

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DE MECANISMOS DE RESISTÊNCIA
AO PULGÃO *Rhopalosiphum padi* (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM CULTIVARES DE TRIGO

RAFAEL PERUZZO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, junho de 2007

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DE MECANISMOS DE RESISTÊNCIA
AO PULGÃO *Rhopalosiphum padi* (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM CULTIVARES DE TRIGO

RAFAEL PERUZZO

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Salvadori

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, junho de 2007

P471a Peruzzo, Rafael

Avaliação de mecanismos de resistência ao pulgão
Rhopalosiphum padi (Hemiptera: Aphididae) em
cultivares de trigo / Rafael Peruzzo. – 2007.

94 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
de Passo Fundo, 2007.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Salvadori.

1. Agronomia. 2. Trigo – Cultivo. 3. Cultivos agrícolas.
4. Trigo – Doenças e pragas. I. Salvadori, José Roberto,
orientador. II. Título.

CDU: 633.11

“O caráter não pode ser desenvolvido na calma e tranquilidade. Somente através da experiência de tentativas e sofrimentos a alma consegue ser fortalecida, a visão clareada, a ambição inspirada e o sucesso alcançado”

Helen Keller

DEDICO

Aos meus pais,
Vlademir Antonio Peruzzo e

Marione Peruzzo, pelo amor, afeto e carinho dispensados durante todos os momentos de minha vida, dando sentido e valor a realização deste trabalho.

OFEREÇO

À minha irmã,

Rafaela Peruzzo,

pelo amor sincero e apoio

tornando a caminhada menos árdua.

AGRADECIMENTOS

A Deus,

pelo dom da vida, força espiritual e saúde,
obrigado!

A minha namorada Karine Piaia, pelo amor verdadeiro,
companheirismo, compreensão (principalmente) e apoio incondicional
em todos os momentos desta caminhada e a sua família pelo apoio.
" para conquistarmos algo na vida não basta ter talento, não basta ter
força, é preciso também viver um grande amor... ",
obrigado!

Aos tios, Adelir e Madelaine Nicola, Vitor Hugo De Marco e Inelva
Kremer, pelo enorme incentivo e carinho dispensados em todos os
momentos,
obrigado!

Aos primos, Leonardo, Mauro, Vinícius, Gabriela, Priscila e
Marinelva, pela constante amizade, ajuda e alegria partilhada,
obrigado!

Aos amigos de todos os momentos, Rafael e Itaguaraciema Graziolli,
pelo incentivo, afeto e carinho tornando os dias mais felizes,
obrigado!

A grande amiga Ângela Tasca, pelo apoio constante e por ter feito
parte do meu ensino básico,
obrigado!

A Universidade de Passo Fundo - UPF e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGAgro, pela oportunidade de conclusão do mestrado e pela concessão da bolsa de estudos,
obrigado!

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Trigo, pela oportunidade de realizar estágio e de disponibilizar sua infra-estrutura para a condução da pesquisa,
obrigado!

Ao orientador Dr. José Roberto Salvadori, pela seriedade e ética durante os trabalhos. Pelo valioso ensino, prestatividade, amizade e principalmente confiança,
muito obrigado!

A equipe do Laboratório de Entomologia da Embrapa Trigo, pela amizade e convívio agradável durante a condução da pesquisa, principalmente ao grande amigo Egídio Sbrissa,
obrigado!

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelo ensino sério e qualificado prestado durante as aulas e amizade,
obrigado!

Ao Dr. Paulo Roberto Valle da Silva Pereira, pesquisador da Embrapa Trigo, pela amizade e auxílio na análise estatística,
obrigado!

Aos pesquisadores da área de Melhoramento Genético de Trigo da Embrapa Trigo Pedro Luiz Scheeren, Márcio Só e Silva e Eduardo Caierão, pelas sugestões quanto aos genótipos a serem avaliados,
obrigado!

Ao Dr. Rogério F. Pires da Silva (UFRGS), pelo incentivo na área de entomologia durante o curso de graduação e aceitar o convite para banca examinadora,
obrigado!

Ao Dr. Paulo Régis Ferreira da Silva (UFRGS), pelo incentivo, amizade e por mostrar a importância do curso de Mestrado na área profissional,
obrigado!

A amiga e colega Étel Carmen Bertollo, pela ajuda valiosa na condução deste trabalho, companheirismo e amizade sincera e eterna,
obrigado!

A bibliotecária da Embrapa Trigo, Regina Martins, pelo auxílio nas referências bibliográficas,
obrigado!

A todos estagiários (as), principalmente aos amigos Lucas e Matheus pela ajuda e amizade,
obrigado!

A todos amigos que sempre incentivaram esta conquista, em especial aos amigos Adriano Alves da Silva, Alexandre Piana, Osmar Conte, Antonio Carlos Giroto Júnior, Amadeu, João Carlos Alves (Jonka) e Thiago Tadeu Martins presentes nesta conquista através da amizade e incentivo,
obrigado!

Aos colegas e amigos que aqui encontrei, pela amizade, incentivo e momentos de alegria vividos durante as aulas, no decorrer do curso,
obrigado!

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho,
obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 A cultura de trigo.....	7
2.2 Pulgões como pragas de trigo.....	10
2.2.1 Importância.....	10
2.2.2 Espécies.....	11
2.2.3 Ocorrência.....	12
2.2.4 Danos.....	14
2.2.5 Manejo e controle.....	14
2.3 Resistência de plantas a insetos.....	17
2.3.1 Conceitos básicos.....	17
2.3.2 Resistência de cereais de inverno a pulgões.....	20
2.3.2.1 Não-preferência.....	22
2.3.2.2 Antibiose.....	25
2.3.2.3 Tolerância.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Aspectos gerais.....	34
3.2 Experimento 1 - Preferência de <i>R. padi</i> a cultivares de trigo.....	35
3.3 Experimento 2 - Efeito de cultivares de trigo em parâmetros biológicos de <i>R. padi</i>	37
3.4 Experimento 3 - Tolerância de cultivares de trigo infestadas com <i>R. padi</i> , no estádio de uma folha.....	38
3.5 Experimento 4 - Tolerância de cultivares de trigo infestadas com <i>R. padi</i> , no estádio de duas folhas.....	41
3.6 Experimento 5 - Resposta de cultivares de trigo a infestação de <i>R. padi</i>	44
3.7 Análise estatística.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 Experimento 1 – Preferência de <i>R. padi</i> a cultivares de trigo.....	50
4.2 Experimento 2 – Efeito de cultivares de trigo em parâmetros biológicos de <i>R. padi</i>	53
4.3 Experimento 3 – Tolerância de cultivares de trigo infestadas com <i>R. padi</i> , no estádio de uma folha.....	59

4.4 Experimento 4 – Tolerância de cultivares de trigo infestadas com <i>R. padi</i> , no estágio de duas folhas.....	61
4.5 Experimento 5 – Resposta de cultivares de trigo a infestação de <i>R. padi</i>	65
5 CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Cultivares utilizados nos experimentos, respectiva linhagem de origem e genealogia	49

	(Sousa, 2004).	
2	Número médio de pulgões <i>Rhopalosiphum padi</i> por planta em cultivares de trigo, 4 e 24 horas após o início do teste de preferência com chance de escolha.	51
3	Médias do período de desenvolvimento (dias), da longevidade (dias), do número de ninfas/fêmea e da sobrevivência (%) de <i>Rhopalosiphum padi</i> em cultivares de trigo.	55
4	Diferença relativa média (%) na massa seca de raiz (g), massa seca da parte aérea (g) e massa seca total (g) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi</i> .	60
5	Diferença relativa média (%) na altura de planta (cm), na massa seca de raiz (g), massa seca da parte aérea (g) e massa seca total (g) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi</i> .	62
6	Número médio de plantas/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi</i> .	66
7	Altura média de planta (cm)/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi</i> .	68
8	Massa seca média de toda planta (g)/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi</i> .	70
9	Massa seca média da parte aérea da planta (g)/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão	71

Rhopalosiphum padi.

- | | | |
|----|---|----|
| 10 | Massa seca média de raiz (g)/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi.</i> | 73 |
| 11 | Número médio de afilhos/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi.</i> | 74 |
| 12 | Número médio de espigas/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi.</i> | 76 |
| 13 | Número médio de grãos/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi.</i> | 78 |
| 14 | Peso médio de mil sementes (PMS) (g) e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi.</i> | 79 |
| 15 | Peso médio de grãos (g)/0,18 m ² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão <i>Rhopalosiphum padi.</i> | 81 |

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Unidade experimental (arena) e abertura da gaiola em detalhe do Experimento 1 (preferência).	36
2	Unidade experimental e gaiolas em detalhe do Experimento II (efeitos dos genótipos na biologia).	39
3	Unidade experimental com 5 plantas/cultivar do Experimento IV (tolerância no estágio de duas folhas).	42
4	Plantas podadas do Experimento IV (tolerância no estágio de duas folhas).	42
5	Momento da infestação do Experimento IV (tolerância no estágio de duas folhas).	43
6	Parcelas (com e sem infestação de pulgões), subparcela (genótipo) e gaiolas usadas no Experimento V (resposta de genótipos a infestação de pulgões).	46
7	Número acumulado de ninfas por fêmea de <i>Rhopalosiphum padi</i> ao longo do tempo (dias).	54

**AVALIAÇÃO DE MECANISMOS DE RESISTÊNCIA AO
PULGÃO *Rhopalosiphum padi* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM
CULTIVARES DE TRIGO**

RAFAEL PERUZZO¹ E JOSÉ ROBERTO SALVADORI²

RESUMO – Os pulgões (Hemiptera: Aphididae) são importantes pragas em cereais de inverno, principalmente, na cultura de trigo (*Triticum aestivum*), tanto pelos danos que causam ao sugar a seiva, como pela transmissão de viroses às plantas. A ocorrência da espécie *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) tem aumentado significativamente na cultura de trigo no sul do Brasil. O controle biológico, que ocorre naturalmente, e o uso de inseticidas químicos muitas vezes não são eficientes para evitar os danos causados pelos pulgões. A resistência de plantas é considerada o método ideal de controle de pragas pela possibilidade de uso integrado com outros métodos, sem causar prejuízos ao ambiente e sem ônus adicional ao agricultor. Foram conduzidos quatro experimentos em condições controladas de laboratório e um experimento em telado, como o objetivo de avaliar mecanismos de resistência ao pulgão *R. padi* em oito cultivares comerciais de trigo (BRS 194, BRS 208, BRS Camboatá, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS Louro, BRS Timbaúva e BRS Umbu). Conclui-se que os cultivares BRS Guamirim e BRS Louro são os mais preferidos e o cultivar BRS Timbaúva o

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal – peruzzo11@yahoo.com.br

² Orientador, Eng.-Agr., Dr., pesquisador da Embrapa Trigo e professor da FAMV/PPGAgro/UPF – jrsalva@cnpt.embrapa.br

menos preferido por pulgões alados. O cultivar BRS Timbaúva quando usado como hospedeiro de *R. padi*, provoca diminuição na longevidade, na fecundidade e na sobrevivência dos insetos. O cultivar BRS Timbaúva é o mais resistente ao pulgão *R. padi* em termos de desenvolvimento e capacidade produtiva de plantas.

Palavras-chave: Pragas, pulgão-da-aveia, preferência, tolerância, antibiose

**EVALUATION OF RESISTANCE MECHANISMS TO THE
APHID *Rhopalosiphum padi* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) IN
CULTIVARS OF WHEAT**

RAFAEL PERUZZO¹ E JOSÉ ROBERTO SALVADORI²

ABSTRACT – Aphids (Hemiptera: Aphididae) are important pests of the winter cereals, mainly, in wheat (*Triticum aestivum*) so much for the damage that cause by sucking the sap, as for the viroses transmission to the plants. The occurrence of *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) has been increasing significantly in wheat in the south of Brazil. The biological control, that occurs naturally, and the use of chemical insecticides are not efficient to avoid the damages caused by aphids. The resistance of plants to insects is considered the ideal method of control because the possibility to integrate with other control methods that not cause damage to the enviroment and without additional costs to the farmer. Four experiments were led in laboratory controlled conditions and one experiment in greenhouse conditions, with the objective to evaluate the resistance mechanisms to the bird cherry oat (*R. padi*) in eight wheat commercial cultivars (BRS 194, BRS 208, BRS Camboatá, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS Louro, BRS Timbaúva e BRS Umbu). The results showed that BRS Guamirim and BRS Louro cultivars were the most preferred and

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal – peruzzo11@yahoo.com.br

² Orientador, Eng.-Agr., Dr., pesquisador da Embrapa Trigo e professor da FAMV/PPGAgro/UPF – jrsalva@cnpt.embrapa.br

BRS Timbaúva cultivar the least preferred by winged aphids. The BRS Timbaúva cultivar when used as host of *R. padi*, caused decrease in the insects longevity, fecundity and survival. The BRS Timbaúva cultivar was the most resistant to the aphid *R. padi* considering development and production capacity of plants.

Key-words: Pests, bird-cherry-oat, preference, tolerance, antibiosis

1 INTRODUÇÃO

Os pulgões ou afídeos são considerados pragas principais na cultura de trigo e em outros cereais de inverno. São insetos sugadores, com alta capacidade reprodutiva (partenogênese telítica) a qual varia conforme a espécie de pulgão, temperatura e qualidade do alimento. Podem causar sérios danos aos cereais de inverno, tanto pela sucção de seiva das plantas (dano direto) como pela transmissão de viroses (dano indireto), especialmente a causada pelo *Barley yellow dwarf virus* ou Vírus do Nanismo Amarelo da Cevada (VNAC). O tipo e a severidade dos danos diretos variam com a espécie de pulgão, a intensidade do ataque e o estágio de desenvolvimento da planta no momento da infestação. O ataque de pulgões pode prejudicar o desenvolvimento das plantas e reduzir a produção e a qualidade do grão.

Existe um grande número de espécies de pulgões que ocorrem em todas as regiões tritícolas do Brasil, variando conforme a época do ano e o estágio de desenvolvimento da cultura. Na região tritícola sul-brasileira (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), as principais espécies encontradas são *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) (pulgão-da-folha), *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (pulgão-dos-cereais), *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) (pulgão-da-espiga) e *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (pulgão-da-aveia ou pulgão-do-colmo). Este último, tem apresentado, nos últimos anos, um elevado crescimento populacional nas lavouras de trigo gaúchas.

Quando a população de pulgões atinge o nível de dano econômico, torna-se necessária a utilização de métodos de controle. Este controle tem sido feito por meio do uso de inseticidas via tratamento de semente ou pulverização da parte aérea. O controle biológico, exercido pelo complexo de inimigos naturais, como os parasitóides, predadores e microorganismos entomopatogênicos, ocorre naturalmente em níveis elevados, mas nem sempre suficientes para que os danos sejam evitados. O controle químico também não tem se mostrado satisfatório dentro dos parâmetros técnicos e economicamente aceitáveis, pois além de onerar o custo de produção, vem ocasionando uma diminuição dos inimigos naturais através do uso contínuo de inseticidas não seletivos.

Com base no manejo integrado de pragas (MIP) fica evidente a necessidade de se lançar mão de uma estratégia complementar de controle, sendo que uma das mais viáveis é o desenvolvimento e a utilização de cultivares resistentes. A resistência de plantas aos insetos pode acarretar em benefícios importantes tanto para o produtor, através da diminuição dos custos de produção, como para a sociedade como um todo, por meio da diminuição da contaminação do agroecossistema, além de oferecer maior segurança para as pessoas envolvidas com a aplicação de agrotóxicos. Apesar destas e de outras vantagens que este método alternativo de controle apresenta, poucos são os trabalhos relacionados à prospecção dos materiais genéticos resistentes aos pulgões, em trigo, no Brasil. Diante deste cenário, a Embrapa Trigo dentro de seu programa de melhoramento genético iniciou, recentemente, uma linha de pesquisa

visando caracterizar os mecanismos de resistência em genótipos, linhagens e cultivares comerciais de trigo.

Em vista do exposto, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar os mecanismos de resistência em oito cultivares comerciais de trigo lançados pelo programa de melhoramento da Embrapa em relação ao pulgão *R. padi*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura de trigo

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) no Brasil vem alcançando, a cada dia, maior importância frente aos países produtores e exportadores, alicerçada nos ganhos de produtividade, na rentabilidade e na melhoria de sua qualidade industrial (MUNDSTOCK, 1999).

