

Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dia de laboratório⁽¹⁾

Crébio José Ávila⁽²⁾, José Maria Milanez⁽³⁾ e José Roberto Postal Parra⁽⁴⁾

Resumo – Foram determinadas, neste trabalho, as exigências térmicas (graus-dia) e a previsão de ocorrência de adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo (telado). Empregaram-se as temperaturas do solo e do ar no modelo linear de graus-dia, determinado para o inseto em condições de laboratório. O número de graus-dia acumulados para o desenvolvimento de *D. speciosa* foi determinado efetuando-se o somatório diário de unidades térmicas, a partir da temperatura-base de desenvolvimento (11,04°C), utilizando-se, como dieta de larvas, raízes de milho cultivado em vasos. O valor da constante térmica (K) foi empregado para determinar a previsão de ocorrência do inseto, com base nas temperaturas médias do solo e do ar, registradas durante o período experimental. Independentemente do ambiente em que a temperatura foi registrada (ar ou solo), os valores de graus-dia acumulados para o desenvolvimento de *D. speciosa* foram significativamente inferiores ao valor de K obtido no laboratório. As temperaturas do solo (registradas ou estimadas a partir da do ar) e a do ar proporcionaram uma previsão de ocorrência do inseto significativamente diferente da observada experimentalmente. Todavia, a previsão de ocorrência com base na temperatura do ar foi mais discrepante em relação à observada experimentalmente, do que quando as temperaturas do solo (registradas ou estimadas) foram empregadas.

Termos para indexação: insetos, temperatura, etapas de desenvolvimento animal, controle de pragas.

Prediction of occurrence of *Diabrotica speciosa* using the laboratory degree-day model

Abstract – The goal of this work was to determine the thermal requirements (degree-day) and the prediction of occurrence of adults of *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) under field conditions (screenhouse). The soil and air temperatures were used in a linear model of degree-day, determined for the insect under laboratory conditions. Thermal requirements for the development of *D. speciosa* were determined by the daily accumulation of thermal units (degree-day), starting from the base development temperature of the insect (11.04°C), using corn roots cultivated in pots as larvae diet. The value of the thermal constant (K) was used to predict insect occurrence, based on the mean temperatures of the soil and the air recorded during the experimental period. Regardless of the kind of temperature (air or soil) employed for the thermal requirements accounting, the accumulated degree-day values for the development of *D. speciosa* were significantly lower than the K value achieved in the laboratory. The soil or air temperatures provided a forecast of occurrence of the insect significantly different from that observed experimentally. Nevertheless, the occurrence forecast based in the air temperature was less accurate than when the soil temperatures (registered or estimated) were used.

Index terms: insects, temperature, animal developmental stages, pest control.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 12 de julho de 2001.

⁽²⁾ Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, Caixa Postal 661, CEP 79804-970 Dourados, MS. E-mail: crebio@cpao.embrapa.br

⁽³⁾ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Centro de Pesquisa para Pequenas Pro-

priedades, CEP 89801-970 Chapecó, SC. E-mail: milanez@epagri.rct-sc.br

⁽⁴⁾ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dep. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: jrpparra@carpa.ciagri.usp.br

Introdução

Modelos de graus-dia, baseando-se nas exigências térmicas que o inseto necessita para completar determinada fase do seu ciclo de vida, têm sido utilizados para determinar a ocorrência de insetos que atacam a parte aérea (Fan et al., 1992; Peterson & Meyer, 1995; Cividanes & Figueiredo, 1997; Meyer & Peterson, 1998; Ro et al., 1998) e a parte subterrânea das plantas (Ruppel et al., 1978; Bergman & Turpin, 1986; Naranjo & Sawyer, 1988; Woodson & Edelson, 1988; Elliott et al., 1990; Levine et al., 1992; Davis et al., 1996; Turley et al., 1996). Nos modelos de previsão, as temperaturas do ar e do solo são usualmente empregadas como variáveis independentes, e os resultados têm sido aplicados em programas de manejo de pragas, para orientar sobre a época mais adequada para a realização de amostragens, implementação de medidas de controle, fornecendo subsídios para um melhor entendimento da dinâmica populacional dos insetos-pragas e de seus inimigos naturais nos sistemas agrícolas (Bernal & Gonzáles, 1993; Davis et al., 1996; Cividanes & Figueiredo, 1997).

