

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

***Tibraca limbativentris* Stål (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): PARASITISMO EM
LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa*) E INTERAÇÕES MEDIADAS
POR SEMIOQUÍMICOS**

**Thiago Della Nina Idalgo
Engenheiro Agrônomo/UFRGS**

**Dissertação apresentada com um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Entomologia**

**Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2011**

CIP - CATALOGAÇÃO INTERNACIONAL NA PUBLICAÇÃO
Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS

Id1t Idalgo, Thiago Della Nina
Tibraca limbativentris Stal (Hemiptera: Pentatomidae): parasitismo em lavouras de arroz irrigado (*Oryza sativa*) e interações mediadas por semioquímicos / Thiago Della Nina Idalgo — Porto Alegre : T.D.N. Idalgo, 2011.

xi, 56 f.; il.

Dissertação (Mestrado - Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Fito-tecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

1. Arroz irrigado : Parasitismo : Semioquímicos. I. Título.

CDD: 633

THIAGO DELLA NINA IDALGO
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

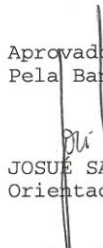
DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovado em: 25.02.2011
Pela Banca Examinadora


JOSUÉ SANT'ANA
Orientador - PPG Fitotecnia

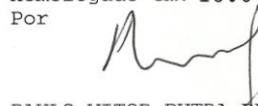

LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Co-orientadora - PPG Fitotecnia


SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
PPG Fitotecnia


RICARDO BISOTTO DE OLIVEIRA
Empresa Tecnano


ANDERSON DIONEI GRUTZMACHER
PPG Fitossanidade - UFPel

Homologado em: 18.04.2011
Por


PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Ao PPG Fitotecnia da UFRGS pela oportunidade concedida.

A Capes pela concessão de bolsa e pela oportunidade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Josué Sant’Ana e a minha co-orientadora Profa. Dra. Luiza Redaelli pela orientação.

Ao grupo de pesquisa de semioquímicos da Embrapa Cenargen pela ajuda e solicitude em todo o trabalho, em especial ao Dr. Miguel Borges e a Dra. Maria Carolina Blassioli Moraes.

Ao Dr. Valmir Antonio Costa do Instituto Biológico de São Paulo pela identificação dos parasitóides.

Ao Dr. Adeney Bueno, da Embrapa-Soja pelo envio dos parasitóides para testes.

A equipe de entomologia do IRGA pela ajuda no campo sempre que preciso.

Ao Sr. Claudio pela pronta disponibilidade de área para experimento em sua propriedade em Eldorado do Sul, RS.

Ao Prof. Dr. Ricardo Wanke de Melo do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS pelo fornecimento dos dados climáticos referentes a Eldorado do Sul.

Aos colegas Rafael L. (Ovo), Luidi, Milena (MANO), Rafael M., Deisi, Rita, Patricia G., Diogo, Patricia M., Fernanda, Vanessa, Ricardo, Caio e Rosana por toda a ajuda em disciplinas, campo e trocados pro RU.

A Patricia Pires por ter sido meu braço direito, e por vezes os dois, dentro do laboratório.

Ao pessoal da iniciação Naiana, Cláudia, Camila, Fernando, Lucas e Gabriela pelas ajudas.

A todos os professores do Departamento de Fitossanidade que de algum modo auxiliaram durante esse período.

A minha Família pelo apoio incondicional ao trabalho que realizei, mesmo que por vezes não o entendessem.

Ao meu Pai Durval e a minha Mãe Maria Jusara por terem sido o esteio que permitiu a mim, chegar onde cheguei.

A minha namorada Luciane por estar do meu lado durante praticamente todo o mestrado, sendo a companheira perfeita que é, tendo paciência comigo, ajudando, aconselhando, ensinando, pra tornar tudo possível, muito, mas muito, obrigado.

Aos amigos, citados e não citados, os de longa data e os mais recentes, com quem eu posso contar, um especial agradecimento por serem AMIGOS.

***Tibraca limbativentris* Stål (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): PARASITISMO EM LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa*) E INTERAÇÕES MEDIADAS POR SEMIOQUÍMICOS¹**

Autor: Thiago Della Nina Idalgo

Orientador: Josué Sant'Ana

Co-orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

RESUMO

O percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stål, é uma importante praga da cultura do arroz no Brasil. O presente trabalho objetivou: registrar parasitóides de ovos de *Ti. limbativentris*, em lavoura de arroz, com e sem aplicação de inseticida, situada no município de Eldorado do Sul, RS e avaliar a ação de compostos feromonais sobre parasitóides de ovos e nas fases jovem e adulta do percevejo-do-colmo. Para registro do parasitismo, as áreas foram vistoriadas contabilizando-se ninfas e adultos e coletando-se posturas do percevejo-do-colmo. Foram feitos bioensaios com ninfas e adultos de *Ti. limbativentris*, em olfatômetro de dupla escolha, para averiguar a bioatividade de compostos feromonais sintéticos e extrato de exúvia. Avaliou-se também, em olfatômetro de múltipla escolha, a quimiotaxia dos parasitóides de ovos, *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus basalis* (Wollaston), frente aos compostos do feromônio sexual sintético, ao extrato de adultos e ao tetradecanal. Constatou-se somente a ocorrência de *Te. podisi* em ambas as áreas, sendo o índice de parasitismo de 75,04% na área não tratada e de 78,31%, na com inseticida. Os compostos feromonais, 1S zingiberenol e 1'S zingiberenol atraíram apenas fêmeas de *Ti. limbativentris*. Não se observou efeito quimiotáxico em indivíduos desta espécie ao extrato de exúvia. Os parasitóides de ovos não responderam aos compostos avaliados. Este é o primeiro registro de *Te. podisi* em ovos do percevejo-do-colmo em lavouras de arroz no RS. Os resultados sugerem que os isômeros 1S zingiberenol e 1'S zingiberenol são apenas componentes do feromônio sexual de *Ti. limbativentris*, não atuando na agregação desta espécie. Da mesma forma, indicam que os parasitóides *Te. podisi* e *Tr. basalis* não utilizam como cairomônio os compostos liberados na comunicação química do percevejo-do-colmo.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (56 p.) Fevereiro, 2011.

***Tibraca limbativentris* Stål (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): PARASITISM IN RICE FIELDS (*Oryza sativa*) AND INTERACTIONS MEDIATED BY SEMIOCHEMICALS¹**

Author: Thiago Della Nina Idalgo

Adviser: Josué Sant'Ana

Co- adviser: Luiza Rodrigues Redaelli

ABSTRACT

The stalk stink bug, *Tibraca limbativentris* Stål, is a major pest of rice fields in Brazil. This study aimed to: register egg parasitoids of *Ti. limbativentris* in a rice crop, with and without insecticide application, located in Eldorado do Sul (State of Rio Grande do Sul, Brazil) evaluate the effect of pheromonal compounds on egg parasitoids and in the young and adult stages of the stalk stink bug. In order to record the parasitism, the areas were inspected, nymphs and adults were counted and the eggs of the stalk stink bug were collected. Bioassays were done with nymphs and adults of *Ti. limbativentris* in double choice olfactometer in order to determine the bioactivity of synthetic pheromone compounds and extract of exuviae. The chemotaxis of egg parasitoids *Telenomus podisi* (Ashmead) and *Trissolcus basal* (Wollaston) was also evaluated in multiple-choice olfactometer and in response to synthetic sex pheromone compounds, to extract of adults and to tetradecanal. It presented only the occurrence of *Te. podisi* in both areas, with the rate of parasitism of 75.04% in the untreated area and 78.31% in the area with insecticide. The pheromonal compounds, 1S and 1'S zingiberenol attracted only females of *Ti. limbativentris*. Chemotactic effect was not observed in this species in response to the extract of exuviae. The egg parasitoids did not respond to the compounds evaluated. This is the first record of *Te. podisi* in eggs of the stalk stink bug in rice fields in the state of Rio Grande do Sul. The result suggest that the isomers 1S and 1'S zingiberenol are only components of the sex pheromone of *Ti. limbativentris* without acting in the aggregation of this species. Likewise, it indicates that the parasitoids *Te. podisi* and *Tr. basal* don't use the compounds released in the chemical communication of the stalk stink bug as a kairomone.

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (56 p.) February, 2011.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 A cultura do arroz	3
2.2 Percevejo-do-colmo – <i>Tibraca limbativentris</i>	6
2.2.1 Aspectos morfológicos e biológicos	6
2.2.2 Danos e controle	8
2.2.3 Inimigos naturais	9
2.3 Comunicação química	10
2.3.1 Semioquímicos em Pentatomidae	11
2.3.1.1 Feromônios e Alomônios	11
2.3.1.2 Cairomônios	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Ocorrência de <i>Tibraca limbativentris</i> e de parasitóides de ovos em campo ...	16
3.2 Bioensaios com semioquímicos	19
3.2.1 Obtenção de substâncias e extratos	19
3.2.1.1 Substâncias	19
3.2.1.2 Extratos de Exúvias	19
3.2.1.3 Extratos de machos e fêmeas	19
3.2.2 Análises Químicas	20
3.2.3 Bioensaios comportamentais com <i>Tibraca limbativentris</i>	21
3.2.3.1 Obtenção e criação dos percevejos	21
3.2.3.2 Olfatometria	22
3.2.4 Bioensaios comportamentais com <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus</i> <i>basalis</i>	24
3.2.4.1 Obtenção dos parasitóides	24
3.2.4.2 Olfatometria	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Ocorrência de <i>Tibraca limbativentris</i> e parasitóides em lavoura de arroz.....	27
4.1.1 Área sem aplicação de inseticida (ASI)	27
4.1.2 Área com aplicação de inseticida (ACI)	30
4.1.3 Análise comparativa entre as áreas sem (ASI) e com aplicação (ACI) de inseticida	32
4.2 Bioensaios comportamentais com <i>Tibraca limbativentris</i>	33
4.3 Bioensaios comportamentais com <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basalis</i>	39

5 CONCLUSÕES.....	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
7 APÊNDICES.....	52

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Número médio total (\pm EP)/m ² de adultos e ninfas, de ovos, ovos parasitados; percentual (%) de parasitismo e sucesso de parasitismo de <i>Tibraca limbativentris</i> , em lavoura de arroz sem (ASI) e com aplicação de inseticida (ACI), no município de Eldorado do Sul – RS.....	32

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Adulto de <i>Tibraca limbativentris</i> em planta de arroz.....	7
2. Croqui das áreas demarcadas, ASI - área sem aplicação de inseticida e ACI - área com aplicação de inseticida, no município de Eldorado do Sul – RS.....	17
3. Variação média semanal de umidade relativa do ar (UR%); temperatura do ar (°C); precipitação (mm) por ocasião de amostragem, no período de 17/01 a 06/03/2010, no município de Eldorado do Sul, RS.....	17
4. Gaiola de criação de <i>Tibraca limbativentris</i> confeccionada com garrafa tipo PET (2L), contendo vaso com touceira de arroz.....	21
5. Olfatômetro “Y”: 1) bomba a vácuo; 2) fluxímetro; 3) borbulhador; 4) arena; 5) detalhe da extremidade do olfatômetro com papel filtro.....	23
6. A) Olfatômetro de múltipla escolha: 1) arena; 2) tubo de silicone; 3) Erlenmeyer armadilha; 4) Erlenmeyer teste; 5) fluxímetro lateral; 6) tubo com carvão ativo; 7) fluxímetro central e 8) bomba de vácuo; B) detalhe da arena com orifício de liberação indicado por seta; C) câmara de liberação dos parasitóides.....	25
7. Croqui da arena do olfatômetro de múltipla escolha: campos de odor (1-4); campo central (5).....	26
8. Número médio (\pm EP) total de ovos de <i>Tibraca limbativentris</i> coletados e parasitados por ocasião de amostragem no período de 21/01 a 03/03/2010, em lavoura de arroz sem aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS.....	28
9. Número médio (\pm EP) de ninfas e adultos de <i>Tibraca limbativentris</i> coletados por ocasião de amostragem no período de 21/01 a 03/03/2010, em lavoura de arroz sem aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS.....	29

10. Número médio (\pm EP) total de ovos de *Tibraca limbativentris* coletados e parasitados por ocasião de amostragem no período de 22/01 a 05/03/2010, em lavoura de arroz com aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS..... 31
11. Número médio (\pm EP) de ninfas e adultos de *Tibraca limbativentris* coletados por ocasião de amostragem no período de 22/01 a 05/03/2010, em lavoura de arroz com aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS..... 32
12. Respostas em olfatômetro de machos de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 18); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 21), extrato de exúvias (n = 18) e hexano (controle). (n= número de insetos responsivos)..... 33
13. Respostas em olfatômetro de fêmeas de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 27); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 25), extrato de exúvias (n = 9) e hexano (controle). (n= número de insetos responsivos)..... 34
14. Respostas em olfatômetro de ninfas de 3° ínstar de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 19); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 14), extrato de exúvias (n = 12) e hexano (controle). (n= número de insetos responsivos)..... 35
15. Respostas em olfatômetro de ninfas de 5° ínstar de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 13); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 21), extrato de exúvias (n = 15) e hexano (controle). (n= número de insetos responsivos)..... 37
16. Tempo médio (s) (\pm EP) de permanência de fêmeas de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalis* em diferentes fontes de odor (T1= extrato de machos; T2= extrato de fêmeas; T3= hexano (controle))..... 39
17. Tempo médio (s) (\pm EP) de permanência de fêmeas de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalis* em diferentes fontes de odor (T1 = tetradecanal; T2 = hexano (controle))..... 41

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz irrigado está presente em todas as regiões brasileiras, principalmente no Rio Grande do Sul. Diversas pragas prejudicam o desenvolvimento da cultura, dentre as principais, destaca-se o percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera, Pentatomidae), o qual provoca lesões no colmo podendo ocasionar o secamento e a morte da planta. Os danos variam conforme a fase de desenvolvimento, sendo que durante a fase vegetativa o aparecimento do sintoma é conhecido como “coração-morto” e, na fase reprodutiva, “panícula-branca”. O principal método de controle para este percevejo é o químico, porém essa prática aplicada de forma incorreta não alcança o resultado esperado. Além disso, o impacto ambiental e na saúde humana que a utilização de agrotóxicos acarreta, tem estimulado a busca por novas ferramentas de controle. O conhecimento das espécies de parasitóides de ovos que estão associadas com o percevejo-do-colmo pode fornecer importantes informações para o desenvolvimento de uma adequada ferramenta de controle biológico através do uso de inimigos naturais. Outra importante alternativa é o uso de semioquímicos (feromônios e caïromônios), baseado no conhecimento das interações químicas intra e interespecíficas de *Ti. limbativentris*, podendo gerar subsídios para monitoramento e controle deste herbívoro no sistema orizícola. Sendo assim, este trabalho teve os seguintes objetivos: registrar as espécies de

parasitóides presentes em ovos de *Ti. limbativentris* em lavoura de arroz irrigado no RS; comparar o percentual de parasitismo em áreas de lavoura com e sem aplicação de inseticida; avaliar o comportamento quimiotático de *Ti. limbativentris* e dos parasitóides de ovos, *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus basal* (Wollaston) (Hymenoptera, Platygasteridae) a semioquímicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) (Poaceae) é um dos cereais mais produzidos e consumidos em todo o mundo, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico quanto social (Azambuja *et al.*, 2004). Esta gramínea estival possui ciclo de fixação de carbono do tipo C3 e caracteriza-se por apresentar plantas anuais, eretas e hidrófilas, com espiguetas bissexuadas (Boldrini *et al.*, 2005). A cultura requer temperatura entre 25 e 30 °C e radiação elevada para expressar seu potencial reprodutivo (SOSBAI, 2010).

