espécies, no entanto, valores muito inferiores a este poderiam indicar que as plantas foram expostas a algum tipo de estresse biótico ou abiótico que reduziu a capacidade fotoquímica do PSII (KALAJI, 2008).

Os resultados deste estudo mostraram valores entre 0,6 e 0,8 para F_v/F_m . Em razão das medições terem sido feitas entre 12:00 e 13:00 horas, período de alta radiação, provavelmente as plantas sofreram fotoinibição, o que explica os valores baixos. É importante ressaltar a importância dos carotenóides na atividade fotoprotetora. Dessa forma, observou-se uma atenuação do processo de fotoinibição em razão da fertilização foliar. Os valores de F_v/F_m foram maiores em plantas onde houve aplicação do fertilizante associado ao fungicida.

Da mesma forma que para F_v/F_m , a taxa de transporte de elétrons (ETR) foi reduzida em plantas tratadas com o fungicida comparado à testemunha. Nessas plantas, a associação da maior dose do fertilizante junto ao fungicida refletiu em acréscimos na ETR. Este incremento foi de 33,1%, em relação a testemunha sem fertilizante. Em plantas sem aplicação do fungicida, não houve diferenças significativas.

De acordo com Piccinini e Fernandes (1995), com base em doze anos de experimentação, perde-se anualmente em torno de 44,6% de rendimento de cereais por ataque de patógenos. Dessa forma, muito embora a ocorrência de fitotoxicidade em plantas de trigo seja comum, o controle químico de doenças fúngicas constitui prática indispensável, viabilizando o cultivo frente aos danos decorrentes de doenças (COOK et al., 1999; DIMMOCK; GOODING, 2002; FERNANDES; PICCININI, 1999).

Tabela 2 – Parâmetros fotoquímicos da fluorescência da clorofila *a*, rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons influenciados pela aplicação do fungicida e de doses do fertilizante foliar em trigo.

Dose (L ha ⁻¹)	F_v/F_m		Médias	ETR		Médias
	Com F	Sem F		Com F	Com F	
0,00	0,638 bB*	0,651 bA	0,645 c	166,10 bA	172,23 aA	169,17 b
1,00	0,680 aA	0,663 bB	0,672 b	148,27 bB	181,17 aA	164,72 b
3,00	0,695 aB	0,771 aA	0,733 a	221,07 aA	176,30 aB	198,68 a
Médias	0,671 B	0,695 A	-	178,48 ^{ns}	176,57	-
CV%		1,05			7,49	

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam na coluna níveis do fator dose do fertilizante dentro de cada nível do fator fungicida e letras maiúsculas comparam na linha níveis do fator fungicida dentro de cada dose do fertilizante. ^{ns} não significativo.

Não obstante, frente a um mercado agrícola cada vez mais competitivo e exigente, a utilização de produtos que mitiguem efeitos de fito mas que não afetem a proteção de produtos fitossanitários é essencial. O presente estudo demonstrou que para as condições testadas, a utilização do fertilizante foliar reduziu a fitotoxicidade decorrente da aplicação de fungicidas além de promover incremento no tempo de permanência de folhas verdes com maior potencial fotossintético.

5 Conclusão

Nas condições em que foram conduzidas este ensaio, é possível concluir que o a aplicação do fertilizante foliar teve efeitos na mitigação de estresses gerado pelo fungicida. O fertilizante promoveu maior duração de folhas verdes nas plantas com incrementos nos pigmentos avaliados.

Reflexos positivos em parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, como o F_v/F_m e ETR, foram observados pela aplicação do fertilizante.

Sugere-se dessa forma que a aplicação do fertilizante junto ao fungicida azoxistrobina + ciproconazol reduziu os níveis de fitotoxicidade. Mais estudos se justificam para que estes parâmetros avaliados sejam relacionados a parâmetros produtivos da cultura.

Referências Bibliográficas

ALI, E.F.; HASSAN, F.A.S. Impact of Foliar Application of Commercial Amino Acids Nutrition on the Growth and Flowering of *Tagetes Erecta*, L. Plant. **Journal of Applied Sciences Research**, v.9, n.1, p.652-657, 2013.

ASADA, K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant Physiology*, v.141, p. 391–396, 2006.

ATIYEH, R.M.; LEE, S.; EDWARDS, C.A.; ARANCON, N.Q.; METZGER, J.D. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. **Bioresource Technology**, v.84, p.7-14, 2002.

BAHARI, A.; PIRDASHTI, H.; YAGHUBI, M. The effects of amino acid fertilizers spraying on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, v.4, n.4, p.787-793, 2013.

BALL, M.C., BUTTERWORTH, J.A., RODEN, J.S., CHRISTIAN, R.; EGERTON, J.J.G. Applications of chlorophyll fluorescence to forest ecology. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.22, p. 311-319, 1994.

BLANDINO, M.; REYNERI, A. Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. **European Journal of Agronomy**, v.30, p.275-282, 2009.

CASTRO, P.R.C.; SERCILOTO, C.M.; PEREIRA, M.A.; RODRIGUES, J.L.M. **Utilização de fosfitos e potencial de aplicação de aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2008. 71 p. (Série, 38).

CHEN, Y.; NOBILI, M.D.; AVIAD, T. Stimulatory effect of humic substances on plant growth. In "Soil organic matter in sustainable agriculture".(Eds F. Magdoff, R.R. Weil). 103-130, Boca Raton, FL. 2004.

COOK, R.J.; HIMS, M.J.; VAUGHAN, T.B. Effects of fungicide spray timing on winter disease control. **Plant Pathology**, Cambridge, v.48, p.33-50, 1999.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING, M.J. The effect of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.138, p.1-16, 2002.

EL-MOSHATY, F.I.B.; PIKE, S.M.; NOVACKY, A.J.; SEHGAL, O.P. Lipid peroxidation and superoxide production in cowpea (*Vigna unguiculata*) leaves infected with tobacco ringspot virus or southern bean mosaic virus. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.43, p.109-119, 1993.

FAO – Food and Agriculture Organization. **World Agriculture: Towards 2030/2050**. Interim report. Global Perspective Studies Unit, FAO, Rome. 2006.

FERNANDES, J.M.C.; PICININI, E.C. Sistema de suporte à tomada de decisão para otimização do uso de fungicidas na cultura do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.9-17, 1999.

HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v.57, p.1132-1334, 1979.

HUNT, J.; WHITE, B.; POOLE, N. Tebuconazole significantly reduces wheat yield under terminal drought stress. **BCG Season Research Results**, p.160-163. 2008.

INZÉ, D.; MONTAGU, M.V. Oxidative stress in plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 6, p. 153-158, 1995.

JIANG, Y.; HUANG, B. Drought and heat stress injury to two cool-season turf grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. **Crop Science**, v.41, p.436–444, 2001.

KALAJI, H. M.; GUO, P. Chlorophyll fluorescence: a useful tool in barley plant breeding programs. **Nova Science Publishers**, v.12, p. 469 463, 2008.

KHOSRAVINEJAD, F.; HEYDARI, R.; FARBOODNIA, T. Effects of salinity on photosynthetic pigments, respiration and water content in two barley varieties. **Pakistan Journal of Biological Science**, v.11, n.20, p.2438-2442, 2008.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. – Annual Review of Plant Physiology. **Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, 1991.

LAMBAIS, G. R. **Aminoácidos como coadjuvantes da adubação foliar e do uso do glifosato na cultura da soja**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant Physiology Ecology**. Second Edition, New York: Springer, 2008. 610p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nded. London, United Kingdom: Academic Press, 1995. 889p.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant in Science**, v. 9, p. 405-410, 2002.

NIKI, E. Lipid peroxidation: Physiological levels and dual biological effects. **Free Radical Biology and Medicine**, v.47, p.469–484, 2009.

PEDERSON, M. **Method of reducing phytotoxicity on plants susceptible to triazole fungicides**. World Intellectual Property Organization Publication Number WO/2007/028388. 2007.

PICCOLO, A.; NARDI, S.; CONCHERI, G. Structural characteristics of humic substances as regulated to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. **Soil Biochem.**, v.24, p. 373-380, 2002.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C.. Efeito de diferentes fungicidas sobre o rendimento de grãos, sobre o peso hectolitro e sobre o controle da Ferrugem da folha (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) em trigo, cultivar 'BR 34'. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p.319, 1995.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. **Controle das doenças de trigo** In: Cunha, G.R & Bacaltchuk, B. Org. Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Assembleia Legislativa. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo/Passo Fundo: Embrapa Trigo, Série Culturas, nº2. 2000.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C.; IGNACZAK, J.C. Effect of propiconazole spraying on yields of wheat and barley in southern Brazil during 1981 to 1992. International Congress of Plant Pathology, 6, Montreal, 1993.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. **Ensaio preliminares e cooperativos de fungicidas - resultados obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de trigo no período 1988-1991**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, Documentos, 3. 1992.

ROSENQVIST, E.; VAN KOOTEN, O. Chlorophyll fluorescence: a general description and nomenclature. In: DEELL J.R.; TOIVONEN, P.M.A. (eds.). **Practical Applications of**

Chlorophyll Fluorescence in Plant Biology. Norwell, Massachusetts, USA: Kluwer Academic Publishers, p. 30-77, 2003.

RUBAN, A.V.; HORTON, P. Regulation of nonphotochemical quenching of chlorophyll fluorescence in plants. **Australian Journal Plant Physiology**, v.22, p.221-230, 1995.

STARCK, Z. Growing assistant: Application of growth regulators and biostimulators in modern plant cultivation (in Polish). **Rolnik Dzierawca**, v.2, p.74-76, 2007.

SYLVESTER-BRADLEY, R.; SCOTT, R.K.; WRIGHT, C.E. Physiology in the production and Improvement of Cereals. Home-Grown Cereals Authority Research Review. HGCA, London, v.18, 1990.

ULUKAN, H. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield components in wheat (*Triticum spp.*) hybrids. **Int. J. Bot.**, v.4, n.2, p.164-175, 2008.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v.14, n.6, p.415-421, 1974.

CAPÍTULO II

EFEITO DO FERTILIZANTE FOLIAR EM PARÂMETROS NUTRICIONAIS E NA TAXA DE ABSORÇÃO DO FUNGICIDA EM PLANTAS DE TRIGO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da fertilização foliar nos teores de macronutrientes, atividade de fosfatases ácidas e taxa de absorção de fungicida em plantas de trigo. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em experimento fatorial 2x3. Fator A – fungicida – com e sem, ingrediente ativo azoxistrobina + ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹. Fator C - doses do fertilizante foliar, 1,0, 3,0 L ha⁻¹ e uma testemunha sem aplicação (dose 0,0). Foram realizadas três aplicações, nos estádios GS29/GS30, GS45 e GS60. As avaliações foram realizadas dez dias após a última aplicação. Os resultados mostraram que os teores de macronutrientes foram influenciados apenas pela aplicação do fertilizante foliar que elevou os níveis de N, P e K nas folhas de trigo. A atividade de fosfatases ácidas foi também elevada pela aplicação do fungicida e reduzida pelo fertilizante foliar. Não houve redução da absorção do ingrediente ativo azoxistrobina + ciproconazol em mistura com o fertilizante. Para ciproconazol os dados sugerem que há um aumento de velocidade de absorção. Parâmetros produtivos foram positivamente influenciados pelo fertilizante.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., fosfatases ácidas, adubação foliar, aminoácidos.

ABSTRACT

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZER ON NUTRITIONAL PARAMETERS AND FUNGICIDE UPTAKE IN WHEAT PLANTS

This research aimed to evaluate the effect of foliar fertilization in macronutrient content, acid phosphatase activity and absorption rate of fungicide on wheat plants. The experiment was carried out in the greenhouse, on a completely randomized design, in a factorial experiment (2x3) compound by four replications. The Factor A was divided by treatments with and without fungicide. The fungicide active ingredients were azoxystrobin + cyproconazol (60 +24 g ai ha⁻¹) + Nimbus (0,75 L ha⁻¹). Factor C was subdivided by three foliar fertilizer rates , 1,0; 3,0 L ha⁻¹ and untreated control (dose 0,0). Three applications were made, on GS29/GS30, GS45 and GS60 stages. The evaluations were performed ten days after the last application. Macronutrient contents were affected only by the foliar fertilizer application, which increased the levels of N, P and K in wheat leaves. The acid phosphatase activity was increased by fungicide application and reduced by foliar fertilization. There was not reduction in the azoxystrobin + cyproconazol uptake when it was mixed and sprayed with Quantis. The cyproconazole uptake data and yield parameters suggest an increase supported by fertilizer.

Key words: *Triticum aestivum* L., acid phosphatases, foliar fertilization, amino acids.

1 Introdução

A nutrição mineral de plantas é um dos principais fatores limitantes à produção agrícola. Além de mudanças no metabolismo vegetal, a deficiência nutricional também resulta em um maior grau de suscetibilidade a agentes estressores como fungos. Segundo Fancelli e Neto (2003), a suscetibilidade das plantas a doenças está diretamente ligada ao fornecimento de nutrientes. Um metabolismo sob estresse pode apresentar maior grau de suscetibilidade à infecção de patógenos e a evolução das doenças. Quanto aos patógenos, a adequada nutrição das plantas está ligada às hipóteses de redução da patogenicidade dos mesmos (MORALES et al., 2011)

No estado do Rio Grande do Sul, onde o inverno é úmido e chuvoso, a pressão de patógenos pode definir o potencial produtivo de acordo com o manejo adotado. Nesse sentido, limitações impostas às plantas via biótica e abiótica dependem de uma série de fatores que afetam o metabolismo vegetal via diferentes mecanismos bioquímicos e fisiológicos.

Alguns trabalhos elucidam a relação da nutrição mineral com a melhor resposta das plantas às doenças bem como melhor desempenho de fungicidas quando aplicados em plantas mais bem nutridas. Entre os principais nutrientes citados, o potássio, cálcio e fósforo estão entre os mais importantes. Quanto aos micronutrientes, cobre (Cu), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe) também estão ligados a respostas a patógenos (RODRIGUES et al., 2001). Morales et al. (2011) trabalharam com adubação foliar em soja, concluíram que os nutrientes potencializaram os efeitos do fungicida, reduziram a intensidade das doenças e aumentaram a produtividade da cultura.

Entre os mecanismos fisiológicos vinculados à nutrição mineral vegetal, estão as enzimas fosfatases ácidas (APases). Estas enzimas catalisam a hidrólise de uma ampla variedade de monoésteres de fosfato, liberando fosfato inorgânico (Pi) de substratos fosforilados em pH abaixo de 7,0 (VINCENT et al., 1992). APases estão presentes em vários órgãos e também em diferentes compartimentos celulares, sugerindo que essas enzimas estão envolvidas em vários compartimentos celulares (YONEYAMA et al., 2007). As APases podem ser induzidas sob vários estresses, incluindo deficiência de água, salinidade e ataque de patógenos (BOZZO et al., 2002). Isto sugere que estresses gerados por produtos químicos também possam induzir sua ativação.

A absorção foliar de nutrientes minerais já é bem estudada e comprovada. Entretanto a

eficiência de absorção e translocação dependem de uma série de fatores como espécie de planta, estágio de desenvolvimento, estado nutricional, sanidade da planta e as condições ambientais (WITTEWER; TEUBNER, 1959). De acordo com a Marschner (1995) quando a quantidade de qualquer nutriente mineral nas folhas é reduzido a níveis abaixo da concentração necessária, a capacidade desta folha em absorver este e outros nutrientes também é reduzida e podem ocorrer mudanças irreversíveis nos tecidos foliares. Desta forma, sugere-se que fatores fisiológicos de folhas tem uma alta correlação com a taxa de absorção e eficácia de produtos químicos e possam variar conforme o estado nutricional da planta.

O fertilizante foliar Quantis é composto por elementos essenciais como potássio, nitrogênio, cálcio e enxofre, ele tem uma fração significativa de carbono orgânico e aditivo aminoácido. Estes produtos denominados biofertilizantes vêm sendo usados para fins nutricionais, além de comporem uma complexa mistura de vitaminas, hormônios e antibióticos sem conhecimento do efeito sobre o progresso de doenças e de pragas (FERNANDES et al., 2000). Ashmead et al. (1986) sugeriram que aminoácidos ligantes tem propriedades promotoras de permeabilidade na cutícula foliar. Considera-se ainda que alguns aminoácidos possam agir como protetores das plantas da ação de sais minerais e outros agroquímicos, ou ainda incrementar a absorção e o efeito desses produtos (CASTRO et al., 2006).

Em vista do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da fertilização foliar nos teores de macronutrientes, na atividade de fosfatases ácidas e na taxa de absorção de fungicida em plantas de trigo.

2 Material e métodos

2.1 Localização, instalação e condução das plantas

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, localizada na área experimental da Divisão de Pesquisa do Instituto Phytus, município de Itaara, região central do Rio Grande do Sul, localizado em latitude 29°35'8"S, longitude 53°48'28"O e altitude de 444m. A temperatura e umidade da casa de vegetação foram reguladas pela abertura e fechamento das laterais. Durante o dia as laterais eram abertas para manter a temperatura o

mais próximo possível do ambiente externo, à noite, eram fechadas. Este manejo foi adotado afim de não gerar condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças, o que não era desejado neste ensaio.

Vasos plásticos com volume de 5 L foram utilizados para condução das plantas. Estes foram preenchidos com substrato a base de solo e casca de arroz na proporção de 3:2, respectivamente. O preparo do substrato foi realizado um mês de antecedência. No preparo, foi adicionado calcário Filler PRNT >90% na dose correspondente à 2000 Kg ha⁻¹ e fertilizante químico na fórmula NPK 8-28-18 na dose de 300 Kg ha⁻¹.

A semeadura ocorreu no dia 5 de junho de 2013, foram utilizadas sementes da cultivar de trigo Quartzo tratadas com difenoconazol (30 g i.a. 100 Kg⁻¹ de sementes) e tiametoxan (35 g i.a. 100 Kg⁻¹ de sementes), produtos comerciais Spectro[®] (150 g/L) e Cruiser[®] (350 g/L), respectivamente. Inicialmente foram colocadas oito sementes por vaso, após a emergência, foram mantidas quatro plantas por vaso, para aplicação dos tratamentos. Para as irrigações, foi utilizado sistema de gotejamento automático, duas vezes ao dia por quinze minutos, com vazão de 1 litro por hora e drenado o volume excedente.

Aduações de cobertura com fertilizante nitrogenado foram realizadas em dois momentos. A primeira aplicação foi realizada 30 dias após a emergência (DAE) no perfilhamento das plantas. A segunda aplicação foi na alongação, aos 50 DAE. Em ambas as aplicações foram utilizadas a dose de 150 kg ha⁻¹ de ureia. Para cálculo da dose a ser aplicada considerou-se a área superficial do vaso a partir da medida do raio (r). Para as aplicações de ureia, a dose calculada foi previamente diluída em 10 ml de água e fornecida com uma seringa para cada vaso.

O experimento 1 foi conduzido em fatorial (2x3), em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição era composta por dois vasos, com quatro plantas cada. Os fatores foram compostos da seguinte maneira: o Fator A foi o tratamento fungicida, dividido em com e sem fungicida. Os ingredientes ativos utilizados foram azoxistrobina + ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹; o Fator D foi composto por doses do fertilizante. Utilizou-se para isso o fertilizante de marca comercial Quantis[®], sendo testadas duas doses (1,0 e 3,0 L ha⁻¹), mais uma testemunha sem aplicação.

Para as aplicações utilizou-se um pulverizador costal pressurizado à CO₂, dotado de barra de quatro pontas de pulverização do tipo leque plano XR 110 02, espaçadas 50 cm entre pontas. O equipamento foi calibrado para uma vazão de 150 L ha⁻¹. Foram realizadas três aplicações: a primeira aplicação aos 40 dias após a emergência, final do perfilhamento/início

da alongação, estágio GS29/GS30; a segunda foi realizada dezessete dias após a primeira, no emborrachamento, estágio GS45; e a terceira aplicação dezessete dias após a segunda no início do florescimento, estágio GS60 segundo escala proposta por Zadoks (1974). As avaliações foram realizadas aos dez dias após a terceira e última aplicação.

O experimento 2 foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dois fatores (3x3), totalizando nove tratamentos e três repetições. Cada tratamento foi composto por três vasos com quatro plantas, cada vaso foi considerado como uma repetição. O Fator A foi o intervalo de tempo entre a aplicação do fungicida e a lavagem das folhas com chuva simulada. Os tempos utilizados foram de 10, 60 min e plantas sem lavagem. O fator D foi duas doses do fertilizante Quantis (1,0 e 3,0 L ha⁻¹) e uma testemunha sem fertilizante. Todos os tratamentos foram associados ao fungicida azoxistrobina + ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹.

