

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ALINE MARIANO SILVA

**BIOLOGIA E COMPORTAMENTO DE *Sitobion avenae* (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES COMERCIAIS DE TRIGO
(*Triticum aestivum* L.)**

UBERLÂNDIA

2011

ALINE MARIANO SILVA

**BIOLOGIA E COMPORTAMENTO DE *Sitobion avenae* (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES COMERCIAIS DE TRIGO
(*Triticum aestivum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de
“Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL

2011

ALINE MARIANO SILVA

**BIOLOGIA E COMPORTAMENTO DE *Sitobion avenae* (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) EM QUATRO CULTIVARES COMERCIAIS DE TRIGO
(*Triticum aestivum* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de
“Mestre”.

APROVADA em 13 de maio de 2011.

Prof. Dra. Ana Paula Korndörfer

UFU

Prof. Dr. Joaquim Soares Sobrinho

EMBRAPA

Prof. Dra. Marina Robles Angelini

IFTM

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

ICIAG – UFU

(Orientador)

UBERLÂNDIA

MINAS GERAIS – BRASIL

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelas oportunidades maravilhosas que Ele tem me concedido.

Ao meu esposo, Giovani Polastro, pelo amor, paciência e ajuda nas horas mais importantes e, principalmente, por ser um parceiro maravilhoso.

À minha mãe, Marilda Mariano, pelo amor, apoio, dedicação e por se fazer sempre presente, mesmo à distancia.

À minha avó, Rosa Maria, pelo exemplo de vida e força transmitido por meio de seus ensinamentos.

Às minhas tias, que também são minhas mães, pelo carinho, amor, compreensão e incentivos.

Ao meu irmão, Alexandre, e aos meus primos, que sempre encontram uma maneira de me estimular.

Aos pesquisadores da Embrapa Trigo, Dr. José Roberto Salvadori, Dr. Paulo Roberto Valle da Silva Pereira e Dr. Joaquim Soares Sobrinho, pela gentileza ao fornecer as sementes de trigo. Ao Dr. Joaquim Soares Sobrinho, agradeço, ainda, pelas valiosas informações sobre as cultivares recomendadas para a região de Cerrado.

Ao professor Dr. Marcus Vinicius, pelo voto de confiança, pelos ensinamentos e pelo apoio.

Aos colegas do LACOB, Reinaldo, Samira, Polliana e Monique, grupo de pesquisadores que muito me ajudaram, colaborando para o bom desenvolvimento do trabalho.

Aos profissionais da DowAgrosciences, pela compreensão e companheirismo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do trigo.....	3
2.2 Pragas da cultura do trigo.....	5
2.3 Descrição e biologia dos pulgões.....	6
2.4 Descrição e biologia do <i>S. avenae</i>	8
2.5 Danos causados por <i>S. avenae</i>	9
2.6 Controle químico do <i>S. avenae</i>	10
2.7 Controle biológico do <i>S. avenae</i>	11
2.8 Resistência de plantas a insetos.....	12
2.8.1 Conceitos e histórico.....	12
2.8.2 Tipos de resistência de plantas a insetos.....	14
2.9 Tabela de vida.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Cultivares e manutenção das plantas de trigo.....	19
3.2 Criação de <i>S. avenae</i>	19
3.3 Condução dos experimentos.....	19
3.3.1 Antibiose na folha.....	20
3.3.2 Antibiose na espiga.....	20
3.3.3 Não-preferência do <i>S. avenae</i> por espigas de trigo.....	21
3.4 Análise dos dados.....	22

4 RESULTADOS.....	24
4.1 Dados biológicos de <i>S. avenae</i> em folhas de trigo.....	24
4.2 Tabela de fertilidade de vida de <i>S. avenae</i> em folhas de trigo.....	24
4.3 Dados biológicos de <i>S. avenae</i> em espigas de trigo.....	25
4.4 Tabela de vida de fertilidade de <i>S. avenae</i> em espigas de trigo.....	26
4.5 Não-preferência de <i>S. avenae</i> em espigas de trigo.....	27
5 DISCUSSÃO.....	28
6 CONCLUSÕES.....	31
7 REFERÊNCIAS.....	32

RESUMO

SILVA, ALINE MARIANO. **Biologia e comportamento de *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) em quatro cultivares comerciais de trigo (*Triticum aestivum* L.).** 2011. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

A utilização de cultivares de trigo resistente a *S. avenae* é importante para o manejo da cultura devido ao potencial de dano desse pulgão. No entanto, no Brasil, pouco se conhece sobre a resistência das cultivares de trigo a *S. avenae*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento e a biologia de *S. avenae* nas folhas e espigas de quatro cultivares comerciais de trigo, visando verificar a existência de resistência por antibiose nas folhas e espigas, e de não-preferência na espiga. Para a avaliação da biologia de *S. avenae*, foram utilizadas quatro cultivares de trigo: BRS254, BRS264, Embrapa 22 e BRS Timbaúva. O período de desenvolvimento de *S. avenae* em folhas de trigo foi menor na cultivar BRS264 ($8,78 \pm 0,44$ dias) do que em BRS254 ($10,33 \pm 0,3$ dias). As menores taxas líquidas de reprodução de *S. avenae* em folhas de trigo foram encontradas nas cultivares Embrapa 22 ($R_o = 1,7 \pm 1,42$) e BRS264 ($R_o = 2,8 \pm 0,64$), as quais não diferiram entre si. Foi verificado que a razão finita de aumento e a taxa intrínseca de aumento de *S. avenae* foram menores nas folhas da cultivar Embrapa 22 ($\lambda = 1,04 \pm 0,015$; $r_m = 0,04 \pm 0,015$) do que nas cultivares BRS254 e BRS Timbaúva. O período de desenvolvimento médio de *S. avenae* em espigas de trigo variou de 8,9 a 9,3 dias e não apresentou diferença significativa entre as cultivares avaliadas. O período reprodutivo e a longevidade do pulgão foram maiores nas espigas da cultivar BRS Timbaúva ($5,4 \pm 0,33$ e $7,6 \pm 0,34$ dias) do que em BRS254 ($3,5 \pm 0,42$ e $4,8 \pm 0,55$ dias). A reprodução total de *S. avenae* nas espigas de trigo foi maior na BRS Timbaúva ($22,4 \pm 1,72$ ninfas) do que na BRS254 ($12,4 \pm 1,90$ ninfas) e na BRS264 ($13,5 \pm 0,98$ ninfas). As menores taxas líquidas de reprodução de *S. avenae* na espiga de trigo foram observadas nas cultivares BRS254 ($R_o = 7,9 \pm 0,84$) e Embrapa 22 ($R_o = 8,2 \pm 0,90$). A taxa intrínseca de aumento do pulgão nas espigas da cultivar Embrapa 22 ($r_m = 0,16$) foi menor do que na BRS Timbaúva e BRS264, porém, não diferiu da BRS254 ($r_m = 0,18 \pm 0,010$). Existiu variação da resistência por antibiose das cultivares de trigo a *S. avenae* em função da parte vegetal e/ou idade fenológica das plantas em que o pulgão se desenvolveu. A cultivar BRS Timbaúva foi suscetível e a Embrapa 22 resistente a *S. avenae*, tanto nas folhas de plantas em fase vegetativa como na espiga. Já a cultivar BRS 254 foi resistente ao pulgão, quando foram avaliadas as suas espigas, e suscetível quando avaliadas as folhas. O contrário foi observado para a BRS 264, a qual foi resistente nas folhas e suscetível quando avaliadas as espigas. As espigas das cultivares de trigo testadas não apresentaram diferenças quanto ao mecanismo de resistência por não-preferência ao pulgão *S. avenae*.

Palavras-chave: Aphididae, Hemiptera, Pulgão, Resistência de plantas a insetos, *Triticum aestivum*.

ABSTRACT

SILVA, ALINE MARIANO. **Biology and behavior of *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) in four commercial varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.).** 2011. 39f. Thesis (Master's Degree in Agronomy/Crop Science) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia.

The use of resistant wheat cultivars to *S. avenae* is important for the management of culture due to the potential damage of aphid. In Brazil, however, little is known about the resistance of wheat cultivars to *S. avenae*. The goal of this work was to assess the behaviour and biology of *S. avenae* in leaves and ears of four commercial wheat cultivars to verify the existence of resistance by antibiosis into leaves and ears and no preference in the ears. For the evaluation of the biology of *S. avenae* were used four wheat cultivars: BRS254, BRS264, Embrapa 22 and BRS Timbaúva. The period of development of *S. avenae* in wheat leaves was lower in the cultivar BRS264 (8.78 ± 0.44 days) than BRS254 (10.33 ± 0.3 days). The smallest net reproduction rates of *S. avenae* in wheat leaves have been found in the cultivars Embrapa 22 ($R_o = 1.7 \pm 1.42$) and BRS264 ($R_o = 2.8 \pm 0.64$), which don't differed among themselves. It was verified that the finite rate of increase and intrinsic rate of increase of *S. avenae* were smaller in leaves of the cultivar Embrapa 22 ($\lambda = 1.04 \pm 0.015$; $r_m = 0.04 \pm 0.015$) than in cultivars BRS254 and BRS Timbaúva. The average development period of *S. avenae* in wheat ears ranged from 8.9 to 9.3 days and not presented significant differences between cultivars evaluated. The reproductive period and the longevity of the aphid were higher in the ears of the cultivar BRS Timbaúva ($5.4 \pm 7.6 \pm 0.33$ and 0.34 days) than BRS254 ($3.5 \pm 4.8 \pm 0.42$ and 0.55 days). The total reproduction of *S. avenae* in wheat ears was greater in BRS Timbaúva (22.4 ± 1.72 nymphs) than BRS254 (12.4 ± 1.90 nymphs) and BRS264 (13.5 ± 0.98 nymphs). The smallest net reproduction rates of *S. avenae* in wheat ears were observed in the cultivars BRS254 ($R_o = 7.9 \pm 0.84$) and Embrapa 22 ($R_o = 8.2 \pm 0.90$). The intrinsic rate of increase of the aphid in the ear of cultivar Embrapa 22 ($r_m = 0.16$) was smaller than in BRS Timbaúva and BRS264, but didn't differ from BRS254 ($r_m = 0.18 \pm 0.010$). There was variation in antibiosis resistance of wheat cultivars to *S. avenae* according of the tissue and/or phenological stage plants in the aphid develops. The cultivar BRS Timbaúva was susceptible and Embrapa 22 was resistant to *S. avenae* in the leaves of the vegetative stage and in the ears. The BRS 254 was resistant to aphid when evaluated their ears and susceptible when evaluated the leaves. The opposite was observed to BRS 264, which was resistant in the leaves and susceptible when was evaluated the ears. Ears of wheat cultivars tested did not show differences in the mechanism of resistance by non-preference to aphid *S. avenae*.

Keywords: Aphid, Aphididae, Hemiptera, Insect plant resistance, *Triticum aestivum*.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade nutricional do trigo (*Triticum aestivum* L.) coloca esse cereal em posição destacada na dieta alimentar do Brasil, sendo 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 (SALVADORI et al., 2009). Os pulgões se encontram entre as principais pragas da cultura de trigo, com destaque para *Rhopalosiphum padi* (Linné), *Schizaphis graminum* (Rondani) e *Sitobion avenae* (Fabricius). O grande potencial dos pulgões em causar dano econômico está relacionado à alta capacidade reprodutiva e à transmissão de viroses, como o nanismo amarelo da cevada (GASSEN; TAMBASCO, 1983; GASSEN, 1984; SALVADORI; TONET, 2001; SALVADORI et al., 2006; STARÝ et al., 2007).

A utilização de cultivares resistentes a insetos é um método de controle que pode acarretar benefícios tanto para o produtor, pela diminuição dos custos de produção, como para a sociedade, pela diminuição da contaminação do agroecossistema, além de oferecer maior segurança para as pessoas envolvidas com a aplicação de agrotóxicos (LARA, 1991; SALVADORI et al., 2006). A importância da incorporação de níveis maiores de resistência a *S. avenae* nas cultivares comerciais de trigo vem sendo salientada há anos (CAI et al., 2004), devido ao potencial de dano desse pulgão (WILBERT, 1980; XU et al., 1998). Embora o desenvolvimento de cultivares resistentes a *S. avenae* tenha recebido atenção em diversos países (CAI et al., 2002; RIAZUDDIN et al., 2004; ASLAM, 2006; MANEVA et al., 2009), no Brasil, os trabalhos têm focado as espécies *S. graminum* (TONET, 1999) e *R. padi* (PERUZZO et al., 2007a, b, c). Dessa forma, pouco se conhece sobre a resistência das cultivares de trigo utilizadas no país em relação a *S. avenae*.

