

Resposta olfativa de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) a voláteis emitidos por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

Tatiana Rodrigues Carneiro ¹; Odair Aparecido Fernandes ¹; Ivan Cruz ²

Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCAV). Departamento de Fitossanidade. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n – Jaboticabal, SP, Brasil. CEP: 14884-900. e-mail: tatianac@fcav.unesp.br (Autor Correspondente), e-mail: oafernandes@fcav.unesp.br; Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 285 – Sete Lagoas, MG, Brasil. CEP: 35701-970. email: ivancruz@cnpms.embrapa.br;

Resumo

RODRIGUES CARNEIRO T, FERNANDES OA, CRUZ I. 2006. Resposta olfativa de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) a voláteis emitidos por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). ENTOMOTROPICA 21(3): 153-159.

A criação massal de parasitóides por longos períodos pode afetar seu comportamento, logo, no presente trabalho utilizou-se olfatômetro de 4 braços para verificar a atratividade exercida por substâncias provenientes de ovos de *S. frugiperda* em diferentes etapas do desenvolvimento embrionário (24, 48 e 72 h) e de fêmeas da praga sobre *T. remus*. Cada observação teve duração de 600 segundos e foi avaliado o tempo em que a fêmea permaneceu em cada um dos campos de odor da arena. Demonstrou-se a atração por fêmeas e ovos de *S. frugiperda*. Contudo, não detectou-se diferença significativa na atração a ovos da praga em diferentes fases do desenvolvimento embrionário. Também verificou-se ausência de atração aos ovos lavados com hexano. Confirmou-se assim, que o parasitóide ainda percebe os cairomônios provenientes do hospedeiro.

Palavras-chave adicionais: Controle biológico; cairomônios; lagarta-do-cartucho; olfatômetro; parasitóide; semioquímicos.

Abstract

RODRIGUES CARNEIRO T, FERNANDES OA, CRUZ I. 2006. Olfactory response of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) to volatiles emitted by *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). ENTOMOTROPICA 21(3):153-159.

As long-term insect mass rearing process can affect behavior of egg parasitoid, a 4-way olfactometer was used to evaluate *T. remus* attraction to *S. frugiperda* eggs at different embryonic development stages (24, 48 e 72 h) and adult females volatiles. *T. remus* females were tested for each odour source. Each insect was observed during 600 seconds and the time spent on each odour's site was recorded. The egg parasitoid female was attracted to *S. frugiperda* females and eggs. Different egg developmental stages were similarly attractive to *T. remus*. However, hexane-washed eggs did not cause any attraction. Therefore, kairomones are still perceived by this natural enemy despite being in mass rearing facility.

Additional key words: Biological control; kairomones; egg parasitoid; fall armyworm; olfactometer; semiochemicals.

Introdução

Telenomus remus Nixon é um parasitóide exclusivo de ovos de lepidópteros e diversos trabalhos têm sido desenvolvidos mundialmente para avaliar a sua eficiência sobre os ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Joshi et al. 1976, Gupta e Pawar 1985, Cruz e Figueiredo 1994, Morales et al. 2000). Na

Venezuela (Hernández et al. 1989) e países da América Central (González e Zocco 1996, Cave e Acosta 1999, Cave 2000) *T. remus* pode ocasionar até 90% de parasitismo dos ovos de *S. frugiperda*, com a liberação de 5.000 a 8.000 parasitóides/ha.

O sucesso de um inimigo natural encontra-se intimamente relacionado à sua habilidade em encontrar a presa ou hospedeiro (Gazit et al. 1996). Para tanto, os parasitóides de ovos utilizam-se de diversos sinais químicos, físicos e visuais provenientes ou associados a seus hospedeiros. Os sinais químicos (aleloquímicos e feromônios) são os mais comumente utilizados durante o forrageamento (Tumlinson et al. 1992). Muitos inimigos naturais utilizam-se de caimônios (aleloquímicos que provocam respostas favoráveis ao receptor) de hospedeiros ou presas no forrageamento (Eiras e Gerik 2001). Sabe-se ainda que parasitóides exploram a comunicação entre indivíduos da espécie hospedeira e que, muitas vezes, são atraídos por feromônio sexual do hospedeiro, já que esse indica a presença (atual ou futura) de ovos do hospedeiro na área (Vinson 1984).