As plantas foram conduzidas até o estágio GS49, com intuito de obter a folha bandeira totalmente expandida e em intensa atividade. Durante este período as plantas ficaram isoladas e livres de qualquer contato com o fungicida e do fertilizante testados. Um total de doze plantas por tratamento foram submetidas a aplicação do fungicida associado ao fertilizante foliar com exceção dos tratamentos controle. A aplicação foi realizada de maneira pontual, folha por folha, usando um sistema de micropulverização *Air Brush Kit*. Foi adotada uma distância padrão de aplicação entre o microaspersor e a folha de 12 cm. O equipamento foi calibrado simulando uma vazão de 200 L ha⁻¹. O espectro de gotas aplicado foi classificado como gotas muito finas com o auxílio de cartões hidrossensíveis. Para a aplicação, foi padronizada uma velocidade de deslocamento do microaspersor equivalente à 1 m s⁻¹.

Primeiramente foram aplicadas as plantas com previsão de lavagem no intervalo de dez minutos. Dessa forma, os vasos já aplicados eram submetidos a uma simulação de chuva de acordo com metodologia utilizada por Lenz (2011), 250 mm h⁻¹ de intensidade durante quatro minutos. A chuva foi simulada através de um simulador mecânico. O equipamento é composto por um aspersor modelo Veejet 80100, que trabalha a uma altura de 2,45 m da superfície do solo e sua intermitência é obtida através de um sistema mecânico que movimentava o aspersor de forma pendular. A pressão do sistema é controlada por um manômetro na saída da bomba de água. Um segundo manômetro acoplado a 20 cm da saída do jato regula a pressão de trabalho do aspersor. Durante a simulação, a pressão de trabalho do aspersor foi mantida a 0,42 Kgf cm⁻².

Após a aplicação e simulação de chuva, as plantas foram mantidas dentro da casa de vegetação.

2.2 Avaliações (Experimento 1)

2.2.1 Caracterização nutricional de macronutrientes em tecidos foliares

No estágio de florescimento, dez dias após a última aplicação, amostras da última folha (folha bandeira) e da penúltima e antepenúltima (B₋₁ e B₋₂) foram coletadas, alocadas em sacos de papel separadamente, identificadas e armazenadas em estufa de ar forçado para posterior envio ao laboratório para determinação da concentração de macronutrientes foliares. As análises foram processadas no Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO) da Universidade Federal de Santa Maria.

O material vegetal coletado foi secado em estufa de circulação forçada de ar, a 70 °C, até peso constante, em seguida, triturado em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm) e acondicionado em recipientes fechados para, posteriormente, serem analisados quimicamente. O teor de nitrogênio (N) foi determinado através do método Kjeldahl (EMBRAPA, 1997); o teor de fósforo (P) por espectrometria visível; e o teor de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por espectrofotometria de absorção atômica. Os valores expressos em gramas do nutriente por quilograma de matéria seca (g kg⁻¹).

2.2.2 Fosfatases ácidas e Pi

Dez dias após a última aplicação, foram coletadas folhas bandeira e folhas B₋₁ e B₋₂ de três plantas de trigo por tratamento. As folhas foram imediatamente congeladas em N₂ líquido e posteriormente armazenadas em freezer à -20°C.

As amostras foram maceradas e N₂ líquido e homogeneizadas em tampão Tris-HCl 100 mM (pH 7,4), ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) 1,0 mM e albumina 0,1% na proporção de 1:3 (m/v), depois centrifugadas a 20.000 g durante 30 min a -4 °C e o sobrenadante resultante foi utilizado para o ensaio enzimático. A atividade das fosfatases ácidas foi determinada de acordo com Tabaldi et al. (2007) num meio de reação que consistia em azida de sódio 3,5 mM, cloreto de cálcio 2,5 mM e tampão citrato 100 mM (pH 5,5) para um volume final de 200 µL. Uma alíquota de 20 µL de amostra foi adicionada à mistura de

reação, com exceção dos controles, e pré-incubada durante 10 min a 35°C. A reação foi iniciada pela adição de substrato (PPi 3,0 mM) e paralizada após 10 min pela adição de 200 µL de TCA a 10% para uma concentração final de 5%.

O fosfato inorgânico (Pi), produto da reação da enzima, foi quantificado a 630 nm em espectrofotômetro modelo SF325NM (Bel Engineering, Itália) utilizando-se verde de malaquita como reagente colorimétrico e KH_2PO_4 como padrão para a curva de calibração. A concentração de proteínas totais foi quantificada pelo método de Bradford (1976).

2.3 Taxa de absorção do fungicida em trigo (Experimento 2)

Após três dias decorrentes da aplicação do experimento II, foram coletadas as amostras de folhas destinadas ao laboratório para análise de recuperação dos ingredientes ativos azoxistrobina e ciproconazol nos tecidos. As análises foram processadas no Centro de Pesquisa e Análise de Resíduos e Contaminantes (CEPARC) na Universidade Federal de Santa Maria. Como instrumentação foi utilizado cromatógrafo a líquido, sistema Acquity UPLC-MS/MS (Waters, EUA) composto por: (i) amostrador automático, bomba quaternária, forno para coluna e sistema de degaseificação; (ii) coluna cromatográfica BECH C_{18} , 100 mm de comprimento, 2,1 mm de diâmetro interno e 1,7 µm de tamanho de partícula (Waters, EUA); (iii) detector MS triplo quadrupolo, Xevo TQS (Waters, EUA) utilizando o modo de ionização por eletronebulização, operando no modo positivo; (iv) sistema de aquisição de dados através do *software* MassLynx e TargetLynx versão 4.1;

As condições cromatográficas utilizadas no sistema UPLC-MS/MS foram as seguintes: Para o LC: (i) volume de injeção de 2 µL; (ii) temperatura do forno da coluna de 60 °C; (iii) fase móvel A água/formiato de amônio 0,3 g L⁻¹; (iv) fase móvel B metanol; (v) gradiente da fase móvel: o programa foi iniciado com 80% do eluente A e levado diretamente a 15% em 11 minutos. Manteve-se essa proporção por 1 minuto e após isso a composição foi levada à composição inicial (80% de A) em 0,5 minutos e manteve-se essa proporção até o final da corrida cromatográfica; (vi) vazão da fase móvel de 0,45 mL min⁻¹; (vii) tempo total de corrida de 14 minutos;

As condições para o espectrômetro de massas foram: (i) ionização à pressão atmosférica com ESI no modo positivo; (ii) voltagem do capilar de 3,00 kV; (iii) temperatura do gás de dessolvatação de 400 °C; (iv) vazão do gás de dessolvatação de 500 L h⁻¹; (v) vazão

do gás no cone de amostragem de 150 L h⁻¹; (vi) vazão do gás de nebulização de 7,0 L h⁻¹; (vii) vazão do gás de colisão (Ar) de 0,15 mL min⁻¹.

As soluções das curvas analíticas foram preparadas em metanol contendo o padrão interno do instrumento (Propoxur na concentração de 10 ng mL⁻¹). Essas soluções foram preparadas no dobro da concentração da curva original, porque após o preparo elas são diluídas à metade com acetonitrila contendo o padrão interno do procedimento (quinalfós na concentração de 12,5) para a preparação das curvas em solvente ou diluídas à metade com extrato da matriz para preparação das curvas em matriz.

Foi preparado um *slurry* com amostras. Para isso, pesou-se 10 g de amostra e foram adicionados 20 mL de água (Proporção 1:2). 10 g desse *slurry* foram pesados e extraídos com 10 mL de acetonitrila contendo o padrão interno do procedimento e agitou-se em mesa de agitação por 2 minutos. Após isso foram adicionados 4 g de sulfato de magnésio anidro e 1 g de acetato de sódio anidro. Mais 1 minuto em mesa de agitação. Centrifugou-se a 4000 rpm por 4 minutos à 20 °C. Após isso, 2 mL do extrato orgânico foi transferido para tubo contendo 100 mg de PSA e 300 mg de sulfato de magnésio anidro para a purificação do extrato. Agitou-se por 1 minuto, centrifugou-se novamente a 4000 rpm por 3 minutos. Após isso, 500 µL desse extrato foi colocado em vial e diluído com 500 µL de metanol contendo o padrão interno do instrumento e analisado por UPLC-MS/MS.

3 Resultados e discussão

3.1 Caracterização nutricional de macronutrientes

Em relação a avaliação nutricional, foi significativo apenas o efeito principal do fator fertilizante para os elementos nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 1). Os teores de cálcio e de magnésio não foram influenciados (Anexo 2).

Não houve interação significativa entre os fatores e não houve influência do fator fungicida em nenhum dos nutrientes avaliados. Diferenças significativas foram observadas para o efeito principal do fator doses do fertilizante na análise do nutriente nitrogênio em folha bandeira e B₁ e B₂, fósforo em folha bandeira e B₁ e B₂ e potássio em folha bandeira.

Para os macronutrientes cálcio e magnésio nenhum dos fatores teve influência na concentração em tecidos foliares de trigo.

Tabela 1 – Avaliação nutricional de macronutrientes em folhas bandeira e B₋₁ e B₋₂ de trigo submetido à aplicação de fertilizante foliar Quantis associado ou não ao fungicida.

Dose Fertilizante		Nitrogênio (N)				
		Folha Bandeira			Folha B ₋₁ e B ₋₂	
L ha ⁻¹	SemF	ComF	Médias	SemF	ComF	Médias
0,0	41,5 ^{NS}	42,3	41,9 b*	32,6 ^{NS}	33,6	33,1 b*
1,0	44,9	44,7	44,8 a	38,2	39,5	38,8 a
3,0	45,1	45,7	45,4 a	37,9	38,6	38,3 a
Médias	43,8 ^{NS}	44,2	-	36,2 ^{NS}	37,2	-
CV%		1,86			4,85	
Dose Fertilizante		Fósforo (P)				
		Folha Bandeira			Folha B ₋₁ e B ₋₂	
L ha ⁻¹	SemF	ComF	Médias	SemF	ComF	Médias
0,0	2,64 ^{NS}	2,68	2,66 b*	2,22 ^{NS}	2,17	2,19 b*
1,0	2,93	2,99	2,96 a	2,32	2,47	2,40 a
3,0	2,92	3,00	2,96 a	2,37	2,49	2,43 a
Médias	2,83 ^{NS}	2,89	-	2,30 ^{NS}	2,38	-
CV%		2,76			3,18	
Dose Fertilizante		Potássio (K)				
		Folha Bandeira			Folha B ₋₁ e B ₋₂	
L ha ⁻¹	SemF	ComF	Médias	SemF	ComF	Médias
0,0	18,07 ^{NS}	19,83	18,95 b*	18,72 ^{NS}	20,12	19,42 ^{NS}
1,0	22,77	24,72	23,74 a	20,41	20,83	20,62
3,0	24,57	24,67	24,62 a	20,44	19,64	20,04
Médias	21,80 ^{NS}	23,08	-	19,85 ^{NS}	20,2	-
CV%		5,93			9,49	

* Significância para o efeito principal do fator doses do fertilizante considerando a média dos níveis do fator fungicida. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0.05). ^{NS} não significativo.

A aplicação do fertilizante foliar refletiu em incrementos nos teores de nitrogênio e de fósforo em folhas bandeira e B₋₁ e B₋₂ do trigo. Ambas as doses tiveram este efeito, não diferiram entre si estatisticamente, apenas diferenciaram das plantas que não receberam o produto. Dessa forma, conclui-se que não há resposta em função do aumento de dose para a aplicação de Quantis. O mesmo pode ser notado para o elemento potássio, com exceção da folha bandeira que teve sua concentração alterada significativamente. Nas folhas B₋₁ e B₋₂ as variações nos teores de K nos tecidos em função do fertilizante não foram significativas. Para

K ambas as doses ofereceram incrementos na concentração e diferiram estatisticamente em relação ao tratamento não aplicado. Comparando as duas doses, não houve variação significativa na concentração de K.

Os dados apresentados nesse trabalho mostram um aumento considerável nos teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas bandeira e folhas abaixo da bandeira. Isso prova que o fertilizante aplicado pode contribuir para a produção. Fertilizantes que ofereçam tais propriedades, principalmente se tratando daqueles com aditivos aminoácidos, são uma boa alternativa, principalmente em aplicações em fases mais avançadas do ciclo da cultura. Outro fato a ser destacado é que fertilizantes a base de aminoácidos, também chamados de “bioestimulantes” podem atuar aumentando a absorção dos nutrientes minerais pela planta e melhorar a eficiência no uso dos nutrientes (VERNIERI et al., 2005). Tal fato pode explicar o porquê dos incrementos encontrados nos teores de fósforo em função da aplicação do fertilizante, pois mesmo havendo baixas concentrações na formulação, houve resposta na concentração deste elemento nas folhas.

Dromantiené et al. (2013) relata sobre pontos positivos do uso de fertilizantes a base de aminoácidos e um deles é o fato dessas substâncias combinarem os elementos minerais formando quelatos orgânicos, especialmente com elementos que estão envolvidas no transporte entre proteínas ativas. Dessa forma, sugere-se que os elementos nitrogênio e potássio, os quais tiveram seus teores aumentados em folhas de trigo em função da aplicação do fertilizante, podem ter sua absorção foliar otimizada pela formulação com aditivos aminoácidos. Körsal et al. (1999) com aplicações de aminoácido quelato a base de ferro em pereira encontrou resultados positivos no houve aumento no conteúdo de Fe nas folhas.

Incrementos positivos nos teores de N, P e K foram encontrados em soja influenciados pela aplicação do fertilizante foliar Flororgan e Ajifol, sendo o primeiro um produto misto com frações de micronutrientes e um complexo de aminoácidos e o segundo originado da biofermentação de glutamato e mais frações de K, P, carbono orgânico e aminoácidos (LAMBAS, 2011). Este mesmo autor conclui que os aminoácidos contidos na formulação dos produtos exercem ação quelatizante na absorção de macro e microelementos. Estes dados ajudam a explicar os resultados desse trabalho envolvendo a aplicação do fertilizante Quantis.

O conteúdo de N e K foram significativamente aumentados em folhas de ameixa em função da aplicação do fertilizante Aminofert (Aminoácidos 20% + ácidos orgânicos 12% + quelatos de micronutrientes Fe, Zn, and B 3.6%) (HASSAN et al., 2010).

Os dados positivos envolvendo melhorias de teores de nutrientes em folhas pela aplicação de fertilizantes foliares pode ser atribuído ao fato de haver rápida absorção via

folhas e perdas limitadas de nutrientes no momento da aplicação (MARSCHNER, 1995). Tea et al. (2007) demonstrou que o N fornecida por adubação foliar é incorporada nas proteínas de reserva, que são responsáveis pela qualidade do grão. Em contribuição a isso, tem-se que formas de N foliar são rapidamente absorvidas e translocadas aos grãos (GOODING et al., 2007).

3.1 Fosfatases ácidas e Pi

Houve interação significativa para ambos os fatores avaliados, fungicida e aplicação do fertilizante foliar, para atividade das fosfatases ácidas. (Figura 1A e B e 2A e B). Analisando os resultados para folhas bandeira, nota-se que o fungicida teve efeito em aumentar a atividade da enzima (Figura 1A). Este incremento foi da ordem de 9,15%. Em relação à aplicação do fertilizante, o efeito principal deste fator mostrou que na menor dose aplicada, de 1,0 L ha⁻¹, a atividade da enzima foi reduzida em relação a plantas que não foram tratadas com o fertilizante. Entretanto, para a maior dose notou-se comportamento inverso, revelado pela maior atividade observada em relação ao tratamento testemunha.

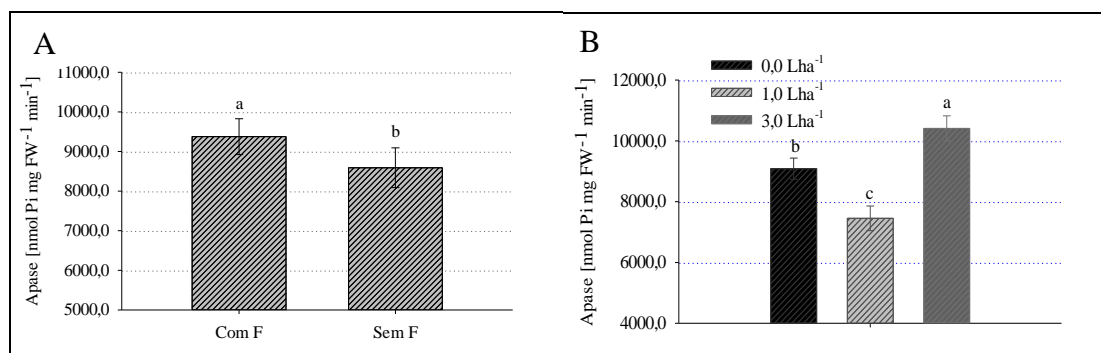


Figura 1 – Efeito principal do fator fungicida (A) e efeito principal do fator doses do fertilizante (B) na atividade de Apase em folhas bandeira do trigo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observando os dados obtidos de folhas abaixo da bandeira, B₋₁ e B₋₂, verifica-se que o efeito do fungicida foi semelhante ao apresentado para as folhas bandeira. Os valores da

atividade da Apase foram maiores em comparação a plantas não tratadas (Figura 2A). Não obstante, o efeito do fertilizante aplicado foi inverso ao do fungicida, o fertilizante reduziu a atividade da enzima (Figura 2B). Nestas folhas, ficou evidente o efeito do fertilizante para ambas as doses utilizadas, porém, não diferiram estatisticamente entre si.

A atividade das fosfatases ácidas (APases), influencia na desfosforilação de moléculas orgânicas (FERNANDES et al., 2000). Dados desta atividade são muito utilizados para monitorar a necessidade de fósforo em culturas (ROSSI; MONTEIRO, 1999). Nesse estudo, em geral, houve maior atividade em plantas submetidas à aplicação do fungicida e sem exposição ao fertilizante foliar (Figuras 1 e 2).

De acordo com Ascencio (1994) a atividade das APases tanto em raízes como na parte aérea aumenta à medida que se eleva a deficiência de P. Este aumento ocorre em virtude de incrementos na síntese “de novo” da enzima fosfatase ácida que, em contraste, em condições de suprimento elevado ou adequado de P tem sua síntese inibida pelo íon fosfato, por um mecanismo de retroinibição (REID; BIELESKI, 1970). Em razão disto, em boa disponibilidade de P as plantas normalmente demonstram diminuição na atividade das APases.

A diminuição da atividade das APases tiveram positiva relação ao suprimento do fertilizante nas avaliações obtidas em folhas B₋₁ e B₋₂ (Figura 2B). Ainda ocorreu resposta positiva ao aumento de dose. Já os resultados encontrados em folhas bandeira não seguiram a mesma tendência (Figura 1B).

As APases, por estarem presentes em diferentes órgãos e em vários compartimentos celulares (YONEYAMA et al., 2007), podem exercer diferentes funções na planta, dentre elas a ciclagem de Pi (DUFF et al., 1994), que é uma fonte importante deste nutriente para o crescimento, especialmente em estágios mais tardios de desenvolvimento da planta e em situações onde a disponibilidade P no solo é baixa (VENEKLAAS, 2012).

Os dados da análise de fosfato inorgânico são apresentados na Figura 3A e B. Foi observado interação significativa ente os fatores fungicida e doses do fertilizante. Em folhas bandeira nota-se maior concentração de Pi recuperado em tecidos que receberam aplicação de fungicida. Nestas mesmas plantas, a aplicação do fertilizante associado ao fungicida não teve efeito significativo na concentração de Pi quantificado. Já em plantas que não receberam o tratamento fungicida, a maior dose aplicada do fertilizante reduziu as concentrações de Pi recuperadas. A menor dose não diferiu da testemunha, dose 0,0 de fertilizante.