A resistência da planta pode se manifestar em todas as partes vegetais ou somente em alguns órgãos. A concentração de compostos atuantes na resistência é diferente em função do órgão vegetal e da idade da planta de trigo (THACKRAY et al., 1990; QUICK et al., 1991; NICOL; WRATTEN, 1997; WU et al., 1999). O pulgão *S. avenae* ocorre de forma isolada e em pequenas populações nas folhas do trigo, quando a cultura está em fase vegetativa. Contudo, com o início da formação da espiga, o pulgão apresenta hábito gregário e pode causar danos significativos, devido à ocorrência de populações elevadas que atacam a parte comercial da cultura (WATT, 1979; GIANOLI,

2000). Dessa forma, a manifestação da resistência nas espigas das plantas de trigo é fundamental para o controle do *S. avenae*, contudo, a resistência nas folhas de trigo pode gerar a redução populacional do pulgão antes da formação da espiga, diminuindo o impacto do *S. avenae* na parte da planta mais atacada (NICOL; WRATTEN, 1997).

Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento e a biologia do *S. avenae* nas folhas e espigas de quatro cultivares comerciais de trigo, visando verificar a existência de resistência por antibiose nas folhas e espigas e de não-preferência na espiga.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do trigo

O gênero *Triticum* é compreendido por várias espécies, entre as quais se destacam, por apresentarem valor econômico, *T. aestivum*, *Triticum durum* Desf. e *Triticum dicoccum* Schrank. É uma gramínea anual que tem sido cultivada da linha do Equador até 60° de latitude, desde o nível do mar até 3.000m de altitude. É cultivado tanto em regiões subtropicais quanto tropicais sob condições extremas de temperatura, variando desde -35°C, na fase vegetativa, no Canadá, até 40° C, durante o enchimento de grãos, no Sudão (MOREIRA et al., 2006).

Triticum aestivum é uma espécie autógama, com flores perfeitas em forma de espiguetas dispostas numa raque, formando uma inflorescência terminal do tipo espiga. Fruto do tipo cariopse e ovóide, mais ou menos alongado, tem raiz fasciculada bem ramificada, diversos colmos (produto do perfilhamento) eretos e providos de nós. Possui folhas alternas, dotadas de bainha invaginante e lâmina lanceolada estreita (PEIXOTO, 2006).

Originário de regiões montanhosas do Sudoeste da Ásia (Irã, Iraque e Turquia), acredita-se que o trigo foi cultivado pela primeira vez na região da antiga Mesopotâmia (atual Iraque), entre os rios Tigre e Eufrates, há mais de 10.000 anos atrás. Foi cultivado na Europa já na pré-história e considerado um dos mais importantes cereais para alimentação humana na Pérsia antiga, na Grécia e no Egito. Bered et al. (2000), relataram que o trigo foi introduzido no Brasil por Martim Afonso de Souza, em 1534, quando suas naus trouxeram as primeiras sementes para as terras da capitania de São Vicente, de onde, posteriormente, foram disseminadas para as demais capitanias.

A cultura do trigo 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). A qualidade nutricional do trigo coloca esse cereal em posição destacada na dieta alimentar do Brasil. É considerado, também, 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. No Brasil, nos últimos 30 anos, juntamente com outros cereais, como o arroz e o milho, a área de trigo

tem oscilado significativamente, consequência de políticas econômicas inconsistentes e influência de condições climáticas adversas, principalmente na região sul (SALVADORI et al., 2009).

De acordo com o relatório divulgado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2010), para a safra 2010/2011, a produção mundial de trigo está estimada em 643,01 milhões de toneladas em uma área aproximada de 223 milhões de hectares, o que reafirma o trigo como segundo cereal mais produzido no mundo. A estimativa da produção de milho é de 826,07 milhões de toneladas (1º colocado) e a produção mundial de arroz (beneficiado) é estimada em 454,60 milhões de toneladas (3º colocado).

A área de trigo cultivada no Brasil na safra 2010/2011 é de 2.155,0 mil hectares, 11,2% menor que a área cultivada na safra 2009/2010, que foi de 2.428 mil hectares. Porém, quanto à produção, a perspectiva é de que sejam produzidas 5,392 milhões de toneladas, um aumento de 7,3% em relação ao que foi colhido na safra 2009/2010, que foi de 5,026 milhões de toneladas. Esse aumento ocorreu devido a intempéries climáticas que comprometeram a produção passada (CONAB, 2010).

Há um grande potencial para a expansão da cultura de trigo na região do Cerrado do Brasil Central. Além dessa região oferecer ótimas condições de clima e solo, posição estratégica de mercado e capacidade de industrialização, o trigo pode ser colhido na entressafra da produção dos estados do Sul e da Argentina e com características superiores de qualidade industrial para panificação (alta força de glúten e estabilidade) (ALBRECHT et. al., 2006).

No Brasil, a lavoura de trigo é implantada, em quase sua totalidade, pelo sistema de Plantio Direto, que atinge mais de 90% da área cultivada, sendo que nos estados de Minas Gerais e Goiás as lavouras, em sua maioria, são irrigadas (IBGE, 2010). A produtividade do trigo varia conforme a região, a cultivar e o tipo de cultivo, mas o fator preponderante é o clima.

O trigo cultivado sob irrigação, no cerrado brasileiro, destaca-se por rendimentos de grãos elevados, estabilidade de produção e excelente padrão de qualidade tecnológica. A totalidade do trigo produzido nessa região é da classe comercial pão ou melhorador (SALVADORI et al., 2009). De acordo com dados da CONAB (2010), na região Sul, as médias situam-se entre 1.500 e 2.700 kg/ha, enquanto que na região Centro-Oeste, em áreas irrigadas, as produtividades geralmente ultrapassam 5.000 kg/ha.

Avanços importantes na genética e manejo da cultura sustentaram o incremento no potencial produtivo das lavouras no Brasil durante as últimas décadas. A criação de novos cultivares, com maior resistência/tolerância a estresses bióticos e abióticos, melhor arquitetura de planta e qualidade industrial adequada às demandas da indústria é a principal responsável pelas médias nacionais de produtividade superiores a 2 toneladas/ha nos últimos anos (SALVADORI et al., 2009).

As pragas e as moléstias são os fatores mais adversos ao desenvolvimento da cultura do trigo, estando diretamente relacionadas às condições climáticas desfavoráveis. De acordo com Prates e Fernandes (1999), esses fatores podem inviabilizar a produção econômica de determinadas áreas produtoras do trigo.

2.2 Pragas da cultura do trigo

Em todo o “agroecossistema do trigo” podem ser encontradas mais de uma centena de espécies de insetos, sendo que estas buscam obter os recursos necessários às suas exigências vitais. Porém, é relativamente pequeno o número das espécies que podem ser consideradas pragas (SALVADORI et al., 2009). É importante ressaltar, também, que espécies de insetos-praga podem variar de região para região.

De acordo com Salvadori (2000), as principais pragas que atacam a cultura do trigo são: os afídeos (Hemiptera; Aphididae), as lagartas (Lepidoptera; Noctuidae) e os corós (Coleoptera; Melolonthidae). Como pragas secundárias, consideram-se: a broca-da-coroa (Coleoptera; Curculionidae), percevejos (Hemiptera; Pentatomidae e Miridae), formigas cortadeiras (Hymenoptera; Formicidae), larvas-de-solo (Coleoptera; Elateridae, Chrysomelidae e Curculionidae), tripses (Thysanoptera; Thripidae) e besouros filófagos (Coleoptera; Chrysomelidae e Curculionidae).

Os pulgões são insetos sugadores que podem causar danos diretos, ao se alimentarem da seiva do floema, e danos indiretos, como vetores do *Barleyyellowdwarfvirus* (BYDV), agente causal da virose do nanismo amarelo da cevada. Uma das grandes preocupações com o dano econômico é a alta capacidade reprodutiva (partenogênese telítica), a qual varia conforme a espécie de pulgão, temperatura e qualidade do alimento, além do efeito fitotóxico da saliva, ocasionando o retardo do crescimento e o envelhecimento precoce das plantas hospedeiras (GASSEN, 1984; SALVADORI et al., 2006).

Os pulgões podem ser considerados pragas principais na cultura de trigo e em outros cereais de inverno. No Brasil, de acordo com Fagundes (1972) e Caetano (1972), dez espécies de pulgões estão associadas ao trigo. Salvadori e Tonet (2001) consideram *Metopolophium dirhodum* (Walker), *S. graminum* e *S. avenae* as espécies de maior importância entre aquelas associadas ao trigo.

2.3 Descrição e biologia dos pulgões

Os pulgões são pequenos insetos sugadores de seiva elaborada e que prejudicam as culturas, não apenas pela sucção de seiva, mas pela inoculação de toxinas e transmissão de viroses, esta última constitui-se como o dano mais sério (GALLO, 2002). Possuem corpo mole, pequeno e piriforme, às vezes ligeiramente alongado, apresentam antenas longas, aparelho bucal picador-sugador, dois apêndices abdominais (sifúnculos ou cornículos) e uma pequena cauda (codícola). Na América do Sul, os pulgões 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 (SALVADORI; TONET, 2001).

Os pulgões são nativos da Ásia e da Europa, de onde provavelmente foram introduzidos na América. Apresentam ciclo biológico curto, sendo que em condições favoráveis podem desenvolver grandes populações em pouco tempo, formando sobre as plantas, colônias numerosas, constituídas de ninfas, fêmeas adultas ápteras e fêmeas adultas aladas (GASSEN, 1984). O ciclo de vida dos pulgões é caracterizado por apresentar duas fases durante o ano: uma fase com reprodução sexual e outra com partenogênese (holocíclico). Contudo, algumas espécies ou populações apresentam o ciclo de vida somente com reprodução partenogenética durante todo o ano, com a perda da fase sexual (anholocíclico). As espécies holocíclicas dependem de condições ambientais específicas para o desenvolvimento das formas sexuais, como a diminuição do fotoperíodo ou da temperatura. Nas condições tropicais, não é frequente a ocorrência da fase sexual para a maioria das espécies de pulgões, devido ao clima, ocorrendo somente a fase partenogenética (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

Os pulgões ainda podem ser classificados em heteroécios e monoécios, em relação às suas plantas hospedeiras primárias e secundárias. O hospedeiro primário (normalmente uma árvore) é aquele em que ocorre a reprodução sexuada dos pulgões. Os ovos são colocados e nascem as ninfas chamadas de fundatrizes. A prole da

fundatriz irá se reproduzir por meio de partenogênese em hospedeiros chamados secundários (normalmente plantas herbáceas). Quando os hospedeiros primários e secundários são plantas de espécies diferentes, os pulgões são chamados heteroécios, quando são da mesma espécie, são chamados de monoécios (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

A indução das formas aladas é discutida por diversos potenciais fatores, como: falta de alimento, alta densidade populacional, condições fisiológicas ou estado da planta hospedeira e variações de temperatura (RABBINGE et. al., 1979). Segundo Zúñiga (1982), os pulgões ápteros se deslocam com maior frequência para outras partes da planta, quando esta apresenta uma condição desfavorável, sendo observado, simultaneamente na colônia, o aparecimento de formas aladas.

As temperaturas extremas exercem grande influência na proliferação e longevidade destes insetos. Em temperatura constante de 5°C, um pulgão pode viver mais de 90 dias, dando origem a menos de 10 ninfas, e com temperaturas superiores a 28°C, pode morrer antes de atingir a fase adulta. A temperatura ideal para proliferação situa-se entre 18 e 24°C, com longevidade da fase ninfal de aproximadamente 6 dias, e da fase adulta entre 15 e 25 dias, dando origem a mais de 60 ninfas por pulgão (VALENCIA; TRILLOS, 1986).