Segundo Mundstock (1999) o trigo é originário do Oriente Médio, existindo um número muito grande de espécies, da família *Poaceae*. Dentre estas, os cultivares mais cultivados no país, bem como em todo o mundo são da espécie *Triticum aestivum*. Conforme Moraes - Fernandes (1982), as espécies de trigo formam uma série poliplóide, constituindo um conjunto de espécies filogeneticamente relacionadas, cujos números de cromossomos são múltiplos exatos uns dos outros. Assim sendo, os diferentes níveis de ploidia podem ser: diplóides com $2n = 14$, tetraplóides com $2n = 28$ e hexaplóides com $2n = 42$. As relações entre as espécies são estudadas através da análise

de genomas, sendo que no caso de *T. aestivum*, cada genoma contém 7 cromossomos.

O trigo é considerado um produto alimentar estratégico pela universalidade de sua aceitação em todas as camadas da população, pela facilidade de estocagem, industrialização e diversidade de usos industriais e culinários (MUNDSTOCK, 1983). É o segundo componente básico da alimentação do brasileiro, com um consumo *per capita* de 56,3 kg/ano, sendo superado apenas pelo arroz (BARBOSA, 1996). Entre os cereais de estação fria, é o que apresenta maior área de produção mundial (MUNDSTOCK, 1983).

A área de trigo cultivada no Brasil na última safra (2006) foi de 1,76 milhão de hectares, 25,6% inferior à da safra passada, redução essa, impulsionada pelos baixos preços do produto e pelas condições climáticas adversas na época de implantação da cultura (estiagem). Como resultado dos fatores climáticos adversos (estiagem e geadas), principalmente nos períodos críticos para cultura (floração e formação do grão), a produtividade da safra caiu para 1271 kg/ha, 38,4% inferior à da safra anterior. Em função da redução da área plantada e da produtividade, a produção foi de 2,23 milhões de toneladas, inferior à da safra de 2006 em 54,2% (2,64 milhões de toneladas). O Rio Grande do Sul teve uma redução na produtividade de 1850 kg/ha para 1050 kg/ha na última safra e também na produção, passando de 1564,2 toneladas para 728,0 toneladas de grãos (CONAB, 2007).

De acordo com Mundstock (1999), a principal característica das grandes áreas produtoras de trigo é o fato de situarem-se em regiões de baixa ou média precipitação, com um

período de baixas temperaturas no início do ciclo da cultura e umidade do ar relativamente baixa, sem geadas. Condições favoráveis para a cultura do trigo são aquelas que permitem o máximo crescimento da planta e a máxima duração da área de tecido verde no período pós-floração, pois a maior parte do nitrogênio encontrado nos grãos é assimilado no período pré-antese e os carboidratos são produzidos após a antese (DIDONET, 1991).

Segundo Rodrigues et al. (2003), o rendimento de grãos em trigo pode ser estimado pelos seus componentes, os quais, por sua vez, são definidos em pré-antese (número de espigas/m² e número de grãos/espigas) e em pós-antese (peso de grãos).

O interesse em maximizar o rendimento de trigo tem estimulado o uso de um manejo intensivo nessa cultura o qual, conforme Mundstock, (1999), inclui a adoção de determinadas práticas, como época de semeadura, espaçamento, densidade de semeadura de acordo com a região e característica do cultivar utilizado, uso de sementes adequadas, aumento do nível de fertilidade do solo e controle de doenças, de insetos e de acamamento de plantas.

Cunha (1960) já afirmava que os fatores mais adversos ao desenvolvimento da cultura do trigo, são as pragas e as moléstias, as quais estão diretamente relacionadas às condições climáticas desfavoráveis. Mais recentemente, Prates & Fernandes (1999) afirmaram que estes fatores podem impossibilitar o rendimento econômico (produção) em determinadas áreas produtoras do trigo.

Os pulgões ou afídeos são considerados pragas principais na cultura de trigo, tendo em vista o nível e a frequência da incidência bem como a abrangência geográfica de sua ocorrência no Brasil. Após

o programa de controle biológico dos pulgões de trigo, implementado pela Embrapa Trigo em 1978, a ocorrência de surtos de pulgões, especialmente no extremo sul do país, foi drasticamente reduzida (SALVADORI & SALLES, 2002). Antes disso, na região do planalto gaúcho, as populações de pulgões atingiam níveis alarmantes na primavera, ocasionando drásticas reduções na produtividade de trigo (SALVADORI & TONET, 2001). Em ensaios de controle químico conduzidos em Passo Fundo, RS, a redução do rendimento de trigo devido aos pulgões atingiu na média de cinco experimentos em cada ano, 88 % em 1974 conforme Caetano et al. (1975), Netto et al. (1975) e Eichler & Nardi (1976) e 56 % em 1976 (EICHLER et al. 1977).

Depois do programa de controle biológico, a ocorrência de pulgões diminuiu substancialmente (SALVADORI & SALLES, 2002; SALVADORI et al. 2005). Mais recentemente, aplicações de inseticidas têm sido necessárias para o controle de pulgões no início do ciclo da cultura de trigo, especialmente em anos e/ou regiões de temperaturas relativamente elevadas (SALVADORI, 1999). Neste contexto, Salvadori et al. (2005) consideram que a integração de métodos (químico, biológico e resistência genética de cultivares) seria a solução ideal, para o controle de pulgões na cultura de trigo, visando evitar tanto seus danos diretos como os decorrentes de viroses que transmitem.

2.2 Pulgões como pragas de trigo

2.2.1 Importância

Conforme Salvadori (2000) assim como em outras culturas, de trigo, existem pragas consideradas principais e pragas secundárias. As pragas que incidem com maior frequência e abrangência geográfica na cultura do trigo são os pulgões (Hemiptera; Aphididae), as lagartas (Lepidoptera; Noctuidae) e os corós (Coleoptera; Melolonthidae).

Os pulgões são insetos que se alimentam sugando as plantas, causando danos pela extração de seiva, pelo efeito tóxico da saliva ou pela transmissão de patógenos causadores de doenças, como a virose causada pelo *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) popularmente denominado Vírus do Nanismo Amarelo da Cevada (VNAC), o que pode reduzir significativamente a produção de grãos (SALVADORI & TONET, 2001).

Conforme Salvadori & Tonet (2001), esses insetos reproduzem-se por partenogênese telítoca e viviparidade. Os embriões desenvolvem-se no interior do corpo da fêmea, a partir de óvulos não fecundados, dando origem a ninfas fêmeas. Na lavoura, observam-se colônias constituídas por ninfas e formas adultas aladas e ápteras. A falta de alimento e a alta densidade populacional induzem a geração de indivíduos alados, que são as formas de disseminação deste inseto para outras plantas.

2.2.2 Espécies

Os pulgões são nativos da Ásia e da Europa, de onde provavelmente foram introduzidos na América (GASSEN, 1984). Conforme Caetano (1972), no Brasil já foram citadas dez espécies de

pulgões em trigo. As principais espécies que atacam a cultura de trigo são, segundo Salvadori et al. (2006): *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758), denominado popularmente como o pulgão-da-aveia ou pulgão-do-colmo; *Schizaphis graminum* (Rondani, 1849), pulgão-verde-dos-cereias; *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849), pulgão-da-folha-do-trigo ou pulgão-verde-pálido-das-gramíneas e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1794), pulgão-da-espiga-do-trigo.

Prior & Morrison (1975) e Pereira & Salvadori (2006) descrevem a espécie de pulgão *R. padi* da seguinte forma: caracteriza-se por apresentar o corpo de forma piriforme, coloração verde-oliva-acastanhada, normalmente com regiões castanho-avermelhadas ao redor dos sífúnculos e entre as bases dos sífúnculos; as antenas são curtas, com seis segmentos e de comprimento maior que a metade do comprimento do corpo, sendo que o processo terminal do segmento VI tem 4 a 5,5 vezes o comprimento da base; as pernas e os sífúnculos (curtos e cônicos) são de cor verde-acastanhada; normalmente, apresenta dois pares de cerdas laterais; possuem tamanho variando de 1,2 a 2,4 mm de comprimento. Esta espécie prefere se instalar nas folhas e nos colmos, das plantas de trigo.

2.2.3 Ocorrência

Os pulgões ocorrem em todas as regiões tritícolas brasileiras, ou seja, na região Sul (estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina), na região Centro-Sul (Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul) e na região Central (Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais e Mato Grosso), com variações da espécie e da época de

ocorrência. Não atacam apenas trigo, mas também outros cereais de inverno importantes como cevada, triticales e aveia (SALVADORI & TONET, 2001).

Nas diversas regiões produtoras do Rio Grande do Sul, predominantemente há a ocorrência do pulgão-verde-dos-cereais e do pulgão-da-aveia desde a emergência das plântulas até a filhamento. No emborrachamento até a floração, podem ocorrer associados a estas duas espécies de pulgões, o pulgão-da-folha e o pulgão-da-espiga. A partir da floração, ocorrem o pulgão-verde-dos-cereais, o pulgão-da-aveia e, especialmente, o pulgão-da-espiga. Em geral, as populações e os prejuízos de pulgões devido a picos de maio a novembro, em períodos quentes e secos, com intensidades que variam de região e de ano para ano (SILVA, 2005).

Determinada pelas condições climáticas, a predominância de espécies varia de acordo com a região. Salvadori & Tonet (2001) consideram que *M. dirhodum* e *S. avenae* predominam em regiões mais meridionais do Brasil, especialmente em primaveras de temperatura amena e pouco chuvosa; *S. graminum* é a espécie de distribuição geográfica mais abrangente, predominando onde o clima é mais quente e seco, como no norte do Paraná e em áreas de latitude inferior. No Rio Grande do Sul, *S. graminum* apresenta uma densidade populacional maior no outono e em regiões de temperatura relativamente mais elevada (vale do Rio Uruguai e fronteira oeste). Quanto ao pulgão *R. padi*, os autores consideram que a espécie tem apresentado tendência de crescimento na ocorrência, tanto no Rio Grande do Sul, como também no Paraná.

2.2.4 Danos

Os danos ocasionados pelos pulgões na cultura do trigo podem ser diretos, pela extração da seiva, diminuindo assim o número, o tamanho e o peso de grãos e o poder germinativo das sementes, e principalmente de forma indireta agindo como vetores na transmissão do BYDV (SALVADORI, 2000). O estágio fenológico das plantas, bem como os órgãos atacados podem variar de acordo com a espécie de pulgão (SALVADORI & TONET, 2001).

Segundo Singh et al. (1993), a virose causada pelo BYDV é considerada a doença viral que causa maiores prejuízos aos cereais de inverno, como trigo, triticale, cevada e aveia, podendo causar danos expressivos, além da ampla ocorrência, sendo relatada nas principais áreas produtoras do mundo. Segundo Caetano (1983), esta virose pode causar perdas na produtividade de 20 a 30%, em trigo.

2.2.5 Manejo e controle

Salvadori & Tonet (2001) afirmam que para se realizar o controle de pulgões da parte aérea das plantas de trigo, deve ser avaliado o nível de infestação mediante inspeções semanais, realizando-se amostragens aleatórias na bordadura e no interior da lavoura para se obter uma média representativa da densidade de pulgões.

O controle químico via pulverização da parte aérea das plantas com inseticidas é justificado quando o nível de dano econômico for atingido nos diferentes estádios da cultura. Na fase de

emergência ao afilhamento, os pulgões devem ser controlados quando, em média, 10 % das plantas estiverem infestadas com pulgões. Da fase de alongamento ao emborrachamento, o controle deve ser feito quando a população média atingir 10 pulgões por afilho; na fase de enchimento de grãos (do espigamento até grão em massa), quando a população média atingir 10 pulgões por espiga (REUNIÃO..., 2005). É sugerido avaliar a presença de pulgões em 5 plantas (na planta, ou na espiga) ou cinco afilhos em cada ponto de amostragem. Esses pontos devem ser distribuídos uniformemente, em número de dez para lavouras de até 50 ha e de vinte para lavouras de 51 a 100 ha (SILVA, 2005).

O controle de pulgões por meio do tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos, durante a fase de emergência ao afilhamento, é uma prática recomendável, uma vez que as pulverizações de inseticidas na parte aérea, quando feitas, são realizadas na maioria das vezes tardiamente. Os inseticidas imidacloprido e tiametoxam têm registro e estão indicados para tal uso, em regiões com maior probabilidade de ocorrência de pulgões (SILVA, 2005).

O controle biológico, natural ou clássico, é um dos principais e mais eficientes métodos para minimizar os danos causados pelos pulgões à cultura do trigo.

Em julho de 1978, a Embrapa Trigo iniciou um programa de controle biológico clássico dos pulgões do trigo, uma vez que desde os últimos anos da década de 60, os pulgões vinham causando grandes prejuízos a triticultura nacional e, o uso de inseticidas para o combate da praga crescera até atingir proporções econômica, social e

ecologicamente inaceitáveis (SALVADORI & SALLES, 2002). Foram introduzidas no país 14 espécies de microhimenópteros parasitóides e 2 espécies de joaninhas predadoras. O programa deu ênfase ao controle através dos parasitóides que passaram a ser produzidos massalmente e distribuídos sem custo aos agricultores, para liberação nas lavouras de trigo (SALVADORI, 2000).

Os índices de parasitismo em 1980 e 1981 foram suficientes para manter as densidades de *S. avenae* e *M. dirhodum* muito abaixo dos níveis de danos econômicos. Isto fez com que o controle químico diminuísse drasticamente de 99 % em 1977 para menos de 5 % em 1981 no Rio Grande do Sul (AMBROSI, 1987).

Adicionalmente, o controle natural dos pulgões de trigo tem sido resultado da ação de predadores e de entomopatógenos. No que se refere aos predadores, Gassen (1988), relata que os principais são as joaninhas (Col., Coccinellidae) (larvas e adultos), larvas de moscas (Dip., Syrphidae) e larvas e adultos de crisopídeos (Neu., Chrysopidae). Em geral, os predadores não são específicos e, portanto, alimentam-se de grande número de ovos, larvas e adultos de outros pequenos insetos, além de pulgões. Pimenta & Smith (1976) relatam a incidência de entomopatógenos sobre pulgões em trigo na década de 70, com a citação de *Entomophthora* sp. Posteriormente, foram referidas as espécies de fungos *Conidiobolus obscurus*, *Entomophthora planchoniana*, *E. neoaphidis*, *E. sphaerosperma*, *Erynia neoaphidis* e *Zoophthora radicans*. Porém a eficiência destes fungos no controle de pulgões ainda carece de mais estudos (ZÚÑIGA, 1982; GASSEN & TAMBASCO, 1983; GASSEN, 1986).

Os métodos de controle químico e biológico são importantes no manejo de pulgões na cultura de trigo, podendo ser considerados eficientes para evitar os danos diretos e parcialmente eficientes para o controle do VNAC. A disponibilização de cultivares resistentes aos pulgões que atacam o trigo ou a caracterização de possíveis graus de resistência nos cultivares que já estão no mercado, poderia ser um avanço expressivo para o controle integrado destas pragas (SALVADORI et al., 2005).

2.3 Resistência de plantas a insetos

2.3.1 Conceitos básicos

Resistência de plantas a insetos é definida como sendo a soma relativa de qualidades hereditárias da planta, a qual influencia o resultado do grau de dano que o inseto causa, o que, em outras palavras, representa a capacidade que possuem certas espécies ou cultivares de plantas de alcançarem maior produção de boa qualidade que outras, quando comparadas nas mesmas condições (PAINTER, 1951). Segundo Rosseto (1967), planta resistente é aquela que devido à sua constituição genotípica é menos danificada que uma outra, em igualdade de condições.

A utilização prática da resistência de plantas a insetos consiste no melhoramento das plantas cultivadas, incluindo nelas fatores de resistência desejados. No melhoramento tradicional, fontes de resistência de plantas a insetos podem ser buscadas na variabilidade genética intraespecífica ou em espécies vegetais próximas para, então

serem utilizadas em cruzamentos (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000; GALLO et al., 2002).

De acordo com Painter (1951), existem, basicamente, três tipos ou mecanismos de resistência: não-preferência, antibiose e tolerância. Uma planta pode ter ao mesmo tempo os três tipos de resistência, já que os fatores genéticos que os condicionam podem ser independentes.

Não-preferência ou antixenose (Kogan & Ortman, 1978) ocorre quando o cultivar é menos utilizado para alimentação, oviposição ou abrigo que outros cultivares em igualdade de condições, ou seja, o cultivar provoca uma resposta negativa do inseto durante o processo de seleção do hospedeiro (PAINTER, 1951).

Antibiose é caracterizada quando o inseto se alimenta normalmente do cultivar, mas este exerce um efeito adverso sobre sua biologia (PAINTER, 1951). Segundo Lara (1979), estes efeitos podem afetar: sobrevivência das formas jovens, mortalidade na transformação para adultos, redução de tamanho e peso dos indivíduos, redução na fecundidade, alteração na proporção sexual e alteração no tempo de vida dos adultos (longevidade).