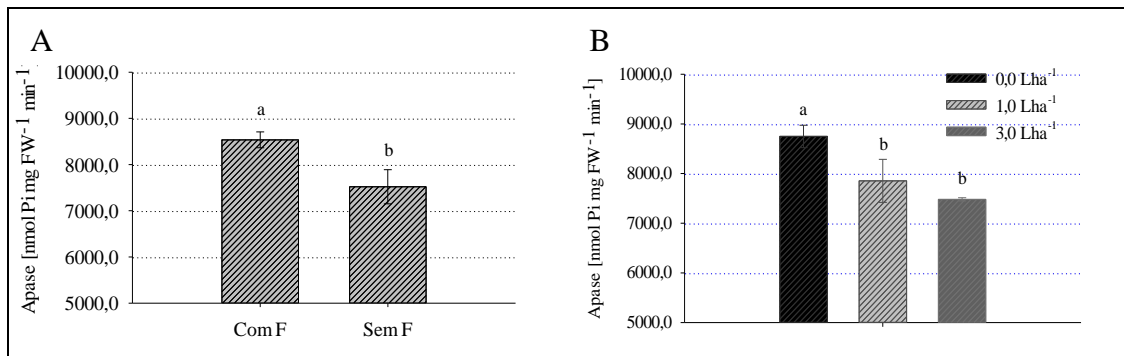


Figura 2 – Efeito principal do fator fungicida (A) e efeito principal do fator doses do fertilizante (B) na atividade de Apase em folhas 2 e 3 do trigo (B₋₁ e B₋₂). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para os dados obtidos em folhas abaixo da bandeira, B₋₁ e B₋₂, (Figura 3B), nota-se que a aplicação do fertilizante associado à calda causou elevação dos valores de Pi, resultado verificado para ambas as doses que não diferiram entre si. Em plantas sem fungicida, a menor dose do fertilizante teve valores semelhantes comparado a plantas testemunhas, diferente do resultado para a maior dose do fertilizante que teve valores de Pi superiores.

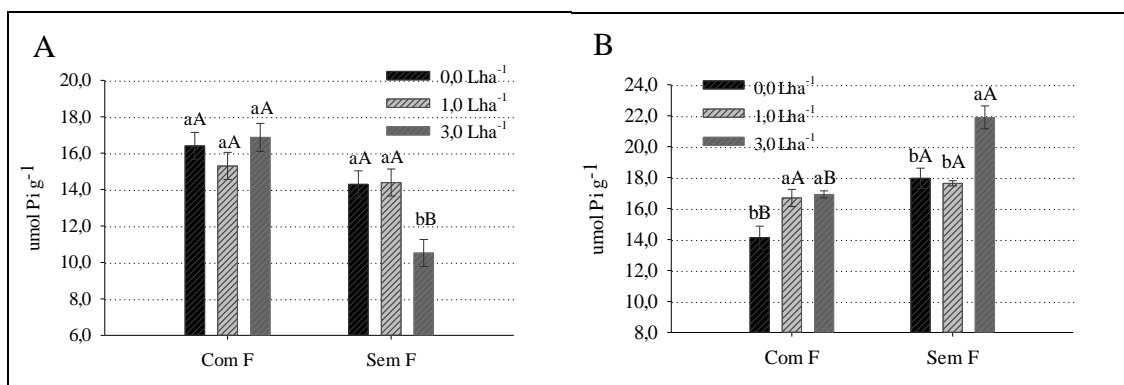


Figura 3 – Concentração de Pi em folhas bandeira (A) e folhas B₋₁ e B₋₂ (B) sob efeito da interação entre doses do fertilizante e fungicida. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam doses do fertilizante dentro de cada nível do fungicida e letras maiúsculas comparam os níveis do fator fungicida dentro de cada dose.

A concentração de Pi nas folhas B₋₁ e B₋₂ foi maior em plantas sem aplicação de fungicida e com aplicação de fertilizante foliar (Figura 3B). Entretanto nas folhas bandeira, não ocorreram diferenças estatísticas para a concentração Pi.

Segundo White e Hammond (2008), o aumento da concentração Pi nos tecidos geralmente reflete o fornecimento de P. O alto rendimento e a qualidade de grãos de trigo podem ser alcançados pela otimização do crescimento e desenvolvimento da cultura. Sabe-se que para isso, uma nutrição equilibrada é fundamental. Mas uma boa nutrição, também depende de fatores como o manejo fitossanitário, peculiaridades de solo, práticas agronômicas aplicadas, variações em relação aos fatores naturais e climáticos, para que então os componentes de rendimento sejam maximizados.

3.3 Taxa de absorção do fungicida em trigo

Os dados de recuperação dos ativos fungicidas estão apresentados na Figura 4. Nota-se maior influência do fator tempo entre a aplicação do fungicida e a lavagem das folhas.

Entretanto, o maior interesse desta pesquisa nesta variável era observar a influência do fator fertilizante misturado ao fungicida na taxa de absorção do último. Dessa forma, verificou-se que o fertilizante em nenhum dos casos reduziu a quantidade das moléculas resgatadas nos tecidos, isso tanto para azoxistrobina quanto para ciproconazol. Na maioria dos casos a mistura do fertilizante junto à calda fungicida não teve influência no comportamento da absorção, principalmente no que se refere à quantidade absorvida que está mais claro nos dados das amostras sem lavagem das folhas.

Pode-se notar que o fertilizante foliar apresentou associação compatível com o fungicida. Para o ativo azoxistrobina, no intervalo de tempo de 60 minutos entre a aplicação do fungicida e a chuva simulada, percebe-se que houve um incremento na taxa de absorção, pois quantidade do ingrediente ativo resgatada nos tecidos foi maior. Isso foi mais evidente quando a maior dose do fertilizante foi utilizada, a qual diferiu de amostras que receberam apenas o fungicida.

Outro caso pode ser visualizado se observarmos os dados da molécula de ciproconazol (Figura 4B), no intervalo de tempo de 10 minutos, aonde se percebe que a associação do fertilizante junto ao fungicida resultou em maior quantidade da molécula do ativo absorvida no mesmo período de tempo. Assim, pode-se afirmar que o fertilizante Quantis aumentou a

taxa de absorção do fungicida, em ambas as doses do fertilizante aplicadas em mistura com o fungicida.

Em relação aos dados de compatibilidade de misturas entre fungicidas com fertilizantes foliares percebe-se que não são muitos os trabalhos publicados envolvendo este tema. O que se sabe é que na prática isso é muito utilizado por parte dos produtores e que resulta em redução dos custos ao se aplicar mais de um produto em uma única aplicação.

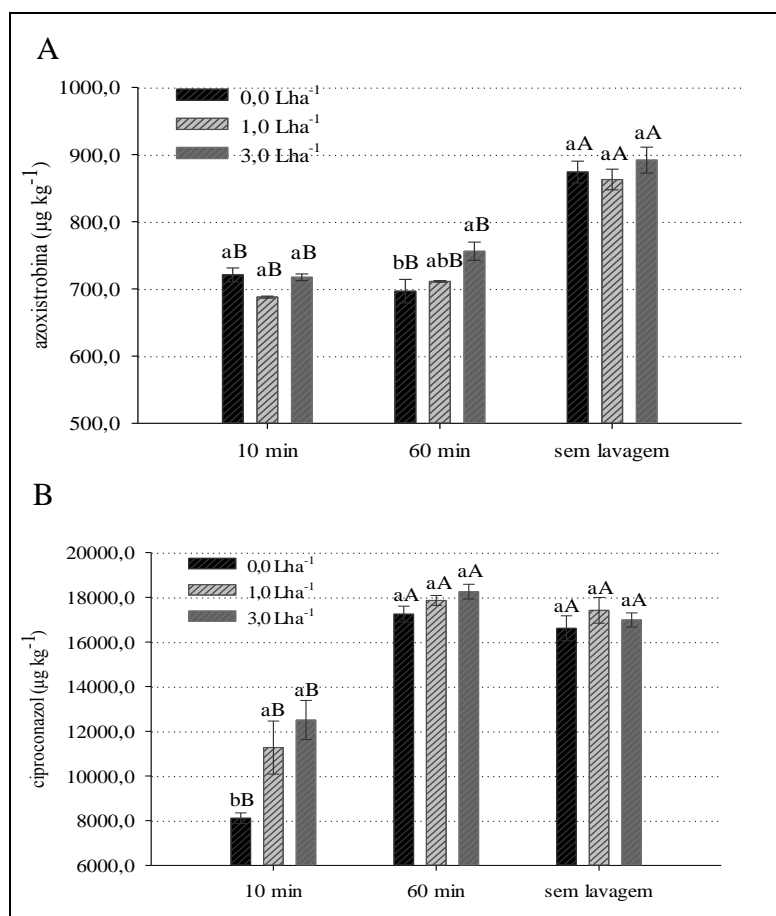


Figura 4 – Recuperação dos ativos azoxistrobina (A) e ciproconazol (B) em folhas de trigo em função de diferentes intervalos de tempo entre a aplicação e a lavagem das folhas (10 min, 60 min e sem lavagem) e a associação de doses do fertilizante foliar misturado ao fungicida. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas comparam níveis do fator fertilizante dentro de cada intervalo de tempo e letras maiúsculas comparam os intervalos de tempo dentro de cada dose do fertilizante.

Mączyńska et al. (2005) em trabalho com associação de fungicida e um policomposto fertilizante no controle de doenças em trigo concluiu que não houve redução de eficácia do fungicida e que além da melhor condição observada com plantas mais vigorosas e aumento da produção de grãos, destacou o aspecto econômico a partir da aplicação confinada de dois produtos em uma única aplicação. Isso vai de acordo com os dados apresentados no presente trabalho, no qual, em nenhum caso notou-se redução da absorção do produto aplicado pelo motivo de estar misturado ao fertilizante.

Blandino e Reyneri (2009) concluíram que a aplicação de fertilizante foliar não afetou a eficácia da mistura entre o triazol plocloz + estrobilurina azoxistrobina no controle de doenças no trigo e que o fertilizante ofereceu benefícios à cultura como a maior duração da área verde da folha bandeira. Isso vem de encontro a discussões recentes em que na produção de trigo de alto potencial produtivo e de elevada qualidade de grãos, a prática de adição de um fertilizante foliar a um programa de fungicida tem se tornado amplamente adotada (WOOLFOLK et al., 2002).

Adicionalmente ao já discutido, notou-se ainda que em duas situações, a associação do fertilizante ao fungicida aumentou a taxa de absorção dos ativos. Wittwer et al. (1967) em estudos envolvendo absorção e penetração foliar observou que a ureia ofereceu propriedades em facilitar a absorção e a penetração de outros nutrientes em folhas intactas. Isso sugere que compostos a base de nitrogênio possam exercer funções semelhantes, por menores que sejam, e além de ser fonte de nitrogênio, podem também aumentar a eficiência de absorção de outros compostos quando são aplicados em mistura. Algumas evidências indicam que fertilizantes a base de aminoácidos podem agir como protetores da ação de alguns sais minerais e alguns agroquímicos ou ainda, podem incrementar a absorção e o efeito desses produtos (CASTRO et al., 2006).

5 Conclusões

Nas condições em que foram conduzidas este trabalho, podemos concluir que a aplicação do fertilizante foliar aumentou os níveis de N, P e K nas folhas. Teores de Ca e Mg não foram influenciados pelo fertilizante.

O fertilizante resultou em menor atividade de fosfatases ácidas e aumento no conteúdo de Pi em folhas B₁ e B₂ em trigo. Em folhas bandeira os dados não suportam tal afirmação.

A associação do fertilizante junto ao fungicida não reduziu a quantidade de ativo recuperado nos tecidos foliares, indicando que podem ser aplicados juntos.

Referências bibliográficas

ABD-ELLA EMAN, E. K.; EL-SISI, A.A.Z. Effect of foliar application of gibberellic acid and micronutrients on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of Sultani fig trees. **J. Agric. Res.**, Saba Basha, v.11, n.3, p.567-578, 2006.

ASCENCIO, J. Acid phosphatase as a diagnostic tool. **Communications in Soil Science and Plant Analyses**, v. 25, p. 1553-1564, 1994.

ASHMEAD, H.D.; ASHMEAD, H.H.; MILLER, G.W.; HSU, H.H. **Foliar feeding of plants with amino acid chelates**. New Jersey: Noyes Publications, 1986. 369 p.

BEZERRA, M. A. **Trocas gasosas, fluorescência e níveis de carboidratos em cultivares de soja submetidos a défices hídrico e de fósforo**. 2000, 100 f. Tese (Doutorado em fisiologia vegetal- Doctor Scientiae). Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2000.

BLANDINO, M.; REYNERI, A. Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. **European Journal of Agronomy**, v.30, p.275-282, 2009.

BOZZO, G. G.; RAGHOTHAMA, K. G.; PLAXTON, W. C. Purification and characterization of two secreted purple acid phosphatase isozymes from phosphate-starved tomato (*Lycopersicon esculentum*) cell cultures. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 269, n. 24, p. 6278-6286, 2002.

CASTRO, P.R.R. **Princípios da adubação foliar**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 42p.

CASTRO, P.R.C.; GONÇALVES, M.R.; CATO, S.C. Efeitos da aplicação foliar de Codamin e de Brassinolide em feijoeiro. **Revista da Agricultura**, Piracicaba. v. 81, n.1, p. 24-30, 2006.

CASTRO, P.R.C.; SERCILOTO, C.M.; PEREIRA, M.A.; RODRIGUES, J.L.M. **Utilização de fosfitos e potencial de aplicação de aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2008. 71 p. (Série, 38).

DANIEL, C.; TRIBOI, E. Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. **Journal of Cereal Science**, v.32, p.45–56, 2000. DOI: 10.1006/jcrs.2000.0313

DROMANTIENĖ, R.; PRANCKIETIENĖ, I.; ŠIDLAUSKAS, G.; PRANCKIETIS, V. Changes in technological properties of common wheat (*Triticum aestivum* L.) grain as influenced by amino acid fertilizers. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.100, n.1, p.57–62, 2013. DOI: 10.13080/z-a.2013.100.008

DUFF, S.M.G.; SARATH, G.; PLAXTON, W.C. The role of acid phosphatase in plant phosphorus metabolism. **Physiologia Plantarum**, n. 90, p. 791-800, 1994.

EL-SEGINY, A.M.; KHALIL, B.M. Effect of spraying some nutrients and gibberellic acid on leaf mineral content, fruit characters and yield of Le-Conte pear trees. **Journal of Agriculture Science**, Mansoura Univ., v.25, n.6, p.3529-3539, 2000.

EL-SEGINY, A.M.; NAIEMA, M.S.M.; ABD EL-MESSEIH, W.M.; ELIWA, G.I. Effect of foliar spray of some micro-nutrients and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of Anna apple trees. **Alex. J. Agriculture Research**, v.48, n.3, p.137-143, 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p.

FANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Feijão Irrigado – Tecnologia e Produtividade**. Escola superior de Agronomia Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, Piracicaba, 2003. 165p.

FERNANDES, L.A.; FAQUIN, V.; FURTINI NETRO, A.E.; CURI, N. Frações de fósforo e atividade da fosfatase ácida em plantas de feijoeiro cultivadas em solos de várzea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 561-571, 2000.

FERNANDES, M.C. de A. et al. Cultivo protegido do tomateiro, sob manejo orgânico, na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. **Série Agroecologia**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-2, 2000.

GAZOLA, D. **Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura nas culturas do milho e do trigo**. 2013. 113 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina.

GOODING, M.J.; GREGORY, P.J.; FORD, K.E.; RUSKE, R.E. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. **Field Crops Research**, v.100, p.143-154, 2007.

HASSAN, H.S.A.; SARRWY, S.M.A.; MOSTAFA, E.A.M. Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of “Hollywood” plum trees. **Agriculture and Biology Journal of North América**, v.1, n.4, p.638-643, 2010.

JANUŠAUSKAITĖ, D.; ŠIDLAUSKAS, G. Nitrogen fertilizer efficacy in winter wheat in relation to weather conditions in Central Lithuania. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.88 (4), p.34–47, 2004.

KABEEL, H.; MOKHTAR, H.; ALY, M.M. Effect of foliar application of different macro and micro nutrients on yield, fruit quality, and leaf mineral composition of Le-Conte pear. **Journal of Agriculture Science**, Mansoura Univ., v.23, n.7, p.3317-3325, 1998.

KÖKSAL, A.I.; DUMANOGLU, H.; GÜNES, N.T. The Effects of Different Amino Acid Chelate Foliar Fertilizers on Yield, Fruit Quality, Shoot Growth and Fe, Zn, Cu, Mn Content of Leaves in Williams Pear Cultivar (*Pyrus communis* L.). **Turkish Journal of Agriculture & Forestry**, v.23, p. 651-658, 1999.

LAMBAIS, G. R. **Aminoácidos como coadjuvantes da adubação foliar e do uso do glifosato na cultura da soja**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

LENZ, G. **Efeito do espectro de gotas e idade de trifólios sobre a taxa de absorção de fungicidas em soja**. 2010, 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Santa Maria, RS. Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

MAĆZYŃSKA, A.; GŁAZEK, M.; KRZYŻYŃSKA, B. Effect of foliar fertilizer and fungicidal protection against leaf spot diseases on winter wheat. **Acta Agrobotanica**, v.58, n.1, p.51-58, 2005.

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

MORALES, R.G.F.; SANTOS, I.; TOMAZELI, V.N. Influência da nutrição mineral foliar sobre doenças da parte aérea da cultura do trigo. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 71-76, 2012.

MORALES, R.G.F.; SANTOS, I.; TOMAZELI, V. N.; RESENDE, J. T. V. Influência da nutrição mineral foliar nas doenças da parte aérea e no rendimento da cultura da soja. **Ambiência**, v.7, n.2, p. 207 – 215, 2011.

RAY, S.; MONDAL, W.A.; CHOUDHURI, M.A. Regulation of leaf senescence, grain-filling and yield of rice by kinetin and abscisic acid. **Physiol. Plant.** v.59, p.343-346, 1983.

REID, M. S. M.; BIELESKI, R. L. Changes in phosphatase activity in phosphorus deficient Spirodela. **Planta**, Berlin, v. 94, p. 273-284, 1970.

RODRIGUES, F.; DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H.; SEEBOLD, K. W.; RUSH, M. C. Effect of silicon and host resistance on sheath blight development in rice. **Plant Disease**, v.85, n.8, p.827-832, 2001.

ROSSI, C.; MONTEIRO, F. A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colonião. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1101-1110, out./dez. 1999.

SONG, X.; AGATA, W.; KAWAMITSU, Y. Studies on dry matter and grain production of F1 hybrid rice in China. Characteristics of grain production. **J. Crop Sci.** v.59, p.29-33, 1990.

SYLVESTER-BRADLEY; DAVIES, D.B.; DYER, C.; RAHN, C.; JOHNSON, P.A. The value of nitrogen applied to wheat during early development. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.47 (2), p.173–180, 1997. DOI: 10.1007/BF01991549

TEA, I.; GENTER, T.; NAULET, N.; LUMMERZHEIM, M.; KLEIBER, D. Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.87, p.2853-2859, 2007.

VENEKLAAS, E.J.; FINNEGAN, P.M.; LOVELOCK, C.E.; PLAXTON, C.; PRICE, C.A.; SHANE, M.W.; RAVEN, J.A. Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants. **New Phytologist**, Oxford, v. 195, p. 306–320, 2012.

VERNIERI, P.; BORGHESI, E.; FERRANTE, A.; MAGNANI, G. Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v.3, p. 86–88, 2005.

VINCENT, J. B.; CROWDER, M. W.; AVERILL, B. A. Hydrolysis of phosphate monoesters: a biological problem with multiple chemical solutions. **Trends in Biochemical Sciences**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 105–110, 1992.

WHITE, P. J.; HAMMOND, J. P. **The ecophysiology of plant–phosphorus interactions**. Dordrecht, the Netherlands: Springer, vol.7, mar. 2008.

WITTWER, S. H.; TEUBNER, F. G. Foliar absorption of mineral nutrients. **Annual Review of Plant Physiology**, v.10, n.1, p.13-32, 1959.

WITTWER, S.H.; BUCOVAC, M.J.; JYUNG, W.H.; YAMADA, Y.; RASMUSSEN, H.P.; HAILE MARIAM, S.N.; KANNAN, S. Foliar absorption — penetration of the cuticular membrane and nutrient uptake by isolated leaf cells. **Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles**, v.14, n.1-2, p. 105-120, 1967.

WOOLFOLK, C.W.; RAUNG, W.R. JOHNSON, G.V.; THOMASON, W.E.; MULLEN, R.W.; WYNN, K.J.; FREEMAN, K.W. Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. **Agronomy Journal**, v.94, p.429-434, 2002.

YONEYAMA, T. et al. Expression and characterization of a recombinant unique acid phosphatase from kidney bean hypocotyl exhibiting chloroperoxidase activity in the yeast *Pichia pastoris*. **Protein Expression and Purification**, Wisconsin, v. 53, n.1, p. 31–39, 2007.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v.14, n.6, p.415-421, 1974.