Os pulgões podem ser considerados pragas principais na cultura de trigo e em outros cereais de inverno. No Brasil, de acordo com Fagundes (1972) e Caetano (1972), dez espécies de pulgões estão associadas ao trigo. Segundo Gassen e Tambasco (1983), espécies de afídeos foram observadas no sul do Brasil a partir de 1967, atingindo elevada importância econômica nos anos seguintes, dentre eles, destacam-se: *S. graminum* (pulgão-verde-dos-cereais), *R. padi* (pulgão-do-colmo) e *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki) (pulgão-da-raiz). Zúñiga (1982) afirma que as espécies *M. dirhodum* (pulgão-da-folha) e *S. avenae* (pulgão-da-espiga) que ataca folhas e, principalmente, espigas, surgiram no Brasil a partir de 1969, sendo que estas duas espécies foram encontradas anteriormente na região Neotropical do Chile, já em 1966. Segundo Salvadori (2000), na década de 1970, no sul do Brasil, as populações de afídeos do trigo, especialmente das espécies *M. dirhodum* e *S. avenae*, atingiram níveis populacionais elevados, ocasionando grandes perdas à cultura, havendo necessidade do uso intenso e generalizado do controle químico.

As espécies de pulgões de maior importância econômica, dentre aquelas associadas ao trigo, são: *M. dirhodum*, *S. graminum* e *S. avenae* (SALVADORI;

TONET, 2001), embora *R. padi* e *R. rufiabdominalis* também estejam entre as espécies mais comuns dessa cultura (MOREIRA et al., 2006). No estado de Minas Gerais, há registros de que as espécies *S. avenae* e *S. graminum* atacaram o trigo e *R. padi* a aveia (STARÝ et al., 2007).

2.4 Descrição e biologia de *S. avenae*

O pulgão-da-espiga do trigo, *S. avenae* (= *Aphis avenae*, *Macrosiphum granarium* e *Macrosiphum avenae*), é uma importante praga em sistemas agrícolas, especialmente em climas temperados dos hemisférios norte e sul. *Sitobion avenae*, na forma áptera, mede cerca de 1,3-3,3 mm e na forma alada, cerca de 1,6-2,9 mm de comprimento. A coloração do corpo na forma áptera varia de amarelo para verde, vermelho, roxo e marrom. A coloração é determinada geneticamente, ou de acordo com a resposta a fatores ambientais, incluindo a nutrição. Porém, a coloração geral do corpo é verde amarelada, geralmente com mancha negra dorsal, havendo predominância das cores verde e marrom. Esse pulgão apresenta: sifúnculo cilíndrico mais escuro que o corpo, ou com nítida diferença de pigmentação entre o corpo e a base do sifúnculo; antenas enegrecidas com seis segmentos, apresentando cerdas com comprimento menor que o diâmetro do 3º segmento antenal e processo terminal reto ultrapassando a base do sifúnculo e tubérculos antenais bem desenvolvidos; cauda pálida com cerca de $\frac{3}{4}$ do comprimento do sifúnculo; pernas amarelas; ponta dos fêmures, tíbias e tarsos enegrecidos (PEREIRA et al., 2009).

S. avenae é uma espécie monoécia e holocíclica, que utiliza várias espécies de Gramíneas, contudo, em regiões com inverno ameno, como no Brasil, é comum o desenvolvimento anholocíclico (BLACKMAN; EASTOP, 2000). O início da migração dos pulgões começa com a safra dos cereais, persistindo até a floração (SALVADORI, 1999). *Sitobion avenae* foi encontrado se espalhando rapidamente por meio de lavouras de trigo, devido a movimentos frequentes entre as plantas por ninfas de terceiro e quarto ínstar e fêmeas adultas ápteras, ficando apenas na espiga de trigo uma média de 1,9 dias e se deslocando até 2m por dia (DEAN, 1974). De acordo com Dean (1974), a maioria dos movimentos de fêmeas adultas ápteras ocorrem durante o dia, enquanto a predação pode ocorrer mais durante a noite.

Loxdale et al. (1985) observou que, semelhante a outras espécies de afídeos, *S. avenae* produz, em ciclos alternados, fêmeas apteras adaptadas principalmente para

sediar a exploração de plantas *in situ*, e fêmeas aladas para a dispersão da espécie a longas distâncias, sendo que os indivíduos alados também se movem através da cultura em suas fases finais de ninfa, se dispersando pelo ar logo depois de se tornarem adultos. Estudos eletroforéticos realizados por Loxdale et al. (1985) mostraram que há um fluxo de genes importantes na Europa, devido à migração dos alados. De acordo com testes de laboratório realizados por Chena e Feng (2004), as fêmeas adultas aladas são capazes de voar até 9 km em um período de 5h, assim, com a ajuda do vento, a dispersão poderia ser muito maior.

Este pulgão não apresenta hábito gregário quando se alimenta de plantas jovens sobre as folhas (BEIRNE, 1972) e migra para a inflorescência quando o trigo inicia o espigamento (DEAN, 1974). Sua taxa de crescimento em trigo é fortemente afetada pelo estágio de crescimento da planta hospedeira, com a maior taxa de crescimento durante a alimentação em grãos no estágio leitoso-maduro (VEREIJKEN, 1979).

2.5 Danos causados por *S. avenae*

Devido ao hábito de se alimentar nas espigas, *S. avenae* causa dano direto, na formação dos grãos, e dano indireto, devido o fato de ser vetor de vírus (BRUEHL, 1961). Com relação aos danos diretos, *S. avenae* pode causar diminuição do número de espigas, além da redução do número de grãos por espiga, redução do peso dos grãos e queda da viabilidade de sementes (RAUTAPAA, 1996).

Pimenta e Smith (1976) verificaram que, num período de quatro semanas (período que compreendeu a floração e a formação de grãos), *S. avenae* causou queda de 30% na produção de trigo, perda de 16 gramas no peso de 1.000 sementes, com infestação nas espigas de 200 pulgões/espiga. Kolbe (1969), observou, por meio de seus trabalhos, que um ataque de pulgões das espécies *R. padi*, *S. avenae* e *M. dirhodum* reduziu em aproximadamente 25% o rendimento do trigo no início do florescimento, constatando um ataque de 25 a 50 pulgões por planta. Wratten et al. (1979) mostraram em seus estudos, que o ataque de *S. avenae* provocou a máxima perda de produtividade na cultura do trigo entre os estádios de emergência e o florescimento da espiga e que as infestações mais tardias (durante a maturação de grãos) não causaram danos significativos, porém, reduziram a qualidade da farinha para fazer pão.

Entre os danos indiretos causados pelo pulgão-da-espiga, destacam-se a mela e a virose do nanismo amarelo da cevada. A mela, secreção de afídeos rica em açúcares,

pode provocar mudanças fisiológicas e sintomas de clorose nas folhas, afetando a assimilação de dióxido de carbono líquido em trigo (ROSSING, 1991), podendo, também, provocar senescência precoce das folhas (VEREIJKEN, 1979).

Sitobion avenae é um importante vetor da virose do nanismo amarelo da cevada (VNAC) ou *Barleyyellowdwarfvirus* (BYDV), apresentando-se como uma das maiores moléstias da cevada e como uma doença secundária da cultura do trigo. É também, em menor potencial, vetor do vírus do mosaico anão do milho (MDMV), do mosaico amarelo do feijão (BYMV) e mosaico da ervilha, todos transmitidos de maneira não-persistente (BURNETT et al, 1987). Os prejuízos da virose na cultura do trigo são maiores nos anos de seca, afetando todas as espécies de afídeos encontradas em trigo (GALLO et al., 2002).

A expressão dos sintomas da virose na planta pode surgir de uma a três semanas após o inseto ter se alimentado na planta inicialmente sadia (PALM, 1993). Em trigo, a infecção pelo BYDV pode: causar redução na altura da planta, no tamanho da espiga e nas raízes; provocar redução no perfilhamento; impedir o espigamento; causar esterilidade e falha no enchimento de grãos. As folhas com sintomas apresentam-se de menor tamanho, rígidas e eretas e, dependendo da cultivar, de cor em tons amarelado, alaranjado e vermelho-vinho (SALVADORI; TONET, 2001).

2.6 Controle químico de *S. avenae*

O controle químico com inseticidas aplicados na parte aérea de plantas constitui-se numa estratégia para o manejo de pulgões do trigo. Dessa forma, os produtos organofosforados têm sido amplamente utilizados para o controle destas pragas em diversas culturas.

De acordo com Salvadori e Tonet (2001), no manejo químico de pulgões da parte aérea de trigo, recomenda-se aplicar inseticidas apenas quando forem atingidos os seguintes níveis populacionais, de acordo com a fase das plantas:

- 10% de plantas infestadas, da emergência ao perfilhamento;
- 10 pulgões/perfilho, do alongamento ao emborrachamento;
- 10 pulgões/espiga, do espigamento ao grão em massa.

O nível de infestação deve ser avaliado por meio de inspeções semanais da lavoura, amostrando-se, aleatoriamente, locais na bordadura e no interior das lavouras, que proporcionem um resultado médio que seja representativo da densidade de pulgões (MOREIRA et al., 2006).

Estudo realizado por Silva (2002) demonstrou que tiametoxam e imidacloprido, nas doses 24,5 e 24,6g i.a./100 kg de sementes, respectivamente, são eficientes para reduzir a população de pulgões, superando a ação do clorpirifós aplicado na parte aérea, embora não impeçam a transmissão do vírus. Vale ressaltar que a utilização de inseticidas pode afetar a maioria dos inimigos naturais que são também suscetíveis aos produtos químicos utilizados no controle das pragas, sendo que estes produtos ainda contribuem para a seleção de populações de insetos-praga resistentes.

Durante os anos de 1967 a 1972, na região do planalto gaúcho, o controle químico foi muito utilizado na cultura do trigo. Em média, eram utilizadas duas aplicações de inseticidas em 95% da área tritícola, sendo que em algumas situações eram efetuadas até quatro aplicações durante o ciclo da cultura. Mesmo assim, as populações de pulgões atingiam níveis alarmantes, demonstrando a necessidade da integração de métodos de controle para os pulgões (SALVADORI; SALLES, 2002)

2.7 Controle biológico de *S. avenae*

Em virtude da grande incidência de pulgões nas áreas produtoras de trigo no Sul do Brasil durante os anos de 1967 a 1972, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio do Centro Nacional da pesquisa do Trigo (Embrapa Trigo), instituiu o Programa de Controle Biológico dos Pulgões do Trigo, em julho de 1978, na cidade de Passo Fundo-RS (SALVADORI; SALLES, 2002). Com o apoio da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e da Universidade da Califórnia em Berkeley, EUA, foram introduzidas no país 14 espécies de microhimenópteros parasitóides das famílias Aphelinidae e Braconidae (Aphidiinae) e duas espécies de joaninhas predadoras da família Coccinellidae (SALVADORI; SALLES, 2002). Salvadori e Salles (2002) afirmam que os principais alvos do projeto foram as espécies *M. dirhodum* e *S. avenae*.

As liberações de parasitóides foram sistemáticas e dirigidas na região do Planalto Sul-Rio-Grandense, durante os anos de 1978, 1979 e 1980, sendo que em 1981 foram realizadas liberações esporádicas em localidades nos estados de Santa Catarina, Paraná

e Mato Grosso do Sul. O programa foi caracterizado pelo chamado método clássico de controle biológico, seguindo o esquema de Bosch & Messenger, com introdução do programa, criação massal e liberação dos inimigos naturais (PARRA, 2002).

Até 1982, haviam sido liberados no Brasil cerca de 3,8 milhões de parasitóides, sendo observada a adaptação de sete espécies de parasitóides: *Aphidius uzbekistanicus* Luzhetskii, *Aphidius rhopalosiphii* De Stefani-Perez, *Aphidius ervi* Haliday, *Praon volucre* (Haliday), *Praon gallicum* Starý, *Ephedrus plagiator* (Nees) e *Aphelinus* sp (GASSEN; TAMBASCO, 1983).