Diabrotica speciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) é uma espécie que ocorre em vários Estados do Brasil e alguns países da América do Sul (Aréstegui, 1976; Krysan, 1986; Bercellini & Malacalza, 1994). O adulto alimenta-se de folhas, brotações novas, vagens, frutos, causando danos em diferentes culturas, seja pelo efeito direto, em razão da injúria causada na planta, ou indiretamente, como agente transmissor de patógenos, especialmente vírus (Costa & Batista, 1979; Ribeiro et al., 1996). As larvas, que são de hábito subterrâneo, podem danificar as raízes e tubérculos de plantas.

As exigências e os limiares térmicos para o desenvolvimento das fases imaturas de *D. speciosa* foram determinados por Milanez & Parra (2000), em condições de laboratório.

Objetivou-se, neste trabalho, determinar a previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* em condições de campo (telado), utilizando-se as temperaturas do solo e a do ar no modelo linear de graus-dia determinado previamente, em laboratório.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. O número de graus-dia acumulado no período de desenvolvimento de ovo-adulto de *D. speciosa* foi determinado considerando-se as temperaturas flutuantes do solo e do ar, tendo como dieta para a alimentação larval raízes de milho cultivado em vasos. Para isso, sementes de milho foram colocadas para germinar em 24 vasos de plástico, contendo cerca de 5 L de substrato constituído por uma mistura de terra, esterco e areia, na proporção de 5:1:1, respectivamente. Aos sete dias após a completa emergência das plantas, 200 ovos de *D. speciosa* do dia (com menos de 24 horas de idade) foram colocados no solo próximo ao coleto do milho, a uma profundidade aproximada de 5 cm. Em seguida, os vasos infestados foram enterrados, de modo que a borda superior ficasse situada ao nível da superfície do solo. O milho foi irrigado quando as plantas apresentavam sintomas visuais de murchamento. Um termossensor, adaptado à estação meteorológica da “Campbell Scientific Incorporation”, foi colocado em um dos vasos (10 cm de profundidade) para registrar a temperatura do solo. A temperatura do ar foi também registrada a 2,0 m de altura, utilizando-se a mesma estação meteorológica.

Por ocasião da emergência dos primeiros adultos, colocou-se sobre cada vaso uma gaiola de plástico, revestida com tule, visando a contenção dos adultos. As plantas de milho foram cortadas ao nível do solo, a fim de facilitar a visualização e a contagem dos insetos que emergiam diariamente na gaiola.

O período médio para o desenvolvimento de *D. speciosa* foi calculado por meio da média ponderada para o período compreendido desde a introdução dos ovos no solo até a emergência de 50% dos adultos, sendo a ponderação efetuada pelo número de insetos emergidos diariamente em cada vaso. Os valores de graus-dia acumulados no período ovo-adulto foram determinados em função das temperaturas médias diárias do ar e do solo, efetuando-se o somatório diário de unidades térmicas (graus-dia) a partir da temperatura base (Haddad et al., 1999), pela seguinte fórmula:

$GD = T - T_b$, onde,

GD: unidades térmicas acumuladas por dia; T: temperatura média diária do solo ou do ar; T_b : 11,04°C (temperatura base ou limiar térmico de desenvolvimento para o período de ovo-adulto de *D. speciosa*) (Milanez & Parra, 2000).