Do mesmo modo, *T. remus* responde positivamente a componentes do feromônio sexual de *S. frugiperda* (Norlund et al. 1983, Lewis e Norlund 1984) e de *Spodoptera litura* Fabricius (Ananthkrishnan 1998). Além disso, sinomônios provenientes de plantas de milho, sorgo, algodão (Faria 2001, Lewis e Norlund 1984) e tomate (Lewis e Norlund 1984) também atraem esse parasitóide facilitando a localização de ovos de *S. frugiperda* nestas culturas (Lewis e Norlund 1984). Cabe ressaltar que *T. remus* é mais atraído para plantas de milho quando comparadas a sorgo e algodão (Faria 2001) e que não há diferença na atratividade quando as plantas de milho encontram-se saudáveis ou atacadas por lagartas (Peñaflor 2006).

Hospedeiros sésseis, tais como ovos, liberam poucos compostos voláteis (Vinson 1984). Portanto, os semioquímicos provenientes de substâncias depositadas sobre ou próximo aos ovos no momento da oviposição, ou utilizadas para fixá-los ao substrato, podem atuar na atração à curta distância e/ou durante o contato (Ferreira et al. 1979, Renou et al. 1992, Shu e Jones 1989). Dessa forma, esses compostos são importantes na localização e reconhecimento do ovo (Frenoy et al. 1992). Semioquímicos provenientes do corpo do adulto também são frequentemente utilizados na localização do hospedeiro por parasitóides de ovos, pois auxiliam no comportamento de busca (Lewis e Norlund 1984) e atuam como arrestantes, mantendo o parasitóide na área em que está o hospedeiro (Parker et al. 1971). Durante a oviposição diversas

substâncias podem ser depositadas sobre os ovos, fazendo com que os compostos sejam utilizados na localização direta dos ovos (Parker et al. 1971).

No entanto, os parasitóides podem modificar sua resposta a semioquímicos. A adaptação sensorial pode ocorrer devido a exposição prolongada desses insetos a determinados odores, de tal forma que torne-os insensíveis às substâncias químicas (Cardé e Bell 1995). *T. remus* foi introduzido no Brasil há cerca de 20 anos (Pedrasi e Parra 1986) e, no entanto, ainda não foi estabelecido programa de controle biológico aplicado com liberação massal ou reintrodução de novos indivíduos. Assim, como, esses parasitóides estão sendo mantidos em criação massal por tantas gerações, podem ter perdido a capacidade de busca de seu hospedeiro.

Há pelo menos um caso relatado de liberações deste parasitóide com insucesso. Trata-se da tentativa realizada por Waddill e Whitcomb (1982) que, entre os anos de 1975 e 1977 na Flórida (EUA), realizaram liberações massais de *T. remus* em campos de milho e sorgo atacados por *S. frugiperda*. Os autores não conseguiram o estabelecimento do inimigo natural, sendo que ao coletarem posturas da praga nas áreas onde foram realizadas as liberações encontraram apenas os parasitóides *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae).

Portanto, para se garantir o sucesso de programa de controle biológico com este parasitóide, é fundamental verificar a efetividade de substâncias associadas aos ovos e adultos de *S. frugiperda*, que trata-se do objetivo deste trabalho. Com isso, pode-se assegurar que o parasitóide liberado tem condições potenciais para forrageamento utilizando tais semioquímicos.