Zúñiga (1982) considerou que as espécies *A. uzbekistanicus*, *A. rhopalosiphii* e *P. volucre* foram estabelecidas de forma definitiva nas regiões liberadas, avaliando, então, o programa como eficaz e concluindo que houve diminuição da incidência de pulgões, não havendo a necessidade do controle químico. Os índices de parasitismo avaliados em 1980 e 1981 foram suficientes para manter as densidades de *M. dirhodum* e *S. avenae* muito abaixo dos níveis de danos econômicos. Segundo Ambrosi (1987), isso fez com que o controle químico diminuísse drasticamente de 99% em 1977, para menos de 5% em 1981 no Rio Grande do Sul. Salvadori (1999) relatou que, devido ao êxito do controle biológico dos pulgões do trigo, esse método de controle de pragas foi estendido naturalmente aos pulgões de outras culturas de inverno (cevada, aveia, triticales, etc.), sendo que a redução do uso de inseticidas, possivelmente, favoreceu o desenvolvimento de populações de inimigos naturais. Já Starý et al. (2007), concluíram que algumas espécies de parasitóides se estabeleceram além das áreas de liberação, tendo sido encontradas em Minas Gerais *A. ervi*, *A. uzbekistanicus* e *P. volucre* parasitando *S. avenae* e outras espécies hospedeiras em diferentes culturas agrícolas.

2.8 Resistência de plantas a insetos

2.8.1 Conceitos e histórico

A resistência de plantas a insetos foi definida por Painter (1951) como a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta que influenciam o resultado do grau de dano que o inseto causa. O que representa a capacidade que possuem certas plantas de alcançarem maior produção de boa qualidade, do que outras cultivares, em geral, em igualdade de condições. Portanto, a resistência é uma condição genética. Rosseto (1973) resumiu este conceito como: "planta resistente é aquela que devido a sua

constituição genotípica é menos danificada que outra, em igualdade de condições". Lara (1991) ressaltou alguns pontos implícitos sobre o conceito proposto por Painter: a) A resistência é relativa, o que implica na comparação de duas ou mais plantas. Em condições idênticas, uma planta pode apresentar-se resistente se a outra cultivar sofrer danos maiores ou pode apresentar-se suscetível se a outra cultivar for menos danificada; b) A resistência é hereditária. Trata-se de um caráter genético em que as progênes de uma planta devem se comportar da mesma maneira em condições que a resistência se revelou, caso isso não ocorra, provavelmente o genótipo sofreu influência de algum fator que provocou a falsa resistência.

Fatores ambientais como 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 esses dois organismos (KOGAN; PAXTON, 1983).

Um dos fatores importantes é que a diversidade genética existe tanto nas espécies de inseto como nas espécies vegetais. Dessa forma, quando uma população de insetos 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, fazendo com que a planta resistente se torne suscetível (GALLUN et al., 1979).

No manejo integrado de pragas, as cultivares resistentes desempenham importante papel, destacando-se a harmonia com o ambiente, a compatibilidade com outras táticas de controle, além de apresentar efeito sinérgico com a ação de parasitóides, predadores e patógenos dos insetos-praga (KOGAN; ORTMAN, 1978).

De acordo com Gallo et al. (2002), não é o uso de vários métodos de controle que caracteriza um sistema de manejo, mas sim a relação do (s) método (s) dentro de preceitos ecológicos, econômicos e sociais que formam a base do manejo de pragas, sendo este constituído pela taxonomia correta dos insetos, amostragem e avaliação dos níveis de controle.

A utilização prática da resistência de plantas a insetos consiste no melhoramento genético das plantas cultivadas, incluindo fatores de resistência desejados a elas. Para o melhoramento tradicional, as fontes de resistência de plantas a insetos podem ser buscadas por meio da variabilidade genética intra-específica ou em espécies vegetais próximas, para então, serem utilizadas em cruzamentos (GALLO et al., 2002).

A obtenção de uma cultivar resistente normalmente requer muitos anos de pesquisa e trabalho. No passado, esses estudos somente eram realizados nas etapas finais do melhoramento, visto que de início, o interesse principal era de obter cultivares visando maior produtividade. O emprego de cultivares resistentes já trouxe inúmeros benefícios. O exemplo clássico data das décadas de 1870 e 1880, quando a França teve sua viticultura ameaçada pelo pulgão *Phylloxera vitifoliae* (Fitch), sendo que o controle dessa praga apenas logrou êxito em 1890, com a simples utilização de porta-enxertos resistente de cultivares americanas (LARA, 1991).

Em 1979, a EMBRAPA-Trigo iniciou um projeto para o melhoramento de cultivares de trigo resistentes ao pulgão-verde (*S. graminum*), adaptadas às regiões produtoras do Brasil. Em 1993, foi lançada a primeira cultivar de trigo resistente ao biótipo C de *S. graminum*, BR 36-Ianomani (TONET, 1999). A utilização de cultivares de trigo resistente a pulgões acarretam benefícios tanto para o produtor, pela diminuição dos custos de produção, como para a sociedade, pela diminuição da contaminação do agroecossistema, além de oferecer maior segurança para as pessoas envolvidas com a aplicação de agrotóxicos (SALVADORI et al., 2006).

2.8.2 Tipos de resistência de plantas a insetos

De acordo com Painter (1951), a resistência de plantas a insetos pode se manifestar por meio da não-preferência (quando o inseto não escolhe a planta para alimento, abrigo ou reprodução), da antibiose (quando ocorre efeito negativo da planta sobre a biologia do inseto) ou da tolerância (capacidade da planta de não sofrer danos, mesmo quando infestada pelo inseto).

Se tratando de insetos fitófagos, os fatores bioquímicos das plantas podem atuar alterando o seu metabolismo ou comportamento. Vendramim e Castiglione (2000), ainda relatam que 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.

A não-preferência ou antixenose ocorre quando uma planta ou cultivar é menos utilizada pelo inseto que outra, em igualdade de condições, para alimentação, oviposição ou abrigo. Ou seja, exprime uma reação comportamental do inseto em

relação à planta, provocando uma resposta negativa do inseto durante o processo de seleção do hospedeiro (PAINTER, 1951).

Kogan e Ortman (1978) propuseram o termo antixenose para significar qualquer efeito adverso da planta sobre o comportamento do inseto. A não-preferência, como mecanismo de resistência de genótipos de trigo ao pulgão *R. padi*, foi demonstrada por Hesler et al. (2002). Os autores avaliaram oito linhagens de trigo, pesquisando a influência sobre pulgões ápteros e alados de *R. padi*, e concluíram que as linhagens MV4, KS92WGRC24 e TAM 107 apresentaram alto grau de antixenose, tanto em alados como em ápteros. Hesler (2005) avaliou a alteração no crescimento de plântulas de trigo e tritcale, infestadas por *R. padi* e encontrou genótipos suscetíveis e genótipos tolerantes. O autor encontrou diferenças na seleção hospedeira por *R. padi*, com menor infestação no genótipo de tritcale STNIISM3.

A antibiose é caracterizada quando o inseto se alimenta normalmente da planta, mas esta exerce um efeito adverso sobre sua biologia (PAINTER, 1951). Segundo Lara (1991), esses efeitos podem ser: mortalidade 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).

De acordo com Klingauf (1987), a aceitação de uma planta hospedeira por um pulgão depende da capacidade dos pulgões atingirem o floema e as propriedades quantitativas e qualitativas dos elementos constituintes nas plantas. Depois de inserir os estiletes nos tecidos da planta, os afídeos sondam o substrato da folha, penetrando brevemente as células antes de atingir o floema. Cartier e Painter (1956) constataram a existência de antibiose na gramínea do Sudão, quando estudavam os tipos de resistência a *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) envolvidos em espécies de sorgo e, Hesler et al. (1999), relataram antibiose a *R. padi* em trigo.

Goellner (2002) estudou a presença de antibiose em 80 genótipos de aveia, avaliando a reprodução dos pulgões *M. dirhodum* e *S. avenae* no estágio de duas folhas. Quicket et al. (1991) demonstraram que o genótipo de trigo PI 372129 apresentou redução da taxa média de sobrevivência dos pulgões *D. noxia*, quando a infestação foi realizada na fase de emergência.

Já a tolerância, é caracterizada quando uma planta sofre poucos danos em relação a outras, sob um mesmo nível de infestação do inseto, sem que haja efeito em seu comportamento ou biologia (PAINTER, 1951). Lara (1991) reescreveu sobre a

capacidade da planta de tolerar o ataque de pragas de forma que o ataque não provoque perda significativa na quantidade e/ou qualidade de sua produção, seja por meio de regeneração de tecidos ou por qualquer outro meio.

A tolerância, pelo fato de não ser relacionada ao comportamento e à biologia do inseto, reduz a possibilidade de aparecimento de biótipos ou de raças fisiológicas resistentes. Porém, o fato de não influir sobre o inseto, não afetando a sua população, pode ser encarado, em alguns casos, como um mecanismo desvantajoso, embora se ajuste muito bem aos programas de manejo integrados de pragas onde se utiliza o controle biológico (GALLO et al., 2002).

Lara (1991) também afirma que a tolerância está mais sujeita a variações ambientais quando comparada à antixenose ou à antibiose, podendo ser encarada como uma desvantagem.

Diversas técnicas são utilizadas para avaliar a tolerância e a antibiose aos pulgões. No entanto, algumas não conseguem separar os dois componentes, enquanto outras não consideram a variação da biomassa da planta entre as cultivares (LAZZARI et. al., 2009). Gerloff e Ortmann (1971) constataram a ocorrência de acentuado declínio do conteúdo de clorofila e redução na taxa fotossintética na primeira folha da cevada, com infestação de oito pulgões adultos da espécie *S. graminum* por planta. 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.

Tonet (1993) observou a redução do rendimento de produção de trigo devido à infestação do pulgão *S. graminum*, sendo que os cultivares Jupateco 7384 e Anahuac apresentaram redução significativa. Porém, o cultivar BR 36 não apresentou diferença significativa ao ser submetido às condições de controle e não controle dos pulgões em campo, demonstrando que é tolerante aos danos desta espécie de pulgão.

Cruz e Vendramim (1998) analisaram vinte e oito genótipos de sorgo quanto à resistência ao pulgão-verde, *S. graminum*, por meio do crescimento relativo de plantas infestadas. Concluíram que para as plantas infestadas, o genótipo suscetível foi BR 601 e que os genótipos E Redlan A e Pionner 8199 foram os genótipos que apresentam a tolerância como o único mecanismo de resistência. Essa tolerância, avaliada com uma densidade de 25 pulgões/planta, aumentou à medida que a planta se desenvolveu.

Lara (1991) afirmou que a tolerância da planta ao ataque de pragas pode ser de forma passiva, sendo que o vigor apresentado pela planta não altera sua capacidade de

produção, ou pode se apresentar de forma ativa, pois a planta compensa o ataque da praga por meio da recomposição estrutural.

2.9 Tabela de vida

Os atributos da tabela de vida são informações que podem ser utilizadas como um meio importante no planejamento do programa de manejo de pragas. Os parâmetros de crescimento populacional, como taxa de desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e longevidade podem variar em resposta a mudanças na temperatura, espécies de plantas hospedeiras, nutrição de plantas, tipo de cultivar, fase fenológica da planta, exposição a pesticidas, umidade relativa, entre outros fatores (JAMES, 2002). Há duas maneiras de expressar a taxa de crescimento da população: a taxa intrínseca de aumento (r_m) e lambda (λ) (fator de multiplicação da população). O r_m é a capacidade da população de aumentar logaritmicamente em um ambiente com recursos ilimitados. Segundo Carey (1993), o cálculo da taxa de crescimento da população exige o conhecimento da sobrevivência de uma população e do calendário da fecundidade, que normalmente são obtidos a partir de estudos de indivíduos ou grupos.