Tolerância ocorre quando um cultivar é menos danificado que os demais, sob um mesmo nível de infestação do inseto, sem que haja efeito no comportamento ou biologia deste (PAINTER, 1951). A maior capacidade de tolerar o ataque de pragas leva a uma menor redução na quantidade e/ou qualidade de sua produção. A tolerância, pelo fato de não estar relacionada ao comportamento e a biologia do inseto, reduz a possibilidade de aparecimento de biótipos ou de raças fisiológicas resistentes do mesmo; porém, o fato de não influir sobre o

inseto, não afetando conseqüentemente a população, pode ser encarado, em alguns casos, como um mecanismo desvantajoso, embora se ajuste muito bem a programas de manejo integrado de pragas onde se utiliza do controle biológico (PAINTER, 1951; GALLO et al., 2002).

Conforme Vendramim & Castiglioni (2000), no que se refere a insetos fitófagos, os fatores bioquímicos das plantas podem atuar alterando o seu metabolismo ou comportamento. Os efeitos decorrentes da alteração do metabolismo se refletem na duração do ciclo do inseto, na fecundidade e na sobrevivência, enquanto que os efeitos mais importantes provocados pelas plantas no comportamento dos insetos estão relacionados à seleção hospedeira para alimentação e oviposição, sendo importante frisar que, nesse caso, o efeito pode ser tanto favorável como desfavorável ao inseto.

Os mecanismos de defesa exibidos pela planta em resposta aos insetos incluem uma série de características morfológicas e um complexo de substâncias químicas que tendem a tornar a planta repelente, tóxica ou de algum modo inadequada para ser utilizada pelos insetos (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000). Segundo Tumlinson et al. (1993), plantas, herbívoros e inimigos naturais formam uma intrincada cadeia ecológica, na qual os parasitóides demonstram alta capacidade inata de responder a odores em baixas concentrações.

Fatores ambientais (temperatura, radiação solar, fertilidade do solo, estiagem, entre outros) podem favorecer os níveis de resistência ou suscetibilidade da planta em relação ao inseto, afetando as interações entre estes dois organismos (KOGAN & PAXTON,

1983). Além disso, uma espécie vegetal pode ser resistente a um inseto em particular, mas suscetível a outros ou podem haver cultivares suscetíveis e resistentes para uma mesma espécie (PAINTER, 1951).

Segundo Gallun et al. (1975) a diversidade genética existe tanto nas espécies de inseto como nas espécies vegetais. Desta forma, quando uma população de inseto é sujeita a uma extrema condição de pressão de seleção na forma de um cultivar resistente, aqueles indivíduos variantes dentro da população que são capazes de sobreviver, podem originar populações de um novo biótipo, com a planta resistente, se tornando suscetível. Quando a antibiose é o mecanismo de resistência, tal pressão de seleção tem maior sucesso se ela resulta na morte da maior parte da população.

Talvez o desenvolvimento de cultivares resistentes seja a tática em que o componente alimentação/nutrição esteja envolvido de forma mais intensa. As táticas de controle utilizadas ou com potencial de uso no manejo integrado de pragas, são aquelas em que a fonte nutricional (a planta) e/ou o inseto possam ser manipulados, tendo em mente que muitas outras interações entre estes dois agentes ocorrem ao nível de alimentação (PANIZZI & PARRA, 1991).

2.3.2 Resistência de cereais de inverno a pulgões

O primeiro cultivar de trigo resistente ao pulgão-verde-dos-cereais, *S. graminum*, foi o Dickinson Selection 28 A (DS 28 A), descrito por Painter & Peters (1956). Em 1959, DS 28 A tornou-se suscetível a uma população de *S. graminum*, a qual foi designada por

Wood (1961) como biótipo B, iniciando a história dos biótipos dessa espécie. No Brasil, até 1993, haviam registros apenas da ocorrência do biótipo C de *S. graminum* (TONET, 1993). Passados quatro anos, Tonet (1997) já relatava a presença de mais dois biótipos nas lavouras de trigo brasileiras, os biótipos B e E.

Resistência a pulgões de cereais tem sido mais estudada em aveia, trigo, cevada e sorgo. Em trigo, híbridos suscetíveis e resistentes indicaram um único par de genes recessivos responsáveis pela resistência. Mas, em alguns testes de cruzamento entre os cultivares Condro x Dickinson Sel 28 A, os resultados mostraram que a expressão da resistência em populações segregantes é herdada de um modo mais complexo do que herança monogênica. Em cevada, a resistência dos cultivares Omugi e Dobaku é controlada por um único gene dominante. Na aveia, a resistência a *S. graminum* do cultivar Russian 77 é condicionada por um único par de genes. No caso do sorgo, resistência a este pulgão é controlada por um gene incompletamente dominante (GALLUN et al. 1975; GALLUN, 1979).

Em 1979, devido aos grandes problemas causados na triticultura nacional, principalmente pela espécie *S. graminum*, a Embrapa Trigo, iniciou trabalhos para incorporação de resistência a esta espécie de pulgão em cultivares de trigo adaptadas às regiões produtoras do Brasil (ROSA & TONET, 1986).

O programa de melhoramento de aveia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária de Passo Fundo - da Universidade de Passo Fundo tem trabalhado com seleção de linhagens de aveia para resistência às espécies de pulgões *S. graminum*, *M. dirhodum*, *S. avenae* e *R. padi*, visando incorporar este atributo a cultivares com

boas características agronômicas (GOELLNER & FLOSS, 2001). Em testes de antibiose e tolerância, foram obtidos materiais que estão sendo utilizados em cruzamentos, sendo que alguns cultivares já lançados apresentam essas características (GOELLNER et al. 1982; GOELLNER, 1986).

Resultados de pesquisa têm mostrado que a tolerância é o principal mecanismo de resistência da aveia aos pulgões (GOELLNER & FLOSS, 2001), a qual se manifesta pelo menor efeito da saliva dos pulgões (ação clorótica) e menor redução no acúmulo de matéria seca da parte aérea, associado ao maior crescimento das plantas em altura. Assim, cultivares de aveia resistentes aos pulgões apresentam menos clorose mantendo, conseqüentemente, os níveis de crescimento e acúmulo de fotossintatos próximos dos normais, independentemente do ataque da praga. A magnitude da resposta varia com os diferentes genótipos e o grau de tolerância apresentado (GOELLNER & EICHLER, 1989; GOELLNER & CORSEUIL, 1989; GOELLNER & CORSEUIL, 1991).

2.3.2.1 Não-preferência

Para o pulgão *S. graminum* em trigo, Tonet & Silva (1995) constataram que a não-preferência associada à antibiose das plantas, foi maior nos genótipos de trigo BR 36, PF 86418, PF 86423, PF 86413 e PF 86411. Os autores Webster & Porter (2000) encontraram menor infestação de *S. graminum* biótipo E nos genótipos de trigo GRS 1201 e Largo. Por outro lado, Formusoh et al. (1994), comparando diversos híbridos de trigo para resistência ao pulgão

Diuraphis noxia (pulgão-russo), não constataram antixenose entre os híbridos.

Em trabalhos realizados para estudar a influência de silício, em aplicação foliar ou no solo, na preferência de *S. graminum* em plantas de trigo, Moraes et al. (2004) constataram que a aplicação do silício aumentou o grau de resistência das plantas diminuindo a preferência do pulgão em relação à testemunha. Os autores consideram que este fato pode estar relacionado à barreira mecânica proporcionada pela deposição de sílica na parede celular, dificultando a penetração do estilete no tecido da planta, como também ao aumento da síntese de compostos de defesa da planta.

Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (1999) e Moraes & Carvalho (2002) com *S. graminum* em sorgo. Utilizando a aplicação de silício na forma de silicato de sódio, Basagli et al. (2003) também constataram que houve redução na preferência de *S. graminum*, conferindo resistência de plantas de trigo. De acordo com Jones & Handreck (1967) e Raven (1983), a aplicação de silício no solo promove o transporte de uma elevada quantidade deste elemento às partes de crescimento da planta, através da absorção pelas raízes, ocorrendo acúmulo nas células da epiderme, na forma de sílica, tornando as folhas mais rígidas.

Hawley et al. (2003), ao compararem a preferência de *D. noxia* em dois cultivares de trigo, em quatro estádios de desenvolvimento, constataram que no estágio de emborrachamento (estádio 30, conforme Zadoks et al. 1974), houve diferença na infestação em teste de livre escolha. O cultivar Halt foi menos procurado (8,8 pulgões/planta) do que TAM 107 (22,8

pulgões/planta), enquanto nos demais estádios testados (emergência, afilhamento e folha bandeira completamente emergida) não houve diferença na infestação do pulgão.

Zhu et al. (2005) mostraram que os genótipos de trigo Largo, KS89WGRC4 e KSU97-85-3 não apresentaram antixenose ao biótipo K de *S. graminum*. Ronquim et al. (2004), comparando genótipos de aveia, constaram menor ataque de *R. padi* no cultivar UPF 86081 (aveia branca) comparado a UPF 86066 (aveia branca) e aveia preta. Em relação ao pulgão *R. padi*, Roberts & Foster (1983) citam existência de efeito antixenótico da pubescência em cultivares de trigo. Com esta mesma espécie de pulgão, Hesler (2005) encontrou diferenças na seleção hospedeira em genótipos de trigo e triticales, com menor infestação no genótipo de triticales Stniism3.

Conforme Azevedo (2006), há uma tendência dos cultivares de aveia UPF 19, UFRGS 17 e UPFA 22, em estádios iniciais de desenvolvimento, serem menos infestados por *R. padi*, caracterizando resistência tipo antixenose, o que não ocorre em estádio mais avançado. Para *S. graminum*, embora com menor consistência dos dados, também há indicativos de antixenose nos cultivares de aveia branca UPF 16 e UFRGS 17, em estádios iniciais de desenvolvimento, ao contrário do que ocorre em plantas mais desenvolvidas.

Hesler et al. (2002), buscando fontes de resistência, avaliaram oito linhagens de trigo quanto à influência sobre pulgões ápteros e alados de *R. padi*. Concluíram que as linhagens MV4, KS92WGRC24 e TAM 107 apresentaram alto grau de antixenose,

tanto em alados como em ápteros, embora nenhuma linhagem tenha afetado o período de reprodução.

A antixenose como mecanismo de resistência ao pulgão *R. padi* foi testada em oito genótipos de triticales, por Hesler & Tharp (2005). Em testes sem escolha e com chance de escolha, com pulgões alados, constataram que os genótipos N1185, N1186 e Okto Derzhavina foram os menos preferidos, o que os credenciou a serem utilizados no melhoramento de triticales para resistência à referida espécie de pulgão.

2.3.2.2 Antibiose

Costa & Moraes (2006) demonstraram que a aplicação de silício ou ASM (acibenzolar-S-methyl) via solo, reduziu o número de ninfas produzidas, a taxa de crescimento populacional, o período pós-reprodutivo e a longevidade de *S. graminum*, em trigo. Os autores consideram que a aplicação de ácido silícico, principalmente via solo, ou de ASM, é promissora para uso no manejo integrado deste pulgão em trigo. Ao aplicarem silício na forma de silicato de sódio, Basagli et al. (2003) constataram que houve redução na longevidade e na produção de ninfas de *S. graminum*, conferindo resistência às plantas de trigo a este inseto-praga.

Goellner (1986), testando a capacidade reprodutiva de *S. graminum* num período de 8 dias, em 40 genótipos de aveia, constatou diferença no número médio de ninfas geradas/fêmea, que variou de 15,1 no genótipo CI 7512 a 2,5, no cultivar UFRGS 79A20. De acordo com o autor, este último cultivar e as linhagens UPF 77104-1 e UPF

77S030-1, com respectivamente 3,62 e 2,75 ninfas/fêmea, apresentaram efeito de antibiose. Segundo o autor, estes genótipos com antibiose poderiam ser utilizados para cruzamentos múltiplos a fim de incorporar esta característica a linhagens com alto grau de tolerância, como UPF 80S088 e UPF 77S030.

Goellner et al. (2002) estudaram a presença de antibiose em 80 novos genótipos de aveia, avaliando a reprodução dos pulgões *M. dirhodum* e *S. avenae*, no estágio de duas folhas. Os resultados mostraram que a capacidade de reprodução da espécie *S. avenae* é pequena quando se alimenta de folhas de aveia, como já fora demonstrado por Goellner & Corseuil (1988).

Estudos conduzidos em casa de vegetação, com cultivares de cevada, centeio, trigo e aveia resistentes e suscetíveis ao biótipo D de *S. graminum*, permitiram concluir que nos cultivares suscetíveis os pulgões apresentaram menor mobilidade em relação aos resistentes, sendo que o movimento diminui ainda mais, com o aumento do tempo de permanência dos insetos sobre as plantas. O aumento da mobilidade dos pulgões nas plantas resistentes pode reduzir a alimentação e, conseqüentemente, o dano, tendo também, efeitos adversos na fecundidade dos pulgões (STARKS & BURTON, 1977).

Quick et al. (1991) testaram genótipos de trigo visando a utilização em programas de melhoramento para resistência ao pulgão *D. noxia*. Concluíram que o genótipo PI 372129 apresentou grandes possibilidades principalmente pelo fato de ter diminuído a taxa média de sobrevivência dos pulgões, quando a infestação foi realizada na fase de emergência, estágio 10 da escala de Zadoks et al. (1974).

Zhu et al. (2005) mostraram que os genótipos de trigo Largo, TAM110, KS89WGRC4 e KSU97-85-3 expressaram antibiose ao biótipo K do pulgão *S. graminum*. Em testes com diferentes genótipos de triticales e trigo com o pulgão *R. padi*, avaliando a duração do período “nascimento das ninfas até a reprodução”, Hesler (2005) constatou variação de 8,9 a 9,7 dias, havendo diferença significativa entre os seis genótipos testados. Os genótipos de triticales H7089-52 e Stniism3 prolongaram o tempo até o início da reprodução, em comparação com os genótipos de trigo Arapahoe, KS92WGRC24, MV4 e de triticales PTA5L acarretando um menor período reprodutivo e uma menor diminuição no número de pulgões (progênie) produzidos nos primeiros sete dias.

Ao avaliar a existência de antibiose em diferentes cultivares de aveia branca infestadas com *R. padi*, aos 5 dias após a emergência, Azevedo (2006) concluiu que o cultivar UPF 19 é resistente e que URS 21 e URS 20 são suscetíveis. Com infestações aos 15 dias após a emergência, constatou que o cultivar UPF 16 é resistente e que UFRGS 14 e UFRGS 17 são suscetíveis. Com infestações aos 30 dias após a emergência, observou que o cultivar UPFA 22 é resistente e UPF 18 e UPF 19, são suscetíveis. Já para o pulgão *S. graminum*, infestado aos 5 dias após a emergência UPF18 é resistente e UFRGS14 é suscetível; com a infestação aos 15 dias após a emergência, não há diferenças entre cultivares; com a infestação aos 30 dias após a emergência, UPF18 é resistente e UPF16 e URS21 são suscetíveis.

Hesler et al. (1999) compararam e caracterizaram sete genótipos de trigo quanto à resistência do tipo antibiose a *R. padi*. Sete

dias após a infestação, não houve diferenças entre os genótipos quanto ao número de pulgões, mas aos 11 e 14 dias o germoplasma MV4 apresentou um número de insetos muito abaixo em comparação aos outros. Os autores consideram que existência de antibiose no germoplasma MV4 pode contribuir com o controle natural, além de aumentar a eficiência dos inseticidas.

Estudos de resistência do tipo antibiose a afídeos, conduzidos por Kieckhefer et al. (1980) em cereais, têm mostrado que *S. graminum* e *R. padi* reproduzem-se mais rapidamente em cevada e trigo do que em aveia. *S. avenae* tem a mesma taxa de proliferação em aveia, cevada e trigo. Aveia não é preferida por *R. padi*. Embora várias espécies de pulgões possam preferir outros cereais em relação à aveia, normalmente no campo ocorrem populações que podem causar sérias perdas.

A antibiose como mecanismos de resistência ao pulgão *R. padi* foi testada em oito genótipos de triticales por Hesler & Tharp (2005), avaliando crescimento da população, número de dias para entrar em reprodução e número de ninfas produzidas nos primeiros sete dias após tornarem-se adultos. Os genótipos N1185, N1186 e Okto Derzhavina influenciaram negativamente o crescimento da população do pulgão, o que foi explicado pela baixa produção de ninfas.