O ciclo de desenvolvimento do arroz é dividido em três estádios fenológicos: de plântula, vegetativo e reprodutivo. O estágio de plântula, identificado como “S”, compreende o período de semente seca até emergência da primeira folha do coleóptilo. O estágio vegetativo é representado pela letra “V”, onde os números indicam o colar formado em determinada folha do colmo principal. De maneira geral, os dois primeiros estádios têm duração variada, conforme época de semeadura, temperatura e insolação a que a planta está exposta. A fase reprodutiva (R) compreende o início do desenvolvimento da panícula (R0) até grão maduro de casca marrom (R8) (Colasante, 2001). O ciclo da cultura é de aproximadamente 120 dias para as cultivares IRGA 442 CL, IRGA 417, BR-IRGA 409, EL PASO L 144, frequentemente utilizadas no Rio Grande do Sul (RS) (IRGA, 2010).

Aproximadamente 150 milhões de hectares de arroz são cultivados por ano em todo o mundo, com produção de 590 milhões de toneladas, sendo mais de 75% realizada em sistema de cultivo irrigado. O arroz é base alimentar para cerca de 2,4 bilhões de pessoas sendo considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína necessária ao homem (Santos *et al.*, 2006). Devido ao seu valor nutricional e a alta adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima, é considerado a espécie que apresenta maior potencial para o combate a fome (Gomes & Magalhães Jr., 2005).

Cerca de 90% de todo o arroz do mundo é cultivado e consumido na Ásia, seguido pela América Latina, que ocupa o segundo lugar em produção e o terceiro em consumo (Gomes & Magalhães Jr., 2005). O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz, destacando-se como o maior fora do continente Asiático. A cultura pode ser conduzida no sistema de produção em várzeas (irrigado), que foi responsável por 78,4% do arroz semeado no ano agrícola de 2010/11, e no sistema de terras altas (sequeiro), que respondeu por 21,6% (IRGA, 2010). Em 2001, a produção brasileira representou 1,8% do total mundial, e cerca de 50% da América Latina (Azambuja *et al.*, 2004). Em 2010, esta produção foi de 11.311.750 t de arroz em casca (IBGE, 2010), correspondendo a 1,96 % da produção total mundial (IRRI, 2010).

O cultivo do arroz irrigado está presente em todas as regiões brasileiras, com destaque para os estados do sul do país, os quais são responsáveis por 71,9% da produção nacional. No RS foram colhidas, em 2010, 6.920.200 t de arroz em casca, em uma área de 1.044.416 ha, com rendimento médio de 6.626 kg/ha, mantendo-se este como o maior produtor de arroz do Brasil (61,2% da produção nacional) (IBGE, 2010). As cultivares de arroz irrigado mais plantadas no Rio Grande do Sul na safra de 2009/10 foram IRGA 442

CL, IRGA 417, BR-IRGA 409, EL PASO L 144, com mais de 90% da área total (IRGA, 2010).

Apesar da alta produção de arroz no RS, existem diversos fatores que limitam o rendimento, tais como a presença de doenças e pragas (Martins *et al.*, 2004). Estima-se que cerca de 10 a 35% da produção é perdida devido à presença destes organismos na lavoura (Ferreira, 1998; Martins *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2004). Além destes organismos, as plantas daninhas têm importante papel nos efeitos negativos observados no crescimento, desenvolvimento e produtividade, através da competição por nutrientes (Gomes & Magalhães Jr., 2005). As invasoras no sistema de arroz irrigado são principalmente Poaceas, com importância destacada para o arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), de difícil controle, por se tratar da mesma espécie que a de interesse, tem como ferramenta principal o uso de variedades resistentes a herbicidas através do sistema *clear-field* (SOSBAI, 2010).

Dentre os problemas fitossanitários destaca-se a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea* (Cooke), podendo comprometer até 100% da produção em algumas lavouras (Colasante & Fukushima, 2001; Gomes & Magalhães Jr., 2005). Segundo Domiciano (2001), os insetos que podem atingir o status de praga primária no arroz irrigado na região sul são: a bicheira-da-raiz-do-arroz, *Oryzophagus oryzae* (Lima) (Col., Curculionidae); a lagarta-desfolhadora, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep., Noctuidae); o percevejo-do-colmo, *Ti. limbativentris* e o percevejo-dos-grãos, *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hem., Pentatomidae).

Os pentatomídeos são considerados um dos principais problemas na cultura do arroz, podendo ocasionar perdas de até 80% (Ferreira, 1998). O percevejo-dos-grãos ocorre após o florescimento, causando dano por sugar os grãos, ficando esses chochos ou manchados. O percevejo-do-colmo ataca em todos os estádios da cultura, podendo já estar

presente na lavoura a partir do perfilhamento, vinte dias após a emergência (Ferreira, 1998; Domiciano, 2001).

2.2. Percevejo-do-colmo - *Tibraca limbativentris*

2.2.1 Aspectos morfológicos e biológicos

As posturas ocorrem na superfície das folhas e possuem, aproximadamente, 20 ovos agrupados dispostos em duas ou mais fileiras. São de formato cilíndrico, medindo 1 mm de altura e 0,8 mm de diâmetro, possuem coloração esverdeada, escurecendo com a proximidade da eclosão (Botton *et al.*, 1996; Ferreira *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 2004).

O período ninfal apresenta cinco ínstars. No primeiro, as ninfas têm 1,5 mm de comprimento e 1,0 mm de largura, são de coloração marrom avermelhado. As de segundo ínstar têm 2,3 mm de comprimento e 1,5 mm de largura, apresentam pequenas pontuações claras na cabeça e tórax de cor predominante verde. No terceiro ínstar, essas têm em média, 4,0 mm de comprimento e 2,2 mm de largura, cabeça marrom escura, tórax com pontuações marrom claras. As de quarto ínstar, medem 5,5 mm de comprimento e 3,2 mm de largura, cabeça com pontuações marrom escuras, tórax com coloração semelhante a da cabeça, as tecas alares começam a aparecer. No último ínstar as ninfas medem 9,5 mm de comprimento e 6,5 mm de largura, o abdome é preto brilhante com manchas grandes no dorso de cor alaranjada, pernas de cores mais claras como as do quarto ínstar (Ferreira *et al.*, 1997).

O corpo do adulto, em geral, apresenta-se marrom claro na parte dorsal e marrom escuro na parte ventral, com uma faixa na margem do abdome (Figura 1), as fêmeas medem, em média, 13,7 mm de comprimento e 7,4 mm de largura, são maiores que os

machos, os quais medem 12,5 mm de comprimento e 7,1 mm de largura. (Ferreira *et al.*, 1997).



FIGURA 1. Adulto de *Tibraca limbativentris* em planta de arroz.

A fase de ovo tem duração média de sete dias e viabilidade de 89% (Botton *et al.*, 1996; Silva *et al.*, 2004). Em condições controladas ($24 \pm 0,5$ °C; $70 \pm 10\%$ UR; fotofase de 14h), Silva *et al.* (2004) observaram que o período ninfal foi de 55,4 dias, sendo o 4° e o 5° ínstaes os mais longos, tendência similar à ocorrida para outros pentatomídeos, como *Euschistus heros* (Fabricius) (Hem., Pentatomidae) (Costa *et al.*, 1998).

O ciclo de vida de *Ti. limbativentris* é de cerca de 60 dias (Prando *et al.*, 1993; Silva *et al.*, 2004) a uma temperatura média de 26 °C. Em casa de vegetação, com média de 28 °C, Botton *et al.* (1996) obtiveram duração menor, 37,5 dias. Seu ciclo de vida é considerado longo quando comparado ao de outros pentatomídeos como *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hem., Pentatomidae) e *E. heros*, com 37 e 38,6 dias, respectivamente, em condições controladas ($24 \pm 0,5$ °C; $70 \pm 10\%$ UR; fotofase de 14h) (Costa *et al.*, 1998). De acordo com Silva *et al.* (2004) fêmeas de *Ti. limbativentris* atingem a maturidade sexual em $14,2 \pm 7,48$ dias após a emergência, período maior que o dos machos, $11,3 \pm 6,86$ dias. O período de oviposição é de $39,2 \pm 30,3$ dias no qual depositam $92,2 \pm 27,4$ ovos/fêmea, e a

longevidade de $59,3 \pm 25,2$ dias, menor que a dos machos ($68,5 \pm 23,6$ dias) (Silva *et al.*, 2004).

Após a colheita, as populações infestantes podem migrar para sítios de hibernação como restos culturais ou gramíneas e ciperáceas nativas, permanecendo nestes locais ao redor das áreas de lavoura, retornando quando o arroz inicia o perfilhamento (Link *et al.*, 1996).

2.2.2 Danos e Controle

Em altas infestações, *Ti. limbativentris* provoca perdas consideráveis na produção, principalmente se o ataque ocorrer nas fases de pré-floração e formação dos grãos (Costa & Link, 1992a). Os danos deste inseto são observados a partir do segundo ínstar, cuja picada na base das plantas provoca o aparecimento do sintoma conhecido como “coração-morto”, na fase vegetativa e “panícula-branca”, na fase reprodutiva (Costa & Link, 1992a; Ferreira *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 2004).

Costa & Link (1992a), utilizando a variedade BR-IRGA 409, no RS, verificaram que o nível de dano econômico do percevejo-do-colmo está associado à fase fenológica da planta. Segundo os autores, no estágio vegetativo este inseto pode reduzir a produção em até 58,7 kg/ha e no reprodutivo, um percevejo/m², pode provocar uma perda de 65,16 kg/ha.

O monitoramento populacional de *Ti. limbativentris* deve ser efetuado em intervalos semanais, do início do perfilhamento à fase de floração, averiguando-se a presença de insetos, com rede de varredura, preferencialmente em plantas sobre as taipas, após o meio-dia. A cada inseto adulto, em média/m², é esperada uma redução de 1,2% na produção de grãos (Gomes & Magalhães Jr., 2005). Uma alternativa para acompanhamento das

populações de percevejos, proposta por Silva *et al.* (2004) e Pires *et al.* (2006) é a utilização de armadilhas com iscas feromonais para atração e captura destes insetos.

No Brasil, Ferreira *et al.* (1997) indicam o controle químico para redução populacional desta praga. De acordo com o Ministério da Agricultura, os produtos recomendados são: Actara 250 WG (neonicotinóide), Baytroid EC (piretróide), Karate Zeon 50 CS (piretróide), Malathion 500 CE Sultox (organofosforado) (AGROFIT, 2010). Já nas recomendações técnicas para o sul do Brasil (SOSBAI, 2010) somente dois desses são recomendados para o controle dessa praga, Actara 250 WG e Baytroid EC. O controle deve ser realizado quando a infestação for de 1 a 2 percevejos/m², em plantas a partir dos 44 dias de idade (Ferreira *et al.*, 1997).

2.2.3 Inimigos naturais

O percevejo-do-colmo está exposto a uma série de organismos que o tem como hospedeiro ou presa, atuando no seu controle biológico natural, sendo estes parasitóides, fungos entomopatogênicos e predadores (Fritz *et al.*, 2008; Riffel *et al.*, 2010).

O parasitismo do percevejo-do-colmo foi constatado por Maciel *et al.* (2007), os quais observaram 32% de ovos parasitados em lavouras de arroz no Maranhão. Segundo os autores, as espécies mais frequentes foram *Te. podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera, Scelionidae). Riffel (2007) encontrou as mesmas espécies emergindo de posturas de *Ti. limbativentris* no estado de Santa Catarina, verificando um parasitismo superior a 70% por *Te. podisi*.

Os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil, estão associados a *Ti. limbativentris* na cultura do arroz irrigado (Martins *et al.*, 1997; Martins *et al.*, 2004). Rampelotti *et al.* (2007) verificaram

que, em laboratório, *M. anisopliae* desenvolvem-se sobre ovos, ninfas e adultos de *Ti. limbativentris*. De acordo com Martins *et al.* (1997), *M. anisopliae* e *B. bassiana* podem causar a mortalidade de mais de 40% de adultos do percevejo-do-colmo, em laboratório.

As aranhas são predadores generalistas e comumente relatados como os mais abundantes inimigos naturais na cultura do arroz, predando inclusive adultos e ninfas de *Ti. limbativentris* (Didonet *et al.*, 2001; Fritz *et al.*, 2008). São relatadas centenas morfoespécies de aranhas, principalmente da família Salticidae, em arroz irrigado no RS (Fritz *et al.*, 2008).

Em Santa Catarina, produtores de arroz de algumas regiões utilizam marrecos-de-pequim como predadores de *Ti. limbativentris*. O aumento da lâmina de água faz com que os adultos do percevejo-do-colmo se desloquem para a parte superior das folhas e são assim predados pelos marrecos, sendo este um eficiente método de controle (Prando *et al.*, 2003).

2.3 Comunicação Química

Os semioquímicos nos insetos são os principais responsáveis pelo comportamento reprodutivo, localização e seleção do hospedeiro, do hábitat e, no caso de insetos sociais, da organização da colônia. Estes compostos uma vez liberados no ambiente, provocam uma mudança fisiológica e/ou comportamental em outro organismo, podendo ter ação intraespecífica (feromônio) ou interespecífica (aleloquímico) (Corrêa & Sant'Ana, 2007).

Feromônios e aleloquímicos são classificados de acordo com o tipo de comportamento que provocam. Sinais emitidos por meio de feromônios podem atuar de forma prolongada na fisiologia e desenvolvimento dos insetos, e neste caso são denominados de “preparadores”, ou podem provocar mudança imediata no comportamento dos indivíduos, sendo assim denominados “desencadeadores”. Estes feromônios podem

agir como atraentes sexuais, de trilhas, propiciar comportamentos de agregação, alarme, dispersão, entre outros (Vilela & Della-Lúcia, 2001; Corrêa & Sant'Ana, 2007).

Os aleloquímicos, por sua vez, diferenciam-se de acordo com o tipo de organismo que está sendo beneficiado na comunicação. Cairomônios são sinais químicos que, quando liberados, beneficiam somente o agente receptor. Alomônios, ao contrário, são sinais químicos que favorecem só o emissor. Já os sinomônios favorecem tanto o agente emissor como o receptor do sinal (Vilela & Della-Lúcia, 2001; Corrêa & Sant'Ana, 2007).

Os feromônios são de grande importância para o manejo e controle de insetos em sistemas agrícolas. Estas substâncias têm a vantagem de apresentar elevada seletividade para uma determinada espécie ou para um número limitado de espécies similares (pertencentes à mesma família), sendo que seu uso não prejudica a fauna e o ambiente, em comparação aos métodos tradicionais, fundamentados no uso de inseticidas (Vilela & Mafra-Neto, 2001).

2.3.1 Semioquímicos em Pentatomidae

2.3.1.1 Feromônios e Alomônios

Os feromônios em pentatomídeos podem atuar na atração sexual e nos comportamentos de alarme e defesa (Aldrich, 1988; Moraes *et al.*, 2008). Estes geralmente são representados por misturas de aldeídos, ésteres, alcoóis, terpenos, alcanos e cetonas (Moraes *et al.*, 2008).

O primeiro feromônio sexual identificado em Pentatomidae foi o de *Podisus maculiventris* Say (Hem., Pentatomidae) (Aldrich *et al.*, 1984; Borges & Aldrich, 2001). Entre as espécies neotropicais, o primeiro a ser determinado foi o de *N. viridula* (Baker *et al.*, 1987; Aldrich, 1987), seguido por, *E. heros* (Borges *et al.*, 1998), *Piezodorus guildinii*

(Westwood) (Hem., Pentatomidae) (Zarbin *et al.*, 2000) e, mais recentemente, o do percevejo-do-colmo-do-arroz, *Ti. limbativentris* (Borges *et al.*, 2006).