Com os dados de intervalos de idade (x), fertilidade específica (m_x) e probabilidade de sobrevivência (l_x) é possível calcular a tabela de vida de fertilidade. Nesta tabela, l_x é a sobrevivência na idade x e m_x é o número de descendentes produzidos por um indivíduo de classe média de idade x (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954). Dessa forma, são obtidos parâmetros de densidade demográfica, como: a taxa líquida de reprodução (R_0), que é o número médio de fêmeas produzidas por fêmea; o intervalo de tempo entre cada geração (T); a taxa intrínseca de aumento (r_m), que é a taxa máxima de aumento exponencial de uma população; a razão finita de aumento (λ), que é a relação entre o tamanho da população em cada espaço de tempo; e o tempo necessário para a população duplicar em número (TD) a partir de um ponto fixo no tempo (GOTELLI, 1995; CAREY, 1993). Assim, temos que:

$$R_0 = \sum (m_x l_x)$$

$$T = (\sum m_x l_x \cdot x) / \sum (m_x l_x)$$

$$r_m = \log_e R_0 / T = \ln R_0 / T$$

$$\lambda = e^{r_m}$$

$$TD = \ln(2) / r_m$$

Onde:

m_x - fertilidade específica;

l_x - probabilidade de sobrevivência;

R_0 - taxa líquida de reprodução;

r_m - a taxa intrínseca de aumento populacional;

T - intervalo de tempo entre cada geração;

λ - razão finita de aumento populacional;

TD - tempo necessário para a população duplicar em número.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Cultivares e manutenção das plantas de trigo

Para a avaliação da biologia de *S. avenae* foram utilizadas quatro cultivares de trigo: BRS254, BRS264, Embrapa 22 e BRS Timbaúva. Os três primeiros materiais foram selecionados segundo recomendação técnica para região Centro-Oeste, e a cultivar BRS Timbaúva foi selecionada por ter sido considerada resistente ao pulgão *R. padi* (PERUZZO et al., 2007a, b, c). As plantas foram cultivadas em casa-de-vegetação e foram mantidas em substrato orgânico comercial.

3.2 Criação de *S. avenae*

Os pulgões utilizados no experimento foram coletados no campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, em plantas de *Eragrotis pilosa* (capim- barbicha-de-alemão). A criação de *S. avenae* foi realizada em câmara climática tipo B.O.D., em temperatura de $23\pm1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 50-55% e fotofase de 12 horas. Como planta hospedeira do pulgão, foi utilizada a cultivar BRS254, cultivada em vasos de 22 cm de diâmetro e volume de 6 litros, com população de 6 plantas por vaso. Foram utilizadas plantas desde a fase de perfilhamento até a fase de alongação, segundo escala de Feekes modificada (LARGE, 1954).

Os insetos foram mantidos em placa de Petri (5 cm de diâmetro) contendo uma seção foliar de cerca de 2 cm da cultivar BRS254 sobre uma camada de água/Agar a 1%. Cada placa foi infestada com três pulgões da espécie *S. avenae*, cobertas com tecido de organza para evitar a fuga dos mesmos e mantidas de cabeça para baixo. Os pulgões foram transferidos para nova placa de Petri a cada cinco dias, ou quando as folhas de trigo se encontravam amarelecidas (Figura 1).

3.3 Condução dos experimentos

Os experimentos foram realizados em sala climatizada e câmara climática tipo B.O.D., ambas com temperatura de $23\pm1^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas, umidade relativa de 50-55%, e em casa-de-vegetação com temperatura ambiente.

3.3.1 Antibiose na folha

As plantas de trigo utilizadas no experimento de antibiose na folha foram conduzidas seguindo a mesma metodologia utilizada para a criação de pulgões. Aos 15 dias após o plantio, foram coletadas, de cada material, a terceira folha completamente desenvolvida, estágio 2 da fase de perfilhamento segundo escala de Feekes modificada (LARGE, 1954). A folha foi cortada em pedaços de cerca de 2 cm que foram colocados em placas de Petri, de acordo com a metodologia descrita na criação de pulgões. Um adulto de *S. avenae* foi mantido por placa, por 24 horas e em câmara climática tipo B.O.D. Após esse período, o pulgão adulto foi retirado e manteve-se uma ninfa por placa, sendo avaliada diariamente até a sua morte. Foram utilizadas 51 ninfas de *S. avenae* para cada cultivar. Foram avaliados: o período de desenvolvimento, a mortalidade, a longevidade e a fecundidade dos pulgões.

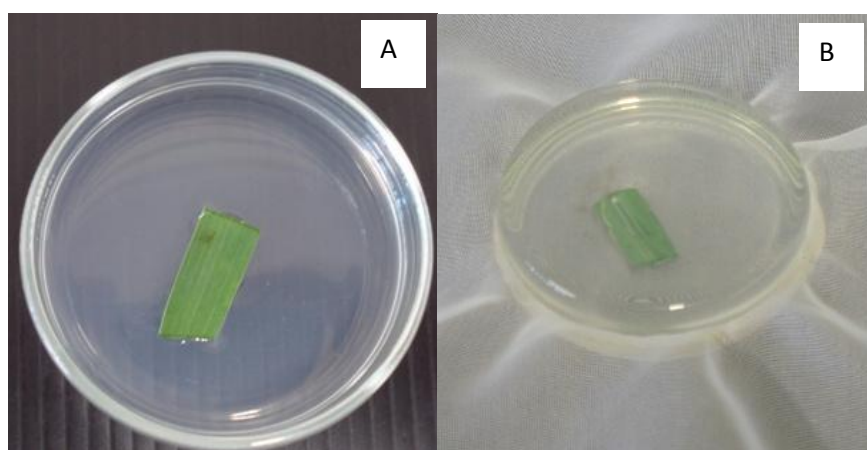


Figura 1 – A- Placa contendo seção foliar de trigo e pulgões *S. avenae*. B- Placa com a proteção da organza.

3.3.2 Antibiose na espiga

O experimento de antibiose na espiga foi realizado em casa-de-vegetação, no período de 01/08 a 09/09, onde apresentou temperatura média de 30°C, máxima de 43°C e mínima de 17°C. As plantas de trigo foram conduzidas em tubetes (275 cm³) e dispostas em bandejas de cultivo para que mantivessem a distância mínima de 10 cm (Figura 2).

Aos 55 dias após o plantio, quando 100% das cultivares estavam com a panícula desenvolvida, fase de floração segundo escala de Feekes modificada (LARGE, 1954),

foi realizada a infestação na base de cada panícula com um pulgão adulto (Figura 2), proveniente da criação, o qual foi mantido por 24 horas. Após esse período, o adulto foi retirado e as ninfas nascidas foram mantidas nas plantas. As ninfas foram avaliadas diariamente até atingirem a fase adulta. Foi mantido somente um adulto de *S. avenae* por planta, o qual foi avaliado diariamente até a sua morte. Para cada cultivar de trigo, foram avaliados 36 pulgões adultos. Foram avaliados, ainda, o período de desenvolvimento, a mortalidade, a longevidade e a fecundidade dos pulgões.

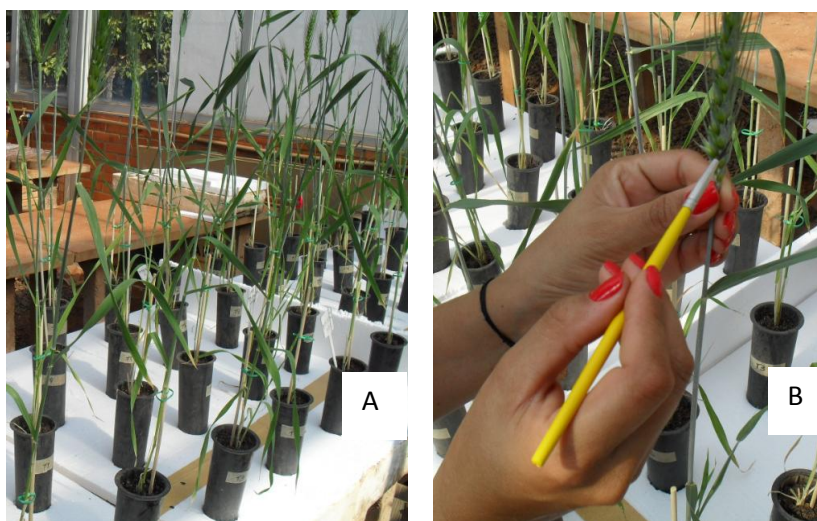


Figura 2 – Experimento de antibiose de trigo a *S. avenae* em espigas de trigo. A - Visão parcial de um dos blocos do experimento. B – Infestação da base da espiga do trigo com um adulto de *S. avenae*.

3.3.3 Não-preferência de *S. avenae* por espigas de trigo

Para o experimento de não-preferência do *S. avenae* pelas quatro cultivares de trigo, foram utilizados vasos de 22 cm de diâmetro, com população de seis plantas por vaso. Aos 56 dias após o plantio, foi feito o corte das espigas, medindo-se cerca de 8 cm abaixo da espiga. Quatro espigas de trigo, sendo uma de cada cultivar, foram colocadas em um copo plástico (200 mL) com água. Uma lâmina de isopor foi utilizada para fixar o caule das espigas e impedir o contato dos pulgões com a água. Cada copo, contendo as quatro espigas, foi colocado em um recipiente plástico (20,5 cm de diâmetro e 19 cm de altura). Foi realizada a liberação de 30 pulgões adultos por recipiente, entre as espigas de trigo e no centro da lâmina de isopor. Após a liberação dos pulgões, os recipientes plásticos foram vedados com tecido de organza. Foi avaliado o número de pulgões nas espigas de cada cultivar, 24, 48 e 72 horas após a infestação.

3.4 Análise dos dados

O experimento de antibiose na folha de trigo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (cultivares) e 51 repetições. A variável mortalidade foi calculada pelo agrupamento dos dados de 10 pulgões. O experimento de antibiose na espiga foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, constituído de quatro tratamentos (cultivares) e seis repetições. Cada bloco foi formado por seis plantas de cada cultivar, totalizando 36 plantas por tratamento. Para a comparação dos dados de mortalidade do *S. avenae*, foram utilizados os dados médios de todas as ninfas nascidas em cada planta de trigo. Já para os outros dados de biologia do pulgão nas quatro cultivares, cada repetição foi formada pelos dados médios de seis pulgões. Já o experimento de não-preferência, este foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, adotando-se o esquema fatorial 4 x 3 (quatro cultivares x três períodos de avaliação) e oito repetições.



Figura 3 - Experimento de não-preferência. A – Copo com espigas de quatro cultivares de trigo. B – Liberação de 30 adultos de *S. avenae* entre as espigas. C – Copos em recipientes plásticos vedados com tecido de organza.

Para avaliar a normalidade dos resíduos, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk ($p = 0,01$), e para a homogeneidade das variâncias, o teste de Levene ($p = 0,05$). Os dados

de longevidade nas folhas e a maior parte dos dados de antibiose na espiga de trigo apresentaram distribuição normal e homogeneidade das variâncias. Quanto à mortalidade nos experimentos de antibiose nas folhas e nas espigas, e todos os demais dados do experimento de antibiose na folha, não foram apresentaram normalidade dos resíduos, por isso, foram transformados, segundo Pimentel-Gomes (2000), para nova avaliação pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene. A variável mortalidade foi transformada para arcoseno da sua raiz para os dois experimentos. Para o teste de antibiose nas folhas, os dados de período de desenvolvimento foram transformados para sua raiz. Os períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e de reprodução total foram transformados para $\log(x+1)$ e a reprodução diária para $\log(x+0,5)$. Após as transformações, somente o período de desenvolvimento apresentou normalidade e homogeneidade. Todos os dados que apresentaram distribuição normal também apresentaram homogeneidade das variâncias. Para os fatores biológicos que apresentaram distribuição normal, foi realizada análise de variância, e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os demais fatores biológicos foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p = 0,05$).

Os dados biológicos do *S. avenae*, em cada cultivar e nos experimentos de antibiose na folha e na espiga, foram utilizados para a construção da tabela de vida de fertilidade, de acordo com Andrewartha & Birch (1954): sendo x igual ao ponto médio de cada idade das fêmeas parentais; lx igual a expectativa de vida até a idade x ; mx igual a fertilidade específica ou número de descendentes por fêmea produzidos na idade x e que originarão fêmeas; $l_x m_x$ igual ao número total de fêmeas nascidas na idade x . Baseando-se nas informações da tabela de vida, foram estimados os seguintes parâmetros para cada tratamento: R_0 (taxa líquida de reprodução, ou seja, a taxa de aumento populacional a cada geração), T (tempo médio entre gerações), r_m (taxa intrínseca de crescimento), λ (taxa finita de aumento) e DT (tempo necessário para a população duplicar) (SOUTHWOOD, 1995). Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade, e respectivos erros padrões, foram estimados por meio da técnica de “jackknife” (MEYER et.al., 1986), e as médias comparadas pelo teste “t” unilateral ($P \leq 0,05$), utilizando o software “Lifetable.sas” (MAIA et. al., 2000).