Wang et al. (2004) avaliaram linhas isogenéticas de trigo com os objetivos de quantificar mudanças de pigmentos fotossintéticos (clorofilas a e b e carotenóides) causadas pela alimentação dos pulgões e de avaliar a resistência dos genótipos de trigo Tugela, Tugela-Dn1, Tugel-Dn2 e Tugela-Dn5 como possíveis

fontes de resistências a *R. padi* e *D. noxia*. Observaram que as linhas Dn1 e Dn2 apresentaram antibiose a *D. noxia*, enquanto que para o pulgão *R. padi* nenhuma das linhas mostrou-se resistente.

2.3.2.3 Tolerância

Tonet (1993), trabalhando com a espécie *S. graminum* em genótipos de trigo, observou redução na altura de plantas entre os materiais testados, verificando que a linhagem PF 86408 foi uma das mais tolerantes aos danos. A linhagem PF 86417 foi a mais afetada pelo dano do pulgão entre as linhagens testadas, com redução de 32,4% na altura das plantas. Constatou também que os cultivares Anahuac e Jupateco 7384 mostraram-se altamente suscetíveis, com reduções significativas na altura de plantas.

Em trigo, a redução do rendimento devido à infestação do pulgão *S. graminum* foi observada por Tonet (1993), sendo que os cultivares Jupateco 7384 e Anahuac apresentaram redução significativa; já as linhagens PF 86411, PF 86412, PF 86414, PF 86418, PF 86418, PF 86419, PF 86421 e PF 86423 não tiveram o rendimento de grãos reduzido. O cultivar BR 36 não apresentou diferença significativa ao ser submetido às condições de controle e sem controle dos pulgões, em campo, demonstrando que é tolerante aos danos desta espécie de pulgão.

Tonet & Silva (1995) concluíram que existe variabilidade genética entre os genótipos de trigo em relação à resistência a *S. graminum*. Constataram que as linhagens PF 86411, PF 86412, PF 86414, PF 86418, PF 86419, PF 86421 e PF 86423 são tolerantes, uma

vez que não têm o rendimento de grãos reduzido em função da presença desta espécie de inseto.

Goellner (1986), ao realizar um trabalho em laboratório comparando cultivares e linhagens de aveia em relação ao dano de *S. graminum*, considerou resistentes as linhagens UPF 77S465, UPF 79S090 e SWAN, com menor redução de matéria seca. Por outro lado, no cultivar UFRGS 78A04 suscetível, houve redução de 71,4% na matéria seca, não diferindo significativamente das linhagens UPF 80S097, UPF 77256-14-1b, UPF 79294-1, UPF 77256-5-5b, UPF 79184-1-4, UFRGS 7809 e UPF 77S030-1, as quais apresentaram redução de matéria seca superior a 50%.

Em trabalhos realizados com a cultura do trigo, Tonet (1993) obteve redução no peso seco das plantas em decorrência da infestação com *S. graminum*, constatando que os cultivares Jupateco 7384 e Anahuac apresentaram redução significativa. Os menores percentuais de redução de peso seco foram observados nas linhagens PF 86408 e PF 86415, com 12,0 e 16,1% de redução, respectivamente.

Webster & Porter (2000), estudando os componentes da resistência ao biótipo E de *S. graminum* em trigo, constataram diferença no peso de matéria seca devido à ação do pulgão, sendo que os genótipos GRS 1201 e Largo diferiram de TAM W-101, que apresentou o menor peso.

Gerloff & Ortmann (1971), com infestação de oito pulgões adultos da espécie *S. graminum* por planta, constataram a ocorrência de acentuado declínio do conteúdo de clorofila e na taxa fotossintética na primeira folha da cevada. O estresse produzido determinou um

aumento na respiração da planta, mas nenhuma mudança no peso fresco ou seco foi constatada durante os sete dias de infestação.

Trabalho realizado por Harvey & Wilson (1962) mostrou que a redução no número de espigas por planta, em genótipos de trigo resistentes e suscetíveis a *S. graminum*, variou de 14 a 72%, respectivamente, resultando em queda de 54 a 91% no rendimento de grãos. Tonet & Silva (1995) mostraram que a redução no número de espigas por planta e o baixo rendimento de grãos de cultivares de trigo recomendados para cultivo se devem à sua suscetibilidade ao pulgão-verde-dos-cereais (*S. graminum*).

Recentemente, Burd et al. (2006) mostraram preocupação quanto à quebra de resistência a novos biótipos do pulgão *D. noxia* em cultivares de trigo considerados resistentes. Os autores identificaram três novos biótipos, através de avaliações de dano nas folhas (manchas cloróticas).

Zhu et al. (2005) mostraram que os genótipos de trigo Largo, TAM 110, KS89WGRC4 e KSU97-85-3 podem possuir grau diferente de resistência ao biótipo K de *S. graminum*. Os resultados da pesquisa indicaram que Largo, TAM 110, KS89WGRC4 e KSU97-85-3 apresentam tolerância a biótipo K.

Puterka et al. (2006) testaram em cevada, quatro novos biótipos do pulgão *D. noxia* (RW2, RW3, RW4 e RW5), com grande potencial de danos à maioria dos genótipos. Observaram que os cultivares STARS 9301B e STARS 9577B, resistentes ao biótipo RW1, continuaram resistentes aos novos biótipos.

Hesler (2005) avaliou a alteração no crescimento de plântulas de trigo e de triticales infestadas por *R. padi*. Verificou que os

genótipos de trigo Arapahoe e KS92WGRC24 tiveram o crescimento das plântulas afetado, enquanto o genótipo de trigo MV4 e os genótipos de triticales 8TA5L, H7089-52 e Stniism 3 não foram afetados pela infestação e que o triticales H7089S foi o mais tolerante.

Wang et al. (2004), avaliando genótipos de trigo Tugela, Tugela-Dn1, Tugela- Dn2 e Tugela-Dn5 como possíveis fontes de resistências a *R. padi* e *D. noxia*, observaram que Dn2 apresentou tolerância a *D. noxia* mas nenhum dos genótipos mostrou-se tolerante a *R. padi*.

Conforme Azevedo (2006), o pulgão *R. padi* não acarretou diferença significativa no peso de matéria seca entre cultivares de aveia branca testados, apesar de ter constatado uma diferença de 14,6 kg.ha⁻¹ no cultivar URS 20. A infestação de *S. graminum* em aveia branca afetou a massa seca das plantas no cultivar UPF 16, provocando redução de 17,9%. O contrário ocorreu em UPF 18, onde a infestação ocasionou aumento significativo de cerca de 9,9% no peso de matéria seca. Em outro trabalho, Azevedo et al. (2002) já havia observado que estas duas espécies de pulgões não reduziram o rendimento líquido e o peso do hectolitro nos cultivares de aveia branca avaliados o que, provavelmente, ocorreu devido à baixa infestação, principalmente por *R. padi*, maior transmissor do VNAC. Em relação ao pulgão *M. dirhodum*, os cultivares UFRGS 7, UFRGS 17 e OR3 demonstraram apresentar algum tipo de resistência.

Estudando os efeitos da infestação artificial de *S. graminum*, *S. avenae* e *R. padi*, em campo, no cultivar Protor de trigo de primavera, nos estádios de plântula (2 folhas), emborrachamento e grão em massa, Kieckhefer & Kantack (1980) concluíram que as

perdas mais acentuadas de rendimento ocorreram com a infestação na fase de plântula. Densidades médias 25 – 30 pulgões/afilho, nesta fase, causaram redução de 60% em alguns componentes de rendimento (número de espigas, número de espiguetas, peso da espiga e peso de cem grãos). A menor redução no rendimento ocorreu com infestação no estágio de emborrachamento e nenhuma perda ocorreu com a infestação no estágio de grão em massa, mesmo com níveis de 50 – 70 afídeos/afilho. *S. graminum* e *R. padi* causaram mais danos do que *S. avenae* em densidades populacionais similares.

Silva et al. (2004) consideraram que os cultivares de trigo Fundacep 30, Fundacep 36 e Fundacep 37, foram resistentes a pulgões transmissores do *Barley yellow dwarf virus*, entre os quais os da espécie *R. padi*. Sem mencionar o mecanismo específico de resistência envolvido, acrescentam que o cultivar Fundacep 31 foi suscetível.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos gerais

Foram realizados cinco experimentos, sendo quatro em laboratório e um em telado, todos na sede da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, no período de Junho de 2006 a maio de 2007.

Em todos os experimentos, foram avaliados os seguintes cultivares comerciais de trigo: BRS 194, BRS 208, BRS Camboatá, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS Louro, BRS Timbaúva e BRS Umbu, provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Trigo (genealogia apresentada na Tabela 1) com expressiva área de cultivo no sul do Brasil. Os cultivares foram avaliados em relação ao pulgão *Rhopalosiphum padi* (Linneaus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), isento do *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), conhecido como vírus do nanismo amarelo da cevada (VNAC). Os insetos utilizados foram provenientes de criação mantida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Trigo, a partir de indivíduos coletados a campo. Para a produção de insetos não virulíferos, ninfas recém paridas foram coletadas antes de tocarem a planta hospedeira e de se alimentarem e, então, transferidas e criadas em plantas de trigo sem a virose.

Para a realização dos experimentos em laboratório o trigo foi semeado e cultivado em baldes com capacidade de 7,5 litros (24 cm de altura e 35 cm de diâmetro), cheios de solo adubado (250 kg/ha da fórmula 5 – 25 – 25, de NPK). Esta mesma adubação de base foi empregada no experimento de telado. Em todos os experimentos, as

sementes utilizadas foram tratadas com o fungicida difeconazole a 15 %, na dose de 2 ml/kg de semente. Especificamente para o experimento V, as sementes também foram tratadas com inseticida imidacloprido (1g/kg de semente) nas parcelas sem pulgão (não infestadas).

3.2 Experimento I – Preferência de *R. padi* a cultivares de trigo

Esse experimento foi conduzido em laboratório, utilizando-se baldes com condições de temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas, em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições.

O experimento foi semeado no dia 1º de agosto, com cinco sementes de cada um dos oito cultivares por balde, posicionados de maneira equidistante, em círculo. Após a emergência das plantas foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta de cada cultivar/balde, constituindo uma arena circular (Figura 1).

Quatro dias após a emergência, quando as plantas se encontravam no estágio 1 (emergência) (uma folha completamente expandida) da escala de Feekes modificada (LARGE, 1954), foi instalado o experimento. Cada balde, contendo os oito cultivares foi protegido com uma gaiola (50 cm de altura e 35 cm de diâmetro), com estrutura de arame coberta com tecido tipo voal (malha 2 mm), com uma abertura lateral vertical, com fecho velcro (Figura 1).



Figura 1. Unidade experimental (arena) e abertura da gaiola em detalhe do Experimento 1 (preferência).

No centro de cada arena, foi colocado um copo (5 cm de altura e 3,5 de diâmetro) contendo 80 pulgões alados (proporção de 10 pulgões/planta), dando aos insetos a possibilidade de movimentação por caminhamento e vôo e livre escolha dos cultivares. Após 4 horas, foi realizada a primeira avaliação, contando-se o número de pulgões em cada planta (cultivar). A segunda e última avaliação foi realizada 24 horas após a liberação dos pulgões.

3.3 Experimento II – Efeito de cultivares de trigo em parâmetros biológicos de *R. padi*

Esse experimento foi conduzido em laboratório, nas mesmas condições de temperatura e fotofase do Experimento 1. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e dez repetições (baldes).

Semeou-se manualmente cinco sementes do mesmo cultivar por balde, no dia 1º de agosto. Após seis dias, ocorrida a germinação das sementes e a emergência das plântulas, foi feito o desbaste deixando-se uma planta de cada um dos oito cultivares, por balde.

A infestação (um pulgão adulto áptero/planta) foi realizada aos três dias após a emergência, quando as plantas encontravam-se no estágio 1 (emergência) (uma folha completamente expandida) da escala de Feekes modificada (LARGE, 1954). Para tanto, utilizaram-se pincéis com cerdas finas para transportar os insetos das plantas da criação estoque para as plantas do experimento,

com o devido cuidado para não danificá-los, especialmente o aparelho bucal.

Em cada balde, as plantas foram protegidas por uma gaiola (um tubo de plástico transparente com 20 cm de altura e 3 cm de diâmetro), para evitar a fuga dos insetos (Figura 2). No dia seguinte, o adulto e ninfas foram eliminados, deixando-se apenas uma ninfa/planta. A partir deste dia foram feitas observações diárias para registrar a duração e a mortalidade de fêmeas e a prolificidade dos pulgões, em cada unidade experimental. As observações e avaliações eram feitas sempre pela manhã, erguendo-se a gaiola. Utilizando-se um pincel com cerdas finas, molhadas para aumentar a eficiência do processo, procedia-se a contagem e a retirada das ninfas. Para manter as plantas saudias e evitar o secamento das mesmas, molhava-se o solo dos baldes com 100 ml de água a cada dois dias.

Os efeitos dos genótipos na biologia dos pulgões foram avaliados quanto à duração do período de desenvolvimento, longevidade do adulto, número de ninfas/fêmea e sobrevivência.

3.4 Experimento III- Tolerância de cultivares de trigo infestadas com *R. padi*, no estágio de uma folha

Esse experimento foi conduzido em laboratório, em baldes, a temperatura e demais condições iguais às do Experimento 1. O delineamento foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (cultivares) e cinco repetições.

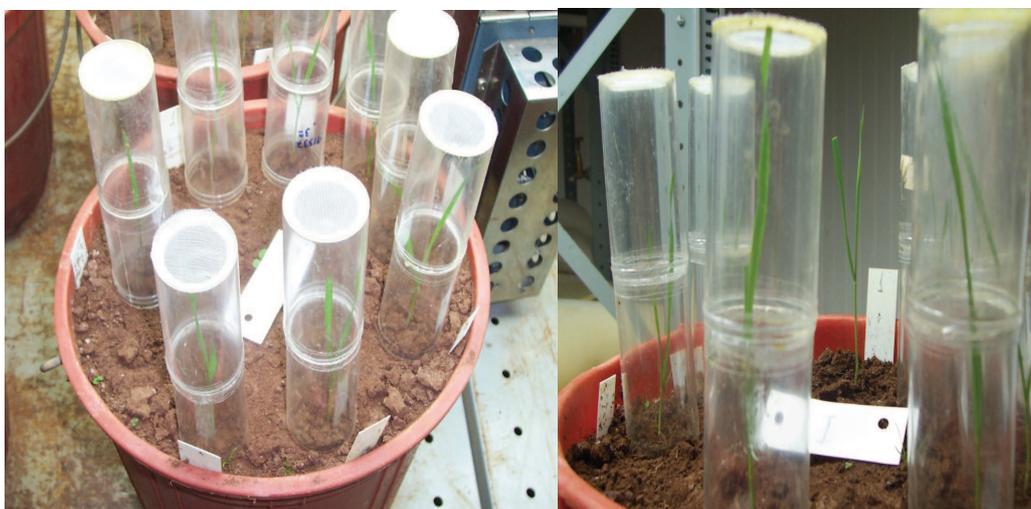


Figura 2. Unidade experimental e gaiolas em detalhe do Experimento II (efeitos dos genótipos na biologia de *Rhopalosiphum padi*).

Para avaliar a tolerância dos cultivares aos pulgões foi considerado o peso de massa seca (raiz e parte aérea). Para cada cultivar empregou-se cinco repetições infestadas com pulgões e cinco repetições não infestadas.

No dia 11 de outubro foram semeadas dez sementes de cada cultivar por balde de forma equidistante. Logo após a emergência foi realizado desbaste das plântulas, deixando-se cinco plantas/cultivar em todas as repetições (baldes).

Aos três dias após a emergência, quando as plantas estavam com uma folha, estágio 1 (emergência) da escala de Feekes modificada por Large (1954), foi realizada a infestação com ninfas grandes (3° e 4° instar) e adultos ápteros, na densidade de 20 pulgões/planta. Diariamente era conferido o número de pulgões em cada planta e, com auxílio de um pincel com cerdas finas e macias, eram eliminadas as ninfas paridas e introduzidos novos pulgões, sempre que necessário. Para evitar secamento e morte de plantas, de dois em dois dias o solo dos baldes foi irrigado superficialmente com 250 ml de água.

Treze dias após, quando as plantas infestadas já apresentavam sintomas (menor crescimento e início de amarelecimento) da ação dos pulgões, a infestação foi interrompida. Os pulgões foram eliminados com o auxílio de pincéis com cerdas molhadas para facilitar a aderência do inseto. Os baldes foram, então, virados para separar as plantas do solo sem danificar o sistema radicular. As plantas foram lavadas, colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas para estufa, à temperatura constante de 70 °C, onde permaneceram até a estabilização do peso.

Este ponto foi identificado pelo acompanhamento diário do peso, em amostras aleatórias. Com a utilização de uma balança digital (precisão de 0,0001 g) procedeu-se a pesagens das raízes e da parte aérea de cada planta.