Os percevejos neotropicais podem compartilhar as mesmas substâncias bioativas na composição de suas misturas feromonais, diferindo apenas na proporcionalidade entre estas. O feromônio sexual de *N. viridula*, por exemplo, é composto pelos isômeros *trans-Z*-epoxibisaboleno e *cis-Z*-epoxibisaboleno na proporção de 2:1, enquanto em *Acrosternum aseedum* (Rolston) (Hem., Pentatomidae) as substâncias são as mesmas em proporção inversa, 1:2 (Aldrich, 1994). Este fato também foi constatado por Borges *et al.* (1999a) os quais verificaram que os compostos do feromônio sexual de *E. heros* estão também presentes na mistura feromonal de *Pi. guildinii*. O resultado desta similaridade entre misturas feromonais pode desencadear, no campo, uma captura menos seletiva. Pires *et al.* (2006) observaram que armadilhas contendo o feromônio sexual de *E. heros* em lavoura de soja capturaram, em menor proporção, percevejos das espécies *N. viridula*, *Pi. guildinii*, *Edessa meditabunda* (F.) (Hem., Pentatomidae), *A. aseedum* e *Thyanta perditor* F. (Hem., Pentatomidae).

Os compostos feromonais em pentatomídeos são produzidos por três tipos de glândulas exócrinas, denominadas de: glândulas metatorácicas, abdominais dorsais e unicelulares (Borges & Aldrich, 2001).

As glândulas metatorácicas possuem reservatório e liberam seu conteúdo em dois poros representados por áreas de evaporação presentes no esterno, próximas as regiões coxais do segundo par de pernas (Borges & Aldrich, 2001). Estas glândulas estão presentes somente na fase adulta e suas secreções geralmente desencadeiam comportamentos de alarme e/ou defesa, podendo atuar também na agregação (Borges & Aldrich, 2001; Laumann *et al.*, 2009).

As glândulas abdominais dorsais (GADs) estão geralmente presentes nos estádios ninfais de percevejos (Aldrich, 1988) sendo os reservatórios eliminados junto com as exúvias a cada muda (Aldrich, 1994; Borges & Aldrich, 1992; Fávoro *et al.*, 2011). Os pentatomídeos apresentam três pares destas glândulas e são responsáveis pela emissão de compostos defensivos (alomônios) ou de agregação (feromônio) (Borges & Aldrich, 1992; Pavis *et al.*, 1994). Ninfas da espécie neártica *Euschistus tristigmus* (Say) (Hem., Pentatomidae) produzem, em suas GADs, substâncias defensivas iguais as produzidas pela espécie brasileira *E. heros*, (2E)-4-oxohex-2-enal, tridecano e tetradecanal (Borges & Aldrich, 1992). Nas fases juvenis de *N. viridula* os compostos liberados pelas GADs são responsáveis pelo comportamento de agregação nos dois primeiros ínstaes, podendo atuar na defesa contra predadores (alomônio) em todos os estádios ninfais (Pavis *et al.*, 1994). Adultos de *Po. maculiventris* possuem um par de GADs cujo feromônio tem função de agregação (Borges & Aldrich, 2001).

As glândulas unicelulares estão localizadas geralmente no intertegumento abdominal de machos de Pentatomidae e em fêmeas ocorrem em menor quantidade ou estão ausentes (Aldrich, 1988). Nas espécies *N. viridula* (Aldrich, 1987), *Po. maculiventris* (Sant'Ana *et al.*, 1997), *E. heros* (Borges *et al.*, 1998) e *Ti. limbiventris* (Borges *et al.*, 2006) estas glândulas são responsáveis pela produção do feromônio sexual ou mesmo de agregação (Borges & Aldrich, 2001).

O feromônio sexual de *Ti. limbiventris*, assim como em outros pentatomídeos como *E. heros* (Borges *et al.*, 1999b; Silva *et al.*, 2006) é produzido pelo macho (Borges *et al.*, 2006). Este feromônio denominado de zingiberenol, é um sesquiterpenóide, composto por dois estereoisômeros de quatro isômeros, 1S zingiberenol (*1R,4R,1'R*)-4-(1',5'-dimetilhex-2-en-ol) e 1'S zingiberenol (*1R,4R,1'S*)-4-(1',5'-dimetilhex-2-en-ol),

conhecidos como zingiberenol I (ZI) e II (ZII), respectivamente. Em bioensaios comportamentais (olfatometria), o ZII, foi mais atrativo às fêmeas do que o ZI, quando ambos foram confrontados com hexano (Borges *et al.*, 2006).

Os compostos de defesa do percevejo-do-colmo foram identificados como: (*E*)-2-octenal, nonanal, decanal, α -pineno, β -pineno, limoneno, α -copeno, decano, dodecano, tridecano, tetradecano, pentadecano, hexadecano e 6-metil-5-hepten-2-ona (Borges *et al.*, 2006).

2.3.1.2 Cairomônios

As interações bi-tróficas entre percevejos e seus parasitóides podem ser mediadas por cairomônios, os quais servem de pistas químicas para o encontro entre estes organismos (Aldrich, 1994). Estas pistas podem ser detectadas através da interceptação das mensagens químicas intraespecíficas (feromônios) e interespecíficas (alomônios) (Vilela & Della-Lúcia, 2001; Zarbin *et al.*, 2009).

Borges *et al.* (1998) registraram que os parasitóides de ovos *Te. podisi*, *Tr. urichi* e *Trissolcus teretis* Johnson (Hym., Scelionidae) foram atraídos para regiões da lavoura de soja que continham armadilhas iscadas com feromônio sexual de *E. heros*. Posteriormente esta atratividade foi comprovada em experimentos de olfatometria, nos quais os autores observaram que este feromônio auxiliava as fêmeas de *Te. podisi* a localizar, reconhecer e aceitar os ovos do hospedeiro (Borges *et al.*, 1999b). Extratos de machos virgens e fêmeas de *N. viridula* em período de pré-oviposição, também atraíram fêmeas do parasitóide *Tr. basalis* em olfatometria, porém extratos de fêmeas virgens não atraíram as mesmas (Colazza *et al.*, 1999). Resultado diferente foi obtido por Conti *et al.* (2003), os quais

observaram que tanto os extratos de fêmeas virgens como os de fecundadas de *Murgantia histrionica* (Hahn) (Hem., Pentatomidae) atraíram fêmeas de *Trissolcus brochymenae* (Ashmed) (Hym., Scelionidae), independentemente do status de cópula do percevejo. O parasitóide de ovos *Te. podisi* também desencadeia respostas sensoriais à estímulos provenientes de machos de *E. heros*, indicando efeito cairomonal do feromônio desse pentatomídeo no direcionamento quimiotáxico do parasitóide (Silva *et al.*, 2006).

De acordo com Laumann *et al.* (2009) as substâncias sintéticas de defesa (2E)-4-oxohex-2-enal e tridecano, identificadas a partir de glândulas metatorácicas de *N. viridula* e *E. heros*, também podem desencadear respostas comportamentais direcionais nos parasitóides *Tr. basalis* e *Te. podisi* atuando, desta forma, como cairomônios.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Ocorrência de *Tibraca limbativentris* e de parasitóides de ovos em campo

O trabalho foi conduzido no município de Eldorado do Sul, RS (30° 01' 22,73" S, 51° 20' 49,25" O), em lavoura de arroz da variedade Epagri 109, semeada no início de outubro por avião, no sistema de plantio pré-germinado. O experimento foi realizado entre 20 de janeiro e 05 de março de 2010, compreendendo os períodos relativos ao desenvolvimento da panícula (R0) até a colheita (R7). As amostragens foram realizadas em duas áreas de 603 m², separadas por uma zona de bordadura de aproximadamente 10 m de largura (Figura 2).

Uma das áreas, designada de área com inseticida (ACI), era delimitada por um canal de irrigação no lado oeste e leste e por uma lavoura de arroz ao norte e sul. A ACI foi pulverizada uma única vez para o controle da população de *Ti. limbativentris*, com Tameron BR®, metamidofós (480 g i.a.) (500 mL/ha), aplicado cinco dias antes do início do bioensaio, durante a fase fenológica R0. A segunda área não recebeu tratamento com inseticida e foi denominada de ASI (área sem inseticida). Esta era delimitada por lavoura de arroz ao norte e por canal de irrigação ao sul, leste e oeste. Durante a realização do experimento, as médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram de 24,7 °C, 83,4% e 3,6 mm, respectivamente (Figura 3).

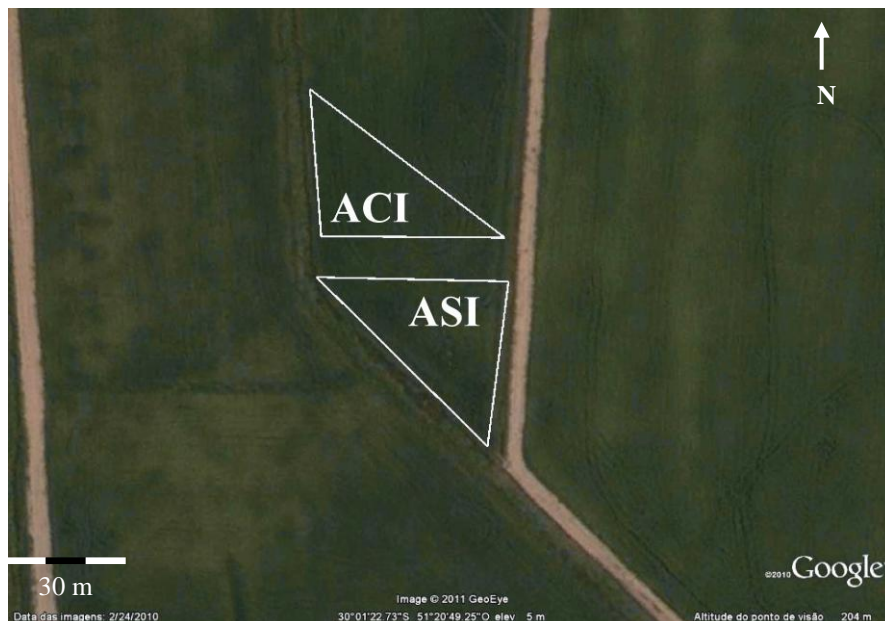


FIGURA 2. Croqui das áreas demarcadas, ASI - área sem aplicação de inseticida e ACI - área com aplicação de inseticida, no município de Eldorado do Sul - RS.

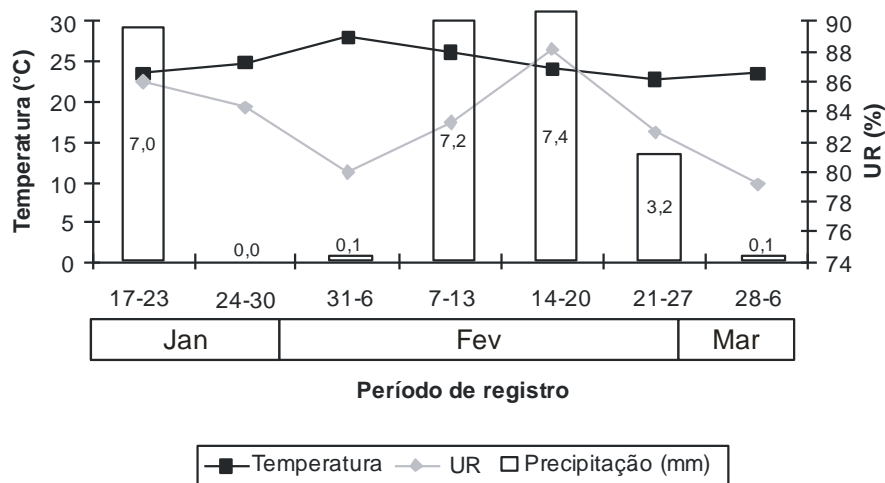


FIGURA 3. Variação média semanal de umidade relativa do ar (UR%); temperatura do ar (°C); precipitação (mm) por ocasião de amostragem, no período de 17/01 a 06/03/2010, no município de Eldorado do Sul, RS.

As avaliações foram realizadas sempre no turno da manhã, entre as 9 e as 11 horas, ao longo de sete semanas, em dez pontos por área. Cada unidade amostral consistia de 1 m²

delimitada por uma armação de madeira, a qual era lançada a partir de uma das margens e seguia em movimentos de zigue-zague até o lado oposto. As plantas no interior do quadrado foram vistoriadas por 10 minutos. Nesta ocasião, foi registrada a ocorrência de ninfas e adultos de *Ti. limbativentris* e todas as posturas desta espécie foram coletadas.

Os ovos foram acondicionados em caixa de isopor, levados para o Laboratório de Biologia Ecologia e Controle Biológico de Insetos (Bioecolab/UFRGS) e as posturas individualizadas em placas de Petri plásticas (8,5 cm Ø) contendo papel filtro umedecido, as quais foram envoltas com parafilme. As placas foram identificadas segundo a data da coleta e a área, vistoriadas diariamente e mantidas em condições controladas (25 ± 2 °C e fotofase de 12 horas). Os parasitoides emergidos foram conservados em álcool 70%, em tubos Eppendorf e posteriormente identificados pelo Dr. Valmir Antônio Costa, do Instituto Biológico de São Paulo, SP. As ninfas foram contabilizadas e passaram a fazer parte da criação de *Ti. limbativentris*. Os ovos nos quais não se observou eclosão ou emergência foram posteriormente abertos e, quando possível, contabilizada a presença de ninfas ou parasitoides.

Os dados de percentual de parasitismo e o número médio de ovos e percevejos foram comparados entre as ocasiões de amostragem e entre as áreas pelos testes Qui-quadrado e Kruskal-Wallis, respectivamente, a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0® (Ayres *et al.*, 2007).

3.2 Bioensaios com semioquímicos

3.2.1 Obtenção de substâncias e extratos

3.2.1.1 Substâncias

Os compostos 1S zingiberenol, 1'S zingiberenol e tetradecanal, foram fornecidos pela Dra. Maria Carolina Blassioli Moraes da Embrapa Cenargen, DF.

3.2.1.2 Extratos de Exúvias

Foram preparados extratos com 106 exúvias de *Ti. limbativentris*, de até 12 horas, sendo 95 oriundas de ninfas de quarto e 11, de quinto ínstaes. As exúvias foram imersas e maceradas por 1 minuto em um frasco de 2 mL, contendo 1 mL do solvente hexano, sendo após retiradas e o extrato mantido em refrigeração (-20°C).

3.2.1.3 Extratos de machos e fêmeas

Os extratos foram obtidos a partir de voláteis liberados por machos (n = 80) ou fêmeas (n = 80) de *Ti. limbativentris*. Insetos de cada um dos sexos foram introduzidos separadamente em duas câmaras de vidro-borosilicato (2 L), vedadas, acopladas a uma bomba de vácuo (0,8 L/min) que puxava o ar através de uma armadilha (15 × 1,5 Ø cm) contendo Super Q (200 mg cada; Alltech Associates, Inc., Deerfield, IL, EUA). O ar que entrava no recipiente era filtrado por carvão ativado (Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, EUA). O adsorvente (Super Q) foi eluído com hexano (4 x 0,5 ml por amostra) e cada amostra concentrada a aproximadamente 100µl, sob um fluxo de nitrogênio, para posterior análise. Durante a extração, os insetos foram alimentados com vagens (*Phaseolus vulgaris* L.), durante 24 horas. Como controle, foi feita a aeração de três vagens, sem a presença de insetos, através do mesmo processo.