CAPÍTULO III

PROGRESSO DE DOENÇAS FOLIARES EM TRIGO APÓS A APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOLIAR ISOLADO E EM MISTURA COM FUNGICIDA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução da ferrugem da folha e do complexo de manchas foliares em trigo frente às aplicações de doses do fertilizante foliar Quantis isolado e em associação com o fungicida azoxistrobina + ciproconazol. O ensaio foi conduzido a campo, em dois locais, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2x2x3. Fator A – cultivares – Quartzo e Iguaçu; Fator B – fungicida – com e sem, ingrediente ativo azoxistrobina + ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹) + Nimbus 0,75 L ha⁻¹; Fator C - doses do fertilizante foliar, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 L ha⁻¹ e uma testemunha sem aplicação (dose 0,0). Foram realizadas quatro aplicações, nos estádios GS27, GS39/GS40, GS55 e GS71. Foram realizadas avaliações de severidade para cálculo da AACPD, índice de vegetação (NDVI), teores nutricionais foliares, produtividade e peso do hectolitro de grãos. O fungicida foi eficaz no controle das doenças ferrugem da folha e complexo de manchas foliares do trigo. Quando associado ao fungicida, a aplicação do fertilizante foliar resultou em menores severidades e AACPD de ferrugem e manchas foliares. O índice de vegetação, teores nutricionais, peso do hectolitro e produtividade em ambos os locais foram incrementadas em função do fertilizante com resposta ao aumento de dose. Quando o fertilizante foi aplicado isoladamente não houve nenhum efeito frente às doenças, porém houve incrementos no índice de vegetação, teores nutricionais, peso do hectolitro em ambos os locais.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., *Puccinia triticina* Erikss., *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, controle químico.

ABSTRACT

DISEASES PROGRESS IN WHEAT LEAVES AFTER APPLICATION OF QUANTIS® ALONE AND IN COMBINATION WITH FUNGICIDE

The aim of this study was to evaluate the evolution of leaf rust and leaf spots in leaves of two wheat cultivars, Quartzo and Iguaçu (Factor A), after the application of three rates of Quantis®, 1.0 , 1.5, 2.0 , 2.5 and 3.0 L ha⁻¹ (Factor C), the Quantis® rates were isolated and in combination with fungicide (60 +24 g ai ha⁻¹) + Nimbus 0.75 L ha⁻¹ (Factor B) and without fungicide. The experiment was a factorial (2x2x3) carried out in the field, in two sites, on a randomized block design with four replications. Four applications were done on the GS27, GS39, GS55 and GS71 stages. Through the severity evaluations it were calculated AUDPC of rust and leaf spots. The vegetation index (NDVI), leaf nutrient concentration, yield and hectoliter grain weight were determined. The fungicide was effective in rust and in leaf spot diseases control on two wheat cultivars. When it was combined with the fertilizer, the result was a decrease on the AUDPC of rust and leaf spots. The dry mass of plants, vegetation index, nutritional concentration, hectoliter grain weight and yield at both sites were increased and a positive response was observed in order the fertilizer rate increasing. When fertilizer was sprayed without fungicide, it had no effect over diseases, but vegetation index, hectoliter grain weight, in both sites, were affected positively.

Key-Words: *Triticum aestivum* L., *Puccinia triticina* Erikss., *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, chemical control.

1 Introdução

A aplicação de fungicidas tornou-se uma das práticas mais utilizadas para controle de doenças nas mais diversas culturas e rotineiramente empregada nas principais regiões agrícolas do mundo. Em decorrência do impacto ambiental provocado pelo seu uso generalizado e a necessidade de conservação dos recursos naturais, buscam-se alternativas para controle dos fitopatógenos. A indução de resistência por meio da nutrição mineral pode integrar as estratégias de controles desses fitopatógenos, proporcionando a redução de custos e melhoria do ambiente (MORALES et al., 2012).

Segundo Pascholati (1998) as plantas apresentam diferentes mecanismos, estruturais e bioquímicos, que podem contribuir com a resistência das mesmas contra fitopatógenos. Como mecanismos estruturais podem ocorrer espessamento da parede celular e da cutícula, via aumento da deposição de lignina, cutina, formação de papilas e camadas de cortiça (SUGUI, 1998). Já mecanismos bioquímicos envolvem a ativação de genes que codificam para diversas respostas de defesa tais como proteínas relacionadas à patogênese como as quitinases e glucanases (BONALDO et al., 2005).

É crescente a cada ano que passa o aumento nas pesquisas com produtos que possam ter efeito indutor de resistência às plantas. São exemplos estudos com acibenzolar-S-metil (GORLACH et al., 1996), fosfitos (GUEST; GRANT, 1991), extratos de algas marinhas (LIZZI et al., 1998; STADNIK; TALAMINI, 2004; PAULERT et al., 2007), extratos vegetais (BALBI-PEÑA et al., 2006), óleos essenciais (PEREIRA et al., 2007) e silício (OLIVEIRA et al., 2008).

De acordo com Marschner (1995) há claras evidências do efeito do estado nutricional das plantas na resposta às doenças causadas por fungos e contra o ataque por pragas. Dentre os macronutrientes citados na literatura, o potássio é um dos que apresenta consistentes resultados positivos na redução na incidência e severidade de doenças. O potássio tem ação clara e bem definida na reação das plantas às doenças causadas tanto por patógenos obrigatórios como os facultativos (MARSCHNER, 1995).

Neste sentido, em função do fertilizante foliar Quantis apresentar significativo percentual de potássio em sua composição, pode existir potencialidades deste produto em desencadear melhorias nutricionais nas plantas com consequente efeito na resposta contra

doenças foliares bem como pode vir a ter algum efeito como indutor de resistência ativando ou intensificando a expressão de genes envolvidos.

Trabalhos encontrados na literatura apresentam resultados positivos na redução da severidade de doenças em função da adequação da nutrição mineral via raiz. A incidência de cercosporiose em plantas de café reduziu, com o aumento da adubação de K e Ca em solução nutritiva (GARCIA JUNIOR et al., 2003), a redução da severidade do oídio em videira foi associada ao aumento dos níveis de N, P e K (REUVENI et al., 1993), o retardamento do desenvolvimento de míldio na cebola foi associado ao potássio (DEVELASH; SUGHA, 1997), a severidade de ferrugem asiática da soja foi significativamente reduzida em função dos níveis de P e K (BALARDIN et al., 2006) e a incidência de *Phomopsis phaseoli* na soja reduzida pela adequação de P e K (ITO et al., 1994).

São mais escassos na literatura os trabalhos envolvendo efeitos de nutrientes aplicados via foliar na redução de doenças. Entretanto alguns deles elucidam respostas positivas, como por exemplo, a aplicação foliar de cloreto de potássio em trigo, que foi associada com a redução de algumas manchas foliares, como a mancha da gluma (KETTLEWELL et al., 1990), septoriose e oídio (COOK et al., 1993). Morales et al. (2012) também evidenciaram efeitos positivos da aplicação de fertilizantes foliares na redução da severidade da mancha amarela do trigo.

Este trabalho objetivou avaliar a evolução da ferrugem da folha e do complexo de manchas foliares em trigo frente às aplicações do fertilizante foliar Quantis isoladamente em plantas não tratadas com fungicidas e frente ao tratamento fungicida azoxistrobina + ciproconazol associado ao fertilizante.

2 Material e métodos

2.1. Localização e instalação do experimento

Foram conduzidos e executados dois experimentos a campo em dois locais. O local 1 foi na Estação Experimental do Instituto Phytus, localizada no município de Itaara, estado do Rio Grande do Sul, latitude de 29°35'3,43" S, longitude 53°49'1,89" O e elevação de 441 m.

O local 2 foi na propriedade dos irmãos Bolzan, município de São Sepé, Rio Grande do Sul, latitude de 30°12'42,74" S, longitude 53°29'40,42" O e elevação de 120 m. O local 1 fica enquadrado na região de adaptação VCU II – Moderadamente quente/ Úmida/ Baixa e o local 2 enquadra-se na região de adaptação VCU I – Fria/ Úmida/ Alta.

Em ambos os experimentos a implantação da cultura do trigo foi realizada sob sistema de semeadura direta em sucessão a cultura da soja. Para preparo da área realizou-se dessecação com 2,5 L ha⁻¹ do herbicida glifosato (480 g/L) e 2,0 L ha⁻¹ do herbicida Gramoxone® (200 g/L). No local 1, Itaara, a semeadura do trigo foi realizada no dia 02 de julho de 2013, de forma mecanizada, com adubação de base de 250 Kg ha⁻¹ (fórmula 8-28-18), espaçamento entre linhas de 0,17 m com uma densidade de semeadura aproximada de 330 sementes m⁻². A emergência se deu no dia 11 de julho de 2013 e estabeleceu-se uma população média de 300 plantas m⁻².

No local 2, São Sepé, a semeadura foi realizada no dia 29 de julho de 2013, de forma mecanizada utilizando uma adubação de base de 250 Kg ha⁻¹ (fórmula 8-28-18), espaçamento entre linhas de 0,17 m, densidade aproximada de 350 sementes m⁻². A emergência foi verificada no dia 06 de agosto de 2013 e estabeleceu-se uma população média de 320 plantas m⁻². As características químicas e físicas dos solos nos dois locais são descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros químicos e físicos dos solos nos dois locais onde foram conduzidos os experimentos.

Parâmetros*	Itaara, RS (Local 1)	São Sepé, RS (Local 2)
pH em água 1:1	4,9	4,6
Ca (cmol _c /dm ³)	9,4	1,9
Mg (cmol _c /dm ³)	2,5	0,9
Al (cmol _c /dm ³)	0,2	2,1
H +Al (cmol _c /dm ³)	9,7	13,7
CTC efet.(cmol _c /dm ³)	13,0	5,2
Saturação Al (%)	1,5	40,4
Saturação Bases (%)	57,0	18,4
Índice SMP	5,3	5,0
Matéria Orgânica (% - m/v)	4,6	1,7
Argila (% - m/v)	20,0	33,0
Textura	3,0	3,0
P - Mehlich (mg/dm ³)	70,0	2,2
K (mg/dm ³)	344,0	88,0

* Laboratório de Análises Química e Física do Solos – UFSM – Departamento de Solos. Vinculado à ROLAS – RS/SC

Nos dois experimentos foi realizada adubação nitrogenada utilizando 250 Kg ha⁻¹ de uréia (46-00-00) aplicado em dois momentos: 125 Kg ha⁻¹ no perfilhamento e 125 Kg ha⁻¹ na alongação. Com exceção da aplicação de fungicidas para controle químico de doenças, os demais tratamentos culturais para manutenção do potencial produtivo da cultura foram realizados conforme Informações Técnicas para a Cultura do Trigo (Informações..., 2013). O acompanhamento dos principais estádios fenológicos das plantas foi baseado na escala fenológica do trigo proposta por Zadoks et al. (1974) (Apêndice A).

2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os experimentos foram arranjos em delineamento de blocos ao acaso, esquema fatorial (2x2x6) com parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. O fator A foi composto por duas cultivares (parcelas); fator C formado pela aplicação de fungicida e uma testemunha sem fungicida (subparcelas); fator D composto por cinco doses do fertilizante Quantis[®] mais um controle sem fertilizante (sub-subparcelas).

As cultivares utilizadas no experimento (fator A) foram OR Quartzo, de ciclo médio e classe comercial do tipo pão e Tbio Iguaçu, também de ciclo médio e classe comercial do tipo pão. O fungicida utilizado (fator C) foi a mistura comercial azoxistrobina + epoxiconazol (200 + 80 g/L) na dose de 0,3 L ha⁻¹ com adição de óleo mineral Nimbus na dose de 0,75 L ha⁻¹. As doses do fertilizante foliar Quantis[®] utilizadas foram de 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 L ha⁻¹.

As dimensões das parcelas experimentais foram de 14 linhas de semeadura espaçadas por 0,17 m por 5,0 m de comprimento, totalizando uma área de 11,9 metros quadrados. Foram descartadas para fins de avaliação 4 linhas de cada lateral das parcelas e 1 m de cada extremidade, restando assim como área útil 6 linhas centrais por 3 m de comprimento, totalizando 3 metros quadrados de área.

2.3 Aplicação dos tratamentos

Foram realizadas quatro aplicações dos tratamentos. A primeira aplicação foi realizada aos 40 dias após a emergência das plantas, quando estas se encontravam no estágio de fim do

perfilhamento, GS27 segunda escala de Zadoks et al. (1974). As aplicações subsequentes seguiram um intervalo de 17 dias, sendo a segunda aplicação realizada no estágio de fim alongação/início emborrachamento, GS39/GS40, a terceira aplicação no estágio de 50% de emergência das espigas, GS55, e a quarta e última aplicação no estágio de início enchimento de grãos, GS71.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado a CO₂, provido de barra de aplicação com quatro pontas de pulverização do tipo leque plano XR 11002 a uma pressão de 30 lb pol² (psi) gerando um espectro de gotas finas e um volume de calda de 150 L ha⁻¹.

2.4 Avaliações

2.4.1 Análise nutricional de folhas

Por ocasião dos dez dias após a terceira aplicação dos tratamentos foram coletadas amostras de folhas bandeira e folhas B₋₁ e B₋₂ de forma aleatória dentro da parcela considerando folhas de diferentes plantas na linha e diferentes linhas. As folhas foram armazenadas em sacos de papel, identificadas e postas a secar em forno para posterior envio ao laboratório. A análise nutricional foi realizada apenas no experimento em Itaara, RS e na cultivar Quartzo.

As análises foram processadas no Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO) da Universidade Federal de Santa Maria. O material vegetal coletado foi novamente seco em estufa de circulação de ar forçado a 70 °C, até peso constante sendo, em seguida, triturado em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm) e acondicionado em recipientes fechados para, posteriormente, serem analisados quimicamente. O teor de nitrogênio (N) foi determinado através do método Kjeldahl (EMBRAPA, 1997); o teor de fósforo (P) por espectrometria visível; e o teor de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por espectrofotometria de absorção atômica. Os valores expressos em gramas do nutriente por quilograma de matéria seca (g kg⁻¹).

2.4.2 Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da Folha (AACPFF) e do complexo de manchas foliares (AACPMF)

Foram realizadas avaliações de severidade de ferrugem da folha do trigo e do complexo de manchas foliares, principais doenças ocorrentes na cultura e nos ensaios. Os dados de severidade foram obtidos através de notas da porcentagem da área foliar da parcela com sintomas visíveis das doenças. Foram consideradas pústulas completamente formadas com esporulação abundante, para ferrugem, e lesões foliares maiores que 2 mm para as manchas foliares, em relação à área de tecido foliar sadia da parcela. As notas de severidade foram baseadas na metodologia descrita por Peterson *et al.* (1948) para severidade de ferrugem da folha e por James (1971) para severidade de manchas foliares.

As avaliações de severidade das doenças foram realizadas em seis momentos durante o desenvolvimento do trigo no campo, avaliação no dia da segunda aplicação (pré-spray2), no dia da terceira aplicação (pré-spray3), no dia da quarta aplicação (pré-spray4) e aos 7, 14 e 21 dias após a última aplicação.

Ambas as variáveis foram construídas a partir de avaliações da severidade de ferrugem da folha e do complexo de manchas foliares (sem distinção entre as doenças causadoras de manchas). Esse modelo permite uma avaliação mais estável, sendo menos afetado pelo tempo de análise e variações ambientais. A AACPFF e AACPMF foram usadas como descritoras das respectivas epidemias, com o objetivo de resumir a curva de progresso das doenças em dados que possam ser analisados e comparados (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Ambas foram obtidas a partir da seguinte equação matemática:

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i) * 0,5] * (T_{i+1} - T_i)$$

Sendo:

Y_i : severidade da doença na época de avaliação i ($i = 1, \dots, n$)

Y_{i+1} : severidade da doença na época de avaliação $i + 1$

T_i : época da avaliação i , que considera o número de dias após a emergência das plantas.

T_{i+1} : época da avaliação $i + 1$

$n = n^\circ$ de observações

2.4.3 Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI) pelo sensor portátil GreenSeeker®

Em nosso estudo foram realizadas leituras com o intuito de correlacionar o NDVI com os dois principais fatores trabalhados, primeiro a sanidade da planta em relação ao desempenho do controle das doenças pelos tratamentos e por segundo o estado nutricional das plantas em função do fertilizante foliar aplicado.

Foram realizadas duas avaliações utilizando o sensor portátil GreenSeeker® da marca Trimble. A primeira avaliação no dia da terceira aplicação (pré-spray3), a segunda avaliação no dia da quarta aplicação (pré-spray4) e a terceira avaliação quinze dias após a última aplicação, na fase de enchimento de grãos. As leituras eram realizadas na forma de pontos, sendo lidos seis pontos por parcela, totalizando 24 pontos por tratamento. A distância utilizada entre o sensor e a cultura foi de aproximadamente 0,6 m.

2.4.4 Produtividade e peso do hectolitro

A produtividade de grãos foi obtida a partir da colheita das plantas das nove linhas centrais da parcela por quatro metros de comprimento totalizando uma área de 6,12 m². As plantas foram cortadas manualmente e trilhadas em batedor estacionário. Os grãos obtidos a partir da trilha foram pesados e determinado a umidade em medidor eletrônico (John Deere®). A umidade foi então convertida para 13% e o rendimento final expresso em kg ha⁻¹. O peso hectolitro foi obtido através de uma amostra de grãos limpa de cada repetição a campo e processada em uma balança de peso específico da marca Dallemolle®.

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as diferenças significativas determinadas pelo teste f. Quando significativo, as médias dos fatores qualitativos foram comparadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$). Para o fator quantitativo,

doses do fertilizante, foi aplicada regressão através do modelo Sigmoidal com três parâmetros ($f = a/(1+\exp(-(x-x_0)/b))$) e quatro parâmetros ($f = y_0+a/(1+\exp(-(x-x_0)/b))$) de acordo com o que melhor se ajustava.

3 Resultados

3.1 Análise nutricional de folhas

A análise nutricional de macronutrientes em folhas do trigo foi realizada apenas no local 1, Itaara, na cultivar Quartzo. Os teores dos elementos nos tecidos foram influenciados tanto pelo fator fungicida quanto pelo fator doses do fertilizante (Figura 1, 2, 3, 4 e 5).

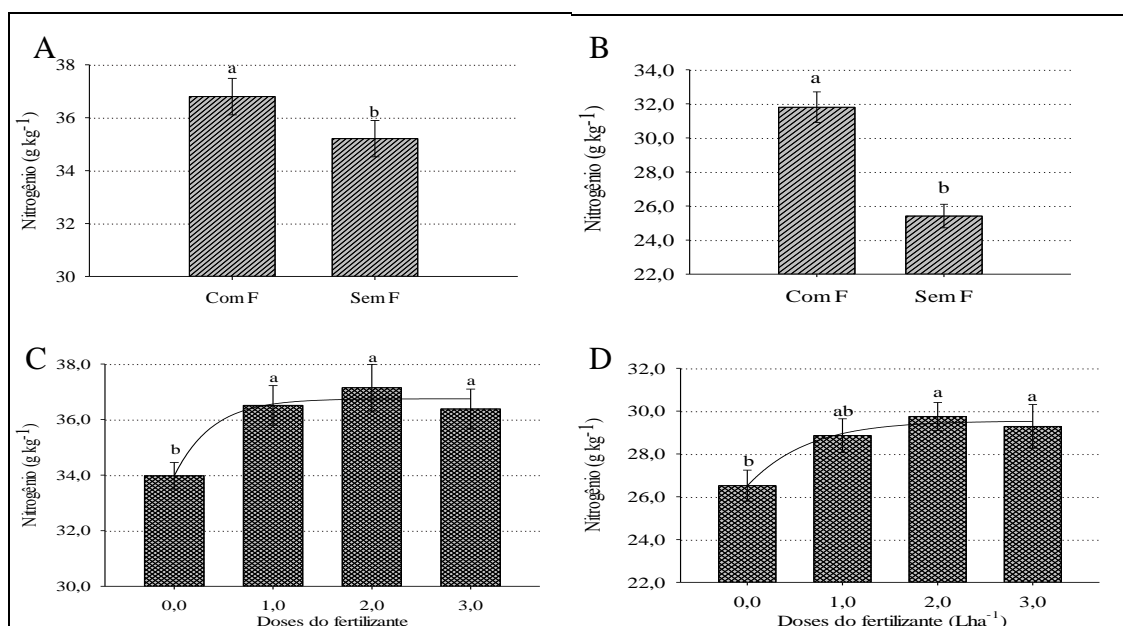


Figura 1 – Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento nitrogênio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Em baixo efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de nitrogênio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Itaara, RS, 2013.