3.5 Experimento IV- Tolerância de cultivares de trigo infestadas com *R. padi*, no estágio de duas folhas

Este experimento foi semelhante ao Experimento III, alterando-se apenas o estágio das plantas no qual as infestações foram feitas e o número de repetições. As variáveis consideradas para avaliar a tolerância dos cultivares aos pulgões foram o peso de massa seca (raiz, parte aérea e total) e altura de planta.

Para avaliar a resposta de tolerância dos genótipos, para cada cultivar empregou-se oito repetições infestadas com pulgões e oito repetições não infestadas. No dia 4 de maio foram semeadas dez sementes de cada cultivar por balde de forma equidistante. Logo após a emergência foi realizado desbaste das plântulas, deixando-se cinco plantas/cultivar em todas as repetições (baldes) (Figura 3).

Aos nove dias após a emergência, quando as plantas estavam com duas folhas, no estágio 1 (emergência) da escala de Feekes modificada por Large (1954), foi realizada uma poda das plantas utilizando-se uma tesoura a fim de evitar que as mesmas se tocassem e para que ficassem com a mesma altura (Figura 4). No dia seguinte, foram realizadas as infestações com ninfas e adultos ápteros, na densidade de 20 pulgões/planta (Figura 5). Diariamente era conferido o número de pulgões em cada planta,



Figura 3. Unidade experimental com 5 plantas/cultivar do Experimento IV (tolerância no estágio de duas folhas).



Figura 4. Plantas podadas do Experimento IV (tolerância no estágio de duas folhas).



Figura 5. Momento da infestação do Experimento IV (tolerância no estágio de duas folhas).

eliminando-se as ninfas paridas e introduzindo-se novos pulgões, quando necessário.

Quatorze dias após, os pulgões foram eliminados, quando também foi medida a altura de plantas. As plantas foram coletadas, lavadas e colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas para estufa, à temperatura constante de 70 °C, onde permaneceram até a estabilização do peso. Com a utilização de uma balança digital (precisão de 0,0001 g), procedeu-se a pesagens das raízes e da parte aérea de cada planta.

3.6 Experimento V – Resposta de cultivares de trigo a infestação de *R. padi*

Este experimento foi realizado em telado, em delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com seis repetições. A adubação de cobertura foi realizada 35 dias após a emergência das plantas (afilhamento), utilizando-se como fonte de nitrogênio a uréia, na dose de 40 kg/ha.

No dia 29 de junho, após a adubação do solo, manualmente foram abertos os sulcos e realizada a semeadura na densidade de 80 sementes/0,9 m. Após a emergência, realizou-se o desbaste para obtenção da densidade desejada (50 plantas/subparcela de 0,9 m x 0,2 m).

As plantas foram conduzidas de acordo com as indicações técnicas para cultura do trigo (REUNIÃO..., 2005). Para a realização dos tratamentos fitossanitários após a emergência das plantas foi utilizado pulverizador costal com capacidade de 20 litros e equipado

com barra de 1 m, com 4 bicos “leque” XR 8002, espaçados 0,25 m, aplicando-se 120 litros de calda/ha.

Os tratamentos fitossanitários constaram da aplicação de herbicida à base metsulfuron-metil (600 g i.a./ha), logo após a emergência das plantas, e do controle sistemático de insetos e de doenças fúngicas, após a retirada das gaiolas. A primeira aplicação de fungicida (propiconazole + ciproconazole na dose de 75 + 24 g i.a./ha) e inseticida (monocrotofós na dose de 240 g i.a./ha), foi realizada aproximadamente trinta dias após a emergência. Outras aplicações foram realizadas quinzenalmente, totalizando mais quatro aplicações de fungicida (trifloxystrobin + tebuconazole na dose de 60 + 120 g i.a./ha) e três de inseticidas (uma de monocrotofós a 240 g i.a./ha e duas de lambda-cialotrina, a 5 g i.a./ha).

Conforme pode ser visto na Figura 6, cada bloco (repetição), que mediu 8 m² (4 m de comprimento x 2 m de largura), foi dividido ao meio no sentido longitudinal originando as duas parcelas principais, com 4 m de comprimento x 0,9 m de largura, as quais receberam o tratamento infestação de pulgões (com e sem). Entre as parcelas principais, no sentido do comprimento, deixou-se um espaço de 0,2 m. Transversalmente, no sentido da largura da parcela principal, foram colocadas as subparcelas que receberam o subtratamento (cultivar). Cada subparcela foi constituída de uma linha de 0,9 m de comprimento, com espaçamento de 20 cm em relação às demais. Toda a subparcela foi considerada como área útil (0,18 m²) para fins de infestação com pulgões e realização das avaliações.

A infestação com os pulgões foi efetivada aos doze dias após a emergência, quando as plantas encontravam-se,

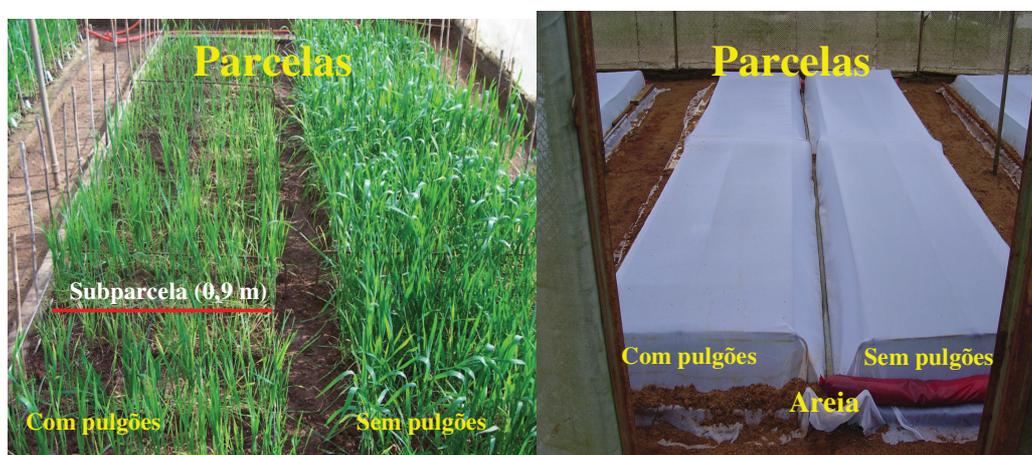


Figura 6. Parcelas (com e sem infestação de pulgões), subparcela (genótipo) e gaiolas usadas no Experimento V (resposta de genótipos a infestação de pulgões).

aproximadamente, com 15 cm de altura, correspondendo ao estágio 2 (início do afilamento) da escala de Feekes modificada (LARGE, 1954).

Para a realização da infestação, segmentos de folhas de trigo contendo o número de pulgões desejado (20 adultos ápteros/planta) foram cortados, com tesouras, das plantas da criação. Em seguida, colocou-se um segmento em cada planta e as subparcelas, tanto as infestadas como as não infestadas, foram cobertas com uma tela de tecido do tipo voal (4,5 m de comprimento x 0,5 m de altura x 1 m de largura), sustentada por arcos de ferro e fixada ao solo com a colocação de areia nas extremidades (Figura 5).

O planejado era que os pulgões permanecessem nas plantas por 10 dias após a infestação, mas como ocorreram chuvas fortes que impediram o trabalho, a retirada das gaiolas ocorreu 15 dias após a infestação. Logo depois, toda a área experimental foi aspergida com inseticida a base de tiametoxam (250 g i.a./ha), com um volume de calda de 120 litros/ha.

A colheita do experimento foi realizada entre 7 e 20 de novembro, de acordo com a maturação de cada genótipo, os quais foram sendo identificados e guardados em uma sala para secagem. Antes da trilha foram realizadas as seguintes avaliações para cada subparcela: número de plantas, altura de planta, número de afilhos, número de espigas e massa seca (raiz e parte aérea das plantas). Após a trilha, foram determinados: número de grãos/subparcela, peso de mil sementes, número de grãos/espiga e rendimento de grãos/subparcela.

Para todas as variáveis, em cada genótipo, foi calculada a diferença negativa, em porcentagem, a partir do valor obtido nas plantas infestadas, em relação às não infestadas com pulgões.

3.7 - Análise estatística

Em todos os experimentos, aos dados obtidos foi aplicada a análise de variância (teste F), seguida da comparação das médias pelo teste de Tukey, via programa SAS 9.1.3, com o limite mínimo de 5 % de probabilidade de erro. Os dados de contagem foram transformados por $\sqrt{x + 0,5}$ e aos dados de porcentagem foi aplicada à transformação angular ou arco-seno ($\arcsin \sqrt{\%}$), para a análise de variância.

Tabela 1. Cultivares utilizados nos experimentos, respectiva linhagem de origem e genealogia (Sousa, 2004).

Cultivares	Linhagem de origem	Genealogia
BRS 194	PF 92231	CEP 14/BR 23 // CEP 17
BRS 208	WT 96063	CPAC 89119 /3/BR 23 // CEP 19/PF 85490
BRS Camboatá	PF 970151	PF 93232 Sel 14
BRS Guabiju	PF 970141	PF 86743/BR 23
BRS Guamirim	PF 990407 ¹	Embrapa 27/Buck Nandu //PF 93159 ¹
BRS Louro	PF 970128	PF 869114/BR 23
BRS Timbaúva	PF 950419	BR 32/PF 869120
BRS Umbu	PF 960243	Century/BR 35

¹ Informação pessoal do pesquisador Pedro Luiz Scheeren (Embrapa Trigo).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Preferência de *R. padi* a cultivares de trigo

Os resultados da avaliação da preferência do pulgão *R. padi* a cultivares de trigo são apresentados na Tabela 2, tanto para 4 horas após o início do teste como para 24 horas após.

Como pode ser observado, não se constatou diferença estatisticamente significativa entre cultivares quanto ao número de pulgões presentes nas plantas, na primeira avaliação (4 horas). Possivelmente, até esse momento, alguns dos pulgões ainda não haviam feito a escolha definitiva ou se deslocado até as plantas para alimentação. Constatou-se que muitos insetos ainda permaneciam nas “arenas” ou haviam pousado nas paredes da gaiola. Já na contagem realizada 24 horas após a liberação, verificou-se diferença entre cultivares, bem como uma tendência de diminuir o número de pulgões em quase todos cultivares, da primeira para a segunda contagem.

Nos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro registrou-se o maior número de pulgões 24 horas após a liberação, em oposição ao cultivar BRS Timbaúva, que foi o menos preferido pelos insetos. Em relação ao número médio de pulgões liberados por cultivar (10 alados/planta), nos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro foram encontrados, em média, 31 % e 26 % respectivamente, dos pulgões. As demais cultivares ficaram numa posição intermediária não diferindo estatisticamente dos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro e nem do cultivar BRS Timbaúva que apresentou um número

Tabela 2. Número médio de pulgões *Rhopalosiphum padi* por planta em cultivares de trigo, 4 e 24 horas após o início do teste de preferência com chance de escolha.¹

Cultivar	4 horas^{2,3}	24 horas^{2,3}
BRS Guamirim	3,3 a	3,1 a
BRS Louro	3,0 a	2,6 a
BRS Guabiju	3,6 a	2,4 ab
BRS Camboatá	2,3 a	2,2 ab
BRS 208	2,1 a	2,2 ab
BRS 194	2,0 a	1,4 ab
BRS Umbu	1,7 a	1,2 ab
BRS Timbaúva	1,7 a	0,6 b
Média	2,5	1,9
C.V. (%)	34,2	34,3

¹ Liberação de 80 pulgões alados/repetição no centro de uma arena com oito cultivares.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

percentual de pulgões muito baixo (0,7 %) em relação ao número de pulgões liberados. O cultivar BRS Timbaúva atraiu 0,6 pulgões/planta, número 78,9 % inferior à média de pulgões encontrados nos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro, e 72,1 % inferior à média de todos os cultivares.

Os resultados obtidos indicam a preferência de *R. padi* aos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro quando comparados com o cultivar BRS Timbaúva, que mostrou efeito antixenótico.

Conforme Painter (1951), existem nas plantas estímulos positivos e negativos que podem atuar de forma significativa no comportamento do inseto, determinando a preferência ou na não-preferência do inseto por um ou outro cultivar. Estes estímulos explicam a preferência dos pulgões, assim como a permanência do inseto no cultivar ou a procura de outro hospedeiro. Os estímulos podem ser de ordem física, química ou morfológica que afetam algumas características do inseto basicamente influenciando seu comportamento (locomoção, orientação, alimentação etc) (KOGAN, 1986).

Hesler et al. (2002) também constataram que as linhagens de trigo MV4, KS92WGRC24 e TAM 107 apresentaram alta antixenose para indivíduos alados de *R. padi*. Roberts & Foster (1983), trabalhando com cultivares pubescentes de trigo observaram alto efeito antixenótico do cultivar VEL a *R. padi* após a liberação de 150 pulgões alados e duas avaliações (dois e três dias após liberação). Hesler (2005) encontrou diferença na preferência de *R. padi* testando genótipos de trigo e triticales, obtendo menor infestação no genótipo de triticales Stniism 3.

Considerando outros cereais de inverno, Azevedo (2006) verificou a tendência de os cultivares de aveia UPF 19, UFRGS 17 e UPFA 22, em estádios iniciais de desenvolvimento, serem menos preferidos por *R. padi*. Também Hesler & Tharp (2005) observaram que os genótipos de triticales N1185, N1186 e Okto Derzhavina foram os menos preferidos pelo pulgão *R. padi* em testes com chance de escolha.

Para o pulgão *S. graminum* em trigo, Tonet & Silva (1995) constataram que a não-preferência foi maior nos genótipos de trigo BR 36, PF 86418, PF 86423, PF 86413 e PF 86411.

4.2 Experimento II – Efeitos de cultivares de trigo em parâmetros biológicos de *R. padi*

Os resultados sobre o efeito de cultivares de trigo na duração do período de desenvolvimento (dias), na longevidade (dias), no número de ninfas produzidas por fêmea e na sobrevivência de *R. padi*, são apresentados na Figura 7 (número acumulado de ninfas/fêmea) e na Tabela 3.

Como pode ser observado na Tabela 3 não se constatou diferença estatisticamente significativa entre cultivares quanto a duração do período de desenvolvimento. Isto mostra que nos cultivares testados os pulgões desenvolveram-se normalmente, atingindo a fase adulta com velocidade semelhante, sem ação adversa diferencial dos cultivares. Assim, em termos de velocidade de desenvolvimento não se constatou indicativos da existência de antibiose, que pudesse diferenciar os genótipos de trigo avaliados.

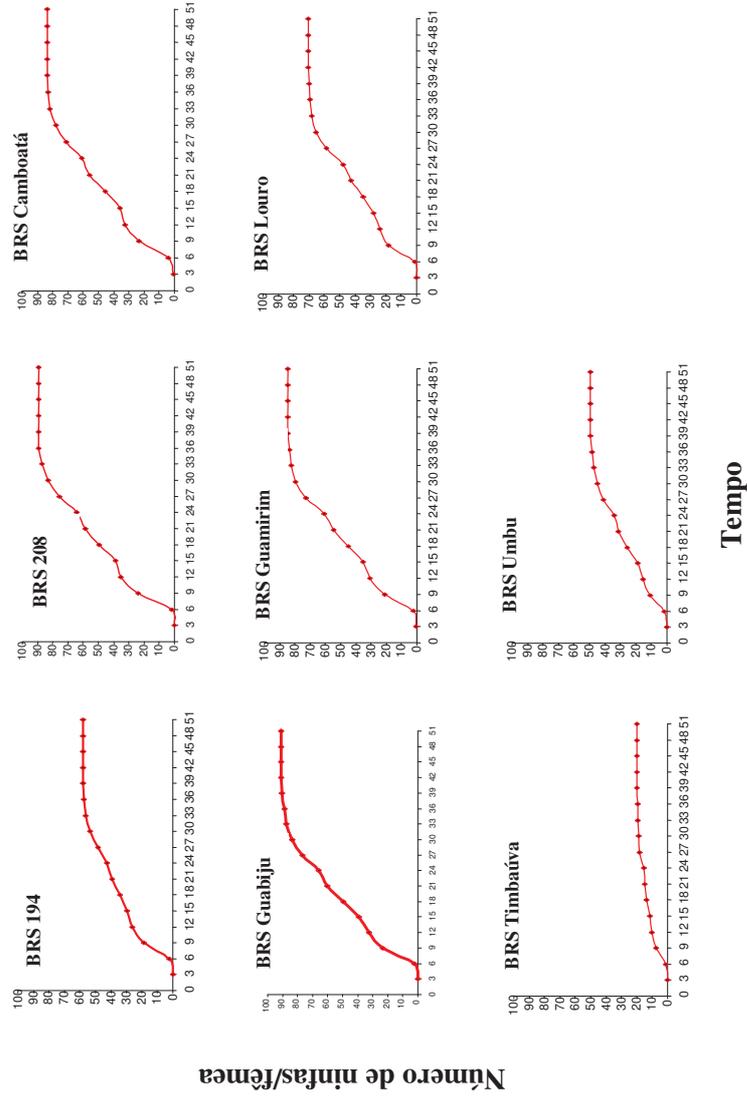


Figura 7. Número acumulado de ninfas por fêmea de *Rhopalosiphum padi* ao longo do tempo (dias).