Os valores de graus-dia, acumulados experimentalmente, foram comparados ao valor da constante térmica (K) obti-

da por Milanez (1995), em condições de laboratório, utilizando-se o teste t. O modelo linear de graus-dia de laboratório, obtido por este mesmo autor, foi também utilizado para determinar a previsão de ocorrência do inseto, considerando-se as temperaturas médias registradas no solo e no ar, sendo os períodos de emergências comparados mediante os intervalos de confiança. Análise de regressão entre as temperaturas do solo e do ar foi também determinada com o objetivo de avaliar a possibilidade de se estimar a temperatura do solo em função da temperatura do ar.

Resultados e Discussão

Independentemente do ambiente em que a temperatura foi registrada (ar ou solo) para a contabilização das exigências térmicas, os valores de graus-dia acumulados para o desenvolvimento de *D. speciosa*, em condições de campo, foram significativamente inferiores ao valor previsto, obtido em laboratório (Tabela 1). Por outro lado, os valores de graus-dia observados com base nas temperaturas do solo (registradas ou estimadas a partir da temperatura do ar) diferiram estatisticamente daquele que foi obtido com a temperatura do ar, e apresentaram menores desvios em relação ao número de graus-dia previsto (Tabela 1). Da mesma forma, as previsões de ocorrência do inseto com base nas temperaturas do solo (registradas ou estimadas) e do ar foram significativamente diferentes daquela constatada experimentalmente (Tabela 2). A previsão de ocorrência de adultos com base na temperatura do ar apre-

sentou um maior desvio em relação à época observada experimentalmente, do que quando as temperaturas do solo (registradas ou estimadas) foram empregadas (Tabela 2).

Embora a previsão de ocorrência, com base na temperatura do solo, tenha diferido da época observada, os erros foram de apenas 10,1 e 12,2%, considerando-se, respectivamente, as temperaturas registradas e estimadas (Tabela 2). Segundo Higley et al. (1986), esta margem de erro é tolerável, já que em modelos de graus-dia que possibilitem previsões de ocorrência com 10% a 15% de imprecisão são ainda considerados adequados para a tomada de decisão no manejo de pragas. Com base nesse princípio, pode-se afirmar que as temperaturas do solo (registradas ou estimadas) podem ser utilizadas para prever a ocorrência de *D. speciosa*, utilizando o modelo de graus-dia de laboratório, enquanto a temperatura do ar não se adequaria para tal previsão. Woodson & Edelson (1988) também verificaram uma maior adequação da temperatura do solo, em relação à do ar, para prever a ocorrência de *Listronotus texanus* (Stockton) (Coleoptera: Curculionidae), uma praga subterrânea que ataca cenoura. Esses autores argumentaram que uma das causas da inadequação da temperatura do ar foi que esta condição térmica foi diferente da registrada no solo, ambiente no qual as larvas e pupas do inseto se desenvolveram. Bergman & Turpin (1986) também constataram que a temperatura do solo foi mais adequada do que a do ar, para prever a ocorrência de *Diabrotica virgifera* e *D. barberi* em plantios de milho, enquan-

Tabela 1. Número de graus-dia (GD) acumulados (observado) durante o período de desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (ovo-adulto), com base nas temperaturas do ar e do solo (registradas e estimadas), com seus respectivos desvios (erros) em relação ao valor previsto⁽¹⁾.

Temperatura	Graus-dia (GD)		Erro	
	Observado ⁽²⁾	Previsto ⁽³⁾	GD	%
Ar	386,8±2,22c	477,8±8,14a	-91,0	19,1
Solo-registrada	448,9±3,37b		-28,9	6,1
Solo-estimada	438,5±5,11b		-39,3	8,2

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Com base no modelo de graus-dia: GD = D(T-Tb), onde: ED: unidades térmicas acumuladas por dia; T: temperatura média diária do solo ou do ar e Tb: 11,04°C, (temperatura base ou linear térmica de desenvolvimento para o período de ovo-adulto de *D. speciosa*) (Milanez & Parra, 2000). ⁽³⁾Determinado em laboratório (Milanez, 1995).

Tabela 2. Períodos médios de desenvolvimento previstos para a emergência de 50% de adultos de *Diabrotica speciosa* com base nas temperaturas do ar e do solo (registradas e estimadas), com seus respectivos desvios (erros) em relação ao valor observado experimentalmente⁽¹⁾.

