

CO₂: atraente de larvas de insetos subterrâneos

CO₂: as larval attractants to soil insects

Tania Pereira¹; Mauricio Ursi Ventura²

Resumo

As pragas de hábito subterrâneo estão entre as que apresentam maiores dificuldades de manejo. Revisou-se a caracterização do CO₂ como atraente larval de insetos de solo. A grande maioria dos estudos fora realizados com larvas de *Diabrotica* spp. Larvas de primeiro ínstar utilizam CO₂ para localização da planta hospedeira. Discute-se a possibilidade de utilização deste atraente no manejo de pragas, o que inclui manter as larvas longe das plantas; confundi-las na habilidade de localizar o hospedeiro, ou em associação com inseticidas como isca.

Palavras-chave: Semioquímico, volátil atraente, movimento larval.

Abstract

Soil insects are very difficult to be managed. We reviewed the characterization of the CO₂ as larval attractants to soil insects. Most studies were achieved with larvae of *Diabrotica* spp. First instar larvae use CO₂ to find host plants. We discussed the possibilities of utilization of this attractant in pest management, including tactics like keeping larvae away from plants; confusing their ability to find the host or attracting them to an insecticide bait.

Key words: Semiochemical, volatile attractant, larval movement.

Introdução

A aceitação ou rejeição das plantas pelos insetos fitófagos depende do comportamento de resposta às características da plantas. Estas características podem ser físicas ou químicas. Análises do ar que circunda as plantas mostram que compostos voláteis produzidos atraem os insetos para o hospedeiro. Estes voláteis não são substâncias essenciais ao desenvolvimento das plantas, porém podem favorecer as interações (BERNAYS; CHAPMAM, 1994).

A larva de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) é importante praga do

milho (*Zea mays* L.), batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.). Apesar da importância da praga, não se dispõe de estudos envolvendo aspectos do comportamento da larva. Por ser uma praga de hábito subterrâneo, a localização da raiz do hospedeiro é crítica para a sua sobrevivência.

Estudos verificaram que as larvas de *D. virgifera virgifera* LeConte podem se deslocar linearmente até 1m no solo, para encontrar raízes de um hospedeiro adequado (SHORT; LUEDTKE, 1970). O dióxido de carbono (CO₂) é importante para as larvas localizarem as raízes (STRNAD; BERGMAN;

¹ Eng^a Agrônoma, mestranda em Agronomia na Universidade Estadual de Londrina.

² Professor do Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina.

* Autor para correspondência.

FULTON, 1986; STARNAD; DUNN, 1990; BERNKLAU; BJOSTAD, 1998 a,b).

Respirando, a raiz do milho libera CO₂ (HARRIS; VAN BAVEL, 1957; MASSIMINO et al., 1980). Formando um gradiente no solo com os gases difundidos pelas raízes. A larva pode localizar a planta pela quimio-orientação (STRNAD; BERGMAN; FULTON, 1986). A formação de um gradiente é característica para o ambiente do solo. Na parte aérea, os insetos não seguem um gradiente porque a turbulência impede a sua formação (BERNAYS; CHAPMAN, 1994).

Strnad, Bergman e Fulton (1986) demonstraram que no primeiro ínstar, a larva seguiu o gradiente de CO₂ até sua origem, além de responder ao aumento do gradiente. Outros estudos indicam que as larvas não apenas detectam mudanças no gradiente, mas também, quando tem opção de escolha entre duas diferentes concentrações de CO₂, são atraídas para a maior concentração (BERNKLAU; BJOSTAD, 1998b).

O CO₂ é atrativo para um grande número de invertebrados do solo, incluindo larvas de insetos [*Psila rosae* F. (Diptera: Psilidae) (PAIM; BECKEL, 1963), *Orthosoma brunnum* (Forster) (PAIM; BECKEL, 1963)]; nematóides [*Meloidogyne incognita* (Goeldi), *Rotylenchulus reniformis* (Fillip'er) (ROBINSON, 1995)] e bactérias (SCHER; KLOEPPER; SINGLETON, 1995).

Esta revisão objetivou descrever as técnicas de estudos e as respostas comportamentais de larvas de *D. speciosa* ao CO₂.