No caso da avaliação do elemento nitrogênio, notou-se primeiramente que a proteção química com fungicida nas plantas resultou em maiores teores de nitrogênio recuperados tanto em folhas bandeira (Figura 1A) como em folhas B₋₁ e B₋₂ (Figura 1B). Concomitantemente a isso, nota-se que a aplicação do fertilizante também resultou em aumentos nos teores de N, independentemente da aplicação do fungicida, percebido pela interação não significativa (Figura 1C e 1D). Não ficou evidenciada resposta ao aumento de dose, pois não houve diferença estatística entre elas. Na média das três doses testadas, (1,0, 2,0 e 3,0 Lha⁻¹) houve um incremento de 7,9% nos teores em folhas bandeira e 10,5% nos teores nas folhas B₋₁ e B₋₂, comparadas ao controle sem aplicação do fertilizante.

Os teores de fósforo nas folhas de trigo foram pouco influenciados pelos fatores trabalhados neste estudo. Nota-se que o único efeito significativo evidenciado foi o aumento nos teores de P proporcionados pelo tratamento fungicida em folhas bandeira (Figura 2A). As teores de P não foram influenciados pela aplicação do fertilizante foliar (Figura 2C e 2D) tanto em plantas tratadas com fungicida como em plantas sem tratamento.

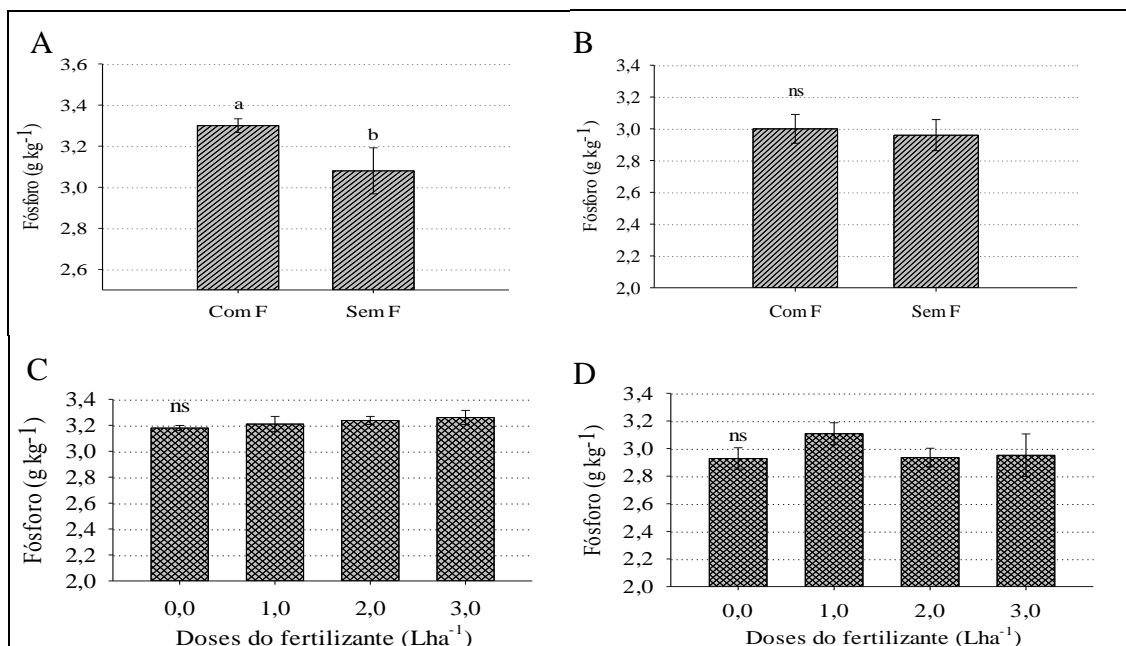


Figura 2 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento fósforo em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Em baixo efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de fósforo em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns não significativo. Itaara, RS, 2013.

Para o elemento potássio (K) notou-se efeitos significativos dos fatores fungicida e doses do fertilizante, porém este foi variável em função da folha analisada. A aplicação de fungicida resultou em maiores teores de potássio tanto nas folhas bandeira como nas demais, porém, diferenças estatísticas foram evidenciadas apenas nas folhas B₋₁ e B₋₂ (Figura 3B). Não houve interação entre os fatores mostrando que o efeito do fertilizante foi independente da aplicação do fungicida.

Tanto na folha bandeira como nas folhas abaixo, a aplicação do fertilizante refletiu em aumentos nas concentrações de K, porém, novamente percebe-se diferenças estatísticas apenas nas folhas B₋₁ e B₋₂. Nessas folhas, na média das três doses, as quais não diferem entre si, houve um incremento de 30% nos teores de K recuperados.

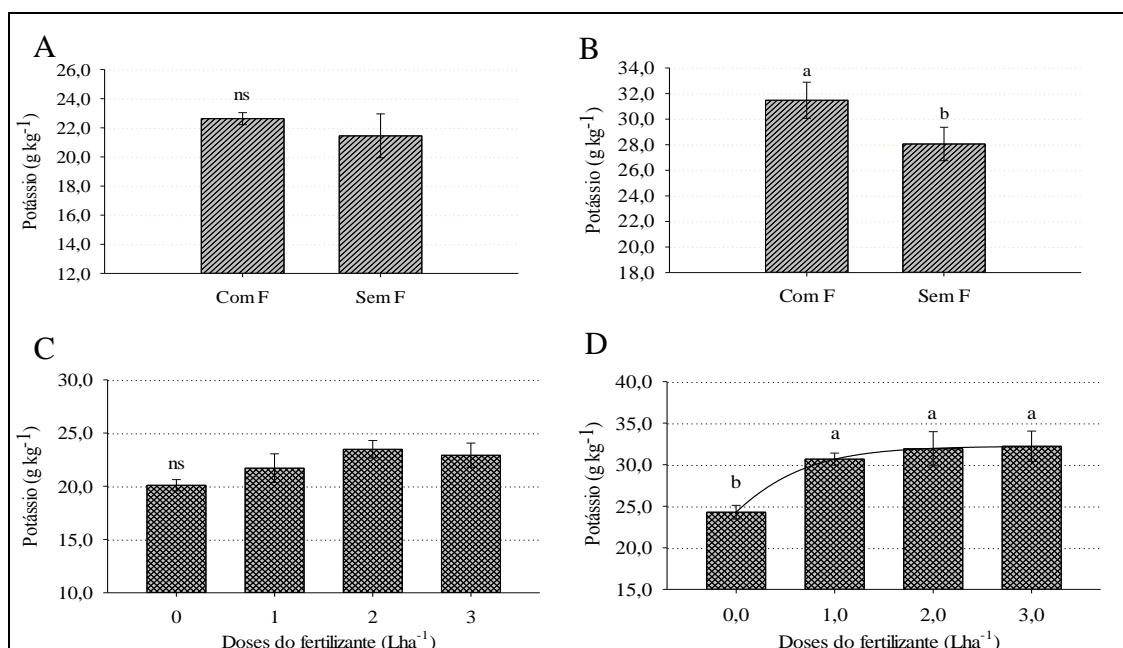


Figura 3 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento potássio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Em baixo efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de potássio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} não significativo. Itaara, RS, 2013.

Contrariamente ao potássio, efeitos significativos nos teores de cálcio em função do fator fungicida e do fertilizante foliar ficaram evidenciados apenas nas folhas bandeira (Figura

4A e 4C). Nas folhas B₋₁ e B₋₂ não se notaram quaisquer influências dos fatores nos teores de Ca (Figura 4B e 4D).

Em plantas não tratadas com fungicida apresentaram maior concentração de Ca recuperada em folhas bandeira. Nas outras folhas analisadas essa tendência não se manteve. O efeito do fertilizante sobre os teores de Ca foi pequeno e não houve resposta concreta ao aumento de dose. As três doses testadas não diferiram estatisticamente e na média das três houve um incremento de 12,6% em relação ao controle sem fertilizante (dose 0,0).

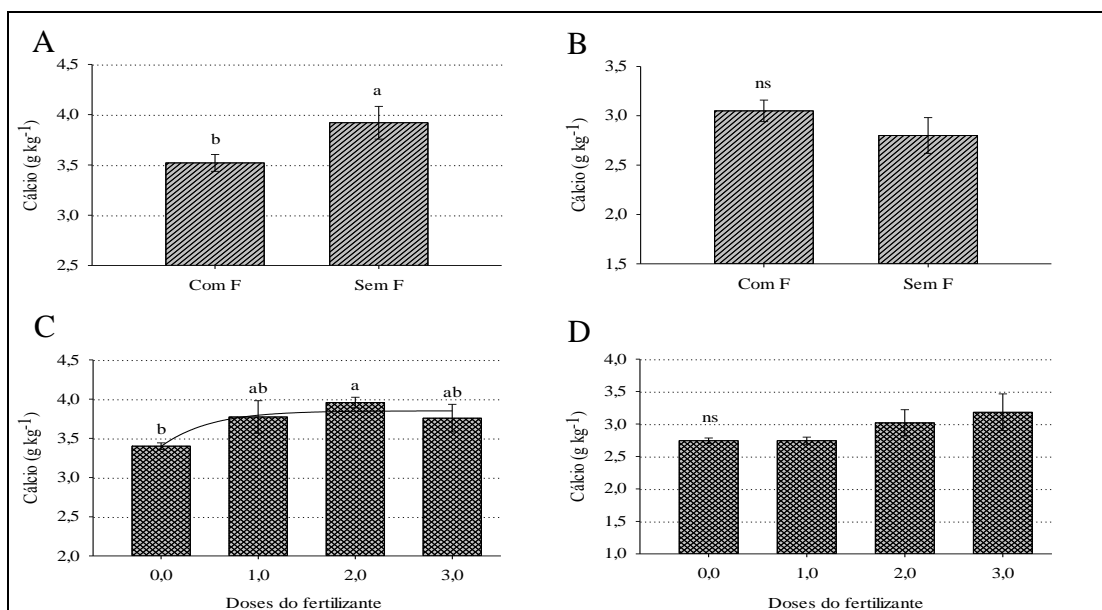


Figura 4 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento cálcio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Em baixo efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de cálcio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} não significativo. Itaara, RS, 2013.

Para as análises do macronutriente magnésio, em ambas as folhas analisadas houve efeito significativo do fator fungicida e do fator fertilizante nas concentrações recuperadas (Figura 5). Plantas tratadas com o fungicida tiveram maior teor de magnésio recuperado nos tecidos foliares, tanto em folhas bandeira (Figura 5A) como em folhas B₋₁ e B₋₂ (Figura 5B).

O efeito do fertilizante sobre o teor de magnésio verificado em folhas bandeira (Figura 5C) não revela resposta ao aumento de dose. As três doses utilizadas refletiram em

concentrações superiores ao controle sem fertilizante, porém não diferem entre si. Na média das três doses, houve um incremento de 12,4% de Mg recuperado em folhas bandeira. Nas demais folhas, B₋₁ e B₋₂ (Figura 5D), houve uma pequena resposta ao aumento de dose, sendo o incremento em relação ao controle mais evidenciado nas doses de 2,0 e 3,0 Lha⁻¹, com aumentos de 21,5 e 18,5%, respectivamente.

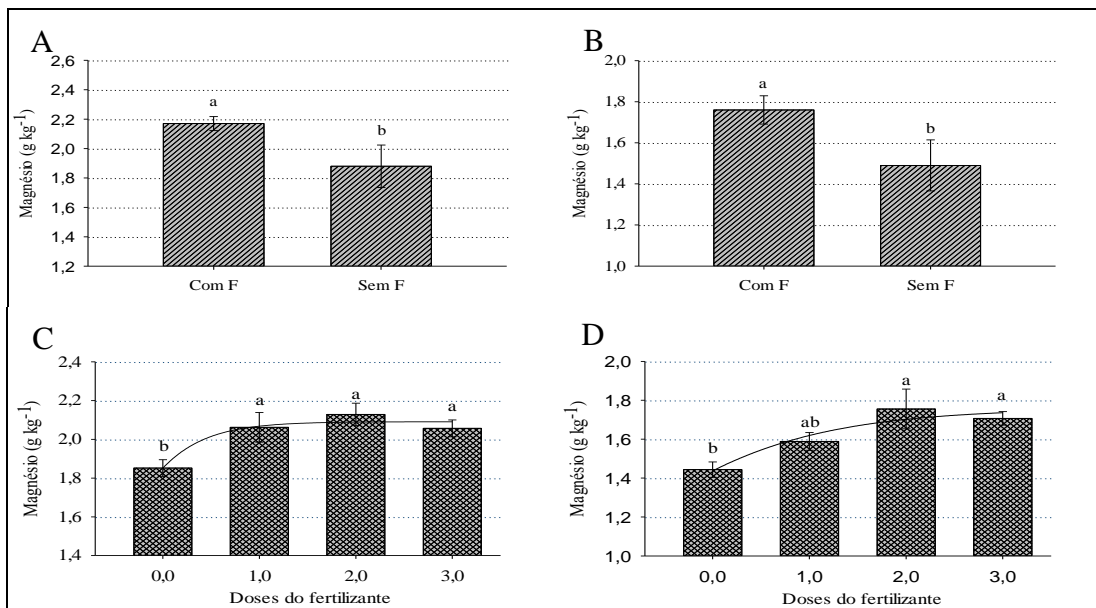


Figura 5 - Efeito principal do fator fungicida no teor nutricional do elemento magnésio em folhas bandeira (A) e B₋₁ e B₋₂ (B). Em baixo efeito principal do fator doses do fertilizante no teor nutricional de magnésio em folhas bandeira (C) e B₋₁ e B₋₂ (D). Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} não significativo. Itaara, RS, 2013.

3.2 Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da Folha (AACPF) e do complexo de manchas foliares (AACPMF)

Os experimentos foram conduzidos em um ano onde as condições ambientais foram favoráveis às doenças do trigo em ambos os locais, com alto índice pluviométrico que elevou a umidade do ar e o molhamento foliar, altas temperaturas, principalmente a partir da primavera. As cultivares trabalhadas foram suscetíveis às diversas doenças com maior

intensidade à ferrugem da folha do trigo e ao complexo de manchas foliares. A cultivar Iguaçu foi utilizada com o propósito de apresentar uma reação mais tolerante principalmente a ferrugem da folha, porém a severidade nessa cultivar foi quase semelhante a cultivar Quartzo. Em relação à época de início das infecções, nota-se que no local 2, a época de semeadura foi mais tardia, o que resultou em infecções mais precoces em relação ao estágio fenológico das plantas. Isso resultou em maiores severidades das doenças observadas comparado ao mesmo estágio fenológico no local 1.

A severidade da ferrugem da folha foi influenciada pelo fungicida aplicado e pelo fertilizante foliar associado junto ao fungicida. Isso refletiu nos valores de AACPF com comportamento similar em ambas as cultivares trabalhadas (Figura 6). Para os dados da aplicação isolada do fertilizante, não foram observados efeitos na severidade de ferrugem e consequentemente a regressão para os valores de AACPF foi não significativa para ambas as cultivares (Figura 6A e 6B).

Entretanto, quando o fertilizante foliar foi associado ao fungicida, houve redução nos valores de severidade observados a campo podendo ser observado significância para a regressão de AACPF em ambas as cultivares. Na cultivar Quartzo os valores de AACPF ficaram 18,1% inferiores para a menor dose do fertilizante e 39,5% para a maior dose. Na cultivar Iguaçu, comportamento semelhante com redução de 14,9% e 47,3% para menor e maior dose do fertilizante, respectivamente. Dessa forma percebe-se resposta ao aumento de dose mostrada pela modelo de curva sigmoide com três parâmetros.

Se observarmos as Figuras 6C e 6D, pode-se notar que os valores de severidade começaram a diferir significativamente a partir da terceira aplicação, mostrando que pequenos efeitos registrados no início do estabelecimento da doença a campo refletem nas avaliações posteriores. A cultivar Iguaçu foi um pouco menos suscetível a ferrugem com valores de severidade inferiores a cultivar Quartzo, porém ambas responderam ao tratamento químico com o fungicida azoxistrobina + ciproconazol, o qual foi importante para manter em níveis baixos a severidade da doença a campo.

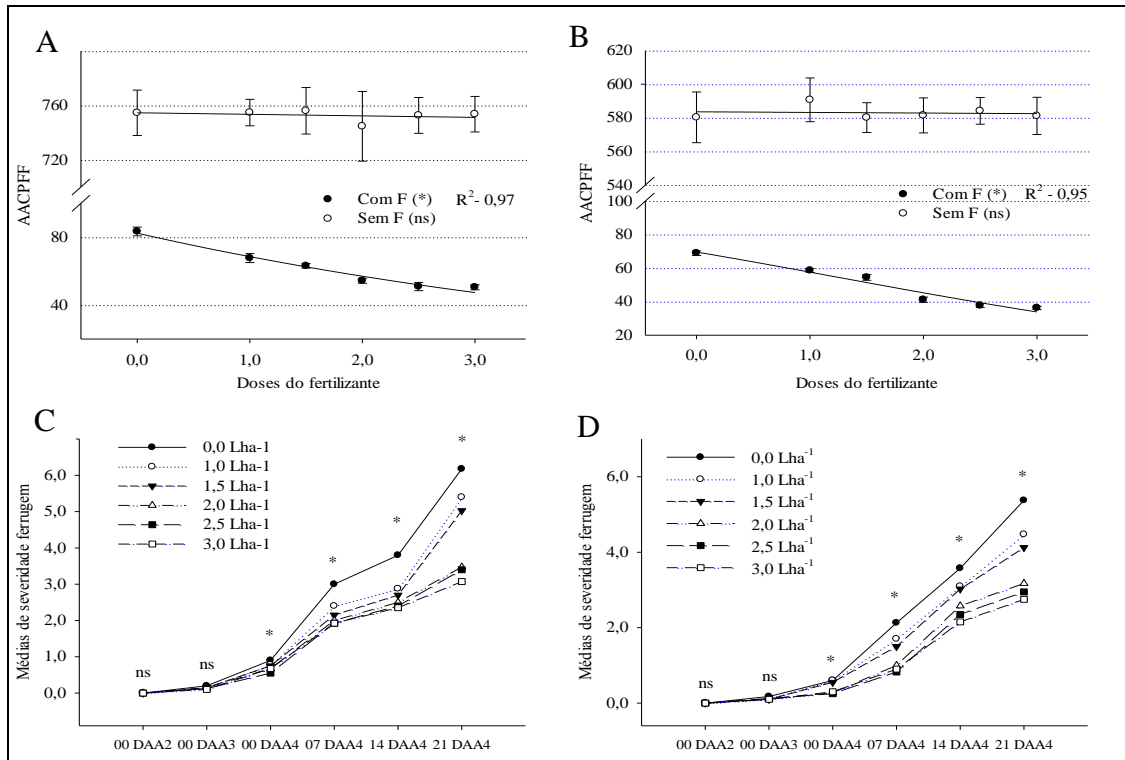


Figura 6 – Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da Folha do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguazu (B) em função da aplicação de diferentes doses do fertilizante foliar associado a fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). Médias das avaliações de severidade referente à curva de regressão significativa da AACPF do nível com fungicida para a cultivar Quartzo (C) e Iguazu (B). * Significativo ($p < 0,05$); ^{ns} Não significativo. Itaara, RS, 2013.

Sabe-se que plantas bem nutridas expressam melhor reação às doenças (MARSCHNER, 1995). Dessa forma, notou-se pelos dados que houve incrementos nos teores nutricionais de macronutrientes nas folhas, na cultivar Quartzo, local 1, Itaara, influenciado pela aplicação do fertilizante foliar. Entretanto, esses incrementos parecem ter maior impacto em situações de baixa pressão de doenças, ou seja, quando associado à aplicações de fungicida. Quando o fungicida não se faz presente, outros fatores interferem com maior peso e o impacto dos incrementos nutricionais não é percebido.

Os mesmos resultados foram observados no ensaio conduzido no local 2, São Sepé, RS (Figura 7). Neste local o nível de doença foi semelhante, ligeiramente superior aos registrados em Itaara, RS. Isoladamente o fertilizante não teve nenhum efeito sobre a ferrugem da folha, observado pela curva de regressão não significativa da AACPF em ambas

as cultivares. O fungicida reduziu significativamente os níveis da doença e a associação do fertilizante junto ao fungicida resultou também em reduções nos valores de severidade e AACPF calculada com resposta ao aumento de dose.