Material e Métodos

Olfatômetro

Descrição: modificado a partir de Vet et al. (1983), o equipamento é composto por uma bomba de vácuo modelo MA 058 (Marconi, Piracicaba, SP), ligada à base de uma câmara de observação (arena). Esta arena (10 cm X 10 cm) é dividida em quatro campos de odor (quadrantes) com entradas independentes. Cada entrada é conectada a um reservatório de odor

formado por um recipiente de vidro (250 ml). Este reservatório comunica-se com um fluxômetro com capacidade máxima de 16 L/min (RWR, São Paulo, SP) e um filtro de carvão ativado (Pozzani, Jundiá, SP). A bomba de vácuo produz um fluxo de ar que, ao ser sugado do ambiente, é purificado pelo filtro, passa pelo fluxômetro e através do reservatório de odor chega até a arena. Todas as conexões entre os componentes são realizadas através de mangueiras de silicone inodoras com diâmetro interno de 4 mm. A fonte de luz é uma lâmpada fluorescente (15W/5000K) (Philips, Mauá, SP), situada 30 cm acima da arena. O sistema foi regulado para garantir fluxo de 1,5 L/ min.

Avaliação de atração dos parasitóides por fêmeas de *S. frugiperda*

Duas fêmeas de *S. frugiperda*, retiradas da criação de laboratório (Laboratório de Ecologia Aplicada, UNESP/FCAV), foram colocadas nos reservatórios de odor, sendo conectadas cada uma a um dos braços do sistema. Com isso, foram mantidos dois campos da arena com odor proveniente daqueles insetos enquanto que os outros dois tiveram apenas a circulação de ar puro. Os insetos (fêmeas de *S. frugiperda* e *T. remus*) foram utilizados uma única vez e, a cada cinco avaliações, a posição da fonte de odor foi modificada aleatoriamente para eliminar efeitos da posição da fonte sobre a escolha da fêmea do parasitóide. Após cada avaliação, a arena foi limpa com algodão embebido em água destilada.

Avaliação de atração dos parasitóides por ovos de *S. frugiperda* com diferentes etapas no desenvolvimento embrionário

Ovos de *S. frugiperda* em diferentes etapas do desenvolvimento embrionário (24h, 48h e 72h após a oviposição) foram utilizados como fonte de odor. As posturas foram colocadas nos reservatórios de odor, os quais foram conectados ao sistema. As posturas foram padronizadas em 150 ovos. Cada um dos reservatórios foi conectado a um dos braços do olfatômetro, mantendo-se assim três campos com odor e um apenas com ar puro (controle), que constituíram os tratamentos.

Em um segundo ensaio, foram utilizadas posturas semelhantes às dos tratamentos anteriores, mas

lavadas previamente com hexano (Synth, Diadema, SP), seguindo a metodologia proposta por Cave et al. (1987). Após serem lavadas em hexano, as posturas foram enxaguadas em água destilada e mantidas em temperatura ambiente para completa secagem. Novamente, cada um dos reservatórios que continham os tratamentos foi conectado a um dos braços do olfatômetro, mantendo-se assim três campos com odor e um com ar puro (tratamentos). A cada cinco fêmeas a posição da fonte de odor foi modificada aleatoriamente para eliminar efeitos da posição da fonte sobre a escolha da fêmea.

Procedimentos gerais para observação e análise dos dados

Para cada fonte de odor (ovos e fêmeas de *S. frugiperda*) foram testadas 20 fêmeas de *T. remus* (repetições). Cada observação teve duração de 600 segundos (Vet et al. 1983), a partir do momento em que a fêmea foi posicionada na arena e a bomba de vácuo foi ligada. Foi avaliado o tempo em que a fêmea permaneceu em cada um dos campos de odor da arena. Fêmeas que passavam mais de 300 segundos sem se movimentar foram descartadas e substituídas por outras.

Em todos os experimentos foi adotado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5%, utilizando-se o programa STAT (UNESP, Jaboticabal, SP).

Resultados e Discussão

O tempo de permanência das fêmeas de *T. remus* nos quadrantes que recebiam odores provenientes das fêmeas de *S. frugiperda* foi cerca de três vezes maior ($74 \pm 11,89\%$) do que o tempo em que permaneceram nos quadrantes que recebiam ar puro (Figura 1). Isso nitidamente sugere que as fêmeas de *T. remus* foram atraídas por substâncias voláteis provenientes destes insetos. Portanto, o parasitóide pode se utilizar destas substâncias no processo de busca por hospedeiros (Norlund et al. 1983). Assim, conforme sugerido por Vinson (1998), o parasitóide poderia ser então atraído para áreas onde se encontram os adultos de *S. frugiperda* e aguardaria a presença de ovos dessa espécie para, em seguida, iniciar a oviposição.