Métodos e Resultados

Strnad, Bergman e Fulton (1986) utilizaram uma arena circular para determinar a resposta de larvas de primeiro ínstar de *D. virgifera virgifera* para fluxos de CO₂, N₂ e ar. Os parâmetros quantificados foram o número de larvas que chegavam à origem do gás, números de voltas para longe e para perto da origem do gás, velocidade larval e número de voltas

por cm. Verificaram que as larvas exibiram respostas positivas para o CO₂ que é utilizado para localizar a raiz do milho. As larvas seguiram um gradiente de CO₂ a partir da origem, e responderam ao aumento do gradiente exibindo uma redução no número de voltas e mudanças de direção.

Os movimentos horizontais e verticais em larvas de primeiro ínstar de *D. virgifera virgifera*, com diferentes tipos de solos e densidades foram avaliadas. Camadas não compactadas e outras compactadas foram utilizadas. Fluxos de CO₂ foram oferecidos, para se determinar as respostas dos insetos nestas condições (STRNAD; BERGMAN, 1987). Observou-se que no solo não compactado as larvas demoraram seis horas para se distribuir na amostra. No solo compactado as larvas necessitaram de 14h a mais. As larvas atingiram maiores distâncias no solo com CO₂.

Os trajetos feitos pelas larvas de *D. virgifera virgifera* em uma arena foram monitorados como indicativo ao comportamento de busca do inseto (STRNAD; DUNN, 1990). Os autores registraram o efeito do contato com a raiz, efeito dos voláteis, persistência na busca de raízes e hierarquia do comportamento em plantas hospedeiras, possivelmente hospedeiras e não hospedeiras. Os parâmetros quantificados foram o número de larvas que chegaram à origem do gás, número de mudanças de direção para origem do gás, velocidade larval e número de voltas por centímetro. Em comparação com a testemunha (sem planta hospedeira), larvas em contato com raízes de milho (*Zea mays* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) reduziram significativamente sua área e velocidade de busca, porém aumentaram o número de voltas e percursos. Larvas em contato com aveia (*Avena sativa* L.) e *Setaria faberi* Herrm. tiveram reduzida área e velocidade de busca porém com o mesmo número de voltas e trajetos que a testemunha. Em relação a soja (*Glycine max* [L. (Merrill)]), comportamento idêntico à testemunha foi observado. Em contato com sorgo, as larvas morreram em função da toxicidade desta planta.

Em outros trabalhos, levantou-se a hipótese da existência de outros voláteis para a atração da larva de *D. virgifera virgifera*. O MBOA (6-metoxi-2-benzoxazoline) composto que apresenta efeitos deletérios sobre algumas espécies de insetos, seria um semioquímico utilizado para a localização do hospedeiro. Bjostad e Hibbard (1992) Abou-Fakhr, Hibbard e Bjostad (1994), examinaram o efeito do MBOA sobre as larvas *D. virgifera virgifera*. O MBOA não teve efeito tóxico sobre larvas de *D. virgifera virgifera*, mas também não apresentou efeito atraente.

Respostas de larvas de primeiro ínstar de *D. virgifera virgifera* a voláteis de plantas de milho foram avaliadas por Bernklau e Bjostad (1998 a). Utilizaram um olfatômetro de vidro em “Y”, cheio com grãos de sementes de milho germinadas, sob fluxo de ar, para permitir a escolha na direção vertical e reproduzir a maneira utilizada pela larva em seu ambiente natural. Verificaram número significativamente maior de larvas no lado que continha semente de milho germinado do que no lado que continha ar. As larvas também preferiram o lado que continha raiz de milho em oposição ao lado que continha ar. Ainda observaram que as larvas detectam mudanças de concentração de CO₂, e quando são oferecidas duas concentrações, são atraídos para a maior.

O composto 6-metoxi-2-benzoxazolinona foi isolado como uma das mais importantes porções de extratos crus de plântulas de milho (BJOSTAD; HIBBARD, 1992). Este composto, que é tóxico para muitos insetos foi sugerido como sendo um atraente para larvas de *D. virgifera virgifera*. Realizou-se bioensaio com dupla possibilidade de escolha em laboratório. Voláteis de milho com CO₂ atraíram significativamente mais larvas do que somente o CO₂. O MBOA com CO₂ também atraiu significativamente mais insetos do que somente o CO₂.

Bioensaios com dupla chance de escolha foram também conduzidos por Jewett e Bjostad (1996) para caracterizar a atração de *D. virgifera virgifera* e

D. undecimpunctata howardi pelo diclorometano. Verificaram que estes insetos são atraídos por esta substância, principalmente nas doses de 1 e 2 mg. Os autores atribuíram esta atração ao fato do diclorometano mimetizar a ação do CO₂, nos sítios quimiorreceptores.