4 RESULTADOS

4.1 Dados biológicos do *S. avenae* em folhas de trigo

O período de desenvolvimento ($F = 3,83$; $DMS = 0,25$; $p \leq 0,05$) de *S. avenae* em folhas de trigo foi menor na cultivar BRS264 ($8,8 \pm 0,44$ dias), não diferindo das demais cultivares, BRS Timbaúva, Embrapa 22 e BRS254 (Tabela 1). Quanto à longevidade ($F = 0,15$; $DMS = 3,97$; $p \leq 0,05$), ao período pré-reprodutivo ($K = 0,82$ e $p = 0,84$), ao período reprodutivo ($K = 2,01$ e $p = 0,57$), à reprodução total ($K = 2,51$ e $p = 0,47$) e à reprodução diária ($K = 1,32$ e $p = 0,73$) de *S. avenae*, não foram encontradas diferenças significativas para as cultivares avaliadas.

O índice de mortalidade de *S. avenae* variou de $52,9 \pm 0,12\%$ na cultivar BRS254, até $82,4 \pm 0,04\%$ na cultivar Embrapa 22 (Tabela 1). O índice de mortalidade foi alto, embora não tenha sido encontrada diferença significativa entre as cultivares ($F = 2,32$, $p > 0,05$).

TABELA 1 - Longevidade e períodos de desenvolvimento, pré-reprodutivo e reprodutivo em dias, reprodução total e diária e porcentagem de mortalidade (média $\pm$ erro padrão) de *S. avenae* em folhas de quatro cultivares de trigo a $23 \pm 1^\circ\text{C}$, UR 50-55% e 12h de fotofase.

CULTIVARES (N)	TIMBAUVA (21)	BRS254 (24)	BRS264 (18)	EMBRAPA22 (9)
DESENVOLVIMENTO*	$9,4 \pm 0,32$ ab	$10,3 \pm 0,30$ b	$8,8 \pm 0,44$ a	$10,2 \pm 0,62$ ab
LONGEVIDADE*	$9,0 \pm 0,88$ a	$9,5 \pm 0,95$ a	$8,8 \pm 0,98$ a	$9,6 \pm 1,12$ a
PRÉ-REPRODUTIVO**	$3,6 \pm 0,79$ a	$3,8 \pm 0,91$ a	$4,9 \pm 1,12$ a	$4,4 \pm 1,43$ a
REPRODUTIVO**	$4,7 \pm 0,96$ a	$5,0 \pm 0,98$ a	$3,1 \pm 0,82$ a	$4,2 \pm 1,41$ a
REPRODUÇÃO TOTAL**	$12,1 \pm 2,59$ a	$13,6 \pm 2,71$ a	$7,8 \pm 2,25$ a	$9,8 \pm 2,96$ a
REPRODUÇÃO DIÁRIA**	$2,3 \pm 0,36$ a	$2,4 \pm 0,34$ a	$1,7 \pm 0,34$ a	$2,1 \pm 0,44$ a
MORTALIDADE* (N = 5)	$60,8 \pm 0,07$ a	$52,9 \pm 0,12$ a	$62,7 \pm 0,05$ a	$82,4 \pm 0,04$ a

* Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de significância).

** Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (5% de significância).

4.2 Tabela de fertilidade de vida do *S. avenae* em folhas de trigo

As menores taxas líquidas de reprodução do *S. avenae* em folhas de trigo foram encontradas nas cultivares Embrapa 22 ($R_o = 1,7 \pm 1,42$ fêmeas/fêmea) e BRS264 ($R_o = 2,8 \pm 0,64$ fêmeas/fêmea), não havendo diferenças entre elas. Foi verificado que a taxa

intrínseca de aumento e a razão finita de aumento de *S. avenae* foram menores na cultivar Embrapa 22 ($\lambda = 1,04 \pm 0,015$ fêmeas/dia; $r_m = 0,04 \pm 0,015$) do que nas cultivares BRS254 e BRS Timbaúva, no entanto, na cultivar BRS264 ($\lambda = 1,08 \pm 0,018$ fêmeas/dia; $r_m = 0,08 \pm 0,017$) esses parâmetros da tabela de vida de fertilidade do *S. avenae* foram semelhantes aos encontrados nas outras três cultivares avaliadas (Tabela 2). Quanto ao intervalo de tempo entre cada geração (T) e o tempo necessário para a população duplicar em número (TD) de *S. avenae*, não houve diferença entre os materiais testados e houve variação de 13,5 a 16,5 dias e de 5,8 a 15,3 semanas, respectivamente (Tabela 2).

TABELA 2 - Tabela de vida de fertilidade (média $\pm$ erro padrão) de *S. avenae* em folhas de diferentes cultivares de trigo. 23 $\pm$ 1°C, UR 50-55% e 12h de fotofase.

Cultivares (N)	Ro	r_m	T	TD	λ
Timbaúva (20)	5,9 $\pm$ 1,01 a	0,12 $\pm$ 0,012 a	15,3 $\pm$ 0,73 a	5,9 $\pm$ 0,56 a	1,12 $\pm$ 0,012 a
BRS254 (20)	6,0 $\pm$ 1,01 a	0,12 $\pm$ 0,010 a	15,2 $\pm$ 0,62 a	5,8 $\pm$ 0,53 a	1,13 $\pm$ 0,011 a
BRS264 (12)	2,8 $\pm$ 0,64 b	0,08 $\pm$ 0,017 ab	13,5 $\pm$ 1,53 a	8,5 $\pm$ 2,09 a	1,08 $\pm$ 0,018 ab
Embrapa 22 (7)	1,7 $\pm$ 0,42 b	0,04 $\pm$ 0,015 b	16,5 $\pm$ 1,64 a	15,3 $\pm$ 9,49 a	1,04 $\pm$ 0,015 b

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t de Student a $p=0.05$ de significância; Ro = taxa líquida de reprodução; r_m = taxa intrínseca de aumento; T = tempo médio entre gerações; TD = tempo de duplicação da população; λ = razão finita de aumento.

4.3 Dados biológicos do *S. avenae* em espigas de trigo

O período de desenvolvimento médio de *S. avenae* em espigas de trigo variou de 8,9 a 9,3 dias e não apresentou diferença significativa entre as cultivares avaliadas ($F = 1,01$, $p > 0,05$). O período pré-reprodutivo observado foi curto e não apresentou diferenças entre as cultivares. Já o período reprodutivo ($F = 4,33$; DMS = 1,57; $p \leq 0,05$) do pulgão foi maior na cultivar BRS Timbaúva ($5,4 \pm 0,33$), quando comparado com a BRS254 ($3,5 \pm 0,42$), e não diferiu estatisticamente quando comparado com as cultivares BRS254 e EMBRAPA 22. A longevidade ($F = 7,80$; DMS = 1,75; $p \leq 0,05$) da BRS Timbaúva não diferiu da observada na EMBRAPA 22, porém, foi maior que a da BRS254 e a da BRS264 (Tabela 3).

A reprodução total ($F = 5,6$; DMS = 7,72; $p \leq 0,05$) de *S. avenae* nas espigas de trigo foi maior na BRS Timbaúva ($22,4 \pm 1,72$ ninfas) do que na BRS254 ($12,4 \pm 1,90$

ninfas), não diferindo da BRS264 ($13,5 \pm 0,98$ ninfas) e EMBRAPA22 ($15,0 \pm 2,43$ ninfas). A reprodução diária de *S. avenae* ($F = 0,92$, $DMS = 1,18$; $p > 0,05$) apresentou padrão semelhante para todas as cultivares, não sendo observadas diferenças (Tabela 3).

O índice de mortalidade do *S. avenae* variou de $55,1 \pm 0,10\%$ na cultivar Embrapa 22 a $73,1 \pm 0,09\%$ na BRS264, não apresentando diferença significativa entre as cultivares ($F = 0,80$, $p > 0,05$) (Tabela 3).

TABELA 3 - Longevidade e períodos de desenvolvimento, pré-reprodutivo e reprodutivo em dias, reprodução total e diária e porcentagem de mortalidade (média $\pm$ erro padrão) de *S. avenae* em espigas de quatro cultivares de trigo. Uberlândia, casa-de-vegetação, 01 de agosto a 09 de setembro de 2010, médias das temperaturas média 30°C, máxima 43°C e mínima de 17°C.

CULTIVARES (N*)	TIMBAUVA (6)	BRS254 (6)	BRS264 (6)	EMBRAPA22 (6)
DESENVOLVIMENTO	$8,9 \pm 0,17$ a	$9,3 \pm 0,17$ a	$8,9 \pm 0,32$ a	$9,2 \pm 0,23$ a
LONGEVIDADE	$7,6 \pm 0,34$ b	$4,8 \pm 0,55$ a	$5,3 \pm 0,36$ a	$6,9 \pm 0,39$ ab
PRÉ-REPRODUTIVO	$1,1 \pm 0,14$ a	$0,7 \pm 0,14$ a	$0,8 \pm 0,11$ a	$0,9 \pm 0,08$ a
REPRODUTIVO	$5,4 \pm 0,33$ b	$3,5 \pm 0,42$ a	$4,2 \pm 0,30$ ab	$4,0 \pm 0,56$ ab
REPRODUÇÃO TOTAL	$22,4 \pm 1,72$ b	$12,4 \pm 1,90$ a	$13,5 \pm 0,98$ ab	$15,0 \pm 2,43$ ab
REPRODUÇÃO DIÁRIA	$3,0 \pm 0,18$ a	$2,5 \pm 0,37$ a	$2,3 \pm 0,29$ a	$2,4 \pm 0,28$ a
MORTALIDADE	$71,0 \pm 0,09$ a	$60,3 \pm 0,13$ a	$73,1 \pm 0,09$ a	$55,1 \pm 0,10$ a

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a $p=0,05$ de significância.

*N = cada repetição foi formada pela média de seis pulgões, com o total de 36 pulgões por tratamento.

4.4 Tabela de vida de fertilidade do *S. avenae* em espigas de trigo

As menores taxas líquidas de reprodução de *S. avenae* na espiga de trigo foram observadas nas cultivares BRS254 ($R_o = 7,9 \pm 0,84$ fêmeas/fêmea) e Embrapa 22 ($R_o = 8,2 \pm 0,90$ fêmeas/fêmea). A taxa intrínseca de aumento do pulgão na cultivar Embrapa 22 ($r_m = 0,16$) foi menor do que em BRS Timbaúva e BRS264, porém, não diferiu na BRS254 ($r_m = 0,18 \pm 0,010$). Já para o tempo médio entre gerações, *S. avenae* apresentou o período mais longo quando desenvolvido em Embrapa 22 ($T = 13,1 \pm 0,30$ dias) e em BRS Timbaúva ($T = 12,4 \pm 0,18$ dias). O tempo para duplicação da população foi maior nas cultivares Embrapa 22 ($TD = 4,3 \pm 0,23$ semanas) e BRS254 ($TD = 3,8 \pm 0,22$ semanas), enquanto que a razão finita de aumento do pulgão foi menor nessas mesmas cultivares ($\lambda = 1,17 \pm 0,012$ e $1,20 \pm 0,007$ fêmeas/dia, respectivamente) (Tabela 4).

TABELA 4 - Tabela de vida de fertilidade (média $\pm$ erro padrão) de *S. avenae* em espigas de quatro cultivares de trigo. Uberlândia, casa-de-vegetação, 01 de agosto a 09 de setembro de 2010, médias das temperaturas média 30°C, máxima 43°C e mínima de 17°C.