3.2.2 Análises Químicas

Os extratos de exúvias e os da aeração de machos, fêmeas e controle (vagens) foram analisados pela Dra. Maria C. B. Moraes da Embrapa Cenargen, DF, por cromatografia gasosa (GC; HP-6890, coluna HP-1, 50 m × 0,25 mm de diâmetro, filme de 0,25 µm, J & W Scientific, Folsom, CA, EUA), usando um programa de temperatura de 30 °C por 1 min, 5 °C / min a 150 °C por 0,1 min, 10 °C / min a 250 °C por 20 min. Amostras (1 µL) foram injetadas na coluna fria com gás hidrogênio como transportador, e um detector de ionização de chama (FID) em 270 °C.

Procedeu-se também a análise dos extratos por espectrofotometria de GC-massa (GC-MS) utilizando um Thermo Finnigan-MAT95XP espectrômetro de massa de setor magnético, que foi diretamente acoplado a um TRACE GC 2000. O GC foi equipado com uma coluna DB-1 (50 m × 0,25 mm de diâmetro, filme de 0,25 µm, J & W Scientific) e um injetor na coluna fria, sendo o gás de arraste o hélio. A ionização por impacto de elétrons foi de 70 eV e temperatura da fonte de 200 °C. Os dados foram coletados e analisados com software Xcalibur.

Os componentes dos extratos de exúvia e de aeração de ambos os sexos de *Ti. limbativentris* foram identificados pela comparação química do tempo de retenção, com os padrões sintéticos e com MS biblioteca dados (NIST, biblioteca Saturno 2000), usando colunas polares e apolares (coluna HP-Wax, 30 m × 0,3 mm de diâmetro, filme de 0,45 µm ou coluna HP-1, 50 m × 0,25 mm de diâmetro, filme de 0,25 µm, ambos da J & W Scientific) com os mesmos programas de temperatura descritos anteriormente.

3.2.3 Bioensaios comportamentais com *Tibraca limbativentris*

3.2.3.1 Obtenção e criação dos percevejos

Insetos adultos foram coletados em lavouras de arroz irrigado no município de Eldorado do Sul, RS (30° 01' 22,73" S, 51° 20' 49,25" O) e mantidos em câmara climatizada (26 ± 1 °C, $65 \pm 10\%$ UR, fotofase 16 horas) no Bioecolab. A criação foi conduzida dentro de gaiolas confeccionadas com garrafa PET 2 L, cortadas nas laterais e cobertas com tecido do tipo voile (Figura 4) contendo um vaso com touceiras de arroz (IRGA 417), as quais serviam de substrato de alimentação e oviposição.

As gaiolas eram vistoriadas diariamente para retirada dos ovos e de indivíduos mortos. As posturas eram acondicionadas em caixas Gerbox, forradas com papel filtro e algodão umedecido. Após a eclosão, era adicionada às caixas uma vagem (*P. vulgaris*) a qual era substituída a cada dois dias. Os adultos foram sexados logo após a emergência e mantidos dentro de caixas Gerbox com vagem, em grupos de três.



FIGURA 4. Gaiola de criação de *Tibraca limbativentris* confeccionada com garrafa tipo PET (2L), contendo vaso com touceira de arroz.

3.2.3.2 Olfatometria

Nos experimentos de olfatometria foram testadas ninfas, com três a seis dias após a ecdise, de 3° e 5° instares, assim como, machos e fêmeas virgens e sexualmente maduros, com 15 a 25 dias de idade. Os bioensaios foram realizados com metodologia adaptada de

Borges *et al.* (2006), em olfatômetro “Y” de vidro de dupla escolha (Figura 9), com três tamanhos distintos para cada fase de desenvolvimento dos percevejos: adultos (5 cm Ø, 19 cm de arena inicial e 29 cm em cada braço); ninfas de 5º ínstar (2,5 cm Ø, 19 cm de arena inicial e 22 cm em cada braço) e ninfas de 3º ínstar (1,4 cm Ø, 16 de arena inicial e 19 cm em cada braço).

Os testes foram conduzidos em sala climatizada (26 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR) durante a fotofase sob luz fluorescente (60W, 980 lux). O fluxo de ar, previamente filtrado com carvão ativo, foi conduzido para dentro do sistema com o auxílio de uma bomba a vácuo conectada a um fluxímetro e um borbulhador, a uma taxa de 0,79 L/min.

Antes do início dos experimentos, os percevejos foram aclimatados por 30 minutos na sala de testes. Após este período, os mesmos foram inseridos na arena com o auxílio de um pincel nº 0 de ponta chata.

Os insetos foram submetidos à escolha entre um dos tratamentos teste (1S zingiberenol (ZI) ou 1'S zingiberenol (ZII) ou extrato de exúvias) em contraste com o controle (hexano). Nos bioensaios com feromônio (ZI e ZII), na extremidade de um dos braços do olfatômetro foi colocado um papel filtro de 4 x 15 cm dobrado em forma de gaita contendo 10 µL da solução, na dose de 1µg/µL, na outra extremidade foi adicionado um papel com mesmo volume de hexano (controle) (Figura 5). O mesmo procedimento foi realizado com o extrato de exúvia, no entanto a dose das substâncias presentes no extrato era desconhecida.

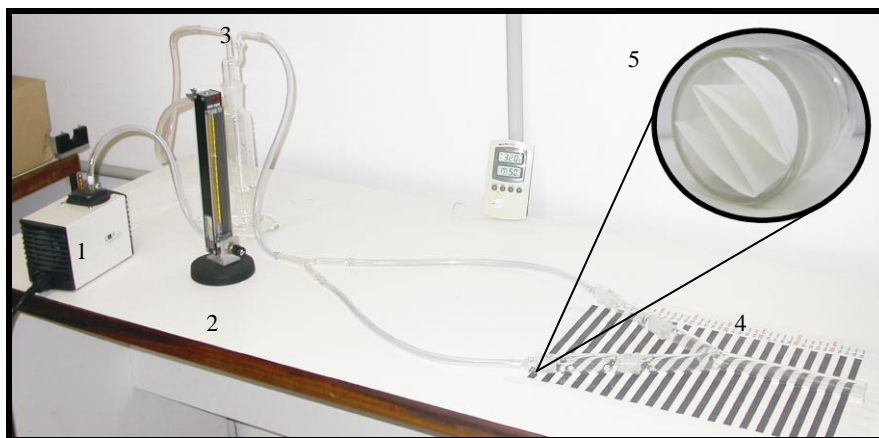


FIGURA 5. Olfatômetro “Y”: 1) bomba a vácuo; 2) fluxímetro; 3) borbulhador; 4) arena; 5) detalhe da extremidade do olfatômetro com papel filtro.

As respostas foram consideradas positivas quando os percevejos alcançavam a fonte de odor ou percorriam, pelo menos, 4 cm dentro dos braços e permaneciam nesta área por, no mínimo, 1 minuto. Foram considerados não responsivos os insetos que não se movimentaram nos primeiros 10 minutos ou que não alcançaram nenhum dos dois braços do olfatômetro em 15 minutos (Borges *et al.*, 2006).

O olfatômetro foi invertido (rotação de 180°), a cada duas repetições e, a cada seis, este era lavado com sabão neutro e hexano e seco em estufa de esterilização a 150 °C. Após este procedimento, eram renovadas as substâncias teste. Foram avaliados, no mínimo, 31 insetos para cada tratamento, incluindo responsivos e não responsivos.

Foram considerados para a análise somente os insetos responsivos. Os percentuais de resposta foram comparados através do teste de Qui-quadrado (χ^2) ($\alpha = 0,05$), com o auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0® (Ayres *et al.*, 2007).

3.2.4 Bioensaios comportamentais com *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal*

3.2.4.1 Obtenção dos parasitóides

Posturas parasitadas de *E. heros* e *N. viridula* por *Te. podisi* e *Tr. basalis*, respectivamente, foram fornecidas pelo Dr. Adeney Bueno da Embrapa-Soja, Londrina, PR. Após a emergência os insetos permaneceram juntos por 24 h, alimentados com mel e mantidos em câmara climatizada (28 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR, fotofase 14 horas).

3.2.4.2 Olfatometria

Os bioensaios foram conduzidos em olfatômetro de múltipla escolha (Syntech®), composto por uma arena, com um orifício central para admissão do inseto e quatro braços, cada um conectado a dois Erlenmeyers, o primeiro denominado de armadilha (captura dos parasitóides) e o segundo teste (com os tratamentos), sendo os mesmos ligados a um fluxímetro lateral (Modelo 1350 Sho-Rate) (5L/h) e um tubo com carvão ativo, pelo qual o ar entrava no sistema. Uma bomba a vácuo, controlada por um fluxímetro central (Modelo 1355 Sho-Rate), (20L/h) succionava o ar da arena, o qual atravessava a câmara de liberação dos parasitóides (Figura 6). Foram realizadas três baterias de experimentos com fêmeas de ambas espécies de parasitóides, as quais eram submetidas ao estímulo de diferentes substâncias e/ou extratos.

No primeiro experimento foi observada a atividade dos parasitóides na presença simultânea dos feromônios ZI e ZII, extrato de exúvias e hexano (controle); no segundo, aos extratos de aeração de machos, de fêmeas e hexano e no terceiro, ao tetradecanal e hexano.



FIGURA 6. A) Olfatômetro de múltipla escolha: 1) arena; 2) tubo de silicone; 3) Erlenmeyer armadilha; 4) Erlenmeyer teste; 5) fluxímetro lateral; 6) tubo com carvão ativo; 7) fluxímetro central e 8) bomba de vácuo; B) detalhe da arena com orifício de liberação indicado por seta; C) câmara de liberação dos parasitóides.

Os testes foram conduzidos em sala climatizada (26 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR) durante a fotofase sob luz fluorescente (60W, 1590 lux). Em cada bioensaio foram pipetados 10 μ L de cada tratamento em um pedaço de papel filtro (4 X 15 cm) dobrado em sanfona. Os estímulos foram colocados em cada um dos Erlenmeyers teste e oferecidos simultaneamente. No segundo e no terceiro experimentos descritos anteriormente, dois e três braços do olfatômetro, respectivamente, receberam o tratamento controle.

Em todos os testes, foi liberada individualmente no centro do olfatômetro uma fêmea pareada com idade entre um e quatro dias, a qual foi observada por 5 minutos. Cada fêmea foi conduzida para o interior da arena por uma câmara de liberação (Figura 6 C). A resposta aos diferentes estímulos foi determinada pelo tempo de permanência em cada um dos campos de odor (Figura 7), com o auxílio do programa Etholog® 2.25. Foram

realizadas 40 repetições nos experimentos 1 e 2, e 15 no terceiro, para cada espécie de parasitóide. Os parasitóides que permaneceram no campo central da arena durante todo o período de observação, foram considerados não responsivos. A cada cinco repetições a arena era limpa com hexano. Nesta ocasião, os papéis filtro contendo as diferentes substâncias eram renovados e os odores rotacionados.

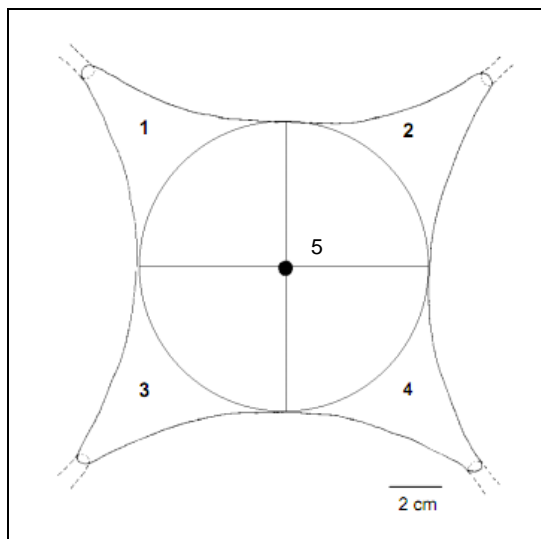


FIGURA 7. Croqui da arena do olfatômetro de múltipla escolha: campos de odor (1-4); campo central (5).

O tempo médio de permanência dos insetos responsivos em cada tratamento, foi comparado pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0® (Ayres *et al.*, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ocorrência de *Tibraca limbativentris* e parasitóides em lavoura de arroz

4.1.1 Área sem aplicação de inseticida (ASI)

Foram coletadas no total 114 posturas com 3.409 ovos, dos quais eclodiram 475 ninfas (13,9%), emergiram 897 parasitóides (26,3%), 141 ovos tiveram desenvolvimento ninfal sem eclosão (4,2%), em 1.661 ovos parasitados não foi observada a emergência (48,7%) e 235 ovos eram inférteis (6,9%). O número médio total de percevejos registrados ao longo das sete amostragens foi de $3,8 \pm 0,99/m^2$, sendo $1,6 \pm 0,64$ o de ninfas e $2,2 \pm 0,61$ o de adultos.

Observou-se a emergência de apenas uma espécie de parasitóide, *Te. podisi*. Esta espécie é reconhecidamente generalista e tem uma grande gama de hospedeiros como *E. heros*, *Pi. guildinii* (Maruyama *et al.*, 2002; Godoy *et al.*, 2005), *N. viridula* (Pacheco & Corrêa-Ferreira, 2000) e *Ti. limbativentris* (Maciel *et al.*, 2007; Riffel *et al.*, 2010). *Te. podisi* é capaz de estabelecer-se como o principal agente de controle biológico de percevejos, sendo por vezes o parasitóide mais abundante encontrado em posturas de heterópteros (Medeiros *et al.* 1997; Godoy *et al.*, 2005; Riffel *et al.*, 2010). De acordo com Pacheco & Corrêa-Ferreira (2000) *Te. podisi* foi a única espécie de parasitóide encontrada em posturas de *E. heros* nas lavouras de soja do município de Londrina, PR. O mesmo foi

constatado por Riffel *et al.* (2010) em posturas de *Ti. limbativentris* nas lavouras de arroz dos municípios de Meleiro e Criciúma, SC.

O índice de ovos parasitados foi de 75%, com um sucesso de parasitismo, ou seja, percentual de emergência, de 35,1%. O número médio total de ovos por m² não variou entre as ocasiões de amostragem ($H = 9,5712$; $gl = 6$; $P = 0,1439$), assim como o número de parasitados ($H = 4,2714$; $gl = 6$; $P = 0,64$) (Figura 8).

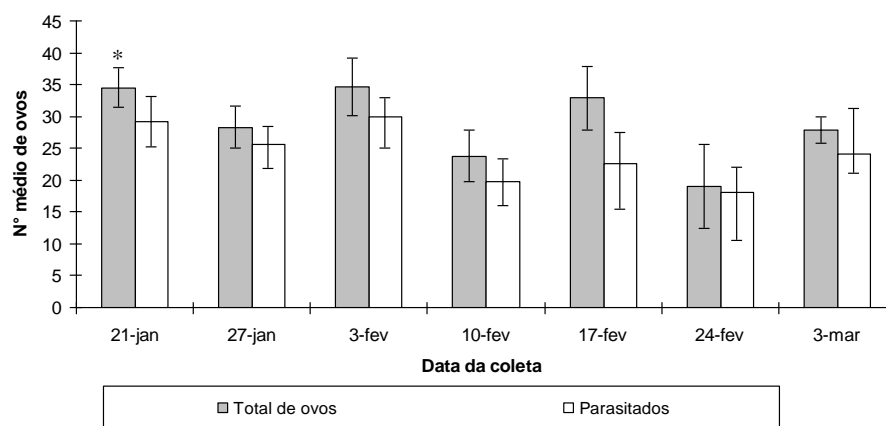


FIGURA 8. Número médio (\pm EP) total de ovos de *Tibraca limbativentris* coletados e parasitados por ocasião de amostragem no período de 21/01 a 03/03/2010, em lavoura de arroz sem aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS.