Após a verificação de que o diclorometano atrai larvas de *D. virgifera virgifera* e *D. undecimpunctata howardi* Jewett e Bjostad (1996) testaram uma série de compostos estruturalmente relacionados (haloalcanos) e constataram respostas positivas em alguns deles. Os bioensaios também foram realizados com testes com dupla chance de escolha.

Bernklau e Bjostad (1998 b) posteriormente contestaram as conclusões das pesquisas anteriores que foram conduzidas por eles próprios. Passaram a utilizar larvas de primeiro ínstar (em oposição ao segundo nos experimentos anteriores). Alteraram também o bioensaio, com um olfatômetro vertical em “Y”. Desta feita, concluíram que o CO₂ é o único atraente envolvido no processo.

Utilização Prática

É possível o uso de CO₂ como atraente de organismos (insetos e nematóides) visando afastá-los das plantas hospedeiras ou para confundir-los na sua habilidade de localizar os hospedeiros (BERNKLAU; BJOSTAD, 1998a).

Uma fonte de CO₂ pode ser a água carbonada. Quando usada na irrigação, pode enriquecer o solo, e melhorar a produção de certas plantações (MAUNEY; HENDRIX, 1988; NOVERO et al., 1991; ARIEZO et al., 1993; ENOCH; OLESEN, 1993; STOFFELLA et al., 1995).

Robinson (1995) sugere que uma fonte de CO₂ poderia ser usada para a atração dos organismos para inseticidas granulados ou pílulas contendo um agente de controle biológico que poderia atuar para controlar as pragas (KIM; RIGGS, 1992; MEYER; HUETTEL, 1993).

Gradientes adequados de CO₂ são produzidos por grânulos de bicarbonato co-formulado com um ácido. Pode-se adicionar pesticida de largo espectro e incorporá-lo ao solo (BERNKLAU; BJOSTAD, 1998b).

Estudos em laboratório determinaram que a taxa ótima de CO₂ para a atração de nematóides no solo é similar ao CO₂ produzido por *Sacharomyces cerevisiae* durante sua respiração aeróbia (GARRAWAY; EVANS, 1984). Isto sugere a possibilidade de usar a levedura como fonte para uma lenta liberação de CO₂ para atração de organismos do solo.

Grânulos de amido (LEWIS et al., 1995; MCGUIRE; SASHA, 1995) e outros reagentes, também são usados em formulações com pesticidas microbianos, sendo possível incorporá-los com substâncias com produção química ou biológica de CO₂.

No Brasil, um grande número de espécies de hábitos subterrâneos causam prejuízos econômicos às culturas. Estudos poderão ser conduzidos, por exemplo, com a vaquinha (*D. speciosa*) (Germar), corós (*Phyllophaga* spp.) (Moser), percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*) (Perty), *Migdolus* sp. (Lane) e cupins, entre outros. Em caso de respostas positivas, aplicações práticas poderão ser alcançadas com grandes vantagens sob o ponto de vista ambiental e agrônômico.