Cultivares (N)	Ro	r_m	T	TD	λ
Timbaúva (35)	15,2 $\pm$ 1,18 a	0,22 $\pm$ 0,006 a	12,4 $\pm$ 0,18 a	3,2 $\pm$ 0,09 b	1,25 $\pm$ 0,007 a
BRS254 (35)	7,9 $\pm$ 0,84 b	0,18 $\pm$ 0,010 b	11,3 $\pm$ 0,22 b	3,8 $\pm$ 0,22 a	1,20 $\pm$ 0,012 b
BRS264 (32)	12,7 $\pm$ 1,14 a	0,22 $\pm$ 0,008 a	11,6 $\pm$ 0,18 b	3,2 $\pm$ 0,11 b	1,25 $\pm$ 0,009 a
Embrapa 22 (33)	8,2 $\pm$ 0,90 b	0,16 $\pm$ 0,010 b	13,1 $\pm$ 0,30 a	4,3 $\pm$ 0,23 a	1,17 $\pm$ 0,012 b

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de “t” de Student a $p=0.05$ de significância. Ro = taxa líquida de reprodução; r_m = taxa intrínseca de aumento; λ = razão finita de aumento; T = tempo médio entre gerações; TD = tempo de duplicação da população.

4.5 Não-preferência do *S. avenae* em espigas de trigo

No teste de não-preferência de *S. avenae* pelas espigas das quatro cultivares de trigo, não houve interação entre as cultivares avaliadas e o período de avaliação ($F = 1,29$; $p = 0,27$). Não houve, também, diferença significativa quanto ao número de *S. avenae* encontrado nas diferentes cultivares ($F = 2,12$; $p = 0,10$). Foi observado que o número de pulgões encontrados nas espigas de trigo foi menor a cada período de observação ($F = 18,61$; DMS = 1,09; $p < 0,001$), sendo que o maior número de pulgões foi encontrado após 24 horas (4,8 $\pm$ 0,35 pulgões) do início do experimento, e o menor após 72 horas (2,0 $\pm$ 0,35 pulgões) (Tabela 5).

TABELA 5 - Número (média $\pm$ erro padrão) de adultos de *S. avenae* em espigas de quatro cultivares de trigo 24, 48 e 72 horas após a liberação de 30 pulgões adultos em teste de livre escolha. Temperatura de 23°C $\pm$ 1,0 e fotofase de 12 horas. N = 8.

PERÍODO	TIMBAUVA	BRS 254	BRS 264	EMBRAPA22	MÉDIA
24 HORAS	5,4 $\pm$ 0,60 a	4,3 $\pm$ 0,62 a	5,0 $\pm$ 0,80 a	4,5 $\pm$ 0,78 a	4,8 $\pm$ 0,35 A
48 HORAS	4,6 $\pm$ 0,46 a	3,6 $\pm$ 0,65 a	2,3 $\pm$ 0,45 a	2,9 $\pm$ 0,65 a	3,3 $\pm$ 0,30 B
72 HORAS	2,3 $\pm$ 0,73 a	1,6 $\pm$ 0,46 a	1,1 $\pm$ 0,40 a	3,1 $\pm$ 0,64 a	2,0 $\pm$ 0,30 C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 DISCUSSÃO

Ao avaliar a resistência das folhas de plantas de trigo que se encontravam na fase vegetativa, foi observado que os dados biológicos de *S. avenae* foram pouco conclusivos quanto à resistência das cultivares. No entanto, os parâmetros da tabela de vida de fertilidade indicam que as cultivares Embrapa 22 e BRS 264 são as mais resistentes, quando comparadas com as demais cultivares testadas. Os principais parâmetros que indicam o potencial de crescimento populacional de *S. avenae* (R_0 , r_m e λ) foram maiores em BRS Timbaúva e BRS 254 do que nas cultivares Embrapa 22 e BRS264. Esses parâmetros associam dados biológicos como a mortalidade e a fecundidade do pulgão nas diferentes cultivares, indicando que as folhas de Embrapa 22 e BRS 264 podem ser consideradas mais resistentes para *S. avenae* do que as demais cultivares testadas.

Esses resultados de maior suscetibilidade de BRS 254 podem estar associados ao condicionamento pré-imaginal do *S. avenae*, já que as folhas dessa cultivar foram utilizadas para a criação dos pulgões. Porém, não se aplicam aos resultados encontrados para BRS Timbaúva. Segundo Peruzzo et al. (2007b), a cultivar BRS Timbaúva apresenta resistência por antibiose nas folhas ao pulgão *R. padi*. No entanto, nossos resultados demonstraram maior suscetibilidade dessa cultivar a *S. avenae*, quando comparadas a Embrapa 22 e BRS 264. Embora essas duas cultivares não tenham sido utilizadas por Peruzzo et al. (2007b), a resistência de uma cultivar a determinada espécie de pulgão não garante resistência a outras espécies.

Os aspectos biológicos de *S. avenae* na espiga indicam que a cultivar BRS 254 é mais resistente que BRS Timbaúva. Já os parâmetros da tabela de fertilidade de vida (R_0 , r_m , TD e λ) indicam que além de BRS 254, Embrapa 22 também é mais resistente a *S. avenae* do que BRS 264 e BRS Timbaúva. No pedigree da cultivar BRS254 contém a cultivar Embrapa 22 (MOREIRA, 2009), o que sugere que a resistência na espiga destas cultivares pode ter sido herdada.

No experimento, os efeitos da parte vegetal e da idade fenológica da planta foram avaliados em conjunto, já que as folhas utilizadas foram originárias de plantas em estado vegetativo, do perfilhamento até a fase de alongação. Não se objetivou verificar o efeito das folhas de trigo sobre o pulgão quando a planta se encontra na fase reprodutiva. O trabalho teve a intenção de reproduzir o comportamento do pulgão no

campo, já que *S. avenae* pode colonizar as folhas de trigo na fase vegetativa da cultura, passando a se reproduzir mais e a utilizar as espigas, quando estas estão disponíveis, na fase reprodutiva do trigo (WIKTELIUS et. al., 1990). Dessa forma, os resultados encontrados para as folhas e para as espigas podem estar relacionados, respectivamente, ao desenvolvimento vegetativo e reprodutiva da cultura.

Durante o desenvolvimento do experimento, foi possível perceber a importância de determinar a resistência em diferentes órgãos vegetais ou fases de desenvolvimento da planta. A resistência de BRS 254 e BRS 264 variou em função da parte da planta em que foi avaliada a cultivar. No entanto, a cultivar BRS Timbaúva foi suscetível e Embrapa 22 resistente a *S. avenae*, tanto nas folhas como na espiga. Embora a resistência de plantas de trigo a *S. avenae* seja mais difícil de ser detectada antes da emergência das espigas (LOWE, 1984), a resistência a pulgões pode estar relacionada à fase de desenvolvimento da planta de trigo (HAWLEY et al., 2003). Esse fato pode estar relacionado às alterações nas concentrações dos compostos de defesa de plantas de trigo em função da fenologia da planta. Nicol e Wratten (1997) relatam que nas espigas, a concentração do ácido hidroxâmico DIMBOA (2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazine-3(4H)-one) é menor do que nas folhas, o que tem relação direta com a maior fecundidade do *S. avenae* nas espigas.

A concentração dos compostos relacionados à resistência de plantas de trigo aos pulgões nem sempre diminui em níveis consideráveis com o aumento da idade fenológica da planta. Segundo Thackray et al. (1990), a concentração de ácidos hidroxâmicos pode explicar até 47% da resistência do trigo à *S. avenae*, causando queda na fecundidade e aumentando a mortalidade do pulgão. Segundo os autores, embora a concentração desses compostos diminua com o crescimento da planta, ela pode permanecer alta em algumas cultivares de trigo, independente da idade da planta.

O índice de fecundidade de *S. avenae* maior nas espigas do que nas folhas novas de trigo pode ser a explicação para a sua maior ocorrência na fase reprodutiva da planta (WATT, 1979). Nossos resultados confirmam essas observações ao se comparar os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *S. avenae*. Por exemplo, o R_0 e o r_m de *S. avenae* em BRS Timbaúva, cultivar suscetível para ambas as partes vegetais, foram de 2,6 e 1,8 vezes maiores nas espigas do que nas folhas de trigo, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados na cultivar Embrapa 22, resistente para ambas as partes vegetais, na qual o R_0 foi 4,8 e o r_m de 4 vezes maiores na espiga do que nas folhas para *S. avenae*. Além disso, o experimento nas folhas foi realizado com

partes destacadas da planta, o que tende a favorecer ao pulgão (MICHEL et al., 2010), e com temperatura controlada de 23°C, considerada próxima da ideal para o desenvolvimento de *S. avenae* (ASIN; PONS, 2001) e outras espécies de pulgões (ASIN; PONS, 2001; SOGLIA et al., 2003; DE CONTI et al., 2010, 2011). Já no experimento em que se avaliou a biologia do pulgão na espiga do trigo, foi utilizada a planta inteira, com temperatura média de 30°C, considerada na faixa prejudicial ao desenvolvimento dos pulgões (ASIN; PONS, 2001; SOGLIA et al., 2003; DE CONTI et al., 2010, 2011).

As espigas das cultivares BRS Timbaúva, Embrapa 22, BRS 254 e BRS 264 não apresentaram diferenças quanto ao mecanismo de resistência por não-preferência ao pulgão *S. avenae*. Resultados diferentes foram encontrados por Peruzzo et al. (2007c), quando compararam a não-preferência de cultivares de trigo ao pulgão *R. padi*. Segundo os autores, a cultivar BRS Timbaúva foi resistente por não-preferência quando comparada a outras cultivares testadas. O período de avaliação para testes de não-preferência para pulgões é muito importante. Segundo Cruz et al. (1998), o período de 72 horas é o ideal para a avaliação da não-preferência de genótipos de sorgo à *S. graminum*. O presente estudo baseou-se em Cruz et al. (1998), porém, após 72 horas, o número de pulgões vivos nas espigas de trigo foi menor do que após 24 e 48 horas de avaliação. Embora não tenham estudos que permitam determinar padrões de resistência e suscetibilidade ao *S. avenae* para testes de não-preferência, o aumento do índice de mortalidade dos pulgões com o passar do tempo no presente trabalho pode ter influenciado na não detecção deste mecanismo de resistência entre as cultivares testadas.

6 CONCLUSÕES

Existe variação da resistência por antibiose das cultivares de trigo a *S. avenae* em função da parte vegetal e/ou idade fenológica das plantas em que o pulgão se desenvolve. Quando comparadas, a cultivar BRS Timbaúva é suscetível e Embrapa 22 resistente a *S. avenae*, tanto nas folhas de plantas em fase vegetativa, quer dizer, do perfilhamento até a fase de elongação, como na espiga, fase reprodutiva das plantas. Já BRS 254 é resistente ao pulgão, quando são avaliadas as suas espigas, e suscetível quando avaliadas as folhas. O contrário é observado na BRS 264, a qual é resistente nas folhas e suscetível quando avaliadas as espigas.

As espigas das cultivares BRS Timbaúva, Embrapa 22, BRS 254 e BRS 264 não apresentam diferenças quanto ao mecanismo de resistência por não-preferência ao pulgão *S. avenae*.

7 REFERÊNCIAS

- 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).
- ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p.31-54.
- ASIN, L.; PONS, X. Effect of high temperature on the growth and reproduction of corn aphids (Homoptera: Aphididae) and implications for their population dynamics on the Northeastern Iberian Peninsula. **Environmental Entomology**, College Park, v. 30, n. 6, p. 1127-1134, 2001.
- ASLAM, M.; RAZAQ, M.; AHMAD, F.; FAHEEM, M.; AKHTER, W. Population of aphid (*Schizaphis graminum* R.) on different varieties/lines of wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, Pakistan, v.6, p. 974-977, 2006.
- BEIRNE, B. P. Pest insects of annual crop plants in Canada. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v. 85, 1972, 73p.
- BERED, F.; CARVALHO, F. I. F.; BARBOSA NETO, J. F. B. Variabilidade Genética em Trigo. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 14, p. 22-25, 2000.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. 2. ed. Chichester: J. Wiley & Sons, 2000. 466 p.
- BRUEHL, G.W., Barley yellow dwarf: a virus disease of cereals and grasses. **American Phytopathological Society**. Monogr. 1. 1961.
- BURNETT, P. A.; COMMEAU, A.; QUALSET, C. O. **World perspectives on BYDV**. Italy Procurar cidade: CIMMYT, 1987.
- CAETANO, V. R. **Estudo sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada, em trigo, no Rio Grande do Sul**. 89 f. Tese (doutorado em xxxxx) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Pelotas, 1972.
- CAI, Q.; ZHANG, Q.; CHEO, M. Correlation between indole alkaloid contents in flag leaves and ears of wheat and wheat resistance to *S. avenae* (F.). **Plant Protection**, v. 28, p.11–13, 2002.
- CAI, Q. N.; ZHANG, Q. W.; CHEO, M. Contribution of indole alkaloids to *S. avenae* (F.) resistance in wheat. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 128, n. 8, p. 517-521, 2004.
- CAREY, J. R. **Applied Demography for Biologist with Special Emphasis on Insects**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

CARTIER, J. J.; PAINTER, R. H. Differential reactions of two biotypes of the corn leaf aphid to resistant and susceptible varieties, hybrids and selections of sorghums. **Journal of Economic Entomology**, v. 49, n. 4, p. 498-508, 1956.