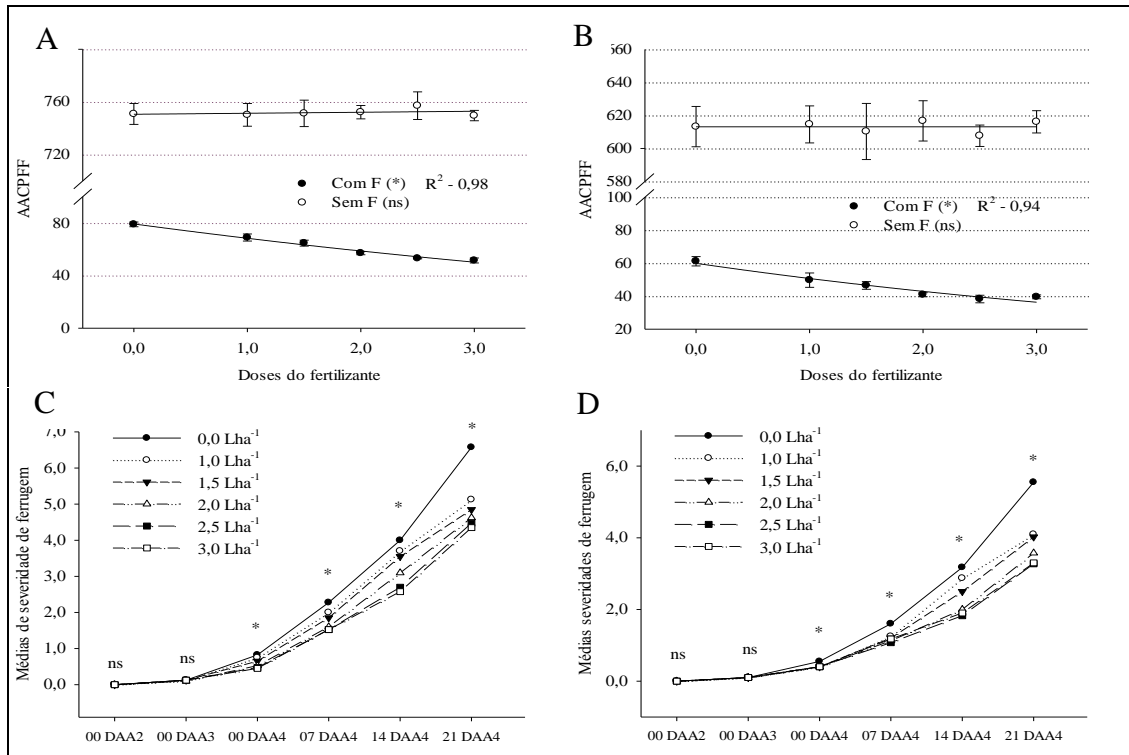


Figura 7 – Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem da Folha do trigo na cultivar Quartz (A) e Iguazu (B) em função da aplicação de diferentes doses do fertilizante foliar associado a fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). Médias das avaliações de severidade referente à curva de regressão significativa da AACPF do nível com fungicida para a cultivar Quartz (C) e Iguazu (B). * Significativo ($p < 0,05$); ^{ns} Não significativo. São Sepé, RS, 2013.

O Quantis tem em sua composição significativos traços do elemento potássio e cálcio, os quais tiveram seus teores incrementados nas folhas do trigo. Dos macronutrientes citados na literatura científica, o potássio é o elemento que apresenta consistentes resultados positivos na redução da incidência de doenças, sendo que a deficiência de potássio favorece os patógenos (YAMADA, 2004). Altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de fungos (HUBER;

ARNY, 1985, PERRENOUD, 1990). O cálcio também é relacionado à resistência a várias doenças principalmente em relação ao seu efeito na estabilidade das biomembranas e da parede celular (YAMADA, 2004).

Estes efeitos citados podem explicar o porquê das reduções das severidades em parcelas tratadas com fungicida associado ao fertilizante. Entretanto, estes efeitos parecem só aparecer em situações de baixa pressão de doença e quando não existam outros fatores limitantes a integridade funcional das plantas.

Para os dados das avaliações de manchas foliares no local 1, Itaara, RS, primeiramente percebe-se que ambas as cultivares foram suscetíveis a estas doenças e que o fungicida azoxistrobina + ciproconazol reduziu significativamente a severidade observada a campo (Figura 8). Entretanto, nota-se que o desempenho de controle foi menos efetivo comparado ao controle de ferrugem. Nessas parcelas que foram tratadas com fungicidas, as severidades de manchas chegaram a alcançar valores de até 12% para ambas as cultivares.

Em plantas não tratadas com o fungicida foi observado alta severidade do complexo de manchas foliares, chegando a valores próximos a 30% na cultivar Quartzo e 20% na cultivar Iguaçu. Nestas parcelas sem tratamento fungicida, não foi verificado nenhum efeito do fertilizante aplicado isolado sobre a severidade. Isso resultou em regressões não significativas para ambas as cultivares.

As severidades do complexo de manchas foliares foram reduzidas para os tratamentos fungicidas que tiveram adição do fertilizante foliar em ambas as cultivares (Figura 8C e 8D). Os dados de AACPMF calculados geraram regressões significativas com reduções de 5,2% para a menor dose do fertilizante e 19,5% para a maior. Na cultivar Iguaçu que teve menores níveis de severidade estes percentuais são até maiores, com 9,4 e 30,3% para a menor e maior dose do fertilizante, respectivamente. Nota-se para esta variável resposta ao aumento de dose do fertilizante. As diferenças significativas nas avaliações de severidade começaram a ser percebidas logo cedo nas primeiras avaliações, mostrando assim como para ferrugem que, pequenos efeitos acumulados refletem em maiores percentuais nas avaliações posteriores.

No local 2, São Sepé, RS, as severidades de manchas foi ligeiramente superior aos percentuais atribuídos em Itaara. Nesse local novamente não foram observados efeitos significativos para a aplicação isolada do fertilizante frente aos níveis de severidade. Por consequência disso, nota-se regressões não significativas nas duas cultivares estudadas (Figura 9A e 9B). O fertilizante em associação com o fungicida refletiu em menores valores de severidade registrados a campo, visualizado pela significância das avaliações a partir de 00

DAA₃ (Figura 9C e 9D). Isso refletiu novamente em menor AACPMF em ambas as cultivares.

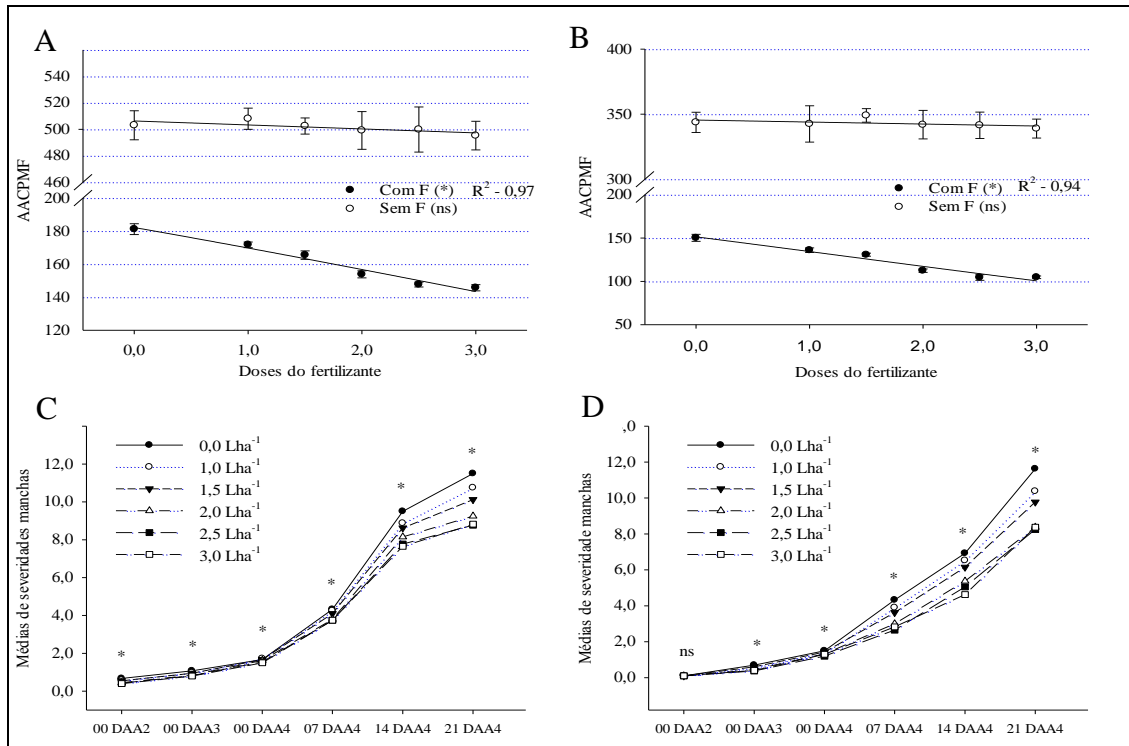


Figura 8 – Área Abaixo da Curva de Progresso do complexo de Manchas Foliares do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguazu (B) em função da aplicação de diferentes doses do fertilizante foliar associado a fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). Médias das avaliações de severidade referente à curva de regressão significativa da AACPMF do nível com fungicida para a cultivar Quartzo (C) e Iguazu (B). * Significativo ($p < 0,05$); ^{ns} Não significativo. Itaara, RS, 2013.

Schenck e Adlerz (1962) tiveram melhor controle de doença em melancia contendo misturas de Thiodan com fertilizante foliar comparado ao fungicida isolado. Da mesma forma, os mesmos autores também verificaram que o controle de pragas também foi melhor quando utilizado inseticidas associados a fertilizantes. Kołota e Osińska (2001) mostraram que nos experimentos realizados com fertilização foliar houve redução significativa da severidade de míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) em folhas de pepino.

Mais recentemente, Morales et al. (2012) verificaram efeito da fertilização foliar em trigo na redução da severidade da mancha amarela, com reduções de 10,51% na AACPD quando o fertilizante foi aplicado isolado o que não diferiu em relação a aplicação do fungicida. O melhor tratamento foi a associação do fungicida mais o fertilizante com reduções de 18,4% na AACPD em relação a testemunha. Outros trabalhos também elucidam os efeitos da fertilização mineral na redução da severidade de doenças, como é o caso de Sharma et al. (2006) que verificou reduções na severidade de helmintosporiose em 15 e 22 % em 2001 e 2002 em função da aplicação equilibrada de N, P e K.

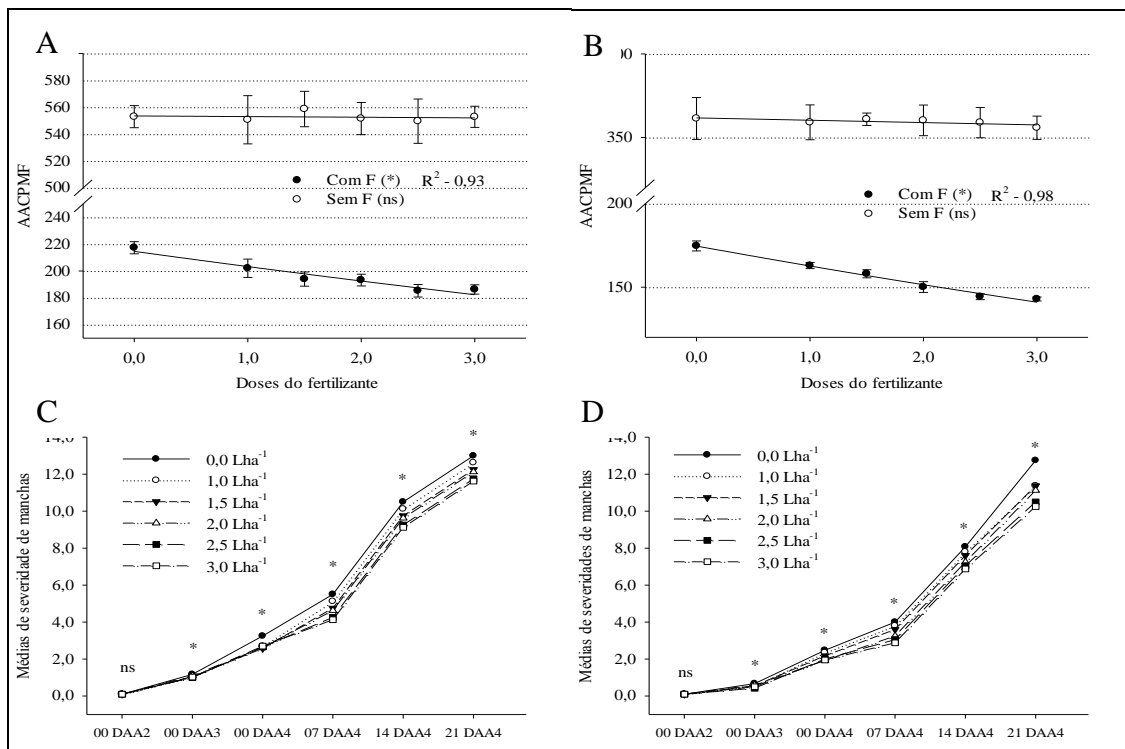


Figura 9 – Área Abaixo da Curva de Progresso do complexo de Manchas Foliares do trigo na cultivar Quartzo (A) e Iguazu (B) em função da aplicação de diferentes doses do fertilizante foliar associado a fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). Médias das avaliações de severidade referente à curva de regressão significativa da AACPMF do nível com fungicida para a cultivar Quartzo (C) e Iguazu (B). * Significativo ($p < 0,05$); ^{ns} Não significativo. São Sepé, RS, 2013.

Resultados encontrados por Mączyńska et al. (2005) vão de encontro aos dados apresentados neste trabalho. Segundo estes autores, em condições de infecções moderadas com patógenos fúngicos em trigo bons resultados no controle podem ser obtidos em processos de adequada fertilização do solo e/ou foliar com aplicação paralela de fungicida. Neste sentido, existem autores que afirmam que o uso de fertilizante possibilita usar doses menores da recomendada do fungicida, quando aplicados em associação. Jabłoński e Bernat (2001) mostraram que a eficácia da aplicação de Mikrosol Zm em conjunto com a metade da dose do fungicida no controle da requeima da batata não diferiu da eficácia de controle do fungicida na dose recomendada.

Ferreira Morales et al. (2011) não observaram diferenças entre a aplicação foliar de nutrientes isoladamente em relação à testemunha, quanto à incidência e severidade de oídio em soja. Entretanto, quando aplicados os nutrientes com fungicida, houve redução tanto na incidência como na severidade da doença em relação aos tratamentos testemunha. Comportamento semelhante foi observado com a ferrugem asiática. Os autores afirmam que tal fato pode estar relacionado à ação complementar entre o fungicida e os nutrientes, aumentando a resposta imunológica da planta ao ataque das doenças.

3.2 Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI) pelo sensor portátil GreenSeeker®

Todos os três fatores influenciaram os resultados para NDVI em ambos os locais de experimento. Observou-se significância para a interação entre os fatores cultivares e fungicida em ambos os locais (Tabela 2) e significativo também o efeito principal do fator doses do fertilizante em ambos os locais (Figura 10 e 11).

Indiscutivelmente o fungicida garantiu maior índice NDVI em todas as avaliações em ambas as cultivares. Na avaliação de 00 DAA₄, no local 1, Itaara, a aplicação de fungicida garantiu 39,5 e 40,5% maior índice, para as cultivares Quartzo e Iguaçu, respectivamente, comparado a parcelas sem tratamento. Para São Sepé, em função da data de semeadura mais tardia e pressão de doença ligeiramente superior, os índices de vegetação na avaliação de 00 DAA₄ foram inferiores, mesmo assim, em comparação a parcelas tratadas com fungicida com parcelas sem tratamento, houve incremento no NDVI de 38,8 e 28,4% para a cultivar Quartzo e Iguaçu, respectivamente em função do fungicida.

Tabela 2 – Médias da interação entre o fator A (cultivares) e o fator B (fungicida) para a variável Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI) na avaliação de 00 DAA₃ e 00 DAA₄.

ITAARA - RS		
Cultivar	NDVI – 00 DAA ₃	
	Com Fungicida	Sem Fungicida
Quartzo	79,84 aA	76,77 aB
Iguaçu	78,70 bA	75,62 bB
C.V.%	1,57	
Cultivar	NDVI – 00 DAA ₄	
	Com Fungicida	Sem Fungicida
Quartzo	74,45 aA	53,37 aB
Iguaçu	73,53 bA	52,30 bB
C.V.%	1,46	
SÃO SEPÉ - RS		
Cultivar	NDVI – 00 DAA ₃	
	Com Fungicida	Sem Fungicida
Quartzo	80,02 aA*	75,80 aB
Iguaçu	78,02 bA	75,34 aB
C.V.%	1,83	
Cultivar	NDVI – 00 DAA ₄	
	Com Fungicida	Sem Fungicida
Quartzo	61,86 aA	44,55 bB
Iguaçu	58,38 bA	45,48 aB
C.V.%	3,05	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Em relação ao efeito principal do fertilizante foliar, as regressões foram estratificadas em linhas com tratamento fungicida e linhas sem tratamento fungicida, para melhor visualização. Porém como a interação entre estes fatores não foi significativa em nenhum dos locais, nota-se que independentemente do tratamento fungicida, houve resposta no índice NDVI em função da aplicação do fertilizante (Figura 10 e 11).

Estes incrementos tiveram resposta de dose, sendo a curva ajustada de acordo com o modelo sigmoidal com quatro parâmetros. Maiores efeitos foram observados para as maiores doses do fertilizante. Em Itaara, local 1 (Figura 10), na avaliação de 00 DAA₃ houve um incremento de 3,0% tanto em parcelas com fungicida como nas sem, para a maior dose comparada ao controle sem fertilizante. Na avaliação de 00 DAA₄ esses percentuais são ainda maiores, e 3,8 e 8,7% em parcelas com e sem fungicida, respectivamente, para a maior dose do fertilizante.

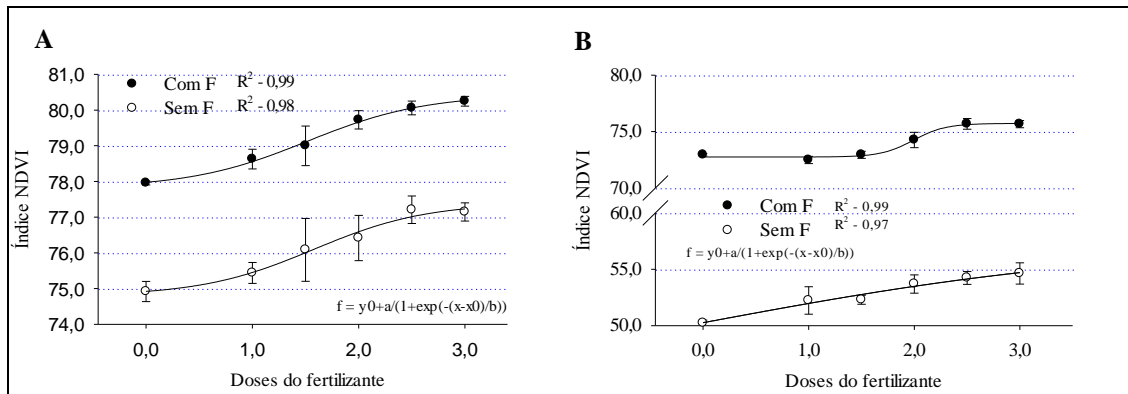


Figura 10 – Efeito principal do fator doses do fertilizante associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○) considerando a média das cultivares para a variável Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI) nas avaliações de 00 DAA₃ (A) e 00 DAA₄ (B). Itaara, RS, 2013.

Em São Sepé, local 2 (Figura 11), na avaliação de 00 DAA₃, observando apenas a maior dose, houve um incremento de 3,3% em parcelas tratadas e 5,5% em parcelas não tratadas com fungicida. Na avaliação de 00 DAA₄ esses percentuais são ainda maiores, 9,4 e 16,8% em parcelas com e sem fungicida, respectivamente, para a maior dose do fertilizante.