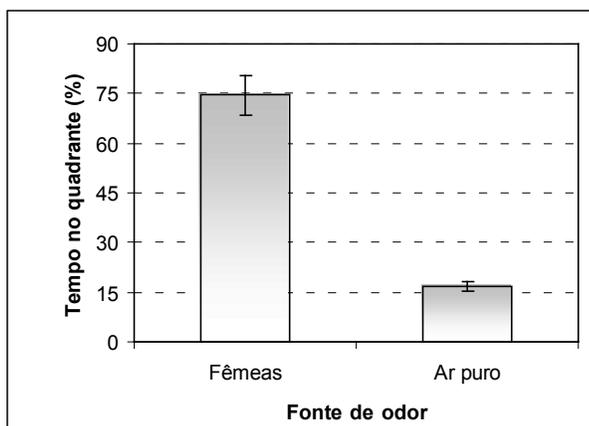


Figura 1. Resposta de fêmeas de *T. remus* a odores voláteis de fêmeas de *S. frugiperda*. Médias (\pm EPM) seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste F ($P < 0,05$)

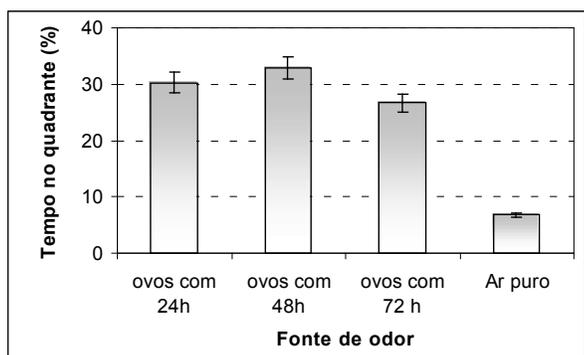


Figura 2. Resposta de fêmeas de *T. remus* a odores voláteis de ovos de *S. frugiperda* em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. Médias (\pm EPM) seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

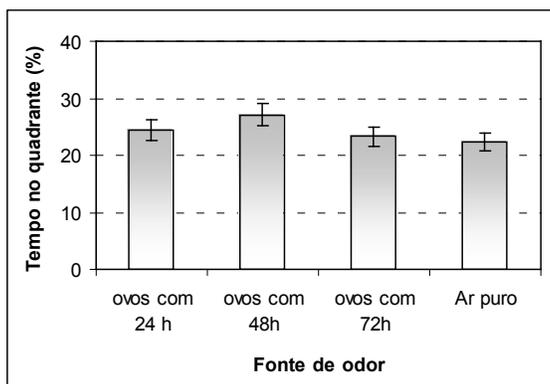


Figura 3. Resposta de fêmeas de *T. remus* a odores voláteis de ovos de *S. frugiperda* em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário, lavados com hexano. Médias (\pm EPM) seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Observando-se que *T. remus* tem preferência por posturas frescas de *S. frugiperda* (até 36h) (Cruz 2000, Hernández e Diaz 1995), explica-se sua atração por fêmeas do hospedeiro. Pois, fêmeas de parasitóides podem responder aos feromônios sexuais ou outras substâncias excretadas por seus hospedeiros, e assim, podem se dirigir a áreas onde acontece a cópula e parasitar ovos ainda frescos (Vinson 1998).