* colunas entre datas não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$).

Não foi observada influência dos fatores pluviosidade ($P = 0,7753$; $R^2 = 0,0179$), temperatura ($P = 0,0657$; $R^2 = 0,5244$) e umidade relativa do ar ($P = 0,7993$; $R^2 = 0,0142$) sobre o número de percevejos/m² encontrados na área. O mesmo foi observado em relação ao número de ovos parasitados em relação aos mesmos fatores ($P = 0,4679$; $R^2 = 0,1095$), ($P = 0,1486$; $R^2 = 0,368$) e ($P = 0,7324$; $R^2 = 0,0255$), respectivamente.

Nas três primeiras coletas o número médio de adultos foi significativamente maior que o de ninfas. Na quarta avaliação, o número de ninfas superou o de adultos e a partir da quinta, as médias ficam iguais até o final das amostragens ($H = 47,5329$; $gl = 13$; $P = 0,00001$) (Figura 9).

Provavelmente os adultos infestaram a área 30 a 40 dias após o plantio, como constatado por Costa & Link (1992b) em plantas de arroz no município de Santa Maria, RS. Segundo os autores, estes indivíduos colonizam a lavoura a partir de áreas de refúgio e sítios de hibernação, quando também iniciam a reprodução e a deposição dos ovos. De acordo com Botton *et al.* (1996), o desenvolvimento (ovo-adulto) de *Ti. limbativentris* é de 30 dias, em casa de vegetação (26°C) e a maturidade sexual ocorre em, aproximadamente, 15 dias (Silva *et al.*, 2004). Como as avaliações deste experimento iniciaram 90 dias após o plantio, a maioria dos adultos observados nas primeiras coletas era, provavelmente, da geração F2 oriunda dos insetos que infestaram a área. A partir da quarta coleta, ou seja, 21 dias após o início do bioensaio, já foi possível registrar um maior número de ninfas da terceira geração (F3). A ocorrência simultânea de ninfas e adultos em densidades semelhantes nas amostragens subsequentes sugere que a partir deste momento houve sobreposição de indivíduos de gerações diferentes.

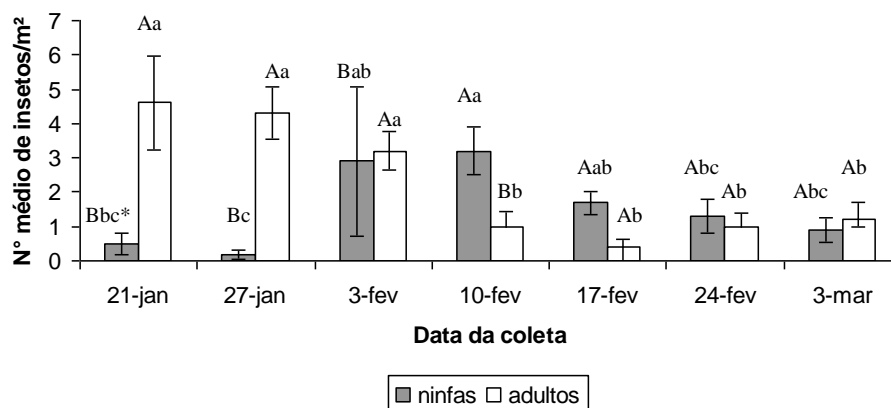


FIGURA 9. Número médio (\pm EP) de ninfas e adultos de *Tibraca limbativentris* coletados por ocasião de amostragem no período de 21/01 a 03/03/2010, em lavoura de arroz sem aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS.

*Colunas com letras distintas diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$). Maiúsculas referem-se a comparação entre estágios em uma mesma ocasião e minúsculas entre ocasiões de um mesmo estágio.

4.1.2 Área com aplicação de inseticida (ACI)

Na ACI foram coletadas 68 posturas com 1.715 ovos, destes eclodiram 315 ninfas (18,4%), emergiram 524 parasitóides (30,5%), em 20 ovos houve desenvolvimento ninfal sem eclosão (1,2%), em 819 dos ovos parasitados não foi observada emergência (47,7%) e 37 ovos eram inférteis (2,2%). O número médio total de percevejos ao longo das sete amostragens foi de $1,7 \pm 0,54 /m^2$, sendo $0,7 \pm 0,37$ de ninfas e $0,9 \pm 0,35$ de adultos.

Não foram constadas correlações entre o número de percevejos/ m^2 com a pluviosidade ($P = 0,3198$; $R^2 = 0,196$), a temperatura ($P = 0,0967$; $R^2 = 0,4544$) e a umidade relativa do ar ($P = 0,6258$; $R^2 = 0,0511$), assim como entre o número de parasitóides registrados em relação os mesmos fatores climáticos ($P = 0,892$; $R^2 = 0,0041$), ($P = 0,0598$; $R^2 = 0,5401$) e ($P = 0,9874$; $R^2 = 0,0001$), respectivamente.

Tal como na ASI, a única espécie de parasitóide coletada foi *Te. podisi*. O número médio de ovos com e sem parasitoides não diferiu significativamente na ACI ($H = 3,0959$; $gl = 6$; $P = 0,7967$). O mesmo ocorreu na comparação entre o número de ovos de *Ti. limbativentris* parasitados entre as datas de coleta ($H = 1,9802$; $gl = 6$; $P = 0,9215$) (Figura 10). O índice e o sucesso de parasitismo foram de 78,2% e 39%, respectivamente.

Em lavoura de soja no Distrito Federal foram observados índices de parasitismo por *Te. podisi*, *Tr. basalis* e *Tr. urichi* superiores a 70 % em ovos de *E. heros* e *Pi. guildinii* (Medeiros *et al.*, 1997; 1998). Nesta mesma cultura, porém em Londrina, PR, Pacheco & Corrêa-Ferreira (2000), constataram mais de 80% dos ovos de *Pi. guildinii* e *E. heros* parasitados por *Te. podisi*. Valor inferior de parasitismo pela mesma espécie (50%) foi registrado por Godoy *et al.* (2005) em ovos de *E. heros* em soja no município de São Gabriel do Oeste, MS.

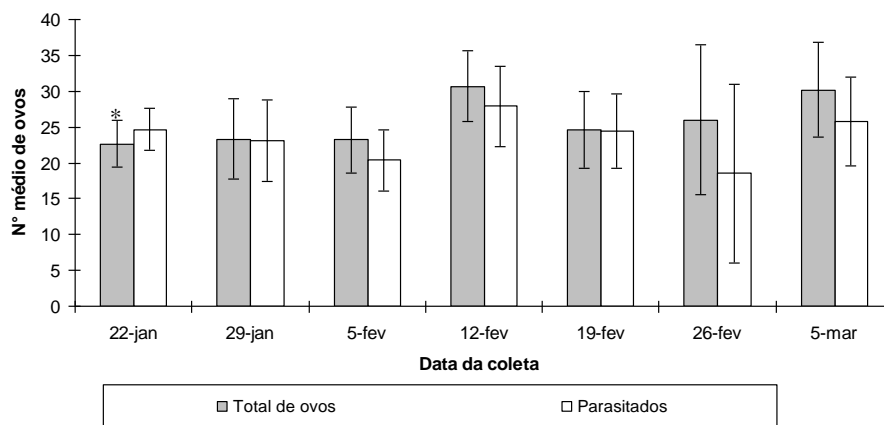


FIGURA 10. Número médio (\pm EP) total de ovos de *Tibraca limbativentris* coletados e parasitados por ocasião de amostragem no período de 22/01 a 05/03/2010, em lavoura de arroz com aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS.

* colunas entre datas não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$).

No Maranhão, em lavouras de arroz, Maciel *et al.* (2007) observaram cerca de 50% de ovos de *Ti. limbativentris* parasitados por *Te. podisi* e *Tr. urichi*. No entanto, Riffel *et al.* (2010) registraram em Santa Catarina, na mesma cultura e hospedeiro, parasitismo entre 50 e 90% principalmente por *Te. podisi*. Porém os autores relataram que somente foram coletadas posturas escuras, ou seja, com evidências de parasitismo.

O número médio de percevejos-do-colmo de ambas as fases de desenvolvimento diferiu ao longo das semanas de coleta, no entanto, em uma mesma amostragem o número médio de ninfas e adultos não diferiu ($H = 23,4372$; $gl = 13$; $P = 0,0367$) (Figura 11). O menor número de indivíduos constatados na sexta amostragem pode estar associado à drenagem da água que ocorreu neste período, o que possibilitou aos insetos ocuparem as áreas próximas do solo, na base da touceira, dificultando a visualização.

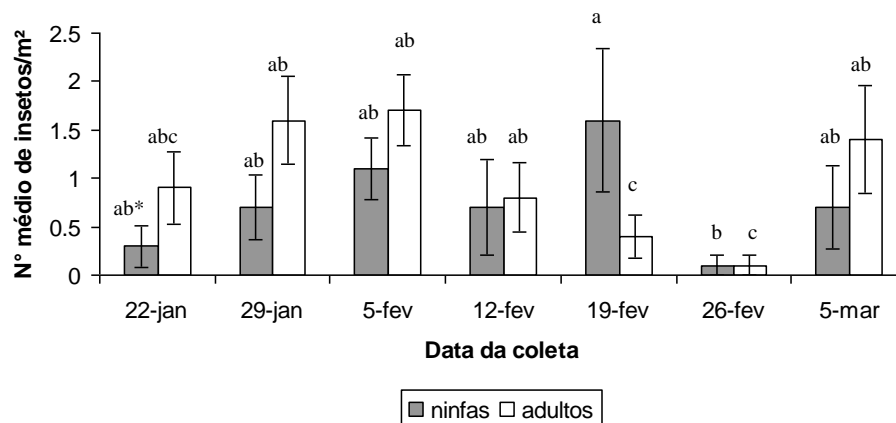


FIGURA 11. Número médio (\pm EP) de ninfas e adultos de *Tibraca limbativentris* coletados por ocasião de amostragem no período de 22/01 a 05/03/2010, em lavoura de arroz com aplicação de inseticida no município de Eldorado do Sul, RS.

*Colunas com letras distintas, de mesmo estágio, entre ocasiões de amostragem, diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$).

4.1.3 Análise comparativa entre as áreas sem (ASI) e com aplicação (ACI) de inseticida

O número médio de ovos coletados foi significativamente maior na ASI ($H = 4,1008$; $gl = 1$; $P = 0,0429$), assim como o número de percevejos/m² ($H = 5,3486$; $gl = 1$; $P = 0,0207$). A quantidade de ovos parasitados de *Ti. limbativentris* foi semelhante entre as áreas ($H = 0,2785$; $gl = 1$; $P = 0,5977$) (Tabela 1). No entanto, o índice ($\chi^2 = 6,724$; $gl = 1$; $P = 0,0105$) e sucesso ($\chi^2 = 5,935$; $gl = 1$; $P = 0,0163$) de parasitismo foi maior na ACI.

TABELA 1. Número médio total (\pm EP)/m² de adultos e ninfas, de ovos, ovos parasitados; percentual (%) de parasitismo e sucesso de parasitismo de *Tibraca limbativentris*, em lavoura de arroz sem (ASI) e com aplicação de inseticida (ACI), no município de Eldorado do Sul – RS.

Lavouras	Percevejos	Ovos	Ovos parasitados	Parasitismo (%)	Sucesso (%)
ASI	3,8 \pm 1,21* A	29,9 \pm 1,57* A	25,6 \pm 1,79* A	75** B	35,1** B
ACI	1,7 \pm 0,61 B	24,9 \pm 1,88 B	23,6 \pm 1,92 A	78,2 A	39 A

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$).

**Percentuais seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste qui-quadrado ($\alpha=0,05$).

O menor número de adultos e ninfas do percevejo-do-colmo observados na ACI provavelmente foi decorrente da aplicação do inseticida. Entretanto supõe-se que as fases imaturas dos parasitoides não tenham sido afetadas pela presença do inseticida. Assim, os parasitoides ao emergirem na ACI tinham uma menor disponibilidade de recurso (ovos), o que resultou no maior índice de parasitismo registrado nesta área.

4.2 Bioensaios comportamentais com *Tibraca limbativentris*

O número de machos de *Ti. limbativentris* que se locomoveram no olfatômetro em direção ao zingiberenol 1S (ZI) e hexano (controle) não diferiram de forma significativa ($\chi^2 = 0,444$; gl = 1; P = 0,7389). O mesmo ocorreu quando se contrastou a resposta de machos aos tratamentos zingiberenol 1'S (ZII) e hexano ($\chi^2 = 2,381$; gl = 1; P = 0,2170) (Figura 12). A atividade quimiotática de fêmeas foi significativamente maior tanto para o ZI (n = 18) ($\chi^2 = 6,000$; gl = 1; P = 0,0295) como para o ZII (n = 18) ($\chi^2 = 9,680$; gl = 1; P = 0,0047) em relação ao controles (n = 9 e n = 7, respectivamente) (Figura 13).

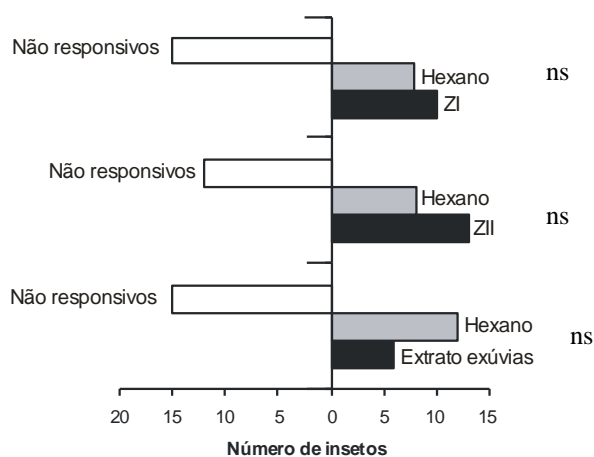


FIGURA 12. Respostas em olfatômetro de machos de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 18); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 21), extrato de exúvias (n = 18) e hexano (controle). (n = número de insetos responsivos). ns = não significativo pelo teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

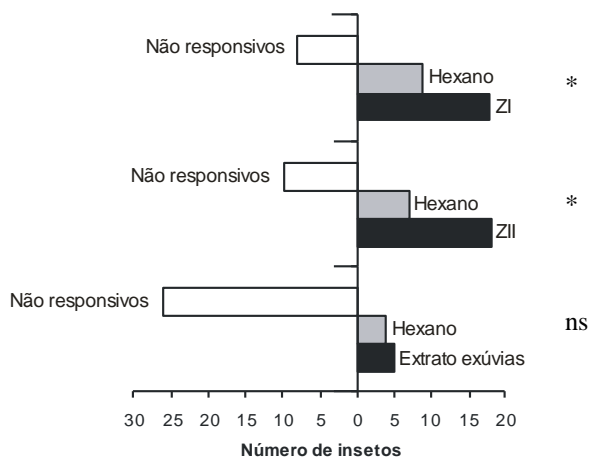


FIGURA 13. Respostas em olfatômetro de fêmeas de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 27); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 25), extrato de exúvias (n = 9) e hexano (controle). (n = número de insetos responsivos)
 ns = não significativo pelo teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).
 * significativo pelo teste de Qui-quadrado ($\alpha=0,05$).