Tabela 3. Médias do período de desenvolvimento (dias), da longevidade (dias), do número de ninfas/fêmea e da sobrevivência (%) de *Rhopalosiphum padi* em cultivares de trigo.

Cultivar	Período de desenvolvimento ¹	Longevidade ¹	Ninfas/fêmea ^{1,2}	Sobrevivência
BRS Guabiju	5,0 a	40,6 a	89,4 a	100
BRS 208	5,4 a	37,6 a	87,0 a	100
BRS Camboatá	4,8 a	39,2 a	84,2 a	100
BRS Guamirim	5,0 a	42,9 a	83,6 a	100
BRS Louro	5,8 a	30,4 a	69,1 a	100
BRS 194	5,2 a	33,9 a	59,1 a	100
BRS Umbu	5,4 a	31,3 a	49,6 a	90
BRS Timbaúva	4,9 a	9,0 b	19,8 b	30
Média	5,2	33,1	67,7	–
C.V. (%)	29,5	37,3	28,3	–

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

Conforme Painter (1951), a manifestação da resistência é controlada por diversos fatores, sendo que alguns são relacionados às plantas como idade, espécie e parte infestada, e outros são associados ao inseto, como fase e idade, espécie, raça e biótipo.

Hesler & Tharp (2005), avaliando o efeito de genótipos de triticales em parâmetros biológicos do pulgão *R. padi*, dentre eles a duração do período de desenvolvimento até o início da fase reprodutiva, os genótipos N1185, N1186 e Okto Derzhavina diferiram entre si, para esta variável. Entretanto mostraram-se semelhantes quanto ao número de ninfas produzidas.

Contrariando os resultados obtidos no presente trabalho, Hesler et al. (1999), ao compararem e caracterizarem sete genótipos de trigo quanto à resistência a *R. padi*, observaram que as ninfas desenvolveram-se mais lentamente no genótipo MV4, nos estádios iniciais das plantas.

Foi constada diferença estatisticamente significativa entre cultivares quanto à duração da fase adulta (longevidade) (Tabela 3). No cultivar BRS Timbaúva a longevidade média do pulgão foi de 9,0 dias, portanto 75,4 % inferior à longevidade média dos demais cultivares e 79,0 % inferior à registrada no cultivar BRS Guamirim, que proporcionou a maior longevidade média em números absolutos (42,9 dias). Isto pode ser explicado pela baixa taxa de sobrevivência (30 %) ocasionada, possivelmente, pela inadequação do cultivar BRS Timbaúva como alimento, ou pelo fato do inseto não ter se alimentado suficientemente, já que o teste foi realizado sem chance de escolha e sem avaliação da ingestão de alimento.

Durante as avaliações diárias, constataram-se variações na mobilidade dos pulgões nas plantas. No cultivar BRS Timbaúva, *R. padi* apresentou maior mobilidade na planta em comparação aos outros cultivares, o que pode ter determinado redução ou a dificuldade na alimentação, levando a uma menor longevidade do inseto. Este fato pode estar associado à alguns estímulos negativos do cultivar no comportamento do inseto, tanto na picada de prova como na manutenção da alimentação, conforme sugere Kogan (1986).

Situação semelhante foi observada por Starks & Burton (1977) ao constatarem que o biótipo D do pulgão *S. graminum* apresentou alta mobilidade em cultivares resistentes de trigo, o que levou os autores concluírem que esta foi a principal causa da reduzida longevidade do pulgão e do menor dano às plantas.

Quick et al. (1991), testando genótipos de trigo em casa-de-vegetação com possibilidade de serem utilizados em programas de melhoramento para resistência ao pulgão *D. noxia* (pulgão-russo), concluíram que o genótipo PI 372129 apresentava grandes possibilidades, principalmente pelo fato de ter diminuído a taxa média de sobrevivência desta espécie. A resistência através da redução na longevidade do pulgão *S. graminum* também foi constatada após a aplicação de silício na forma de silicato de sódio, o que teria tornado as plantas de trigo mais resistentes (BASAGLI et al. 2003).

Seguindo a mesma tendência observada para longevidade, o cultivar BRS Timbaúva diferiu estatisticamente dos demais, proporcionando o menor número de ninfas/fêmea (Tabela 3 e Figura 7). Em relação aos demais cultivares avaliados, que não diferiram estatisticamente entre si, no cultivar BRS Timbaúva a fecundidade

(19,8 ninfas/fêmea) foi 73,4 % inferior à média dos outros cultivares e 77,8 % inferior à do cultivar BRS Guabiju, no qual registrou-se o maior número de ninfas/fêmea (89,4). A causa deste efeito do cultivar BRS Timbaúva sobre os pulgões pode estar associada à quantidade e a qualidade do alimento ingerido, o que também poderia explicar a alta mortalidade de adultos ocorrida neste cultivar.

Na Figura 7 também fica evidente a diferença do cultivar BRS Timbaúva em relação aos demais, quanto à evolução do número acumulado de ninfas/fêmea, ao longo do tempo.

Conforme Painter (1951), para que ocorra a manifestação da resistência de forma a reduzir o número de descendentes, o inseto deve alimentar-se da planta normalmente e esta exercer um efeito adverso sobre alguma característica biológica. No caso do cultivar BRS Timbaúva, além de uma provável inadequação qualitativa do alimento não se pode descartar a possibilidade dos insetos não terem se alimentado normalmente. Conforme os resultados da análise de preferência, 24 horas após a infestação (Tabela 2), este mesmo cultivar foi o menos preferido. Segundo Lara (1979) os efeitos de um elevado grau de não-preferência para alimentação podem se traduzir da mesma maneira que os apresentados para antibiose, pois os indivíduos, ao não se alimentarem suficientemente podem apresentar alterações em sua biologia.

Hesler (2005), em estudos semelhantes, comparou genótipos de tritcale e de trigo em relação ao pulgão *R. padi*, avaliando o número de pulgões paridos (progênie). Os genótipos de tritcale H7089-52 e Stniism 3 e o genótipo trigo MV4 apresentaram menor número de pulgões/fêmea. Estudos de resistência do tipo

antibiose aos pulgões em cereais têm mostrado que *S. graminum* e *R. padi* reproduzem-se mais rapidamente em cevada e trigo do que em aveia, além de produzirem um número maior de descendentes por fêmea (KIECKHEFER et al. 1980).

Em outros cereais de inverno e outras espécies de pulgões também tem sido encontrada diferença entre genótipos, com relação ao número de ninfas produzido por fêmea. Goellner (1986), testando a capacidade reprodutiva de *S. graminum* num período de oito dias, em 40 genótipos e/ou cultivares de aveia, constatou diferença no número médio de ninfas por fêmea, o qual variou de 15,12 no genótipo CI 7512 a 2,50, no cultivar UFRGS 79A20. Ainda segundo este autor, este último cultivar e as linhagens UPF 77104-1 e UPF 77S030-1, com respectivamente 3,62 e 2,75 ninfas por fêmea, apresentaram antibiose. Também em aveia, Goellner (2002), testando este mesmo mecanismo de resistência em 80 genótipos, em plantas no estágio de duas folhas, observaram baixa capacidade de reprodução da espécie de pulgão *S. avenae*, alimentado em folhas de aveia.

4.3 Experimento III – Tolerância de cultivares de trigo infestadas com *R. padi*, no estágio de uma folha

Os resultados do experimento sobre tolerância de cultivares de trigo, com plantas no estágio de uma folha, ao pulgão *R. padi*, estão na Tabela 4. Como pode ser observado, para este estágio de desenvolvimento das plantas, não se constatou diferença estatisticamente significativa entre os cultivares quanto à massa seca total, massa seca de raiz e massa seca da parte aérea.

Tabela 4. Diferença relativa média (%) na massa seca de raiz (g), massa seca da parte aérea (g) e massa seca total (g) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*

Cultivar	Massa seca raiz		Massa seca parte aérea		Massa seca total	
	Diferença ^{1,2}		Diferença ^{1,2}		Diferença ^{1,2}	
BRS Camboatá	42,4 a		37,9 a		45,4 a	
BRS 194	38,5 a		36,8 a		37,8 a	
BRS 208	35,5 a		39,2 a		32,3 a	
BRS Timbaúva	29,1 a		35,1 a		28,5 a	
BRS Umu	29,1 a		36,4 a		34,4 a	
BRS Guabiju	20,0 a		34,2 a		25,8 a	
BRS Louro	19,7 a		28,5 a		21,1 a	
BRS Guamirim	8,2 a		43,4 a		32,0 a	
Média	27,8		36,4		32,1	
C.V. (%)	61,4		19,8		39,4	

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

Esta igualdade dos cultivares em relação às variáveis estudadas pode ser explicada pelos fatores que influenciam a manifestação da resistência. Normalmente, considera-se que plantas mais novas são mais suscetíveis aos insetos do que num estágio mais desenvolvido mas isso nem sempre ocorre e, em muitos casos, tem-se observado um comportamento inverso (LARA, 1979). Fatores relacionados às plantas, como o estágio de desenvolvimento, e relacionados ao inseto, como espécie e estágio de desenvolvimento (PAINTER, 1951), podem explicar a não constatação da tolerância para as condições estudadas com relação aos cultivares e ao pulgão *R. padi*. Provavelmente, o nível e a duração da infestação de pulgões tenham sido insuficientes para evidenciar diferenças entre os cultivares, em termos de desenvolvimento de plântulas. Isto permite sugerir que, para experimentos desta natureza, a metodologia usada deve ser reformulada.

4.4 Experimento IV – Tolerância de cultivares de trigo infestados com *R. padi*, no estágio de duas folhas

Os resultados do experimento sobre tolerância de cultivares de trigo, com plantas no estágio de duas folhas, ao pulgão *R. padi*, estão na Tabela 5.

Para a variável altura de planta constatou-se diferença estatisticamente significativa entre os cultivares. Possivelmente, neste estágio, a taxa de crescimento das plantas no período avaliado (14 dias) favoreceu o aparecimento da referida diferença. Os cultivares

Tabela 5. Diferença relativa média (%) na altura de planta (cm), na massa seca de raiz (g), massa seca da parte aérea (g) e massa seca total (g) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Altura de planta	Massa seca de raiz	Massa seca parte aérea	Massa seca total
	Diferença ^{1,2}	Diferença ^{1,2}	Diferença ^{1,2}	Diferença ^{1,2}
BRS Guabiju	38,9 a	32,4 a	34,5 ab	30,8 a
BRS 208	37,4 a	40,8 a	37,8 a	37,5 a
BRS Louro	36,8 a	35,0 a	31,0 ab	30,4 a
BRS Guamirim	34,9 ab	32,7 a	32,2 ab	31,8 a
BRS Camboatá	34,6 ab	22,8 a	30,9 ab	29,2 a
BRS Timbaúva	34,3 ab	37,5 a	31,6 ab	31,8 a
BRS 194	31,5 ab	36,8 a	29,3 ab	32,5 a
BRS Umbu	27,2 b	37,5 a	25,1 b	31,8 a
Média	34,4	26,7	36,4	32,0
C.V. (%)	16,4	35,0	20,4	25,1

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

BRS Guabiju, BRS 208 e BRS Louro registraram a maior diferença percentual em relação a altura de planta, obtida da comparação entre as plantas infestadas destes três cultivares com suas respectivas testemunhas (sem infestação de pulgões) (Tabela 5). Já o cultivar BRS Umbu apresentou a menor diferença percentual em comparação à sua testemunha, evidenciando ser mais tolerante para a variável estudada, que os cultivares BRS Guabiju, BRS 208 e BRS Louro. Estes apresentaram, em média, uma diferença na altura de planta, 10,5 % maior que o cultivar BRS Umbu. Os demais cultivares ficaram numa posição intermediária não diferindo estatisticamente entre si.

Para as variáveis relacionadas à massa seca (Tabela 5) não se constatou diferença estatisticamente significativa entre cultivares quanto à massa seca de raiz e massa seca total. Já para massa seca da parte aérea, verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os cultivares. No cultivar BRS Umbu registrou-se uma redução 25,1 % na massa seca da parte aérea, que foi a menor diferença percentual encontrada, na comparação entre as plantas infestadas e não infestadas. Em oposição, o cultivar BRS 208 mostrou a maior diferença relativa no peso de massa seca da parte aérea, superando o cultivar BRS Umbu em 12,7 %.

Os demais cultivares ficaram numa posição intermediária não diferindo estatisticamente nem do cultivar BRS 208 e nem do cultivar BRS Umbu.

Nas condições em que o experimento foi realizado, o cultivar BRS Umbu apresentou uma maior tolerância em relação ao cultivar BRS 208, ou seja, sob uma mesma densidade e tempo de

infestação do pulgão *R. padi*, apresentou menor déficit no desenvolvimento da parte aérea das plantas.

Em trabalhos realizados com a cultura do trigo, Tonet (1993) obteve redução no peso seco das plantas em decorrência da infestação com *S. graminum*. Os cultivares Jupateco e Anahuac apresentaram as maiores reduções de peso seco, as linhagens PF 86408 e PF 86415, com 12,0 e 16,1% de redução, respectivamente, foram menos afetadas, sendo consideradas tolerantes em relação aos demais genótipos avaliados. Ainda na cultura do trigo, Webster & Porter (2000) estudaram os componentes da resistência a *S. graminum* biotipo E, e constataram diferença no peso de matéria seca devido à ação desta espécie de pulgão, sendo este peso menor no genótipo TAM W-101 em relação à GRS 1201 e Largo.

São muito escassos os trabalhos relacionados especificamente a tolerância de cultivares de trigo a *R. padi*, nos quais tenha sido avaliada a massa seca. Todavia, trabalhos com outras espécies de pulgões e de cereais podem contribuir para o melhor entendimento deste indicativo de resistência. Recentemente, Azevedo (2006) concluiu que a quantidade de massa seca das plantas foi reduzida por duas espécies de pulgões (*S. graminum* e *R. padi*) no cultivar de aveia FAPA 6. O cultivar de aveia UPF 16, foi afetado por *S. graminum* e o cultivar de aveia UPF 19 por *R. padi*.

Goellner (1986), ao realizar um trabalho em laboratório comparando cultivares e linhagens de aveia em relação ao dano de *S. graminum*, considerou resistentes, devido à menor redução de matéria seca, as linhagens UPF 77S465, UPF 79S090 e SWAN. Por outro lado, considerou suscetível o cultivar UFRGS 78A04 no qual, houve

redução de 71,4% na matéria seca, não diferindo significativamente das linhagens UPF 80S097, UPF 77256-14-1b, UPF 79294-1, UPF 77256-5-5b, UPF 79184-1-4, UFRGS 7809 e UPF 77S030-1, que apresentaram redução de matéria seca superior a 50%.

4.5 Experimento V- Resposta de cultivares de trigo a infestação de *R. padi*

Os resultados da resposta de cultivares à infestação de *R. padi* em relação ao número de plantas/subparcela são expressados na Tabela 6. Como pode ser observado, houve diferença estatisticamente significativa entre cultivares. Considerando a metodologia utilizada neste experimento, na resposta dos genótipos à infestação de *R. padi*, podem estar envolvidos tanto o mecanismo de resistência do tipo tolerância como antibiose.

A população de pulgões que se desenvolveu a partir da infestação inicial atingiu níveis drásticos, que provocaram até a morte de plantas e expressivas diferenças entre plantas infestadas e não infestadas de um mesmo cultivar.

O cultivar BRS Guabiju apresentou uma diferença relativa de 38,4 % no número de plantas/subparcela sendo maior em comparação aos cultivares BRS Camboatá (16,2 %) e BRS Louro (12,5 %). O cultivar BRS Guamirim também mostrou uma maior diferença relativa quando comparado ao cultivar BRS Louro, porém não diferindo dos demais cultivares.