Mas, além de responder às fêmeas de *S. frugiperda*, *T. remus* também responde a substâncias voláteis presentes nos ovos da praga, conforme também evidenciado por Gazit et al. (1996) e Faria (2001). Os parasitóides permaneceram em média 180 segundos ($30 \pm 4,61\%$ do tempo) nos quadrantes conectados a recipientes contendo ovos da praga, independente da idade dos embriões, enquanto que naqueles com ar puro, a média de permanência deu-se em torno de 40 segundos ($6,5 \pm 1,43\%$ do tempo) (Figura 2). Contudo, não detectou-se diferença significativa ($P < 0,05$) na atração do parasitóide quando exposto a ovos da praga em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário (Figura 2). Tal resultado demonstra que a preferência de fêmeas de *T. remus* por posturas frescas não está associada a nenhum tipo de substância emanada pelo embrião em desenvolvimento. Possivelmente a discriminação dos ovos apropriados para a oviposição é realizada pelas fêmeas quando estas se aproximam dos ovos da praga e os examinam com suas antenas, tamborilando sobre os ovos. Entretanto, é necessário elucidar se o parasitóide realmente é capaz de diferenciar os ovos ao Tateá-los ou se a oviposição é realizada, mas o desenvolvimento não se completa devido ao estágio avançado de desenvolvimento embrionário do hospedeiro.

A capacidade de busca de parasitóides encontra-se diretamente associada aos caimônios presentes em seus hospedeiros (Vinson 1976) e nesse caso, tanto aos ovos como adultos de *S. frugiperda*. Ao responder às substâncias químicas específicas parasitóides restringem sua busca a áreas onde há maior probabilidade de encontrar hospedeiros, e assim, aumentar as chances de sucesso reprodutivo (Morrison et al. 1980).

Os estímulos químicos são de extrema importância para os insetos da família Scelionidae, uma vez que estas espécies apresentam número restrito de hospedeiros (Vinson 1997). *Trissolcus basal*

(Wollaston), por exemplo, responde positivamente à substância adesiva de ovos utilizada por seu hospedeiro, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) (Bin et al. 1993) e *Telenomus calvus* Johnson utiliza-se de feromônios de *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) para localizar as posturas e parasitá-las (Vilela e Pallini 2002). Já *Telenomus podisi* Ashmead é atraído tanto pela substância adesiva de ovos quanto pelo feromônio sexual de *Euchistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) (Borges et al. 1999).

A ausência de atração aos ovos lavados com hexano (Figura 3) indica que a substância (ou substâncias) que desencadeia a resposta positiva na fêmea de *T. remus* é solúvel nesse hidrocarboneto alcano, e foi completamente removida dos ovos pelo solvente. Os parasitóides permaneceram em média 150 segundos ($25 \pm 3,79\%$ do tempo) em cada quadrante (Figura 3) e, desse modo, não verificou-se diferença significativa ($P > 0,05$) na atração do parasitóide quando exposto a ovos da praga lavados com hexano ou ar puro.

A ausência de arrestamento também indica que o caimônio utilizado pela fêmea do parasitóide para encontrar os ovos é depositado pela mariposa sobre a sua postura, não sendo substância(s) proveniente(s) diretamente do ovo, ou do embrião em desenvolvimento (Lewis e Norlund 1984, Norlund et al. 1987, Gazit et al. 1996, Faria 2001). De acordo com Jones et al. (1973), as escamas de asas de mariposas são as principais fontes desses compostos, indicando que a atração dos parasitóides pelos ovos do hospedeiro é mediada pelas escamas depositadas sobre eles. No entanto, Norlund et al. (1983) e Lewis e Norlund (1984) constataram que fêmeas de *T. remus* respondem ao Z-9-TDA e ao Z-9-DDA, que tratam-se de importantes componentes do feromônio sexual de *S. frugiperda*. Tais substâncias são, segundo os autores, secretadas pela glândula acessória do inseto e além de estarem envolvidas no processo de atração sexual, também encontram-se aparentemente ligadas à fixação dos ovos ao substrato.

Os resultados indicam que, apesar do longo período de criação em laboratório, *T. remus* continua respondendo positivamente aos odores emanados por seu hospedeiro e que tal característica pode ser usada em liberações do parasitóide e na utilização de caimônios que incrementem sua efetividade

em campo. Além disso, a preferência por voláteis provenientes do hospedeiro, implica na permanência do parasitóide nas áreas alvo, diminuindo as possibilidades de liberações ineficientes. Todavia, cabe lembrar, que tal característica, pode ser um problema potencial nos casos em que a criação do parasitóide é realizada sobre hospedeiro alternativo.