Referências

- ABOU-FAKHER, E. M.; HIBBARD, R. E.; BJOSTAD, L. B. Tolerance of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) to 6-methoxy-2-benzoxalinone, a corn semiochemical for larval host location. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.87, n.3, p.647-652, 1994.
- ARIEZO, M.; BRASILE, G.; DANDRIA, R.; MAGLIULO, V.; MAGGIO, A. Fertilization via carbonated water and mineral concentrations in a tomato crop. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.24, p.2281-2291, 1993.
- BERNAYS E. A.; CHAPMAN R. F. *Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*. New York: Chapman & Hall, 1994. p.310.
- BERNKLAU E. J.; BJOSTAD, L. B. Reinvestigation of host location by western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae): CO₂ is the only volatile attractant. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.91, n.6, p.1331-1340, 1998a.
- BERNKLAU, E. J.; BJOSTAD, L. B. Behavioral responses of first-instar western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae): to carbon dioxide in a glass bead bioassay. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.91, n.2, p.445-456, 1998b.
- BJOSTAD, L. B.; HIBBARD, B. E. 6-methoxy-2-benzoxalinone: a semiochemical for host location by western corn rootworm larvae. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.18, n.7, p.931-944 1992.
- ENOCH, H. Z.; OLESEN, J. M. Plant-response to irrigation with water enriched with carbon-dioxide. *New Phytologist*, Oxford, v.125, p.249-258, 1993.
- GARRAWAY, M. O; EVANS, R. C. *Fungal nutrition and physiology*. New York: John Wiley & Sons, 1984.
- HARRIS, D. G.; BAVEL VAN. Root respiration of tobacco, corn and cotton plants. *Agronomy Journal*, Madison, n.49, p.182-184, 1957.
- JEWETT, D. K.; BJOSTAD, L. B. Dichloromethane attracts diabroticite larvae in a laboratory behavioral bioassay. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.22, n.77, 1996.
- KIM, D. G.; RIGGS, T. D. Effects of sodium alginate-formulated filamentous fungus ARF 18 on different soyben cultivars and races do soyben cyst nematode. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.24, p.601-602, 1992.
- LEWIS, J. A.; FRAVEL, D. R.; LAMSDEN, R. D.; SASHA, B. S. Application of biocontrol fungi in granular formulations of pregelatinized starch-flour to control damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani*. *Biological Control*, Orlando, v.5, p. 397-404, 1995.
- MASSIMINO, D.; ANDRE, M.; RICHAUD, A.; DAGUENET, A.; MASSIMINO, J.; VIVOLI, J. Evolution horaire au cours d'une journe normale de la photosynthese, de la transpiration, de la respiration foliare et racinaire et de la nutrition NPK chez *Zea mays*. *Physiology Plant*, Berne, n.48, p.512-518, 1980.
- MAUNEY, J. R.; HENDRIX. Responses of glass-house grown cotton to irrigation with carbon dioxide-saturated water. *Crop Science*, Madison, v.28, p.835-838, 1988.

- McGUIRE, M. R.; SASHA, B. S. Starch encapsulation of carbon dioxide by larvae *Orthosoma brunneum* (Coleoptera: Cerambycidae) as indicated by recordings from the ventral nerve cord. *Canadian Entomologist*, Ottawa, v.106, p.257-262, 1995.
- MEYER, S. L. F.; HUETTEL R. N. Fungi and Fungus Bioregulator Combinations for Control of Plant-parasitic Nematodes. In: LUMSDEN, R. D.; VAUGH, J. L. (Ed.). *Pest management: biologically-based technologies*. Washington: *American Chemical Society*, 1993. p.214-221.
- NOVERO, R.; SMITH, D. H.; MOORE, F. D.; SHANAHAN, J. F.; DANDRIA, R. Field-grown tomato response to carbonated water application. *Agronomy Journal*, Madison, v.83, p.991-916, 1991.
- PAIM, U.; BECKEL, W. E. The carbon dioxide related behavior of adults of *Ortosoma brunneum*. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, n.42, p.327-353, 1963.
- ROBINSON, A. F. Optimal release rates for attracting *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis*, and other nematodes to carbon dioxide in sand. *Journal Nematology*, Lawrence, v.27, p.42-50, 1995.
- SCHER, F. M.; KLOEPPER, J. W.; SINGLETON, C. A. Chemotaxis of fluorescent *Pseudomas spp* to soybean seed exudates in vitro and in soil. *Canadian Journal Microbiology*, Ottawa, n.31, p.570-574, 1995.
- SHORT, D. E.; LUEDTKE R. J. Larval migration of the western corn rootworms. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, n.63, p.325-326, 1970.
- STOFFELLA, P. J.; LI, Y. C.; PELOSI, R. R.; HAMNER, A. M. Citrus Rootstocj and carbon-dioxide enriched irrigation influence on sseedling emergence, growth and nutrient content. *Journal of Plant Nutrition*, Monticello, v.18, p.1439-1448, 1995.
- STRNAD, S. P.; BERGMAN, M. K.; FULTON, W. C. First-instar western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) response to carbon dioxide. *Environmental Entomology*, Lanham, v.15, n.4, p.839-842, 1986.
- STRNADS. P.; BERGMAN, M. K. Movement of first-instar western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in soil. *Environmental Entomology*, Lanham, v.16, n.4, p.975-978, 1987.
- STRNAD S. P.; DUNN, P. E. Host search behaviour of neonate western rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*). *Journal of Insect Physiology*, Kidlington, v.36, p.201-205, 1990.