O cultivar BRS Louro mostrou uma redução de 23,4 % no número de plantas/subparcela em relação a média dos cultivares BRS

Tabela 6. Número médio de plantas/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Número de plantas		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Guabiju	42,6	25,1	38,4 a
BRS Guamirim	46,5	31,0	33,5 ab
BRS 208	40,6	29,8	30,5 abc
BRS Timbaúva	44,8	34,8	24,8 abc
BRS Umbu	45,6	37,6	23,6 abc
BRS 194	39,8	34,0	19,9 abc
BRS Camboatá	37,6	33,1	16,2 bc
BRS Louro	36,6	37,3	0,0 c
Média	41,7	32,8	24,9
C.V. (%)	–	–	42,6

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

Guabiju e BRS Guamirim, porém não diferiu estatisticamente dos demais cultivares.

Conforme Lara (1979), o número de plantas vivas é um parâmetro muito utilizado, principalmente com plantas no estágio de “seedlings”, nos casos em que o ataque de inseto chega a provocar morte das mesmas. Livers & Harvey (1969), inoculando aproximadamente 10 pulgões/planta da espécie *S. graminum* em diferentes genótipos de centeio, no estágio de 2 folhas, observavam alta mortalidade de plantas principalmente no genótipo ESMEALD.

No presente trabalho, o cultivar BRS Louro apresentou a menor diferença no número de planta/subparcela na comparação de parcelas com e sem infestação do pulgão *R. padi*, pode ser considerado como mais tolerante a uma alta infestação de *R. padi* que o cultivar BRS Guabiju.

Com relação a variável altura de planta, mostrada na Tabela 7, o cultivar BRS Timbaúva apresentou a menor diferença em termos percentuais (20,8 %) em comparação aos cultivares BRS Umbu (41,6 %) e BRS Guabiju (33,4 %). Já o cultivar BRS Camboatá (24,8 %) apresentou melhor resposta de resistência que o cultivar BRS Umbu, pois sofreu, comparativamente, uma menor redução na altura de planta. Entretanto, este resultado não confirma o menor efeito dos pulgões na altura de planta observado no cultivar BRS Umbu, no segundo experimento de tolerância, em laboratório (Tabela 5).

O cultivar BRS Timbaúva teve uma diferença relativa de 16,7 % menor que a média dos cultivares BRS Umbu e BRS Guabiju, mostrando-se mais resistente que estes. Os demais cultivares não diferiram significativamente do cultivar BRS Timbaúva.

Tabela 7. Altura média de planta (cm)/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Altura de planta		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Umbu	65,5	36,3	41,6 a
BRS Guabiju	78,3	54,3	33,4 ab
BRS Louro	66,3	51,8	27,6 bc
BRS 208	82,6	65,1	26,6 bc
BRS Guamirim	56,3	45,3	25,0 bc
BRS 194	94,5	76,8	25,0 bc
BRS Camboatá	70,0	56,5	24,8 bc
BRS Timbaúva	77,6	67,0	20,8 c
Média	73,8	56,6	28,1
C.V. (%)	–	–	21,1

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

Hesler (2005) avaliou a alteração no crescimento de plântulas de trigo e triticale infestadas por *R. padi*. Verificou que os genótipos de trigo Arapahoe e KS92WGRC24 tiveram o crescimento das plântulas afetado, enquanto o genótipo de trigo MV4 e os genótipos de triticale 8TA5L, H7089-52 e Stniism não foram afetados pela infestação deste pulgão. Tonet (1993), trabalhando com a espécie de pulgão *S. graminum* em genótipos de trigo, também observou redução na altura de plantas entre os materiais testados, verificando que a linhagem PF 86408 foi uma das mais tolerantes a este tipo de dano. A linhagem PF 86417 foi a mais afetada pelos pulgões entre as linhagens, com redução de 32,4% na altura das plantas.

Como pode ser observado na Tabela 8, em relação à massa seca de toda planta ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os cultivares. Os cultivares BRS Umbu (89,3 %) e BRS Guabiju (80,8 %) apresentam maior diferença percentual na massa seca total em comparação aos cultivares BRS 208, BRS Louro, BRS 194, BRS Camboatá e BRS Timbaúva. O cultivar BRS Timbaúva com uma diferença relativa de 41,9 % mostrou-se mais resistente à infestação de pulgões *R. padi* quando comparado aos cultivares BRS Umbu, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS 208 e BRS Louro, sendo sua diferença 30,5 % menor em relação a média dos mesmos. Os cultivares BRS 194 e BRS Camboatá não diferiram significativamente do cultivar BRS Timbaúva.

Para a variável massa seca da parte aérea da planta (Tabela 9), também houve diferença estatisticamente significativa entre os cultivares, que apresentaram a mesma tendência de resposta verificada para a variável massa seca total.

Tabela 8. Massa seca média de toda planta (g)/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Massa seca		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Umbu	167,4	17,3	89,3 a
BRS Guabiju	180,7	35,2	80,8 ab
BRS Guamirim	132,3	41,9	66,9 bc
BRS 208	151,5	54,6	63,9 c
BRS Louro	139,1	54,3	61,1 c
BRS 194	175,6	75,7	55,6 cd
BRS Camboatá	145,7	64,4	53,1 cd
BRS Timbaúva	184,9	106,2	41,9 d
Média	159,6	56,2	64,0
C.V. (%)	–	–	13,6

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

Tabela 9. Massa seca média da parte aérea da planta (g)/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Massa seca parte aérea		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Umbu	156,9	13,8	90,8 a
BRS Guabiju	169,5	31,4	81,7 ab
BRS Guamirim	124,6	39,1	67,1 bc
BRS 208	141,4	49,5	65,0 bc
BRS Louro	128,2	50,0	60,9 c
BRS 194	162,3	64,3	59,3 c
BRS Camboatá	136,8	59,3	53,4 cd
BRS Timbaúva	174,8	99,7	42,3 d
Média	149,3	50,8	65,0
C.V. (%)	–	–	13,7

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

O cultivar BRS Timbaúva destacou-se novamente por apresentar a menor diferença relativa (42,3 %) na massa seca da parte aérea. Quando comparado aos cultivares BRS Umbu, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS 208, BRS Louro e BRS 194, o cultivar BRS Timbaúva apresentou uma diferença percentual média 28,5 % menor que os mesmos, porém não diferiu estatisticamente do cultivar BRS Camboatá. Como já acontecera com altura de planta, o resultado do cultivar BRS Umbu que apresentou a maior diferença relativa em termos de massa seca da parte aérea, não confirma os resultados do segundo experimento de tolerância, realizado em laboratório (Tabela 5).

A variável massa seca de raiz também apresentou diferença estatisticamente significativa entre os cultivares (Tabela 10). O cultivar BRS 194 apresentou a menor diferença na comparação entre plantas infestadas e não infestadas (17,7 %) demonstrando a menor diferença relativa quando confrontado com os cultivares BRS Guabiju, BRS Guamirim e BRS Umbu, obtendo uma diferença percentual média 34,4 % inferior aos mesmos. Porém, não diferiu estatisticamente dos demais.

Constatou-se diferença significativa entre os cultivares quanto às respostas à infestação de *R. padi* em termos de número de afilhos/subparcela (Tabela 11). Os cultivares BRS Guabiju, BRS Guamirim e BRS Umbu apresentaram maior diferença relativa em comparação ao cultivar BRS 194. Os demais cultivares ficaram numa posição intermediária, entretanto o cultivar BRS Timbaúva também se destacou apresentando uma das menores diferenças relativas.

Tabela 10. Massa seca média de raiz (g)/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Massa seca raiz		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Guabiju	11,1	3,7	56,0 a
BRS Guamirim	7,7	2,8	51,2 a
BRS Umbu	10,4	3,5	49,2 a
BRS 208	10,0	5,1	44,5 ab
BRS Louro	10,8	4,2	41,4 ab
BRS Camboatá	8,9	5,1	38,0 ab
BRS Timbaúva	10,1	6,5	32,6 ab
BRS 194	13,3	11,4	17,7 b
Média	10,2	5,2	41,3
C.V. (%)	–	–	39,3

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

Tabela 11. Número médio de afilhos/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Número de afilhos		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Guabiju	92,1	40,0	49,1 a
BRS Guamirim	106,8	50,8	45,4 ab
BRS Umbu	90,5	46,1	43,5 ab
BRS Louro	78,8	50,3	36,5 abc
BRS Camboatá	83,6	53,0	34,6 abc
BRS 208	66,0	45,5	33,6 abc
BRS Timbaúva	108,6	73,3	31,3 bc
BRS 194	67,6	49,3	27,2 c
Média	86,7	51,0	37,6
C.V. (%)	–	–	22,2

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

Segundo Painter (1951), uma planta tolerante pode compensar a ação danosa do inseto de forma que não prejudique sua produção. Provavelmente, isto ocorreu com os cultivares BRS 208 e BRS Timbaúva, que apresentaram uma menor diferença no número de afilhos, em relação ao cultivar BRS Guabiju.

Redução do número de afilhos/planta também foi observada por Tonet (1993), porém com a espécie de pulgão *S. graminum*. Os cultivares Jupateco e Anahuac apresentaram 100% de redução no número de afilhos/planta, enquanto que a linhagem menos afetada foi PF 86410, com redução de 47,2 % no número de afilhos/planta. O resultado da variável número de espigas/subparcela para a qual os cultivares diferiram estatisticamente, estão expressos na Tabela 12.

O cultivar BRS 194 mostrou uma diferença relativa na ordem de 27,5 % sendo menor quando comparada com os cultivares BRS Guabiju, BRS Guamirim e BRS Umbu, estatisticamente igual em relação aos demais cultivares. Observou-se uma diferença percentual de 19,4 % entre o cultivar BRS 194 em relação à média dos cultivares BRS Guabiju, BRS Guamirim e BRS Umbu.

Os resultados permitem destacar o cultivar BRS 194 como o que sofreu o menor impacto no número de espigas, em função da infestação de *R. padi*.

Redução do número de espigas/planta devido a infestação de *S. graminum* foi observada por Tonet (1993), sendo que os cultivares Jupateco e Anahuac foram altamente afetados, enquanto que a linhagem mais resistente foi PF 86410.

Tabela 12. Número médio de espigas/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Número de espigas		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Guabiju	87,3	35,1	51,1 a
BRS Guamirim	99,3	44,6	46,5 ab
BRS Umbu	81,3	41,6	43,2 ab
BRS Louro	73,8	44,0	38,6 abc
BRS Camboatá	79,3	48,0	35,5 bc
BRS 208	59,3	39,6	35,0 bc
BRS Timbaúva	101,6	66,6	32,7 bc
BRS 194	63,6	46,6	27,5 c
Média	80,6	45,7	38,7
C.V. (%)	—	—	20,9

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estádio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

Na Tabela 13, pode ser observado que os cultivares responderam de forma estatisticamente diferente à infestação de *R. padi* em relação ao número de grãos/subparcela. O cultivar BRS Timbaúva não mostrou diferença relativa significativa em relação aos cultivares BRS Camboatá e BRS 194, porém diferiu de todos os demais. Considerando o cultivar BRS Timbaúva, a maior diferença percentual foi observada quando confrontado com o cultivar BRS Umbu (53,7 %). Quando comparado com todos cultivares dos quais diferiu, a diferença média ficou em torno de 34,7 %.

Para o peso de mil sementes, também foram registradas diferenças estatisticamente significativas entre os cultivares (Tabela 14). O cultivar BRS Umbu apresentou maior diferença relativa (31,7 %) no peso de mil sementes em comparação aos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro, mas em relação aos demais cultivares não houve diferença estatisticamente significativa. A diferença percentual do cultivar BRS Umbu em relação à média dos cultivares BRS Guamirim e BRS Louro foi de 21,7 %.

Embora sem respaldo na análise estatística, nota-se uma tendência do cultivar BRS Timbaúva também apresentar uma menor diferença relativa no peso de mil sementes em relação ao cultivar BRS Guabiju. Apesar de não diferirem significativamente para esta variável, estes cultivares diferiram quanto aos efeitos dos pulgões no número de afilhos/subparcela e, número de espigas/subparcela apresentando comportamento oposto (Tabelas 11,12 e 14).

Com relação ao rendimento de grãos, ou seja, à variável peso de grãos/subparcela, verificou-se que os cultivares diferiram

Tabela 13. Número médio de grãos/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	Número de grãos		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Umbu	2277	114	94,7 a
BRS Guabiju	2447	419	82,6 ab
BRS Guamirim	2195	571	72,7 bc
BRS 208	2077	717	65,6 bc
BRS Louro	2150	792	62,9 c
BRS Camboatá	2191	925	56,0 cd
BRS 194	1804	756	55,6 cd
BRS Timbaúva	2674	1523	41,0 d
Média	2226	727	66,3
C.V. (%)	–	–	15,2

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

Tabela 14. Peso médio de mil sementes (PMS) (g) e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivar	PMS		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgões ¹	Com pulgões ¹	
BRS Umbu	27,8	19,2	31,7 a
BRS 208	32,3	27,7	21,8 ab
BRS Guabiju	31,4	26,8	21,7 ab
BRS 194	33,1	30,8	21,6 ab
BRS Camboatá	29,9	25,8	20,6 ab
BRS Timbaúva	28,2	25,9	16,0 ab
BRS Louro	26,3	25,9	11,3 b
BRS Guamirim	28,6	27,8	8,6 b
Média	29,7	26,2	19,1
C.V. (%)	–	–	51,4

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estágio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula arco seno $\sqrt{\%}$.

estatisticamente entre si (Tabela 15).

Conforme já foi ressaltado, a diferença de peso de grãos entre plantas infestadas e não infestadas dos cultivares foi elevada, atingindo 71,3 %, em média. Isto ocorreu devido ao fato que a população de pulgões decorrente da infestação artificial, protegida de efeitos bióticos e abióticos negativos, praticamente tomou conta das plantas, após 15 dias.

O cultivar BRS Timbaúva apresentou a menor diferença relativa (49,8 %) no peso de grãos, diferindo estatisticamente dos cultivares BRS Umbu, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS 208 e BRS Louro. Não diferiu porém dos cultivares BRS 194 e BRS Camboatá, que por sua vez igualaram estatisticamente. A maior diferença percentual entre cultivares (46,3 %) foi obtida na comparação de BRS Umbu com BRS Timbaúva.

A menor perda no peso de grãos observada no cultivar BRS Timbaúva pode ser explicada pelo mesmo comportamento apresentado por este cultivar em relação à altura (Tabela 7), matéria seca das plantas (Tabelas 8, 9 e 10) e número grãos/subparcela (Tabela 13). O cultivar BRS Timbaúva também se destacou pelo pequeno efeito sofrido no número de afilhos (Tabela 11) e de espigas/subparcela (Tabela 12), em função da infestação de pulgões. Considerando-se os resultados deste e dos demais experimentos realizados em laboratório, observa-se que o cultivar BRS Timbaúva, quando comparado aos outros cultivares testados, apresenta resistência

Tabela 15. Peso médio de grãos (g)/0,18 m² e respectiva diferença relativa média (%) em cultivares de trigo com e sem infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*.

Cultivares	Peso de grãos		Diferença ^{2,3}
	Sem pulgão	Com pulgão ¹	
BRS Umbu	64,9	2,5	96,1 a
BRS Guabiju	76,2	11,2	85,3 ab
BRS Guamirim	64,2	16,1	74,9 bc
BRS 208	68,7	19,7	71,3 bc
BRS Louro	61,4	21,1	65,6 c
BRS Camboatá	60,3	22,0	63,5 cd
BRS 194	66,8	23,7	64,5 cd
BRS Timbaúva	76,9	38,6	49,8 d
Média	67,4	19,3	71,3
C.V. (%)	–	–	12,4

¹ Infestação de 20 pulgões adultos ápteros/planta no estádio de início do afilhamento.

² Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Dados transformados utilizando-se a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

do tipo preferência e, muito provavelmente, antibiose ao pulgão *R. padi*. Da mesma forma, o cultivar BRS Umbu que, em oposição ao BRS Timbaúva, apresentou a maior diferença no rendimento de grãos, também se destacou como o cultivar mais afetado em termos de altura (Tabela 7), massa seca de plantas (Tabelas 8, 9 e 10) e número de grãos/subparcela (Tabela 13).

O cultivar BRS Guabiju apesar de não ter apresentado a maior diferença relativa no peso de grãos, mostrou evidências de suscetibilidade ao pulgão *R. padi*. Este resultado está coerente com a resposta deste cultivar à infestação de pulgões, apresentando elevadas diferenças relativas de massa seca de plantas (Tabelas 8, 9 e 10) e número de planta (Tabela 6), afilhos (Tabela 7), de espigas (Tabela 12) e grãos/subparcela (Tabela 13).

Segundo Rodrigues et al. (2003), o rendimento de grãos em trigo pode ser estimado pelos seus componentes, os quais, por sua vez, são definidos em pré-antese (número de espigas/m² e número de grãos/espigas) e em pós-antese (peso de grãos).