Referências

- ANANTHAKRISHNAN TN. 1998. Modality and relevance of biocommunication in the biological control of insects. En: Ananthakrishnan T H, Sen A. editores. Biocommunication in insects. New Hampshire: Science Publishers, 104p.
- BIN F, VINSON SB, STRAND MR, COLAZZA S, JONES WA. 1993. Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalidis*, a parasitoid of *Nezara viridula*. *Physiol Entomol* 18:7-15.
- BORGES M, COSTA MLM, SUJII ER, CAVALCANTI MG, REDÍGOLO GF, RESCK IS, VILELA EF. 1999. Semiochemical and physical stimuli involved in host location and acceptance by *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) towards *Euchistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). *Physiol Entomol* 24:227-233.
- CARDÉ RT, BELL WJ. 1995. *Chemical Ecology of Insects 2*, New York: Chapman and Hall, 443p.
- CAVE RD. 2000. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. *Biocontrol News and Information*, 21 (1): 21-26.
- CAVE RD, ACOSTA NM. 1999. *Telenomus remus* Nixon: un parasitoide en el control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith). *Ceiba* 40 (2): 215-227.
- CAVE RD, GAYLOR MJ, BRADLEY JT. 1987. Host handling and recognition by *Telenomus reynoldsi* (Hym.: Scelionidae), an egg parasitoid of *Geocoris* spp. (Heteroptera: Lygaeidae). *Ann Entomol Soc Am* 80(2): 217-223.
- CRUZ I. 2000. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). En: Bueno VHP. editora. Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade. Lavras: Editora UFPA, p. 112-135.
- CRUZ I, FIGUEIREDO MLC. 1994. Estudos preliminares do parasitóide *Telenomus* sp. Nixon sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. Relatório Técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993. Sete Lagoas. 6: 104-105.
- EIRAS AE, GERK AO DE. 2001. Caiomônios e aprendizagem em parasitóides. En: Vilela EF, Della Lucia TMC. editores. Feromônios de insetos – biologia, química e emprego no manejo de pragas, Ribeirão Preto: Holos Editora. 206p. 2a. edição.