CHENA, C.; FENG, M. G. *S. avenae* alatae infected by *Pandora neoaphidis*: their flight ability, post-flight colonization, and mycosis transmission to progeny colonies. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 86, p.117-123, 2004.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, nono levantamento. Brasília: Conab, 2010. 45 p.

CRUZ, I.; VENDRAMIM, J. D. Tolerância como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade de Entomologia Brasileira**, Londrina, v. 27, n. 1, 1998.

DEAN, G. J. Effects of parasites and predators on the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Walk.) and *Macrosiphum avenae* (F.) (Hom., Aphididae) **Bulletin of Entomological Research**, v. 63, p. 411-422, 1974.

DE CONTI, B. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; SIDNEY, L. A. Reproduction and fertility life table of three aphid species (Macrosiphini) at different temperatures. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 4, p. 654-660, 2010.

DE CONTI, B. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; LENTEREN, J. C. Development and survival of *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* and *Uroleucon ambrosiae* at six temperatures. **Bulletin of Insectology**, v. 64, n. 1, p. 63-68, 2011.

FAGUNDES, A. C. Principais espécies de pulgões de trigo no Rio Grande do Sul. **Divulgação Agrônoma**, Porto Alegre, v. 32, p.11-14, 1972.

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.

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

GASSEN, D. N.; F. J. TAMBASCO. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 104, p. 47-51, 1983.

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

GIANOLI, E. Competition in cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on wheat plants. **Environmental Entomology**, v. 29, n. 2, p. 213-219, 2000.

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

GOTELLI, N.J. **A Primer of Ecology**. Massachussetts: Sinauer Associates, 1995.

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**, v. 98, p. 603-610, 2005.

HESLER, L. S.; RIEDELL, W. E.; KIECKHEFER, R. W.; HALEY, S. D. Responses of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) on cereal aphid-resistant wheat accessions. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, v. 19, p. 133-140, 2002.

HESLER, L. S.; RIEDELL, W. E.; KIECKHEFER, R. W.; HALEY, S. D.; COLLINS, R. D. Resistance to *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in wheat germplasm accessions. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 1234-1238, 1999.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: nov. 2010.

JAMES, D. G.; PRICE, T. S. Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p.729-732, 2002.

KLINGAUF, F. A. Host plant finding and acceptance. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. [ed.]. **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 209-223.

KOGAN, M.; ORTMAN, E. F. Antixenosis – A new term proposed to define Painter's "Non-preference" modality of resistance. **Bulletin of Entomological Society of America** v. 24, n. 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.

KOLBE, W. Investigaciones sobre la aparición de diversas especies de pulgones como causa de mermas de rendimiento y calidad en cerealicultura. **Pflanzenschutz, Nachrichten Bayer**, v. 22, p. 187-224, 1969.

LARA, F. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991.

- LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of Feekessacale. **Plant Pathology**, London, v. 3, p. 128-129, 1954.
- LAZZARI, S.; STARKEY, S.; REESE, J.; RAY-CHANDLER, A.; MCCUBREY, R.; SMITH, C. M. Feeding Behavior of Russian Wheat Aphid (Hemiptera:Aphididae) Biotype 2 in Response to Wheat Genotypes Exhibiting Antibiosis and Tolerance Resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 1291-1300, 2009.
- LOXDALE, H. D.; TARR, I. J.; WEBER, C. P.; BROOKES, C. P.; DIGBY, P. G. N.; CASTANERA, P. Electrophoretic study of enzymes from cereal aphid populations. III. Spatial and temporal genetic variation of populations of *S. avenae* (F.) (Hemiptera: Aphididae). **Bulletin of Entomological Research** v. 75, p. 121-141, 1985.
- LOWE, H. J. B. Characteristics of resistance to the grain aphid *Sitobion avenae* in field trials. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 102, p. 487-497, 1984.
- MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p. 511–518, 2000.
- MANEVA, V.; SAVOVA, T.; MARCHEVA, M. Population size of aphid (*S. avenae* F.) in different varieties / breeding lines of oats (*Avena sativa* L). **44th Croatian & International Symposium on Agriculture**, 4th, Sadovo/Bulgaria, v. 29, n. 2, 2009.
- MEYER, J.S.; IGERSELL, C.G.; MACDONALD, L.L.; BOYCE, M.S. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology**, v. 67, p. 1156-1166, 1986.
- MICHEL, A. P.; MIAN, R. M.; OLIVAS, N. D.; CAÑAS L. C. Detached leaf and whole plant assays for soybean aphid resistance: differential responses among resistance sources and biotypes. **Journal of Economic Entomology**, , v. 103, p. 949-957, 2010.
- MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; TRINDADE, M. G.; CÁNOVAS, A. D. **A cultura do trigo irrigado no Sistema Plantio Direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Trigo, 2006. 16 p. (Circular Técnica, 78).
- MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. Autor, 1999.
- NICOL, D.; WRATTEN, S. D. The effect of hydroxamic acid concentration at late growth stages of wheat on the performance of the aphid *Sitobion avenae*. **Annals of Applied Biology**, v. 130, p. 387-396, 1997.
- PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York: MacMillan, 1951. 520 p.
- PALM, E. W. **Virus disease of wheat**. :Agricultural Publication, 1993.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609 p.

PEIXOTO A. M. **Enciclopédia agrícola brasileira S-Z**. São Paulo: USP/Fapesp, 2006. v. 6. 632 p.

PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; LAU, D. **Identificação de adultos ápteros e alados das principais espécies de afídeos (Hemiptera: Aphididae) associadas a cereais de inverno no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 17 p. (Comunicado Técnico, 258). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co258.htm>. Acesso: 11 de jul. 2010.

PERUZZO, R.; SALVADORI, J. R.; SILVA, P. R. V.; PEREIRA, E.; BERTOLLO, C.; TONELLO, L. S. Resposta de cultivares de trigo à infestação do pulgão *Rhopalosiphum padi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p.1681-1685, 2007a.

PERUZZO, R.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, E.; BERTOLLO, C. Efeito de cultivares de trigo na biologia do pulgão *Rhopalosiphum padi*. **Documentos Embrapa Soja**, Londrina, n. 203, p. 259-261, 2007b.

PERUZZO, R.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, E.; BERTOLLO, C. Preferência do pulgão *Rhopalosiphum padi* a cultivares de trigo. **Documentos Embrapa Soja**, Londrina, n. 203, p.266-268, 2007c.

PIMENTA, H. R.; SMITH, J. G. **Afídeos, seus danos e inimigos naturais em plantações de trigo (*Triticum sp.*) no estado do Paraná**. Curitiba: Organização das Cooperativas do Estado do Paraná, 1976. 175 p.

PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 2000. 466 p.

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

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.

RABBINGE, R.; ANKERSMIT, G. W.; PAK, G. A. Epidemiology and simulation of population development of *S. avenae* in winter wheat. **Journal of Plant Pathology**, v. 85, p. 197-220, 1979.

RAUTAPAA, J. The effect of the English grain aphid *Macrosiphum avenae* (F.) (Hom.,Aphididae) on the yield and quality of wheat. **Annales Agriculturae Fenniae**, v. 5, p.334-341, 1996.

RIAZUDDIN, M. A.; KHATTAK, K. Screening resistant wheat lines against aphids. **Pakistan Entomologist**, Faisalabad, Pakistan, v. 26, n. 1, p.13-18, 2004.

ROSSETO, C. J. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 171 p.

ROSSING, W. A. H. Simulation of damage in winter wheat caused by the grain aphid *Sitobion avenae*. 3. Calculation of damage at various attainable yield levels. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 97, p. 87-103, 1991.

SALVADORI, J. R. **Controle biológico de pulgões de trigo: sucesso que perdura**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1999. (Comunicado técnico).

SALVADORI, J. R. Pragas da lavoura de trigo. In: CUNHA, G. R.; BACALTCHUCK, B. (Org.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 267-278. (Série Culturas).

SALVADORI, J. R.; LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. S. **Cultivo de trigo**. (Sistemas de Produção, 4). Embrapa Trigo, 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/index.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

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

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V.; VOSS, M. Controle biológico de pragas do trigo. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Org.). **Controle biológico de pragas**. Piracicaba: CP 2, 2006.

SALVADORI, J. R.; SALLES L. A. B. Controle biológico dos pulgões do trigo. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, B. S. C.; BENTO, J. M. S. (ed.), **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

SAS Institute - The SAS System for Windows 2001. Release 8.1. Cary: SAS Institute. 1 CD-ROM.

SILVA, M. T. B. **Reação de cultivares e eficiência do controle químico de pulgões vetores do vírus do nanismo amarelo da cevada em trigo**. 70 f. Santa Maria, 2002. Tese (Doutorado de Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 1, p. 49-54, 2003.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. London, Chapman & Hall, 1995. 524 p.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007.

TONET, G. L. **Resistência de plantas de trigo ao pulgão verde dos cereais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 3 p. (Comunicado Técnico, 17). Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co17.htm> Acesso em: 15 out. 2010.

TRACKRAY, D. J.; WRATTEN, S. D.; EDWARDS, P. J.; NIEMEYER, H. M. Resistance to the aphids *Sitobion avenae* and *Rhopalosiphum padi* in gramineae in relation to hydroxamic acids levels. **Annals of applied biology**, v. 116, p. 573-582, 1990.

USDA. **United States Department of Agriculture**. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

WRATTEN, S. D.; LEE, G.; STEVENS, D. J. Duration of cereal aphid populations and the effects on wheat yield and quality. **British Crop Protection Council: Proceedings of the 1979 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases**. England. v. 3, p. 1-8, 1979.

VALENCIA, L.; TRILLOS, O. **Controlle Integrado de Plagas de Papa**. Bogotá: Centro Internacional de La Papa/Instituto Colombiano Agropecuario, 1986. p. 37-47.

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: Ed. UFSM, 2000.

VEREIJKEN, P. H. Feeding and multiplication of three cereal aphid species and their effect on yield of winter wheat. **Agricultural Research Reports**, v. 888, n. 58, 1979.

WATT, A. D. The effect of cereal growth stages on the reproductive activity of *S. avenae* and *Metopolophium dirhodum*. **Annals of Applied Biology**, v. 97, p. 135-141, 1979.

WATT, A.D. The effect of cereal growth stages on the reproductive activity of *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum*. **Annals of Applied Biology**, v. 91, p. 147-157, 1979.

WIKTELIUS, S., WEIBULL J., PETTERSSON J. Aphid host plant ecology: the bird cherry-oat aphid as a model, In: CAMPBELL, R. K.; EIKENBARY, R. D. **Aphid-plant genotype interactions**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 21-36.

WILBERT, H. Der Einfluss resistenter Pflazen auf die Populations Dynamik von Schadinsekten. **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, v. 89, p. 298-304, 1980.

WU, H. W.; HAIG, T.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D.; AN, M. Simultaneous determination of phenolic acids and 2,4-dihydroxy- 7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one in wheat (*Triticum aestivum* L.) by gas chromatography-tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography** , v. 864, p. 315-321, 1999.

XU, L. M.; QI, F. M.; ZHANG, J. P.; ZHANG, J. Z.; CAO, C. M.; CHEN, J. L. Influence of *S. avenae* infestation on wheat yield loss. **Agricultural Science and Technology of Inner Mongolia**, v. 5, p. 27-40, 1998.

ZÚÑIGA, E. S. Controle biológico dos afídeos do trigo (Homoptera: Aphididae) por meio de parasitóides no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. 320 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1982.