Estes resultados confirmam, parcialmente, os previamente observados por Borges *et al.* (2006) os quais constataram que o ZII foi significativamente mais atrativo às fêmeas quando comparado ao hexano, entretanto os autores não observaram o mesmo com o ZI. Quando os autores confrontaram ZI e ZII não verificaram diferenças significativas nas respostas quimiotáticas de fêmeas. A atratividade de machos aos isômeros sintéticos não foi avaliada pelos autores, no entanto, os mesmos constataram que extratos feromoniais obtidos através da aeração de macho não atraíram indivíduos deste sexo, desencadeando resposta motora somente em fêmeas.

As diferenças de respostas de fêmeas do percevejo-do-colmo ao ZI podem estar relacionadas ao fato dos indivíduos testados pertencerem a regiões geográficas distintas (Goiás e Rio Grande do Sul). De acordo com Aldrich (1988), a origem dos indivíduos é determinante na composição e proporção das substâncias feromoniais em Pentatomidae. Em *N. viridula*, indivíduos coletados nos Estados Unidos e no Brasil, produzem os mesmos sesquiterpenos constituintes do feromônio sexual, porém em proporção inversa, não

havendo atratividade entre insetos oriundos de populações de regiões distintas (Aldrich, 1994).

Em ninfas de terceiro ínstar foram constatadas respostas significativamente menores ao isômero ZI (n = 5) em comparação ao hexano (n = 14) ($\chi^2 = 8,526$; gl = 1; P = 0,0094). O mesmo ocorreu com o ZII, sendo que, neste caso, apenas três responderam ao isômero e 11 ao controle ($\chi^2 = 9,143$; gl = 1; P = 0,0082) (Figura 14).

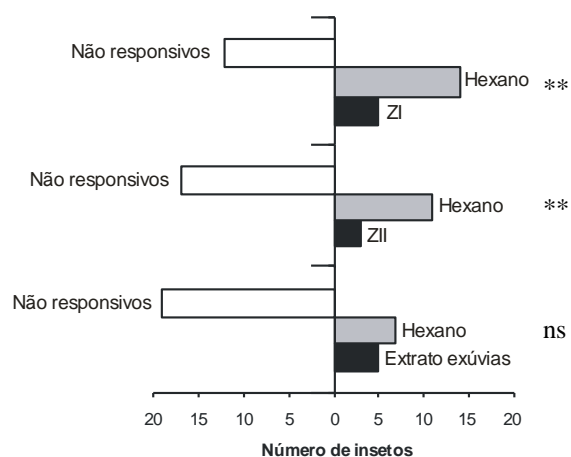


FIGURA 14. Respostas em olfatômetro de ninfas de 3º ínstar de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 19); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 14), extrato de exúvias (n = 12) e hexano (controle). (n = número de insetos responsivos) ns = não significativo pelo teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$). ** significativo pelo teste de Qui-quadrado ($\alpha=0,05$).

A maior atratividade de ninfas de 3º ínstar ao hexano pode estar relacionada à semelhança química desta molécula com o hexanol e hexanal. Estes compostos são relatados na literatura como voláteis comuns de plantas (Silva *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2002) com comprovada atividade eletrofisiológicas em adultos de *Po. maculiventris* e *Po. nigripinus* (Sant'Ana & Dickens, 1998) e ninfas de *Po. maculiventris* (Sant'Ana *et al.*,

1999). Neste caso, a atratividade estaria relacionada à fonte alimentar, que é mais importante no estágio ninfal uma vez que a reprodução ainda não está ocorrendo.

Segundo Atkins (1980) e Boeckh (1984), o estímulo químico nos insetos é percebido por proteínas receptoras localizadas dentro das sensilas olfativas, as quais podem ser generalistas, quando respondem a uma grande variedade de odores, normalmente voláteis de plantas. Quando são especialistas, respondem a uma ou poucas substâncias, normalmente feromônios. De acordo com os autores o reconhecimento de um semioquímico ocorre através do mecanismo chave-fechadura o qual pode estar relacionado tanto ao comprimento da cadeia de carbono, quanto com o grupo funcional da substância atrativa. No presente trabalho, o hexano pode estar estimulando sensilas com proteínas generalistas cujos sítios de ação reconhecem cadeias de seis carbonos, independentemente do grupo funcional. Entretanto, o hexano também estava presente nos tratamentos com os compostos feromonais (ZI e ZII), sendo assim, supõe-se que a presença destes possa ter atuado como deterrente em ninfas de 3º ínstar.

Não foram observadas diferenças significativas no direcionamento de ninfas de quinto ínstar, tanto quando expostas ao ZI ($\chi^2 = 1,368$; gl = 1; P = 0,4328) quanto ao ZII ($\chi^2 = 0,095$; gl = 1; P = 1), em relação aos seus respectivos controles (Figura 15). Borges *et al.* (2006) referiram que ZI e ZII são componentes do feromônio sexual de *Ti. limbativentris*, sendo assim, a ausência de respostas significativas em insetos na fase juvenil é esperada. Estes resultados corroboram o referido para *E. heros* (Borges *et al.*, 2010).

No quinto ínstar, ao contrário do observado para o terceiro, os insetos não responderam significativamente ao hexano, possivelmente devido ao maior período de

experiência do herbívoro com o hospedeiro, o que pode lhes ter conferido uma maior capacidade de perceber e diferenciar voláteis específicos de plantas.

A maioria dos trabalhos relativos à comunicação química de pentatomídeos relata que o feromônio liberado por machos de heterópteros tem como única função atrair o sexo oposto (Costa *et al.*, 2000; Pires *et al.*, 2006). A atividade motora de fêmeas de Pentatomidae ao feromônio sexual de machos também já foi registrada para outras espécies, em condições laboratoriais, como *E. heros* (Costa *et al.*, 2000; Borges *et al.*, 2010) e *Pi. guildinii* (Borges *et al.*, 2007), e em testes de campo com *N. viridula* e *Pi. guildinii* (Pires *et al.*, 2006). No entanto, em alguns percevejos predadores como *Podisus nigripinus* (Dallas), *Po. maculiventris* e *Supputius cincticeps* (Stal) (Hem., Pentatomidae) (Aldrich *et al.*, 1997; Sant'Ana *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 1997) o feromônio liberado por macho é de agregação e não sexual, pois estimula o comportamento locomotor direcional de coespecíficos do mesmo sexo (Aldrich *et al.*, 1997), assim como de formas jovens (Sant'Ana *et al.*, 1997; Coracini *et al.*, 1999).

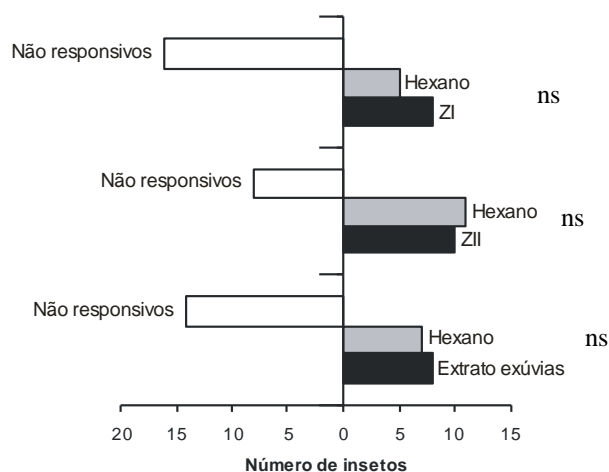


FIGURA 15. Respostas em olfatômetro de ninfas de 5º ínstar de *Tibraca limbativentris* ao 1S zingiberenol (ZI; 1 mg/mL) (n = 13); 1'S zingiberenol (ZII; 1 mg/mL) (n = 21), extrato de exúvias e hexano (controle) (n = 15). (n = número de insetos responsivos) ns = não significativo pelo teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

O extrato de exúvia não desencadeou resposta motora significativa em machos ($\chi^2 = 4,000$; gl = 1; P = 0,0956), fêmeas ($\chi^2 = 0,222$; gl = 1; P = 1), bem como em ninfas de terceiro ($\chi^2 = 0,667$; gl = 1; P = 0,6831) e quinto ($\chi^2 = 0,133$; gl = 1; P = 1) ínstaes, em relação aos seus respectivos controles (hexano) (Figuras 12; 13; 14 e 15).

Observou-se no extrato de exúvia a presença de substâncias de defesa, tais como (2E)-4-oxohex-2-enal, tridecano e tetradecanal (Apêndice 1), conforme referido por Borges & Aldrich (1992). Segundo estes autores, em Pentatomidae os compostos defensivos produzidos nas glândulas abdominais dorsais (GADs) de ninfas, têm um importante papel na comunicação química entre as formas jovens. De acordo com Pavis *et al.* (1994), ninfas de primeiro e segundo ínstaes de *N. viridula* utilizam além de estímulos táteis, substâncias de defesa, como o (2E)-4-oxohex-2-enal o qual desencadeia o comportamento de agregação somente nestas fases. Ao longo do desenvolvimento das formas jovens de *N. viridula*, o tridecano atua como um feromônio bifuncional, promovendo agregação em baixa concentração e dispersão em alta (Borges & Aldrich, 1992). A presença dessas duas substâncias já foi registrada nas GADs de ninfas de outros pentatomídeos como *N. viridula*, *A. asaedum*, *E. heros* e *Th. perditor* (Borges & Aldrich, 1992; Pavis *et al.*, 1994; Pareja *et al.*, 2007). O tetradecanal é pouco frequente em glândulas de defesa de ninfas de percevejos, sendo encontrado em baixas concentrações em *Euschistus* spp. (Borges & Aldrich, 1992; Pareja *et al.*, 2007) e *Po. maculiventris* (Aldrich, 1988).

Nos adultos, as substâncias (2E)-4-oxohex-2-enal e tridecano estão também presentes nos compostos defensivos de *Ti. limbativentris* (Borges *et al.*, 2006) e de *Pi. guildinii* (Zarbin *et al.*, 2000), mas não há registros do tetradecanal em adultos de

Heteroptera (Moraes *et al.*, 2008). A ausência de tetradecanal no imago do percevejo-do-colmo indica que o mesmo possa atuar na comunicação química apenas de ninfas desta espécie.

4.3 Bioensaios comportamentais com *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal*

O tempo médio despendido por *Te. podisi* ($H = 1,2568$; $gl = 3$; $P = 0,7394$) e *Tr. basal* ($H = 3,7461$; $gl = 3$; $P = 0,2902$) nos campos de odor contendo os isômeros de zingiberenol e o extrato de exúvias, não apresentou diferença significativa.

Tanto em *Te. podisi* ($H = 8,461$; $gl = 2$; $P = 0,0145$) quanto em *Tr. basal* ($H = 12,5566$; $gl = 2$; $P = 0,0019$) o tempo médio de permanência nas áreas que continham hexano e extrato de macho foi semelhante entre si e significativamente maior do que na que continha extrato de fêmea (Figura 16).

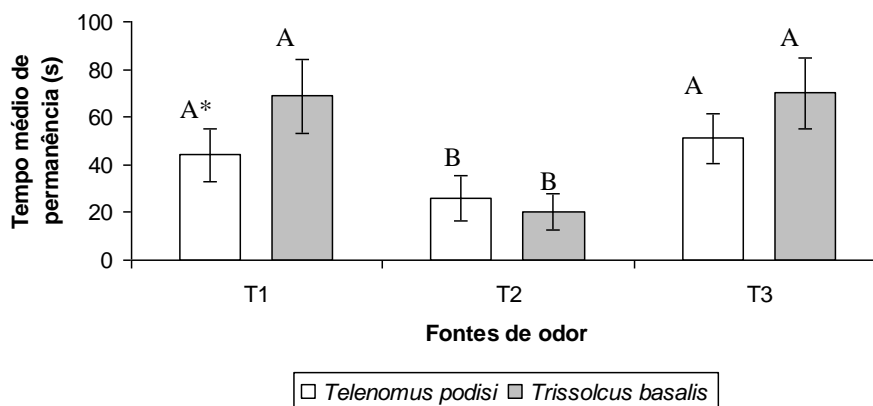


FIGURA 16. Tempo médio (s) (\pm EP) de permanência de fêmeas de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* em diferentes fontes de odor (T1 = extrato de machos; T2 = extrato de fêmeas; T3 = hexano (controle)).

* Barras, entre tratamentos, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$).

Em Scelionidae (=Platygastridae) a presença dos feromônios aumenta a capacidade dos parasitóides em encontrar seus hospedeiros a longas distâncias (Bruni *et al.*, 2000). Além disso, permite o reconhecimento de locais em que existam hospedeiros preferenciais ou alternativos para desenvolvimento da prole (Silva *et al.*, 2006; Laumann *et al.* 2009). Em *E. heros* e *N. viridula*, tanto *Te. podisi* quanto *Tr. basalis* fazem uso de feromônio e de outros compostos na busca e reconhecimento de hospedeiros (Bruni *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2006; Peri *et al.*, 2006). A utilização de compostos defensivos no reconhecimento também já foi evidenciado por Laumann *et al.* (2009), os quais observaram interação entre *Te. podisi* e *E. heros*, e *Tr. basalis* e *N. viridula*, seus hospedeiros preferenciais.

No presente estudo foram encontradas diversas substâncias defensivas do percevejo-do-colmo tanto no extrato de fêmeas como no de machos (Apêndice 3), porém em proporções distintas entre os sexos (Apêndice 5), estes mesmos semioquímicos já haviam sido identificados previamente por Borges *et al.* (2006). Apesar de *Te. podisi* ser um dos principais parasitóides de *Ti. limbativentris* (Maciel *et al.*, 2007; Riffel *et al.*, 2010), este, conforme os resultados do presente estudo, parece não utilizar o feromônio sexual e o de defesa desta espécie como cairomônio. Esta ausência de resposta pode estar relacionada ao fato dos indivíduos de *Te. podisi* serem provenientes de uma criação mantida por várias gerações tendo como hospedeiro ovos de *E. heros*. Outro aspecto relevante é a diferença de respostas quimiotáticas que parasitóides de uma mesma espécie, podem apresentar quando oriundos de regiões geográficas distintas. Segundo Borges *et al.* (2003), *Te. podisi*, mantido em ovos de *Euschistus obscurus* (Palisot de Beauvois) (Hem., Pentatomidae), nativo dos Estados Unidos, mesmo após uma geração em ovos de *E. heros*, continuaram sendo mais responsivos aos extratos de *E. obscurus*. Os autores sugerem que a percepção química está associada tanto à raça geográfica quanto ao hospedeiro de origem.

Não há registros de parasitismo em ovos de *Ti. limbativentris* por *Tr. basalis* (Maciel *et al.*, 2007; Riffel *et al.*, 2010) o que explica, em parte, a falta de atratividade deste parasitóide pelo feromônio e ao extrato de exúvias do percevejo-do-colmo.

Quando foram comparadas as respostas quimiotáticas ao tetradecanal e hexano observou-se que *Te. podisi* permaneceu tempo médio semelhante nos dois tratamentos ($H = 0,0108$; $gl = 1$; $P = 0,9174$). No entanto, em *Tr. basalis* esta resposta foi significativamente menor para o tetradecanal ($H = 8,0727$; $gl = 1$; $P = 0,0045$) (Figura 17).