- FARIA CA DE. 2001. Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a voláteis de plantas e ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). [Dissertação Mestrado]. Viçosa: UFV, 50p.
- FERREIRA L, PINTUREAU B, VOEGELLE J. 1979. Um nouveau tipe d'olfactometre: Application a la mesure de la capacité de recherche à la localization des substances attractives de l'hôte chez *Trichogrammes* (Hym.: Trichogrammatidae). Ann Zool Ecol Animal 11: 271-279.
- FRENOY C, DURIER C, HAWLITZKY N. 1992. Effect of kairomones from egg and female adult stages of *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae) on *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae) female kinesis. J Chem Ecol 18: 761-773.
- GAZIT Y, LEWIS W J, TUMLINSON J H. 1996. Arrestment of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) by a kairomone associated with eggs of its host, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Biological Control. 6: 283-290.
- GONZÁLEZ CE, ZOCCO JL. 1996. Control integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) utilizando *Telenomus remus* (Nixon) en *Zea mays* L. Revista de Investigación Agrícola-DANAC. 1 (1): 201-219.
- GUPTA M, PAWAR AD. 1985. Multiplication of *Telenomus remus* Nixon on *Spodoptera litura* (Fabricius) reared on artificial diet. J Adv Zool 6: 13-17.
- HERNÁNDEZ D, DÍAZ F. 1995. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipostura y proporción sexual de la descendencia. Bol Entomol Venez 10(2):167-175.
- HERNÁNDEZ D, FERRER F, LINARES B. 1989. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. Agronomía Tropical. 39 (4-6): 199-205.
- JONES RL, LEWIS WJ, BEROZA M, BIERL BA, SPARKS AN. 1973. Host seeking stimulants (kairomones) for the egg parasite *Trichogramma evanescens*. Environ. Entomol. 2: 593-596.
- JOSHI BG, RAMAPRASAD G, SITARAMAIAH S, SATHYANARAYANA CVV. 1976. Some observations on *Telenomus remus* Nixon, an egg parasitoid of the tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (F.). Tobacco Research. 2: 17-20.
- LEWIS WJ, NORLUND DA. 1984. Semiochemicals influencing fall armyworm parasitoid behavior: implications for behavioral manipulation. Georgia: Fall Armyworm Symposium, p. 343-349.
- MORALES J, GALLARDO JS, VÁSQUEZ C, RÍOS Y. 2000. Patrón de emergencia, longevidad, parasitismo y proporción sexual de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) con relación al cogollero del maíz. Bioagro 12 (2): 47-54.
- MORRISON G, LEWIS WJ, NORLUND DA. 1980. Spatial variations in *Heliothis zea* eggs density and the intensity of parasitism by *Trichogramma* spp.: an experimental analysis. Environ Entomol 9(1): 79-85.
- NORLUND DA, LEWIS WJ, GUELDENER RC. 1983. Kairomones and their use for management of entomophagous insects: Response of *Telenomus remus* to abdominal tips of *Spodoptera frugiperda*, (Z)-9-tetradecene-1-ol acetate and (Z)-9-dodecene-1-olacetate. J Chem Ecol 9: 695-701.
- NORLUND DA, STRAND MR, LEWIS WJ, VINSON SB. 1987. Role of kairomones from host accessory gland secretion in host recognition by *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum*, with partial characterization. Ent Exp Appl 44: 37-43.
- PARKER FD, LAWSON FR, PINNELL RE. 1971. Suppression of *Pieris rapae* using a new control system: mass releases of both the pest and its parasitoids. J Econ Entomol 64: 721-735.
- PEDRASI TC, PARRA JRP. 1986. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). In: X Congresso Brasileiro de Entomologia, Anais. Rio de Janeiro: SEB. p. 227.
- PEÑAFLORES MFGV. 2006. Resposta olfativa do parasitóide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) aos voláteis de plantas de milho *Zea mays* L. na presença de estágios imaturos de seu hospedeiro, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). [Dissertação Mestrado]. Piracicaba: ESALQ/USP, 84p.
- RENOU M, NAGUAN P, BERTHIER A, DURIER C. 1992. Identification of compounds from the eggs of *Ostrinia nubilalis* and *Mamestra brassicae* having kairomonal activity on *Trichogramma brassicae*. Entomol Exp Appl 63: 291-303.
- SHU SQ, JONES RL. 1989. Kinetic effects of a kairomone in moth scales on European corn borer on *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Hym., Trichogrammatidae). J Insect Behav 2: 123-131.
- TUMLINSON JH, TURLINGS TCJ, LEWIS WJ. 1992. The semiochemical complexes that mediate insect parasitoid foraging. Agric Zool Rev 5: 221-252.
- Vet, L E M, Van Lenteren J C, Heymans M, Meelis E. 1983. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. Physiol Entomol 8: 97-106.
- VILELA EF, PALLINI A. 2002. Uso de semioquímicos no controle biológico de pragas. En: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. editores. Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. São Paulo: Manole, p. 529-542.
- VINSON SB. 1976. Host selection by insects parasitoids. Ann Rev Entomol 21: 109-133.

- VINSON SB. 1984. How parasitoids locate their hosts: a case of insect espionage. En: Lewis T. editor. Insect communication. London, Academic Press, p. 325-348.
- VINSON SB. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. En: Parra JRP, Zucchi RA. editores. Trichogramma e o controle biológico aplicado. Piracicaba: FEALQ, p.67-120.
- VINSON SB. 1998. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. Biological Control. 11: 79-96.
- WADDILL H VAN, WHITCOMB WH. 1982. Release of *Telenomus remus* (Hym: Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep: Noctuidae) in Florida, USA. Entomophaga 27: 159-162.