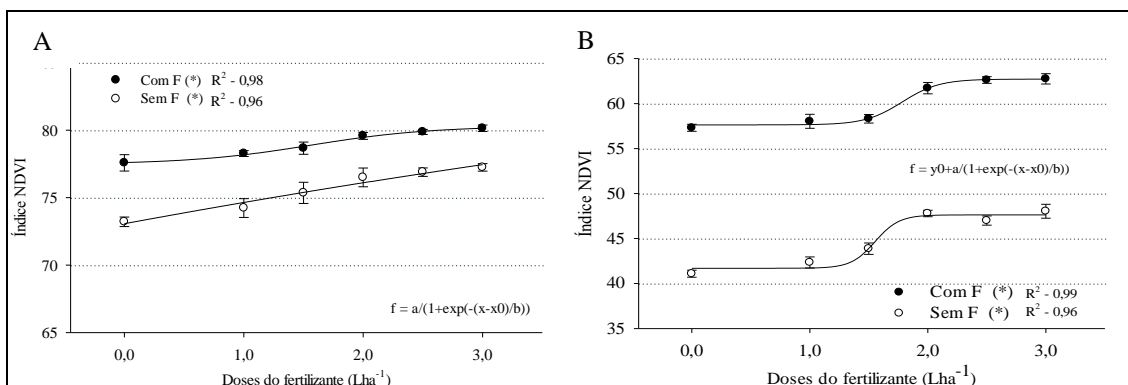


Figura 11 – Efeito principal do fator doses do fertilizante associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○) considerando a média das cultivares para a variável Diferença Normalizada da Taxa de Vegetação (NDVI) nas avaliações de 00 DAA₃ (A) e 00 DAA₄ (B). São Sepé, RS, 2013.

A aplicação de fungicidas em trigo é altamente correlacionada ao aumento de rendimento, devido à manutenção da área foliar fotossintética do dossel durante o enchimento dos grãos (PEPLER et al., 2005). Estes tecidos verdes são mantidas por maior tempo em função do controle de patógenos conhecidos (RUSKE et al., 2003), ou através do controle de patógenos secundários difíceis de identificar a campo (BERTELSEN et al., 2001), ou ainda através de efeitos na fisiológica das plantas (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997). Isso pode ser notado nesse estudo pelas diferenças do índice de vegetação (NDVI) entre parcelas tratadas com fungicida e não tratadas.

Recentemente, na produção de trigo de elevada qualidade, a adição de um fertilizante foliar associado a um programa de fungicida tem se tornado amplamente adotada (WOOLFOLK et al., 2002). Blandino e Reyneri (2009) observaram que a adição de adubos foliares contendo macro e micronutrientes a um programa de fungicida na antese aumentou significativamente a duração da área foliar verde das folhas bandeira, dando maior longevidade ao dossel durante o enchimento de grãos e aumento da produção de grãos. Isso vai de encontro os dados encontrados neste estudo para o índice de vegetação (NDVI) e também podem ser correlacionados com os dados de incremento de massa seca de parte aérea e produtividade, também verificado nesse estudo.

Dados do espectro de refletância estão sendo bem usados para calcular uma variedade de índices vegetativos bem relacionados com parâmetros agronômicos e biofísicos da planta e com a atividade fotossintética e a produtividade da planta (MA et al, 2001; ADAMSEN et al, 1999). O NDVI é bem sucedido em prever a atividade fotossintética porque inclui mensurações no vermelho e infravermelho próximo da porção do espectro. O NDVI tem sido correlacionado com sucesso com algumas variáveis tais como estado nutricional da cultura, rendimento final, massa de grãos e estresse hídrico (VERHULST; GOVAERTS, 2010).

Morales et al. (2013) notaram que quando nutrientes foram aplicados junto com o fungicida, houve aumento da massa fresca de parte aérea, mostrando um efeito complementar entre os dois produtos em relação à sua aplicação isolada. Estes mesmos autores atribuíram tal fato ao N do adubo foliar, o qual quando aplicado junto com o fungicida há aumento da sua absorção e redistribuição na planta (GOODING et al., 2007). Bakht et al. (2010) verificaram que a aplicação foliar de nitrogênio aumentou o número de perfilhos produtivos por área. Estes autores afirmam ainda que o nitrogênio é elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento e, portanto, sua oferta promove o crescimento vegetativo.

3.4 Produtividade e peso do hectolitro

Os dados de produtividade de grãos por hectare e peso de hectolitro foram influenciados pelos três fatores trabalhados, em primeiro a cultivar, segundo aplicação ou não de fungicida e terceiro as doses do fertilizante foliar aplicado.

Houve interação significativa entre o fator cultivar e fungicida (Tabela 3). Nota-se que no local 1, Itaara, em ambas as cultivares, houve redução drástica na produtividade em parcelas que não receberam o fungicida, em torno de 50,0 e 48,0% de redução para a cultivar Quartzo e Iguaçu, respectivamente. No local 2, São Sepé, tal fato foi ainda mais significativo, a não aplicação de fungicida resultou em reduções de 66,5 e 61,1% na produtividade na cultivar Quartzo e Iguaçu, respectivamente.

Em plantas tratadas com fungicida a cultivar Quartzo foi mais produtiva que a Iguaçu, nos dois locais de experimento. Em plantas sem tratamento fungicida, a diferença foi reduzida, sendo no local 1 a Quartzo ligeiramente produzindo mais e em São Sepé, local 2, não diferiram entre si.

Concomitantemente, o peso do hectolitro também foi significativamente influenciado tanto pela cultivar como pela aplicação do fungicida, revelado pela interação entre esses fatores apresentada na Tabela 3. No local 1, Itaara, maior redução no peso do hectolitro foi verificado na cultivar Quartzo quando não se fez uso do fungicida, com redução de 11,2%. Na Iguaçu esse percentual foi bem menor, com redução de apenas 3,0%. Dessa forma, quando foi aplicado fungicida não houve diferença no peso do hectolitro entre as cultivares, contudo, quando o fungicida não se fez presente, o peso foi maior na cultivar Iguaçu.

No local 2, São Sepé, o impacto do fungicida no peso do hectolitro foi ainda maior. Nesse local, tanto com fungicida com sem fungicida, a cultivar Iguaçu apresentou peso superior dos grãos. As reduções causadas pela não aplicação do fungicida para este local foram de 13,0 e 8,5% na cultivar Quartzo e Iguaçu, respectivamente.

Em relação ao efeito principal do fertilizante foliar sobre a produtividade, foi verificada interação significativa entre as doses do fertilizante associado ou não ao fungicida no local 1, Itaara (Figura 12A). Nesse contexto, nota-se que a aplicação isolada do fertilizante em plantas sem tratamento fungicida não resultou em aumentos de produtividade, evidenciado pela curva de regressão não significativa. Já, quando o fertilizante foi associado ao fungicida, houve incrementos de produtividade com comportamento linear em relação ao aumento de dose. Dados observados por Dimmock e Gooding (2002) vão de encontro a estas afirmações,

os quais encontraram aumento da produção de grãos quando aplicado em associação na calda de pulverização, N foliar e o fungicida.

Tabela 3 - Médias da interação entre o fator A (cultivares) e o fator B (fungicida) para as variáveis produtividade e peso do hectolitro em trigo. Itaara, RS, 2013.

Itaara, RS (Local 1)				
Cultivar	Produtividade (kg ha⁻¹)		Peso Hectolitro	
	Com Fungicida	Sem Fungicida	Com Fungicida	Sem Fungicida
Quartzo	3824,02 aA	1916,28 aB	78,81 aA	70,01 bB
Iguaçu	3542,11 bA	1849,77 bB	78,78 aA	76,42 aB
C.V.%	7,26		1,55	
São Sepé, RS (Local 2)				
Cultivar	Produtividade (kg ha⁻¹)		Peso Hectolitro	
	Com Fungicida	Sem Fungicida	Com Fungicida	Sem Fungicida
Quartzo	3100,98 aA	1038,65 aB	77,10 bA	67,09 bB
Iguaçu	2747,52 bA	1067,46 aB	79,45 aA	72,65 aB
C.V.%	9,50		0,99	

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os dados evidenciam que a prática da adubação foliar funciona como um complemento a mais em busca de tetos produtivos e que o número de aplicações bem como a dose dos produtos parecem responder positivamente de maneira linear no aumento de produtividade. Outro fato é a questão do tipo de solo em questão, pois em solo mais fértil com maior disponibilidade de nutrientes, as respostas à aplicação do fertilizante parece não aparecer.

No local 2, São Sepé, não houve interação entre o fator doses do fertilizante com os demais fatores, significando que o efeito principal deste fator independe da cultivar e da aplicação do fungicida (Figura 13A). As regressões foram apresentadas separadas em relação ao fator fungicida para melhor visualizar as diferenças entre com e sem fungicida. Incrementos na produtividade são percebidos quando utilizou-se a aplicação do fertilizante foliar com resposta linear ao aumento de dose. Em plantas tratadas com o fungicida houve incremento de 1,2 e 6,9% para a menor e maior dose, respectivamente. Em plantas não tratadas com o fungicida os percentuais de incrementos foram de 3,6 e 20,0% para a menor e maior dose, respectivamente.

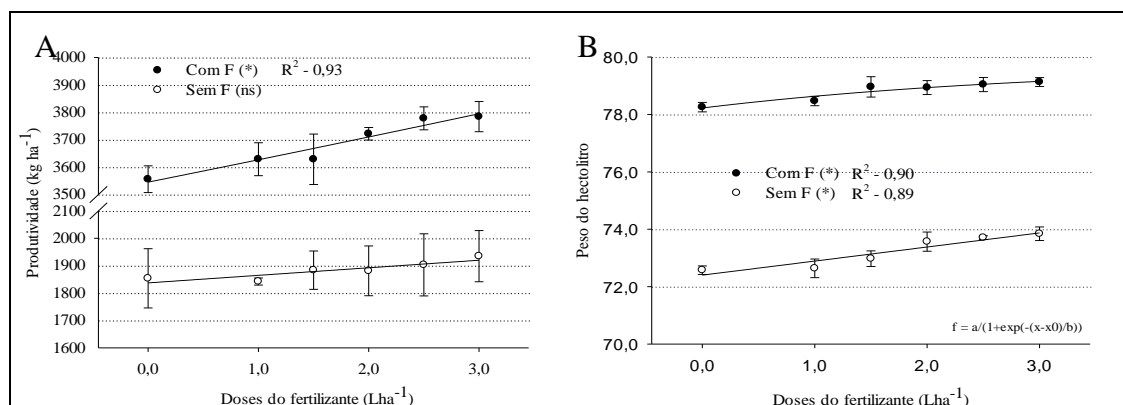


Figura 12 – Produtividade de grãos (A) e peso do hectolitro (B) considerando a média das duas cultivares de trigo influenciadas pela aplicação de doses do fertilizante foliar associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). **Itaara, RS, 2013.**

Evidenciou-se também efeito significativo do fertilizante sobre o peso de hectolitro. Não houve interação desse fator com os demais, sendo assim, o efeito do fertilizante não dependeu da cultivar nem da aplicação do fungicida. No local 1 (Figura 12B) nota-se que ambas as curvas de regressão mostram um comportamento crescente linear com resposta ao aumento de dose. Estes incrementos foram de 1,2% para a maior dose quando associado ao fungicida e de 1,7% para a maior dose quando aplicado isolado sem fungicida.

No local 2, houve interação entre as doses do fertilizante e a aplicação do fungicida (Figura 13B). Quando o fertilizante foi aplicado em plantas sem tratamento fungicida não houve efeito significativo sobre o peso do hectolitro o que é evidenciado pela curva de regressão não significativa. Entretanto, quando o fertilizante foi associado ao fungicida, houve incrementos significativos no peso do hectolitro com curva de regressão com comportamento linear mostrando a resposta ao aumento de dose. Os incrementos chegaram a 2,6% na maior dose aplicada.

Em experimentos realizados com trigo de inverno o aumento da produtividade não foi aumentado em função da fertilização foliar isolada, os efeitos da fertilização só foram significativos nos tratamentos em que incluiu a aplicação do fungicida (MAÇZYŃSKA et al., 2005). O aumento da produção e da qualidade de grãos pode ser alcançado quando um fertilizante foliar é adicionado ao fungicida, como já relatado por Blandino e Reyneri (2009). Dados de aumento de produtividade em função da aplicação de fertilizantes foliares a base de nitrogênio também foram relatados por Bakht et al. (2010) com resposta ao aumento de dose.

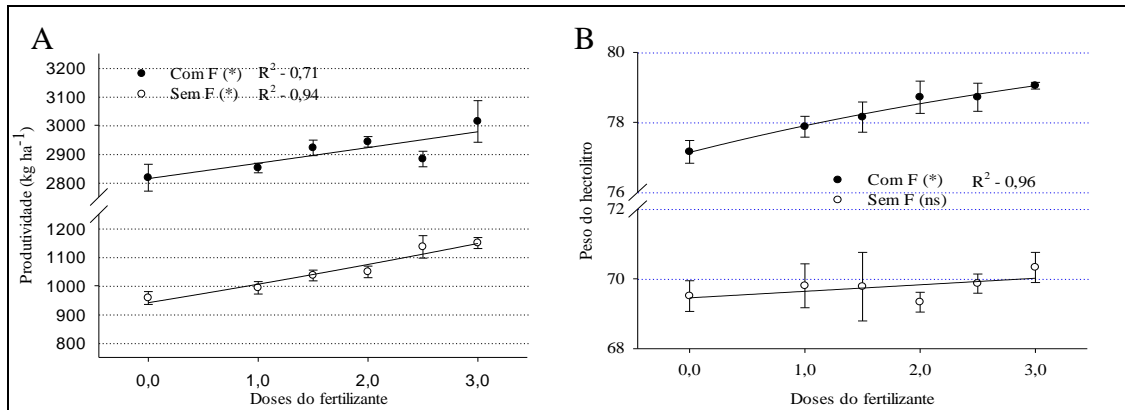


Figura 13 – Produtividade de grãos (A) e peso do hectolitro (B) considerando a média das duas cultivares de trigo influenciadas pela aplicação de doses do fertilizante foliar associado ao fungicida (●) e isoladamente em plantas sem tratamento fungicida (○). São Sepé, RS, 2013.

Os efeitos do fertilizante foliar no aumento do peso do hectolitro dos grãos de trigo, muito provavelmente, esteja relacionado aos traços do nutriente nitrogênio encontrado no fertilizante Quantis e aos aditivos aminoácidos, bem como os efeitos na manutenção da área foliar verde. Gooding et al. (2007) afirma que melhor qualidade dos grãos de trigo podem ser obtidos com aplicação de nitrogênio na antese porque este elemento é rapidamente absorvido e translocado aos grãos.

Em trabalhos realizados com soja, Morales et al. (2011) concluíram que a adubação foliar isoladamente não proporcionou redução da incidência e severidade de oídio e ferrugem da soja, porém, incrementou a produtividade de grãos. Nesse mesmo contexto, os autores afirmaram que os nutrientes potencializaram os efeitos do fungicida, reduzindo a intensidade das doenças e aumentando a produtividade da cultura.

5 Conclusões

De acordo com os dados obtidos nas condições em que foram conduzidos estes ensaios é possível concluir que o fertilizante foliar quando aplicado isoladamente, em plantas sem tratamento fungicida, não apresentou nenhum efeito frente às doenças ferrugem e manchas foliares.

Quando associado ao fungicida, a aplicação do fertilizante foliar resultou em menores severidades e AACPD de ferrugem e manchas foliares, o que resultou em maior índice de vegetação, peso do hectolitro e produtividade em ambos os locais.

Referencias bibliográficas

BAKHT, J.; SHAFI, M.; ZUBAIR, M.; AMAN KHAN, M.; SHAH, Z. Effect of foliar vs soil application of nitrogen on yield and yield components of wheat varieties. **Pak. J. Bot.**, v.42, n.4, p.2737-2745, 2010.

BALARDIN, R. S.; DALLAGNOL, L. J.; DIDONÉ, H. T.; NAVARINI, L. Influência do Fósforo e do Potássio na Severidade da Ferrugem da Soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.5, p.462-467, 2006.

BALBI-PEÑA, M.I.; BECKER, A.; STANGARLIN, J.R.; FRANZENER, G.; LOPES, M.C.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina - II. Avaliação *in vivo*. **Fitopatologia Brasileira** 31:401-404, 2006.

BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; PATRÍCIO, F.R.A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, p.239-246, 2006.

BERTELSEN, J.R.; NEERGAARD, E.; SMEDEGAARD-PETERSEN, V. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phylloshpere fungi, senescence and yield of winter wheat. **Plant Pathology**, v.50, p.190–205, 2001.

BLANDINO, M.; REYNERI, A. Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. **European Journal of Agronomy**, v.30, p.275-282, 2009.

BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência: noções básicas e perspectivas**. In: Cavalcanti, L.S. et al. eds. Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.11-28.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Crop loss assessment and modeling. In: Campbell, C.L. & Madden, L.V. (Eds.) Introduction to plant disease epidemiology. New York NY. John Wiley & Sons. 1990. p. 393-422.

COOK, J.W.; KETTLEWELL, P.S.; PARRY, D.W. Control of Erysiphe graminis and Septoria tritici on wheat with foliar-applied potassium chloride. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.63, p.126, 1993.

DEVELASH, R.; SUGHA, S. Factors affecting development of downy mildew (Peronospora destructor) of onion (Allium cepa). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.67, p.71-74, 1997.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING, M.J. The influence of foliar disease, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review. **Journal of Agriculture Science**, v.138, p.349-366, 2002.

FERREIRA MORALES, R. G.; SANTOS, I.; TOMAZELI, V. N.; RESENDE, J. T. V. Influência da nutrição mineral foliar nas doenças da parte aérea e no rendimento da cultura da soja. **Ambiência**, v.7, n.2, p. 207 – 215, 2011.

GARCIA JUNIOR, D.; POZZA, E.A; POZZA, A.A.A.; SOUZA, P.E.; CARVALHO, J.G.; BALIEIRO, A.C. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira** **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.286-291, 2003.

GOODING, M.J.; GREGORY, P.J.; FORD, K.E.; RUSKE, R.E. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. **Field Crops Research**, v.100, p.143-154, 2007.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.H.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, v.8, p.629-643, 1996.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (Triticum aestivum L.). **Pesticide Science**, Oxford, v. 50, p. 11-20, 1997.

GUEST, D.I.; GRANT, B.R. The complex action mode of action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Review**, v.66, p.159-187, 1991.

HUBER, D.M. & D.C. ARNY. **Interactions of potassium with plant disease**. In: MUNSON, R.D (ed). Potassium in Agriculture. ASA, CSSA, SSA (Madison), p. 467-488. 1985.

ITO, M.F.; MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, M.A.S.; DUDIENAS, C.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; MIRANDA, M.A.C. Efeito residual da adubação potássica e da calagem sobre a incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja. **Fitopat. Bras.** v.19. p.44-49, 1994.

JABŁOŃSKI K.; BERNAT, E. Wpływ dolistnego nawożenia Mikrosolem Zm na kształtowanie się plonu ziemniaka i jego jakość oraz możliwość ograniczenia stosowania fungicydów do zwalczania zarazy ziemniaka. **Progress in Plant Protection**, v.41, n.1, p.299-305, 2001.

KETTLEWELL, P.S.; GIL, B.; DOMLEO, R.L. Evaluation of late season foliar application of potassium chloride for disease control in winter wheat. **Journal of Fertilizer Issues**, v.7, p.17-23, 1990.

KOŁOTA, E.; OSIŃSKA, M. Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. **Acta Horticulturae**, v.563, p.87-91, 2001.

LIZZI, Y.; COULOMB, C.; POLIAN, C.; COULOMB, P.J.; COULOMB, P.O. L'algue face au Mildiou quel avenir? **Phytoma**, v.508, p.29-30, 1998.

MAĆZYŃSKA, A.; GŁAZEK, M.; KRZYŻIŃSKA, B. Effect of foliar fertilizer and fungicidal protection against leaf spot diseases on winter wheat. **Acta Agrobotanica**, v.58, n.1, p.51-58, 2005.

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

MORALES, R.G.F.; SANTOS, I.; TOMAZELI, V.N. Influência da nutrição mineral foliar sobre doenças da parte aérea da cultura do trigo. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 71-76, 2012.

OLIVEIRA, H.V.; DOMICIANO, G.P.; XAVIER FILHA, M.S.; MOREIRA, W.R.; PEREIRA, S.C.; ANDRADE, C.C.L.; RODRIGUES, F.A.; VALE, F.X.R. Efeito do silício na atividade de enzimas de defesa do trigo à mancha marrom. In: XLI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2008. Belo Horizonte. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, 2008.

PASCHOLATI, S.F. **Potencial de *Saccharomyces cerevisiae* e outros agentes bióticos na proteção de plantas contra patógenos**. 1998. 123p. (Tese de Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PAULERT, R.; SMÂNIA JÚNIOR, A.; STADNIK, M.J.; PIZZOLATTI, M. Antimicrobial properties of extracts from the green seaweed *Ulva fasciata* Delile against pathogenic bacteria and fungi. **Algological Studies**, v.123, p.123-130, 2007.