Harvey & Wilson (1962) registraram que a redução no número de espigas por planta, em genótipos de trigo resistentes e suscetíveis a *S. graminum*, variou de 14 a 72%, respectivamente, resultando em quedas de 54 a 91% no rendimento de grãos. Tonet & Silva (1995) mostraram que a redução no número de espigas por planta e os baixos rendimentos de grãos dos cultivares de trigo se devem à sua suscetibilidade a *S. graminum*.

Estudando os efeitos da infestação de *S. graminum*, *S. avenae* e *R. padi* sobre o cultivar Protor de trigo de primavera, Kieckhefer &

Kantack (1980) concluíram que as perdas mais acentuadas de rendimento ocorreram quando a infestação foi feita no estágio de 2 folhas e densidades médias 25 – 30 pulgões/afilho causando reduções de 60% em alguns componentes de rendimento (número de espigas, número de espiguetas, peso da espiga e peso de 100 grãos). *S. graminum* e *R. padi* causaram mais danos que *S. avenae* em densidades populacionais similares.

5 CONCLUSÕES

Para as condições em que foram conduzidos, considerando a espécie de pulgão *R. padi* e os oito cultivares de trigo avaliados (BRS 194, BRS 208, BRS Camboatá, BRS Guabiju, BRS Guamirim, BRS Louro, BRS Timbaúva e BRS Umbu), os experimentos permitem concluir que:

- a) Os cultivares BRS Guamirim e BRS Louro são os mais preferidos e o cultivar BRS Timbaúva o menos preferido por pulgões alados.
- b) O cultivar BRS Timbaúva, quando usado como hospedeiro de *R. padi*, provoca diminuição na longevidade, na fecundidade e na sobrevivência dos insetos.
- c) O cultivar BRS Timbaúva é o menos afetado pela infestação de *R. padi* quanto a peso de grãos, número de grãos, massa seca de planta e altura de planta.

d) O cultivar BRS Umbu é o mais afetado pela infestação de *R. padi* quanto a peso de grãos, peso de mil sementes, número de grãos, massa seca de planta e altura de planta.

e) O cultivar BRS Timbaúva é o mais resistente ao pulgão *R. padi* em termos de desenvolvimento e capacidade produtiva de plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSI, J. *Avaliação dos impactos sociais e econômicos das tecnologias geradas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Trigo*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. (Documentos, 3).

AZEVEDO, R. *Resistência de cultivares de aveia branca aos pulgões Rhopalosiphum padi (Linnaeus, 1758) e Schizaphis graminum (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae)*. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

AZEVEDO, R., SILVA, F.F., STORCH, G., ELIAS, S.A.A., LOECK, A.E. e CARVALHO, F.I.F. Resistência de cultivares de aveia branca a pulgões transmissores do vírus do nanismo amarelo da cevada. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 22, Passo Fundo, 2002. *Resultados experimentais*. Passo Fundo: UPF, p. 423-425.

BARBOSA, M. M. *Controle genético da resistência ao vírus do mosaico do trigo em Triticum aestivum L. Thell.* 1996. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1996.

BASAGLI, M. A. B. et al. Effect of sodium silicate application on the resistance of wheat plants to the green-aphids *Schizaphis graminum*

(Rond.) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 32, p. 659-663, 2003.

BURD, J. D. et al. Biotypic variation among North American russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) populations. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 99, n. 5, p. 1862-1866, 2006.

CAETANO, V. da R. *Estudo sobre o vírus do nanismo amarelo em trigo, no Rio Grande do Sul*. 1972. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1972.

CAETANO, V. da R. Situation report - Brazil. In: BARLEY YELLOW DWARF WORKSHOP, 1983, México. *Proceedings...* México: CIMMYT, 1983. p. 173-174.

CAETANO, V. da R.; TEIXEIRA, J. R. S.; NETO, N. Estudos sobre combate químico de pragas e doenças no trigo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Trigo - resultados de pesquisa em 1974*. Passo Fundo, 1975. v. 2., p. 154-170.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, v. 28, p. 505-510, 1999.

CONAB. *Lavouras*. Disponível em: <<http://www.conab.com.br>>. Acesso em: 6 de mar. 2007.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 35, n. 6, p. 834-839, 2006.

CUNHA, B. *Trigo*. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1960. (Estudos Técnicos, 14).

DIDONET, A. D. A importância da área foliar durante o desenvolvimento da planta de trigo. *Agrotécnica*, São Paulo, v. 8, p. 5-12, 1991.

EICHLER, M. R.; NARDI, C. A. Avaliação de inseticidas no combate aos afídeos do trigo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Sanidade*. Passo Fundo, 1976. v. 4, p. 166-190.

EICHLER, M. R.; REIS, E. M.; IGNACZAK, J. C. Determinação das perdas ocasionadas por pulgões do trigo em 1976, em diferentes estádios da cultura. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Sanidade*. Passo Fundo, 1977. v. 4, p. 278-292.

FORMUSOH, E. S. et al. Resistance to the russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in wheat and wheat-related hybrids. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 87, p. 241-244, 1994.

GALLO, D. et al. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GALLUN, R. L. Breeding for resistance to insects in wheat. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. *Breeding plants resistant to insects*. New York: J. Wiley, 1979. p. 246-261.

GALLUN, R. L.; STARKS, K. J.; GUTHRIE, W. D. Plant resistance to insects attacking cereals. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 20, p. 337-357, 1975.

GASSEN, D. N. *Controle biológico de pulgões do trigo*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1988. (Documentos, 3).

GASSEN, D. N. *Insetos associados a cultura do trigo no Brasil*. 3. ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. (Circular Técnica, 3).

GASSEN, D. N. *Parasitas, patógenos e predadores de insetos associados à cultura do trigo*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1986. (Circular Técnica, 1).

GASSEN, D. N.; TAMBASCO F. J. Manejo integrado de pragas em trigo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 9, p. 47-49, 1983.

GERLOFF, E. D.; ORTMAN, E. E. Physiological changes in barley induce by greenbug feeding stress. *Crop Science*, Madison, v. 11, p. 174-176, 1971.

GOELLNER, C. I. *Determinação de fontes de resistência em linhagens e cultivares de aveia (Avena spp.) à afídeos (Hom., Aphididae)*. 1986. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

GOELLNER, C. I. Resistência de genótipos de aveia a duas espécies de pulgões. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 22., 2002, Passo Fundo. *Resultados experimentais...* Passo Fundo: UPF, 2002. p. 429-430.

GOELLNER, C. I.; CORSEUIL, E. Antibiosis of oat lines to three aphid species. *Oat Newsletter*, Ames, n. 41, p. 81-83, 1991.

GOELLNER, C. I.; CORSEUIL, E. Resistance in oat entries to two aphid species (HOM., Aphididae). In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE AVEIA, 11., 1989, Guarapuava. *Anais...* Guarapuava: Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda, 1989. p. 120-167.

GOELLNER, C. I.; CORSEUIL, E. Tolerância e antibiose de aveia ao pulgão da espiga. *Trigo e Soja*, Porto Alegre, n. 99, p. 23-27, 1988.

GOELLNER, C. I.; EICHLER, L. Aveia: controle de pragas e doenças da cultura. *Correio Agrícola Bayer*, São Paulo, n. 1, p. 14-17, 1989.

GOELLNER, C. I.; FLOSS, E. L. *Insetos-pragas da cultura da aveia: biologia, manejo e controle*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2001.

GOELLNER, C. I. et al. Breeding for aphid resistance in oats. *Oat Newsletter*, Ames, n. 33, p. 11-14, 1982.

HARVEY, T. L.; WILSON, J. A. Greenbug injury to resistant and susceptible winter wheat in the field. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 55, n. 2, p. 258-260, 1962.

HAWLEY, C. J.; PEAIRS, F. B.; RANDOLPH, T. L. Categories of resistance at different growth stages in halt, a winter wheat resistant to the russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 96, p. 214-219, 2003.

HESLER, L. S. Resistance to *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in three triticale accessions. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 98, n. 2, p. 603-610, 2005.

HESLER, L. S.; THARP, C. Antibiosis and antixenosis to *Rhopalosiphum padi* among triticale accessions. *Euphytica*, Wageningen, v. 143, n. 1/2, p. 153-160, 2005.

HESLER, L. S. et al. Resistance to *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in wheat germplasm accessions. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 92, n. 5, p. 1234-1238, 1999.

HESLER, L. S. et al. Responses of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) on cereal aphid-resistant wheat accessions. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, Mount Pleasant, v. 19, n. 3, p. 133-140, 2002.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, New York, v. 19, p. 107-149, 1967.

KIECKHEFER, R. W.; JEDLINSKI, H.; BROWN, C. M. Host preferences and reproduction of four cereals aphids on 20 Avena selections. *Crop Science*, Madison, v. 20, p. 400-402, 1980.

KIECKHEFER, R. W.; KANTACK, B. H. Losses in yield in spring wheat in South Dakota caused by cereal aphids. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 73, p. 582-585, 1980.

KOGAN, M. *Ecological theory and integrated pest management practice*. New York, ed. J. Wiley e Sons, 1986.

KOGAN, M.; ORTMAN, E. F. Antixenosis – A new term proposed to define Painter's "Non-preference" modality of resistance. *Bull. Entomol. Soc. Amer.*, 24(2), p. 175-176, 1978.

KOGAN, M.; PAXTON, J. Natural inducers of plant resistance to insect. In: HEDIN, P. A. (Ed.). *Plant resistance to insects*. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1983. p. 152-171.

LARA, F. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1979.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of Feekes Scale. *Plant Pathology*. London, v.3, p. 128 – 129, 1954.

LIVERS, R. W.; HARVEY, T. L. Greenbug resistance in rye. *Journal of Economic Entomology*, v. 62, p. 1368 – 1370, 1969.

MORAES, J. C.; CARVALHO, S. P. Indução de resistência em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) (L.) Moench. ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) com a aplicação de silício. *Ciência e Agrotecnologia*., Lavras, v. 26, p. 1185-1189, 2002.

MORAES-FERNANDES, M. I. B. de. Citogenética. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Trigo no Brasil*. Campinas, 1982. p. 97-134.

MORAES, J. C. et al. Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 33, p. 619-624, 2004.

MUNDSTOCK, C. M. *Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale*. Porto Alegre: Ed. NBS Ltda, 1983.

MUNDSTOCK, C. M. *Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo*. Porto Alegre: Ed. Autor, 1999.

NETTO, A. P.; EICHLER, M. R.; ALMEIDA, A. Ensaio de campo com os inseticidas Saphicol C.E. e Pirimor LVC, visando o controle dos afídeos do trigo. *Trigo e Soja*, .Porto Alegre, v. 1, p. 8-13, 1975.

PAINTER, R. H. *Insect resistance in crop plants*. New York: Mac Millan, 1951.

PAINTER, R. H.; PETERS, D. C. Screening wheat varieties and hybrids for resistance to the greenbug. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 49, p. 546 – 548, 1956.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Ed. Manole, 1991.

PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. *Identificação de adultos ápteros das principais espécies de pulgões (Hemiptera: Aphididae) associadas a cereais de inverno no Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. (Comunicado Técnico, 21).

PIMENTA, H. R.; SMITH, J. G. *Afídeos, seus danos e inimigos naturais em plantações de trigo (*Triticum* sp.) no estado do Paraná*. Curitiba: Ocepar, 1976.

PRATES, L. G.; FERNANDES, J. M. C. Determinação da taxa de crescimento micelial de *Bipolaris sorokiniana*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 1999, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. v. 2, p. 481-485.

PRIOR, R. N. B.; MORRISON, J. R. *Key for the field identification of apterous and alate cereal aphids with photographic illustrations*. Middlesex: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1975.

PUTERKA, G. J. et al. Response of resistant and susceptible barley to infestations of five *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) biotypes. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 99, n. 6, p. 2151-2155, 2006.

QUICK, J. S. et al. Russian wheat aphid reaction and agronomic and quality traits of a resistant wheat. *Crop Science*, Madison, v. 31, p. 50-53, 1991.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. *Biological Reviews*, Cambridge, v. 58, p. 179-207, 1983.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 37., 2005, Cruz Alta. *Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo: trigo e triticales - 2005*. Cruz Alta: Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 2005.

ROBERTS, J. J.; FOSTER, J. E. Effect of leaf pubescence in wheat on the bird cherry oat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 76, p. 1320-1322, 1983.

RODRIGUES, O. et al. *Redutores de crescimento*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Circular Técnica Online, 14). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci14.htm>. Acesso em: set. 2006.

RONQUIM, J. C.; PACHECO, J. M.; RONQUIM, C. S. Occurrence and parasitism of aphids (Hemiptera: Aphididae) on cultivars of irrigated oat (*Avena* spp.) in São Carlos, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 47, p. 163-169, 2004.

ROSA, O. S.; TONET, G. L. Melhoramento genético de trigo para resistência ao pulgão *Schizaphis graminum*. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo apresentados na XIV Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo*. Passo Fundo, 1986. p. 187-188. (Documentos, 8).

ROSSETTO, C. J. *Resistência de plantas a insetos*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1967. (Boletim, 175).

SALVADORI, J. R. Controle biológico de pulgões de trigo: o sucesso que perdura. *Revista do Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 53, p. 18-19, 1999.

SALVADORI, J. R. Pragas da lavoura de trigo. In: CUNHA, G. R.; BACALTCHUK, B. (Org.). *Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul – Comissão de Agricultura Pecuária e Cooperativismo; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 267-287. (Série Culturas, 2).

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V.; SILVA, M. T. B. Manejo de pulgões. *Revista Cultivar*, Pelotas, n. 75, p. 32-34, 2005.

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V.; VOSS, M. Controle biológico de pragas do trigo. In: PINTO, A. S. et al. *Controle biológico de pragas*. Piracicaba: CP 2, 2006.

SALVADORI, J. R.; SALLES, L. A. B. de. Controle biológico dos pulgões do trigo. In: PARRA, J. R. P. et al. (Org.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 427-447.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. E. L. *Manejo integrado dos pulgões de trigo*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2001. (Documentos, 34).

SAS INSTITUTE. *SAS 9.1.3 Service pack3*. SAS Institute, Cary, NC, USA. 2003.

SILVA, M. T. B. Manejo de insetos-pragas de trigo. In: BAYER CROPSCIENCE. *Tecnologias de produção para a cultura do trigo*. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2005. p. 46-54. (Atualidades Técnicas, 1).

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C.; BALARDIN, R. S. Reação de cultivares e eficiência do controle químico dos pulgões vetores do *Barley yellow dwarf virus* em trigo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1333-1340, 2004.

SINGH, R. P. et al. BDV 1: a gene for tolerance to barley yellow dwarf virus in bread wheats. *Crop Science*, Madison, v. 33, p. 231-234, 1993.

SOUSA, C. N. A. *Cultivares de trigo indicadas para o cultivo no Brasil e instituições criadoras*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004.

STARKS, K. J.; BURTON, R. L. Greenbugs: a comparison of mobility on resistant and susceptible varieties of four small grains. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 6, p. 331-332, 1977.

TONET, G. L. Novo biótipo de *Schizaphis graminum* em trigo no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997, Salvador. *Resumos...* Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil; Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. p. 333.

TONET, G. L. *Resistência de genótipos de trigo ao pulgão-verde-dos-cereais Schizaphis graminum (Rondani, 1852) (Homoptera, Aphididae)*. 1993. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

TONET, G. L.; SILVA, R. F. P. Resistência de genótipos de trigo ao biótipo C de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hom., Aphididae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, p. 1283-1287, 1995.

TUMLINSON, J. H.; TURLINGS, T. C. J.; LEWIS, W. J. Semiochemically mediated foraging behavior in beneficial parasitic insects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, New York, v. 22, p. 385-391, 1993.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais – Departamento de Defesa Fitosanitária, 2000.

WANG, T. et al. Aphid (Hemiptera: Aphididae) resistance in wheat near – isogenic lines. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 97, n. 2, p. 646-653, 2004.

WEBSTER, J. A.; PORTER, D. R. Plant resistance components of two greenbug (Homoptera: Aphididae) resistant wheats. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 93, p. 1000-1004, 2000.

WOOD JR., E. A. Biological studies of a new greenbug biotype. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 54, p. 1171-1173, 1961.

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

ZHU, L. C.; SMITH, C. M.; REESE, J. C. Categories of resistance to greenbug (Homoptera: Aphididae) biotype K in wheat lines containing *Aegilops tauschii* genes. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 98, n. 6, p. 2260-2265, 2005.

ZÚÑIGA, E. *Controle biológico dos afídeos do trigo (Homoptera: Aphididae) por meio de parasitóides no planalto médio do Rio Grande do Sul, Brasil*. 1982. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1982.