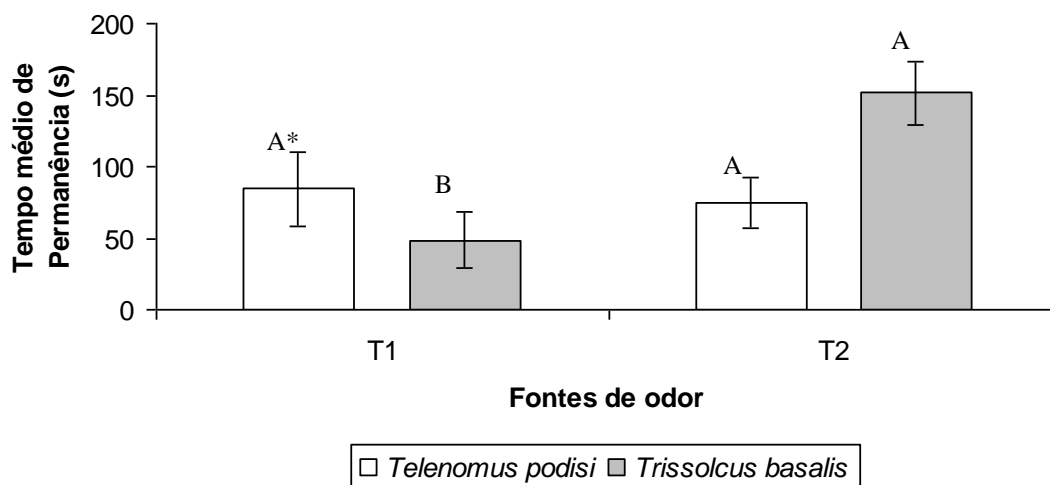


FIGURA 17. Tempo médio (s) (\pm EP) de permanência de fêmeas de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalis* em diferentes fontes de odor (T1 = tetradecanal; T2 = hexano (controle)).

* Barras, entre tratamentos, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$).

O tetradecanal é uma substância defensiva produzida pelas GADs de *E. heros* (Borges & Aldrich, 1992) ocorrendo também, em extratos de exúvias de *Ti. limbativentris* (Apêndice 1), porém não há relatos de sua atividade biológica. Laumann *et al.* (2009) referiram que (2E)-4-oxohex-2-enal, outro composto de defesa presente nas GADs de ninfas de *Ti. limbativentris*, na dose de 0,1 mg/mL, atraiu *Te. podisi* e *Tr. basalis*. A

presença deste aldeído foi registrada no extrato de exúvias (Apêndice 1) no entanto, o fato de nenhum dos dois parasitóides ter sido significativamente atraído por este extrato pode estar relacionado a baixa concentração do (2E)-4-oxohex-2-enal no mesmo.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, nas condições em que foi realizado, é possível concluir:

- na área da lavoura de arroz com inseticida ocorre um menor número de percevejos e há um maior percentual de parasitismo;
- este é o primeiro registro de *Telenomus podisi* em ovos do percevejo-do-colmo em lavouras de arroz irrigado no RS;
- os compostos feromonais, 1S zingiberenol e 1'S zingiberenol atraem apenas fêmeas de *Tibraca limbativentris*;
- o extrato de exúvias de *Tibraca limbativentris* não desencadeia efeito quimiotático em indivíduos desta espécie;
- as substâncias sintéticas tetradecanal, ZI e ZII e os extratos de exúvia, de machos e de fêmeas de *Tibraca limbativentris* não desencadeiam respostas quimiotáticas em *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Praga/Doença**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_praga_detalhe_cons?p_id_cultura_praga=2570> Acesso em: 10 set. 2010.

ALDRICH, J.R.; KOCHANSKY, J.P.; ABRAMS, C.B. Attractant for a beneficial insect and its parasitoids: Pheromone of the predatory spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, College Park. v.13, p.1031-1036, 1984.

ALDRICH, J.R. Chemistry and Biological Activity of Pentatomoid Sex Pheromones. **Biologically Active Natural Products**. ACS Symposium Series, Kettering. v. 380 p. 417-431, 1987.

ALDRICH, J.R. Chemical ecology of the Heteroptera. **Annual Review of Entomology**, Stanford. v. 33. p. 211–23, 1988.

ALDRICH, J.R. Chemical communication in the true bugs and parasitoids exploitation. In: CARDÉ, R.T. & BELL, W.J. **Chemical ecology of insects 2**. New York: Chapman & Hall, 1994. v.2. 437p.

ALDRICH, J.R.; J.C. ZANUNCIO; E.F. VILELA; J.B. TORRES; R.D. CAVE. Field tests of predaceous pentatomid pheromones and semiochemistry of *Podisus* and *Supputius* species (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, p.1-14, 1997.

ATKINS, M.D. **Introduction to Insect Behaviour**. Macmillan Publ., New York, 1980.

AYRES, M.; AYRES, M. JR.; AYRES, D.L.; dos SANTOS, A.S. **BioEstat 5.0 Aplicações estatísticas nas áreas da ciências biológicas e médicas**. Belém: Sociedade civil Mamirauá/CNPq, 2007. 324p.

AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI JR., F. DE J.; MAGALHÃES JR., A.M. DE. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. DA S. & MAGALHÃES JR., A.M. DE (eds.) **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.23-44. 899p.

BAKER, R.; BORGES, M.; COOKE, N.G.; HERBERT, R.H. Identification and synthesis of (Z)-(1'S,3'R,4'S)(-)-2-(3',4'-epoxy-4'-methylcyclohexyl)-6-methylhepta-2,5-diene, the sex pheromone of the southern green stinkbug, *Nezara viridula* (L.). **Chemical Communications**, Cambridge. v.6, p.414-416, 1987.

BOECKH, J. Neurophysiological Aspects of Insect Olfaction. In: Lews, T. (ed.) **Insect Communication**. Academic Press, London, p. 83-194, 1984.

BOLDRINI, I.L.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.C. **Morfologia de gramíneas Sul-Rio-Grandenses**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005. p.46-47.

BORGES, M.; ALDRICH, J.R. Instar-specific defensive secretions of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Experientia**, Basileia, v.48, n.9, p.893-896, 1992.

BORGES, M.; SCHIMIDT, F.G.V.; SUJII, E.R.; MEDEIROS, M.A.; MORI, K.; ZARBIN, P.H.G.; FERREIRA, J.T.B. Field responses of stink bugs to the natural end synthetic pheromone of the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, (Heteroptera: Pentatomidae). **Physiological Entomology**, Oxford. v.23, n.3, p.202-207, 1998.

BORGES, M.; ZARBIN, P.H.G.; FERREIRA, J.T.B.; COSTA, M.L.M. Pheromone sharing: species specific blends based on the same compounds for *Euschistus heros* (F.) and *Piezodorus guildini* (W.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.25, n.3, p.629-634, 1999a.

BORGES, M.; COSTA, M.L.M.; SUJII, E.R.; CAVALCANTI, M. DAS G.; REDÍGOLO, G.F.; RESK, I.S.; VILELA, E.F. Semiochemical and physical stimuli involved in host recognition by *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) toward *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). **Physiological Entomology**, Oxford. v.24, n.3, p.227-233, 1999b.

BORGES, M.; ALDRICH, J. R. Feromônio de Heteroptera: Oportunidades para o manejo de Insetos benéficos, 93-98 p. In: **Feromônios de Insetos: Biologia, química e emprego no manejo de pragas** (2nd. Ed.) E. F. VILELA & T. M. C. DELLA LÚCIA, (eds). Holos Editora, Ribeirão Preto 206 p. 2001.

BORGES, M.; COLAZZA, S.; RAMIREZ-LUCAS, P.; CHAUHAN, K.R.; MORAES, M.C.B.; ALDRICH, J.R. Kairomonal effect of walking traces from *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) on two strains of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Physiological Entomology**, Oxford. v.28. p. 349-355, 2003.

BORGES, M.; BIRKETT, M.; ALDRICH, J.F.; OLIVER, J.E.; CHIBA, M.; MURATA, Y.; LAUMANN, R.A.; BARRIGOSI, J.A.; PICKETT, J.A.; MORAES, M.C.B. Sex attractant pheromone from the rice stalk stink bug, *Tibraca limbativentris* Stal. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.32, p.2749-2761, 2006.

BORGES, M.; MILLAR, J.G.; LAUMANN, R.A.; MORAES, M.C.B.. A male-produced sex pheromone from the neotropical redbanded stink bug, *Piezodorus guildinii* (W.). **Journal of Chemical Ecology**, New York. v. 33. p. 1235-1248, 2007.

BORGES, M.; MORAES, M. C. B.; PEIXOTO, M. F.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R.; LAUMANN, R. A.. Monitoring the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. **Journal of Applied Entomology**, Berlin. v. 135, p. 68-80, 2010.

BOTTON, M.; MARTINS, J.F. DA S.; LOECK, A.E.; ROSENTHAL, M.DA. Biologia de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 em plantas de arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.25, p.21-26, 1996.

BRUNI, R.; SANT'ANA, J.; ALDRICH, J.R.; BIN, F.. Influence of host pheromone on egg parasitism by scelionid wasps: comparison of phoretic and nonphoretic parasitoids. **Journal of Insect Behavior**, New York. v.13, p. 165-173, 2000

COLASANTE, L.O. Práticas culturas. In: IAPAR. **Arroz Irrigado: práticas de cultivo**. Londrina: IAPAR - Circular, 119, 2001. p.49-100. 197p.

COLASANTE, L.O.; FUKOSHIMA, M.T. Doenças e seu controle. In: IAPAR, **Arroz Irrigado: práticas de cultivo**. Londrina: IAPAR - Circular, 119, 2001. p.139-149. 197 p.

COLAZZA, S.; SALERNO, G.; WAJNBERG, E. Volatile and contact chemicals released by *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) have a kairomonal effect on the egg parasitoid *Trissolcus basalus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, Orlando. v.6, n.3, p.310-317, 1999.

CONTI, E.; SALERNO, G.; BIN, F.; WILLIAMS, H.J.; VINSON, S.B.. Chemical cues from *Murgantia histrionica* eliciting host location and recognition in the egg parasitoid *Trissolcus brochymenae*. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.29 p. 115-130, 2003.

CORACINI, M.D.A.; VILELA, E.F.; JÚNIOR, P. M.; ZANUNCIO, J.C.; FURTADO, M.F.. Localização e aceitação de dieta artificial contendo feromônio sexual pelo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v.28, p. 687-693, 1999.

CORRÊA, A.; SANT'ANA, J. Ecologia química de insetos. In: CORRÊA, A.G.; VIEIRA, P.C. (Orgs.) **Produtos naturais no controle de insetos**. São Carlos: UFSCar, 2007. p.9-17.

COSTA, M. L.M.; BORGES, M.; VILELA, E. F.. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.27, p. 559-568, 1998.

COSTA, M.L.M.; BORGES, M.; VILELA, E.F.; JUNIOR, P.M.; LIMA, E.R.. Effect pf stereoisomers of the main component of sex pheromone of *Euschistus heros* (F.)

(Hemiptera: Pentatomidae) in the attractiveness of females. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, p. 413-422, 2000.

COSTA, E.C.; LINK, D. Avaliação de danos de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.21, p.187-195, 1992a.

COSTA, E.C.; LINK, D. Dispersão de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.21, p.197-202, 1992b.

DIDONET, J.; DIDONET, A.P.P.; ERASMO, E.L.; SANTOS, G.R.dos. Incidência e densidade populacional de pragas e inimigos naturais em arroz de terras altas, em Gurupi, TO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.17, n.1, p. 67-76, 2001.

DOMICIANO, N. L. Manejo de pragas. In: IAPAR. **Arroz Irrigado: práticas de cultivo**. Londrina, IAPAR - Circular, 119, 2001, p.101-126. 197 p.

FÁVARO, C.F.; RODRIGUES, M.A.C. de M; ALDRICH, J.R.; ZARBIN, P.H.G.. Identification of semiochemicals in adults and nymphs of the stink bug *Pallantia macunaima* Grazia (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo. v.22, p. 58-64, 2011.

FERREIRA, E.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SANTOS, A.B.; NEVES, B.P.O. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1997. 43p. (Documentos, 75).

FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 1998. 110p. (Documentos, 90).

FRITZ, L.L.; HEINRICH, E.A.; PANDOLFO, M.; SALLES, S.M.de; OLIVEIRA, J.V. de; FIUZA, L.M. Agroecossistemas orizícolas irrigados: Insetos-Praga, Inimigos Naturais e Manejo Integrado. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.12, n.4, p.720-732, 2008.

GODOY, K.B.; GALLI, J.C.; ÁVILA, C.J.. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.455-458, 2005.

GOMES, A. da S.; MAGALHÃES Jr, A. M. de. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. Pelotas, Embrapa-CNPTIA (Sistemas de produção nº 3, versão eletrônica). 2005. Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil Embrapa Clima Temperado Sistemas de Produção, 3 ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica Nov./2005. Acesso em 02/08/2010.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro, v.23, n.11, p.1-80, 2010. disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201011.pdf> Acesso em: 12 dez. 2010.

IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz. **Área produção e produtividade – 2009/10**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1294330441Area_Producao_e_Produtividade.pdf> Acesso em: 23 dez. 2010.

IRRI - International Rice Research Institute. **Produção dos dez maiores produtores de arroz no mundo**. Disponível em: <http://beta.irri.org/solutions/index.php?option=com_content&task=view&id=250> Acesso em: 8 jan. 2010.

LAUMANN, R.A.; AQUINO, M.F.S.; MORAES, M.C.B.; PAREJA, M.; BORGES, M. Response of the egg parasitoids *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* to compounds from defensive secretions of stink bug. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.35, n.1, p.8-19, 2009.

LINK, D.; NAIBO, J.G.; PELENTIR, J.P. Hibernation sites of the rice stalk stink bug, *Tibraca limbativentris*, in the central region of Rio Grande do Sul, Brazil. **International Rice Research Institute Notes**, Laguna. v.21, n.2-3, p.78, 1996.

MACIEL, A.A.S.; LEMOS, R.N.S. DE; SOUZA, J.R. DE; COSTA, V.A.; BARRIGOSI, J.A.F.; CHAGAS, E.F. DAS. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.36, n.4, p.616-618, 2007.

MARTINS, J.F. da S.; LIMA, M.G.A. de; BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; QUINTELA, E.D.. Efeito de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. E *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre o percevejo-do-colmo do arroz, *Tibraca limbativentris* Stal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.2, p.277-283, 1997.

MARTINS, J.F. DA S.; CUNHA, U.S.; OLIVEIRA, J.V. Controle de insetos na cultura do arroz irrigado. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D. (Ed), **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Pallotti, 2000, p.137-153.

MARTINS, J.F. DA S.; GRÜTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S. Descrição e manejo integrado de insetos-pragas em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JR., A.M. (Ed) **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004, p.635-675.

MARUYAMA, W.I.; PINTO, A. de S.; GRAVENA, S.. Parasitóides de ovos de percevejos (Hemiptera: Heteroptera) em plantas daninhas. **Revista Ceres**, Viçosa. v. 49, p. 453-459. 2002.

MEDEIROS, M.A.; SCHIMIDT, F.V.G.; LOIÁCONO, M.S.; CARVALHO, V.F.; BORGES, M.. Parasitismo e Predação em Ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v.26, p. 397-401, 1997.

MEDEIROS, M.A.; LOIÁCONO, M.S.; BORGES, M.; SCHIMIDT, F.V.G.. Incidência natural de parasitóides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na

soja no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 33, p. 1431-1435, 1998.

MORAES, M.C.B.; PAREJA, M.; LAUMANN, R.A.; BORGES, M. The chemical volatiles (Semiochemicals) produced by Neotropical stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n.5, p.489-505, 2008.

PACHECO, D.J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Populações de Percevejos Pragas da Soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v. 29, p. 295-302, 2000.

PAREJA, M.; BORGES, M.; LAUMANN, R.A.; MORAES, M.C.B.. Inter- and intraspecific variation in defensive compounds produced by five neotropical stink bug species (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Insect Physiology**, Oxford. v. 53, p. 639–648, 2007.