PEPLER, S. et al. A temporal limit to the association between flag leaf life extension by fungicides and wheat yields. **European Journal of Agronomy**, Copenhagen, v. 22, n. 4, p. 363–373, May 2005.

PEREIRA, D. I. B.; SANTURIO, J. M.; ALVES, S. H.; ARGENTA, J. S.; POTTER, L.; SPANAMBERG, A.; FERREIRO, L. Caspofungin in vitro and in vivo activity against Brazilian *Pythium insidiosum* strains isolated from animals. **Journal Antimicrobial Chemotherapy**. v.60, p.1168–1171, 2007.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. 2nd ed. Bern, International Potash Institute. 1990. 363p.

REUVENI, M.; NAOR, A.; REUVENI, R.; SHIMONI, M.; BRAVDO, B. The influence of NPK fertilization rates on susceptibility to powdery mildew of field-grown wine grapes. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, v.2, p.31-41, 1993.

RUSKE, R. E. et al. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 140, n. 4, p. 395–407, 2003.

SCHENCK, N.C.; ADLERZ, W.C. Compatibility of insecticides, fungicides, and foliar fertilizers on watermelon. Flórida: Florida Agricultural Experiment Station, 1962. p.209-212. (Circular)

SHARMA, P.; DUVEILLER, E.; SHARMA, R.C. Effect of mineral nutrients on spot blotch severity in wheat, and associated increases in grain yield. **Field Crops Research**, v.95, p.426-430, 2006.

STADNIK, M.J.; TALAMINI, V. 2004. **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. CCA-UFSC: Florianópolis, 293 p.

SUGUI, J.A. **Estudos de matrizes extracelulares secretadas pelos fungos *Cochliobolus heterostrophus*, *Colletotrichum graminicola* e *Pestalotia malicola***. (Tese de Doutorado). Departamento de Bioquímica/UFPR. 127p. 1998.

WOOLFOLK, C.W.; RAUNG, W.R. JOHNSON, G.V.; THOMASON, W.E.; MULLEN, R.W.; WYNN, K.J.; FREEMAN, K.W. Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. **Agronomy Journal**, v.94, p.429-434, 2002.

YAMADA, T. **Resistência de plantas às pragas e doenças: Pode ser afetada pelo manejo da cultura.** Informações Agronômicas, Potafós: Piracicaba, SP, n. 108, dez/2004.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMSEN, F.J.; PINTER, P.J.; BARNES, E.M.; LAMORTE, R.L.; WALL, G.W.; LEAVITT, S.W.; KIMBALL, B.A. Measuring wheat senescence with a digital camera. **Crop Sci.** v.39, p.719-724, 1999.

ALARU, M.; LAUR, U.; JAAMA, E. Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. **Agronomy Research**, v.1, p.3–10, 2003.

AMALIOTIS, D.; THERIOS, I.; KARATISSIOU, M. Effect of nitrogen fertilization on growth, leaf nutrient concentration and photosynthesis in three peach cultivars. II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. **ISHS Acta Horticulturae** v.449, p.36-42, 2004.

ARANYA, T.; PIMNONGKOL, CAMPER, N.D. Photosynthetic activity of MSMA-resistant and susceptible common cocklebur. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.76, p.46-54, 2003.

ASHMEAD, H.D.; ASHMEAD, H.H.; MILLER, G.W.; HSU, H.H. **Foliar feeding of plants with amino acid chelates**. New Jersey: Noyes Publications, 1986. 369 p.

AZEVEDO, R.A.; LANCIEN, M.; LEA, P.J. The aspartic acid metabolic pathway, an exciting and essential pathway in plants. **Amino Acids**, v. 30, p. 143–162, 2006.

BARROS, B.C.; CASTRO, J.L.; PATRÍCIO, F.R.A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, p.239-246, 2006.

BARTLETT, D.W., CLOUGH, J.M., GODWIN, J.R., HALL, A., HAMER, A.M., PARR-DOBRZANSKI, B. The strobilurins fungicides. **Pestic. Manage. Sci.** v.58, p.649–662, 2002,

BAUR, J.R.; BOVEY, R.W.; BAKER, R.D.; RILEY, I. Absorption and penetration of picloram and 2,4,5-T into detached live oak leaves. **Weed Science**, Champaign, v.19, p.138-141, 1971.

BOCKUS, W. W. et al. Time of application and winter wheat genotype affect production of large seed after fungicide application. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.77, p.567-572, 1999.

BOJOVIĆ , B.; STOJANOVIĆ, J. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. **Arch. Biol. Sci.**, Belgrade, v.57, n,4, p.283-290, 2005.

CASTRO, P.R.R. **Princípios da adubação foliar**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 42p.

CASTRO, P.R.C.; GONÇALVES, M.R.; CATO, S.C. Efeitos da aplicação foliar de Codamin e de Brassinolide em feijoeiro. **Revista da Agricultura**, Piracicaba. v. 81, n.1 p. 24-30, 2006.

CASTRO, P.R.C.; SERCILOTO, C.M.; PEREIRA, M.A.; RODRIGUES, J.L.M. **Utilização de fosfitos e potencial de aplicação de aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2008. 71 p. (Série, 38).

CERETTA, C.A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P.S.; MOREIRA, I.C.L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E.E. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Cienc. Rural**, vol.35, n.3, pp. 576-581, 2005.

COOK, J.W.; KETTLEWELL, P.S.; PARRY, D.W. Control of Erysiphe graminis and Septoria tritici on wheat with foliar-applied potassium chloride. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.63, p.126, 1993.

CROWDY, S.H.; MANNERS, J.G. Microbial disease and plant productivity. Symposia of the Society of General Microbiology, 21, p.103-123, 1971.

CUNHA, G. R. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. Revista Brasileira de agrometeorologia. Passo Fundo. v. 9, n. 3, p. 400-414, 2001.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING, M.J. The influence of foliar disease, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review. **Journal of Agriculture Science**, v.138, p.349-366, 2002.

DRECCER, M.F.; OIJEN, M.; SCHAPENDONK, A. Dynamics of vertical leaf nitrogen distribution in a vegetative wheat canopy. Impact on canopy photosynthesis. **Annals of Botany**, v.86, p.821-831, 2000.

DROMANTIENĖ, R.; PRANCKIETIENĖ, I.; ŠIDLAUSKAS, G.; PRANCKIETIS, V. Changes in technological properties of common wheat (*Triticum aestivum* L.) grain as influenced by amino acid fertilizers. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.100, n.1, p.57-62, 2013. DOI: 10.13080/z-a.2013.100.008

EL-ATTAL, Z.M.; MOUSTAFA, O.K.; DIAB, S.A. Influence of foliar fertilizers on the toxicity and tolerance to some insecticides in the cotton leafworm. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, n.102, p.111-114, 1984.

FARGHALY, S.F.; TORKEY, H.M; ABOU-YOUSEF, H.M. Natural Extracts and Their Chemical Constituents in Relation to Toxicity Against Whitefly (*Bemisia tabaci*) and Aphid (*Aphis craccivora*). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Austrália, v.3, n.4, p.3217-3223, 2009.

FERNANDES, M.C. de A. et al. Cultivo protegido do tomateiro, sob manejo orgânico, na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. **Série Agroecologia**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-2, 2000.

FERREIRA LIMA, L.C.S.I. **Mistura em tanque**. Mesa redonda. In Simpósio de manejo da resistência a produtos fitossanitários. Esalq/USP, 2010.

FOULKES, M. J.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; SCOTT, R. K. Evidence for differences between wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. **The Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v. 130, n. 1, p. 29-44, 1998.

GŁAZEK, M.; KRZYZIŃSKA, B. Kolejne możliwości łącznego stosowania wieloskładni kowych nawozów dolistnych i fungicydów lub insektycydów w pszenicy ozimej. **Ochrona Roślin**, v.1, p.2-4, 2003.

GOODING, M.J.; GREGORY, P.J.; FORD, K.E.; RUSKE, R.E. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. **Field Crops Research**, v.100, p.143-154, 2007.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pesticide Science**, Oxford, v. 50, p. 11-20, 1997.

HABOUDANE, D.; MILLER, J.R.; TREMBLAY, N.; ZARCO-TEJADA, P.J.; DEXTRAZE, L. Intergrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p.416-425, 2002.

HERRMAN, T. J. et al. Quality response to the control of leaf rust in Kerl red winter wheat. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 73, p. 235—238, 1996.

HETZLER, J. et al. Interaction between *Cochliobolus sativus* and wheat cultivars. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WHEAT FOR NON-TRADITIONAL WARMER AREAS, 1991. México. **Proceedings...** Mexico: Cimmyt, 1991. p.146-164.

HGCA - AGRICULTURE & HORTICULTURE DEVELOPMENT BOARD DIVISION CEREALS AND OILSEEDS. **Wheat diseases management guide**. Warwickshire, UK, guide 58, 2013. 28 p.

HOUGHTON, R.D. Pesticide compatibility: an overview from technical services. **ASTM Special Technical Publication**, Philadelphia, n.764, p.3-10, 1982

JABŁOŃSKI, K.; DRYJAŃSKA M. Wpływ dolistnego dokarmiania ziemniaków preparatami typu Wuxal na plon i jego strukturę oraz skład chemiczne bulw. **Fol. Univ. Agric. Stetin. Agricultura**, v.72, p.115-121, 1998.

KETTLEWELL, P. S., DAVIES, W. P., HOCKING, T. J.. Disease development and senescence of the flag leaf of winter wheat in response to propiconazole. **The Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v. 99, n. 3, p. 661—663, 1982.

KETTLEWELL, P.S.; GIL, B.; DOMLEO, R.L. Evaluation of lateseason foliar application of potassium chloride for disease control in winter wheat. **Journal of Fertilizer Issues**, v.7, p.17-23, 1990.

KOF, E.M.; OORZHAK, A.S.; VINOGRADOVA, I.A.; KELIBERNAYA, Z.V.; KRENDELEVA, T.E.; KUKARSKIKH, Z.V.; KONDYKOV, I.V.; CHUVASHEVA, E.S. Leaf morphology pigment complex, and productivity in wild type and alpha Pea genotypes. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.51, p.449-454, 2004.

KUHNEM JUNIOR, P.R.; CASA, R.T.; RIZZI, F.P.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.8, n.1, p. 35-42, 2009.

LACERDA, R. A. C. et al. **Interação de inseticidas e fungicidas para o manejo de Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae) na citricultura**. In XIX SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 11., 2011, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: USP, 2011.

LAMBAIS, G. R. **Aminoácidos como coadjuvantes da adubação foliar e do uso do glifosato na cultura da soja**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. In: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups, (3ed.). Springer, New York, p.1-528. 1995.

LELYVELD, L.J.; SMITH, B.L.; FRAZER, C. Nitrogen fertilization of tea: Effect on chlorophyll and quality parameters of processed black tea. International Symposium on the Culture of Subtropical and Tropical Fruits and Crops, ISHS. **Acta Horticulturae**, v.275, p.168-180, 2004.

LUCAS, J.A. **Plant Pathology and Plant Pathogens**. 3 rd ed. Oxford: Blackwell Science, 1998.

MA, B.L.; DWYER, L.M.; COSTA, C.; COBER, E.R.; MORRISON, M.J. Early prediction of soybean yield from canopy reflectance measurements. **Agron. J.**, v.93, p.1227-1234, 2001.

MAÇZYŃSKA, A.; GŁAZEK, M.; KRZYŻIŃSKA, B. Effect of foliar fertilizer and fungicidal protection against leaf spot diseases on winter wheat. **Acta Agrobotanica**, v.58, n.1, p.51-58, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 8 p.

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

MATTHIES, A., BUCHENAUER, H. Effect of tebuconazole (Folicur) and prochloraz (Sportak) treatments on *Fusarium* head scab development, yield, and deoxynivalenol (DON) content in grains of wheat following artificial inoculation with *Fusarium culmorum*. **J. Plant Dis. Prot.** v.107, n.1, p.33–52, 2000.

MATUO, T.K.; MATUO, T. Efeito da pressurização com CO₂ sobre o pH da água. **Planta Daninha**, Botucatu, v.13, n.1, 1995.

MEHTA, Y. R. et al. Integrated management of major wheat diseases in Brazil: an example for the Southern Cone region of Latin America. **Crop Protection**. New York, v. 11. n. 6, p.17-524, 1992.

MEHTA, Y. R. **Manejo integrado de enfermedades del trigo**. Santa Cruz de la Sierra: Imprenta Landivar, 1993. 314 p.

MEIJER, A.J. Amino acids as regulators and components of nonproteinogenic pathways. **The Journal of Nutrition**, v.39, p.2057–2062, 2003.

MORALES, R.G.F.; SANTOS, I.; TOMAZELI, V.N. Influência da nutrição mineral foliar sobre doenças da parte aérea da cultura do trigo. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 71-76, 2012.

MOXNESS, K.D.; LYM, R.G. Environment and spray additive effects on picloram absorption and translocation in leafy spurge (*Euphorbia esula*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, p. 181-186, 1989.

NIKIFOROVA, V.J.; BIELECKA, M.; GAKIERE, B.; KRUEGER, S.; RINDER, J.; KEMPA, S.; MORCUENDE, R.; SCHEIBLE, W.R.; HESSE, H.; HOEFGEN, R. Effect of sulfur availability on the integrity of amino acid biosynthesis in plants. **Amino Acids**, v.30, p.173–183, 2006.

NYMAN, L.P.; DAVIES, J.P.; O'DELL, S.L.; ARDITTI, J.; STEPHENS, G.C.; BENZIG, D.H. Active uptake of amino acids by leaves of an epiphytic vascular plant, *Tillandsia paucifolia* (Bromeliaceae). **Plant Physiology**, Bethesda, v. 83, n. 3, p. 681-684, 1987.

PEPLER, S. et al. A temporal limit to the association between flag leaf life extension by fungicides and wheat yields. **European Journal of Agronomy**, Copenhagen, v. 22, n. 4, p. 363–373, May 2005.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. 2nd ed. Bern, International Potash Institute. 1990. 363p.

PICININI, E.C., FERNANDES, J.M.C., IGNAZACK, J.C. & AMBROSI, I. Impacto econômico do uso do fungicida propiconazole na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p.326-368, 1996.

PRADO, E.P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; CHRISTOVAM, R.S. Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.2, p.389-396, 2011.

PRESTES, A. M.; SANTOS, P. dos; REIS, E. M. Práticas culturais e incidência de manchas foliares em trigo. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 37, n. 6, p. 791-797, 2002.

QUEIROZ, A.A.; MARTINS, J.A.S.; CUNHA, J.P.A.R. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Biosci. J.**, v. 24, n. 4, p. 8-19, Oct./Dec. 2008

QUIRINO, B. F, et al. Molecular aspects of leaf senescence. **Trends Plant Science**, y.5, p. 278—282, 2000.

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

RAY TUCKER, M. **Primary nutrients and plant growth**. In: Essential Plant Nutrients, North Carolina Department of Agriculture. 2004.

RAYNOLDS, M.P.; DELGADO, M.I.; GUTIERREZ-RODRIGUEZ, M.; LARQUE-SAAVEDRA, A. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. **Field Crops Research**, v.66, p.37-50, 2000.

REIS, E. N. **Doenças do Trigo V — Ferrugens**. São Paulo. 1991, 20p.

REIS, E. N. et al. Effect of leaf rust on wheat brain yield. **Fitopatologia Brasileira**. Brasilia. v.25, n.1, p.67-71, jan/mar 2000.

REIS, E.M., CASA, R.T. **Doenças dos cereais de inverno**. Diagnose, epidemiologia e controle. Lages:Graphel, 2007. 176p.

RICHARDS, R. A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. **J. Exp. Bot.** y. **SI**, p. 447—158. 2000.

RUSKE, R. E. et al. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 140, n. 4, p. 395—407, 2003.

SALMON, S. E.; COOK, R. J. Effects of fungicides on the milling and baking quality of wheat. **Aspects Applied of Biology**, y. 15. P. 373— 384. 1987.

SANTOS, H.A. dos; DALLA PRIA, M.; SILVA, O.C.; MAY DE MIO, L.L. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.433-442, 2011.

SCHENCK, N.C.; ADLERZ, W.C. Compatibility of insecticides, fungicides, and foliar fertilizers on watermelon. Flórida: Florida Agricultural Experiment Station, 1962. p.209-212. (Circular)

SHARMA-NATU, P.; GHILDIYAL, M. Potential targets for improving photosynthesis and crop yield. **Current Science**, v.88, p.1918–1928, 2005.

STOPYRA, T. **Estratégias de Misturas de Defensivos Agrícolas em Tanque na Proteção Fitossanitária nos EUA**. 2011. 1 diapositivo, color

SUBHAN, D.; MURTHY, S. D. S. Senescence retarding effect of metal ions: pigment and protein contents and photochemical activities of detached primary leaves of wheat. **Photosynthetica**. Prague, v. 39, n. 1, p. 53—58, 2001.

SYLVESTER-BRADLEY; DAVIES, D.B.; DYER, C.; RAHN, C.; JOHNSON, P.A. The value of nitrogen applied to wheat during early development. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.47 (2), p.173–180, 1997. DOI: 10.1007/BF01991549

TEA, I.; GENTER, T.; NAULET, N.; LUMMERZHEIM, M.; KLEIBER, D. Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.87, p.2853-2859, 2007.

VERHULST, N.; GOVAERTS, B. **The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeeker™ handheld sensor: Toward the integrated evaluation of crop management**. Part A: Concepts and case studies. Mexico, D.F.; CIMMYT. 2010. 14p.

VERNIERI, P.; BORGHESI, E.; FERRANTE, A.; MAGNANI, G. Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.3, p.86–88, 2005.

WIESE. M. V. **Compendium of wheat diseases**. 2nd ed. Saint Paul: Academic Press. 1998.

WOOLFOLK, C.W.; RAUNG, W.R. JOHNSON, G.V.; THOMASON, W.E.; MULLEN, R.W.; WYNN, K.J.; FREEMAN, K.W. Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. **Agronomy Journal**, v.94, p.429-434, 2002.

WRIGHT, J.F.; LINDSAY, A.D.; SAWYER, E. **Pesticide tank mix applications: first Conference**. Philadelphia: ASTM, 1982.

ZHANG, C. J. et al. Photosynthetic decline in flag leaves of two field-grown spring wheat cultivars with different senescence properties. **South African Journal Botany**, Scottsville, v. 72, n. 1, p. 15–23, 2006.

ANEXOS

Anexo 1 - Parâmetros fotoquímicos da fluorescência da clorofila *a*, fluorescência inicial (Fo) e fluorescência máxima (Fm) influenciados pela aplicação do fungicida e de doses do fertilizante foliar em trigo.

Dose (L ha ⁻¹)	Fo		Médias	F _m		Médias
	Com F	Sem F		Com F	Sem F	
0,00	293,00 ^{ns}	296,33	294,67 ^{ns}	889,66 ^{ns}	865,00	877,33 ^{ns}
1,00	309,66	316,66	313,16	969,00	851,33	910,17
3,00	310,33	244,66	277,5	903,00	965,00	934,00
Médias	304,33 ^{ns}	285,88	-	920,55 ^{ns}	893,77	-
CV%		8,68			10,73	

^{ns} – não significativo

Anexo 2 - Avaliação nutricional de macronutrientes em folhas bandeira e B₋₁ e B₋₂ de trigo submetido à aplicação de fertilizante foliar Quantis associado ou não ao fungicida.

Dose Fertilizante	Cálcio (Ca)					
	Folha Bandeira			Folha B ₋₁ e B ₋₂		
	L ha ⁻¹	SemF	ComF	Médias	SemF	ComF
0,0	1,84 ^{NS}	1,81	1,82 ^{NS}	2,71 ^{NS}	2,70	2,71 ^{NS}
1,0	1,92	1,85	1,88	2,82	2,72	2,77
3,0	1,86	1,88	1,87	2,70	2,79	2,74
Médias	1,87 ^{NS}	1,84	-	2,75 ^{NS}	2,73	-
CV%		6,68			5,69	
Dose Fertilizante	Magnésio (Mg)					
	Folha Bandeira			Folha B ₋₁ e B ₋₂		
	L ha ⁻¹	SemF	ComF	Médias	SemF	ComF
0,0	1,25 ^{NS}	1,25	1,25 ^{NS}	1,30 ^{NS}	1,32	1,31 ^{NS}
1,0	1,26	1,25	1,26	1,33	1,33	1,33
3,0	1,28	1,27	1,27	1,35	1,34	1,35
Médias	1,26 ^{NS}	1,26	-	1,33 ^{NS}	1,33	-
CV%		1,70			2,37	

^{ns} – não significativo