PAVIS, C.; MALOSSE, C.; DUCROT, P.H.; DESCOINS, C. Dorsal abdominal glands in nymphs of southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): Chemistry of secretions of five instars and role of (E)-4-oxo-2-decenal, compound specific to first instars. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.20, n. 9, p.2213-2227, 1994.

PERI, E.; SOLE, M.A; WAJNBERG, E.; COLAZZA, S.. Effect of host kairomones and oviposition experience on the arrestment behavior of an egg parasitoid. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge. v. 209, p. 3629-3635, 2006.

PIRES, S.S.P.; SUJII, E.R.; SCHMIDT, F.G.V.; ZARBIN, P.H.G.; ALMEIDA, J.R.M. DE; BORGES, M. Potencial de uso de armadilhas iscadas com o feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), para o monitoramento populacional de percevejos praga da soja. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n.77, p.70-77, 2006.

PRANDO, H.F.; KALVELAGE, H.; FERREIRA, R.A. Ciclo de vida de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.37, p.335-339, 1993.

PRANDO, H.F. ; NONES, D.; EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A. Utilização de marreco-de-pequim (*Anas* sp) no controle do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*), em arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de arroz irrigado, 2003, Balneário Camboriú, SC. **Congresso Brasileiro de arroz irrigado**, 3. Florianópolis:EPAGRI, 2003. p. 424-425, 2003.

RAMPELOTTI, F.T.; FERREIRA, A.; PRANDO, H.F.; GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F. da S.; TCACENCO, F.A.; MATTOS, M.L.T. Patogenicidade de *Metarhizium Anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre as fases do desenvolvimento de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo. v. 74, n.2, p. 141-148, 2007.

RIFFEL, C.T. **Levantamento e aspectos biológicos de espécies parasitóides de posturas do percevejo-do-colmo-do-arroz no estado de Santa Catarina.** Universidade do Estado de Santa Catarina. Dissertação de mestrado, 2007. 73p.

RIFFEL, C.T.; PRANDO, H.F.; BOFF, M.I.C. Primeiro Relato de Ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera : Scelionidae) como Parasitóides de Ovos do Percevejo-do-Colmo-do-Arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina. v.39 n.3 p.447-448, 2010.

SANT'ANA, J.; BRUNI, R.; ABDUL-BAKI, A.A.; ALDRICH, J.R.. Pheromone-induced movement of nymphs of the predator, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, Orlando. v.10. p. 123-128, 1997.

SANT'ANA, J.; DICKENS, J.C.. Comparative electrophysiological studies of olfaction in predaceous bugs, *Podisus maculiventris* and *P. nigrispinus*. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v. 24, p. 965-984, 1998.

SANT'ANA, J.; SILVA, R.F.P. da; DICKENS, J.C.. Olfactory reception of conspecific aggregation pheromone and plant odors by nymphs of the predator, *Podisus maculiventris*. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v. 25, p. 1813-1826, 1999.

SANTOS, A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R. DE A. (eds). **A Cultura do Arroz no Brasil.** 2º edição. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000p.

SILVA, C.C.A.; CORDEIRO, D.M.; LAUMANN, R.; MORAES, M.C.B.; BARRIGOSI, J.A. & BORGES, M. **Ciclo de vida e metodologia de criação de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Heteroptera: Pentatomidae) para estudos de ecologia química.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 16p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SILVA, F.B.; OLIVEIRA, M.G. de; BATISTA, R.B.; PIRES, C.V.; XAVIER, L.P.; PIOVESAN, N.D.; OLIVEIRA, J.A. de; JOSÉ, I.C. MOREIRA, M.A.. Função fisiológica de lipoxigenases de folhas de soja submetidas ao ataque de lagarta (*Anticarsia gemmatalis* Hübner). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo. v. 69. p. 67-74, 2002.

SILVA, C.C.; MORAES, M.C.B.; LAUMANN, R.A.; BORGES, M. Sensory response of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to stimuli from the bug *Euschistus heros*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1093-1098, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. **XXVIII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado**, Porto Alegre. SOSBAI, 2010. 188p.

SOUZA, S.R.; VASCONCELLOS, P.C.; MANTOVANI, W.; CARVALHO, L.R.F.. Emissão por folhas de *Ficus benjamina* L. (Moraceae) de compostos orgânicos voláteis oxigenados. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo. v. 25, p. 413-418, 2002.

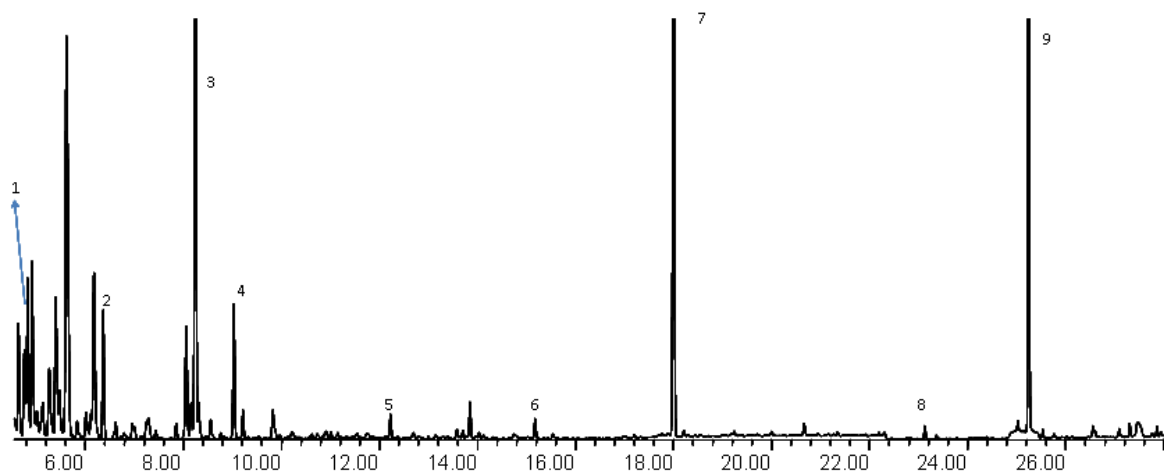
TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; SAAVEDRA, J.L.D.; ALDRICH, J.R.. Extrato de glândula de feromônio na atração e estimulação alimentar de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, p. 463-469, 1997.

VILELA, E.F.; DELLA-LUCIA, T.M.C.. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de insetos: Biologia, química e emprego no manejo de pragas**, Ribeirão Preto. Holos. p.9-12, 2001.

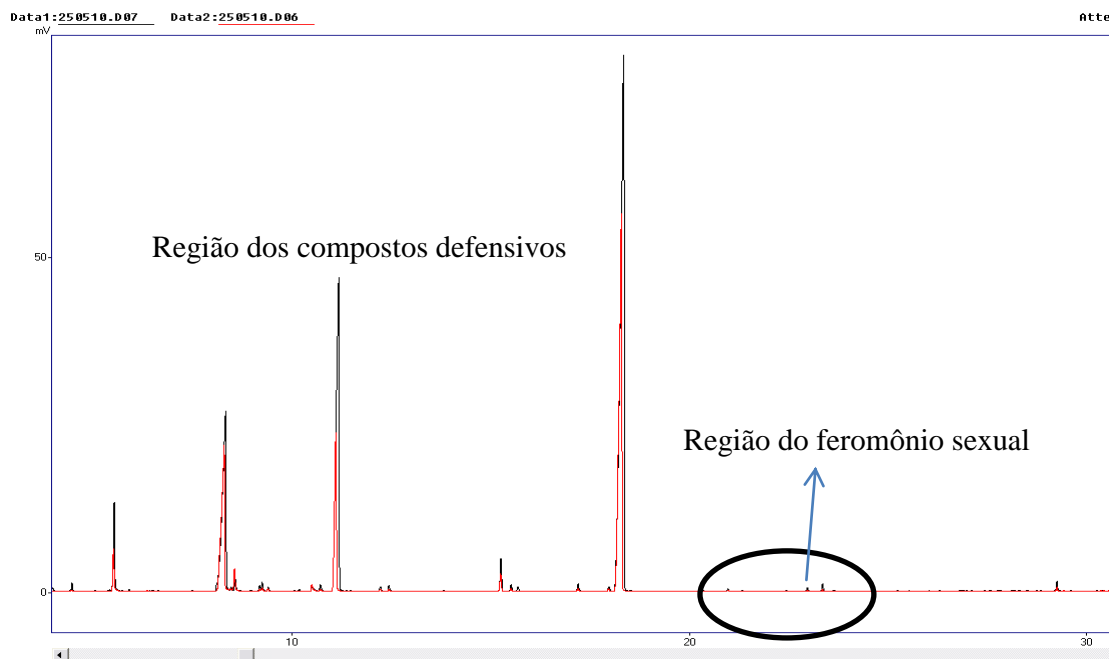
VILELA, E.F.; MAFRA-NETO, A.. Registro de feromônios comerciais e legislação. In: VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de insetos: Biologia, química e emprego no manejo de pragas**, Ribeirão Preto. Holos. p.151-159, 2001.

ZARBIN, P.H.G.; BORGES, M.; SANTOS, A.A. dos; OLIVEIRA, A.R.M. de; SIMONELLI, F.; MARQUES, F. de A.. Alarm pheromone system of stink bug *Piezodorus guildinii* (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo. v. 11, p. 424-428, 2000.

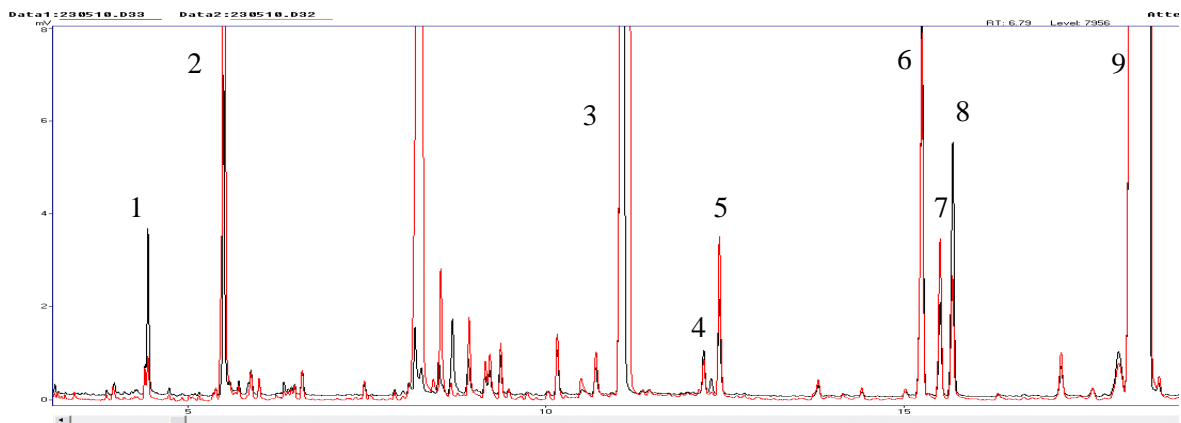
ZARBIN, P.H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M.; LIMA, E.R.. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, São Paulo. v. 32, p. 722-731, 2009.



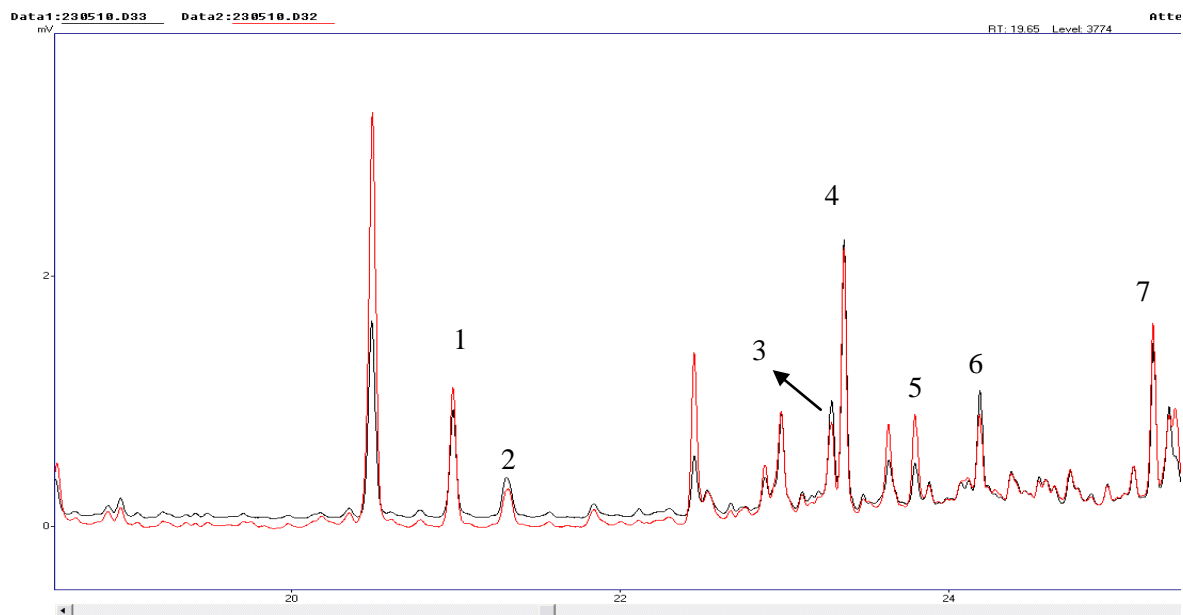
APÊNDICE 1. Cromatograma do extrato de exúvias de ninfas de quarto e quinto ínstares de *Tibraca limbativentris* (n = 106). 1) (2E)-4-oxohex-2-enal, 2) Nonanal, 3) desconhecido, 4) Decano, 5) Undecano, 6) Dodecano, 7) Tridecano, 8) Pentadecano e 9) Tetradecanal.



APÊNDICE 2. Cromatograma do extrato da aeração de machos (linhas em preto) ($n = 80$) e de fêmeas (linhas em vermelho) ($n = 80$) de *Tibraca limbativentris*, (círculo preto indica região de detecção dos feromônios sexuais).



APÊNDICE 3. Cromatograma, ampliado da região dos compostos defensivos, do extrato da aeração de machos (linhas em preto) e de fêmeas (linhas em vermelho) de *Tibraca limbativentris*. 1) (E)-2-hexenal, 2) (2E)-4-oxohex-2-enal, 3) (E)-2-Octenal, 4) Undecano, 5) Nonanal, 6) Dodecano, 7) Decanal, 8) 3-octen-1-ol, acetato, (Z)- e 9) Tridecano.



APÊNDICE 4. Cromatograma, ampliado da região de detecção do feromônio sexual, do extrato de aeração de machos (linhas em preto) e fêmeas (linhas em vermelho) de *Tibraca limbativentris*. 1) Tetradecano, 2) Dodecanal, 3) Zingibereno, 4) Pentadecano, 5) β -Bisaboleno, 6) β -Sesquifelandreno e 7) Hexadecano.

APÊNDICE 5. Proporção das substâncias defensivas nos extratos de machos e de fêmeas de *Tibraca limbativentris* em relação ao total.

Substâncias	Proporção (%)	
	Machos	Fêmeas
(E)-2-hexenal	1,085043	3,137374
(2E)-4-oxohex-2-enal	0,287479	6,220589
(E)-2-octenal	6,06112	15,22224
Undecano	0,187959	0,134039
Nonanal	0,435111	0,516643
Dodecano	1,722421	1,198266
Decanal	0,403621	0,50866
(3Z)-octen-1-ol acetato	1,097737	0,412344
Tridecano	86,64074	71,0793
Outros	2,078772	1,570539
Total	100	100