Temperatura média	Período de desenvolvimento (dias)		Erro	
	Previsto ⁽²⁾	Observado	Dias	%
	Ar (18,5°C)	63,7±1,09a	49,9±1,46c	+13,8
Solo-registrada (19,6°C)	55,5±0,95b		+5,6	10,1
Solo-estimada (19,4°C)	56,8±0,97b		+6,9	12,2

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Com base no modelo linear de desenvolvimento: $Y(1/D) = 0,023243 + 0,002105 * T(^{\circ}C)$, segundo Milanez (1995).

to Davis et al. (1996) observaram que tanto a temperatura do solo como a do ar mostraram-se adequadas nos modelos de previsão de ocorrência dessas espécies, em regiões produtoras de milho dos EUA.

As diferenças verificadas entre os modelos de laboratório e de campo, com relação aos valores de graus-dia e à época prevista de ocorrência de *D. speciosa*, podem ter ocorrido em razão da condição em que as temperaturas foram tomadas. A constante térmica (K) determinada por Milanez (1995) foi obtida no laboratório sob condições de temperatura constante, enquanto o acúmulo de graus-dia, neste trabalho, foi realizado sob regimes de temperaturas flutuantes do solo e do ar. Logan et al. (1985) e Bergman & Turpin (1986) relataram que dados provenientes de experimentos de laboratório proporcionam erros em modelos de simulação de dinâmica populacional de insetos em condições de campo. Por outro lado, as variações na época prevista para a ocorrência do inseto foram, provavelmente, decorrentes do ambiente no qual estas temperaturas foram registradas. A temperatura do ar foi, de um modo geral, inferior à do solo durante o período experimental (Figura 1). Conseqüentemente, as épocas previstas para a ocorrência do inseto com base nas temperaturas do solo e do ar foram diferentes, uma vez que a constante térmica de laboratório ($K = 477,8$ graus-dia), utilizada no modelo de previsão, foi a mesma nas duas condições térmicas.

Além da temperatura, outros fatores bióticos ou abióticos podem afetar o desenvolvimento de insetos subterrâneos (Turpin & Peters, 1971; Brust &

House, 1990; MacDonald & Ellis, 1990) e, conseqüentemente, interferir no cálculo de suas exigências térmicas em condições de campo. Os valores da temperatura base (T_b) e da constante térmica (K) de *D. speciosa*, utilizados neste estudo, foram determinados em laboratório, criando-se o inseto em dieta natural ("seedlings" de milho) sobre papel umedecido (Milanez, 1995). É possível que nas condições naturais do solo, onde as formas imaturas do inseto (ovo, larva e pupa) se desenvolvem, as exigências térmicas sejam diferentes. Uma das alternativas que poderia minimizar os erros de previsão de ocorrência no campo, baseando-se no modelo de graus-dia, seria a possibilidade de se reproduzir o máximo possível, em laboratório, as condições do meio natural em que os insetos subterrâneos se desenvolvem. Com isto, os valores de K e T_b poderiam ser mais realísticos, o que, conseqüentemente, proporcionaria previsões de ocorrência de maior precisão em condições de campo, especialmente quando a temperatura do solo for utilizada.

Embora a temperatura do ar tenha se mostrado menos adequada para prever a ocorrência de *D. speciosa*, esta pode ser utilizada para se estimar a temperatura do solo, já que ambas apresentaram uma estreita relação durante o período experimental (Figura 1), cujo grau de dependência foi significativamente comprovado mediante o estudo de análise de regressão ($T_{(solo)} = 0,745T_{(ar)} + 5,765$; $R^2 = 0,81$). A estimativa da temperatura do solo, a partir da temperatura do ar, como também já foi demonstrado por Gupta et al. (1984) e Alfonsi & Sentelhas (1996), é de grande importância para realização de estudos bioecológicos envolvendo a entomofauna do solo, uma vez que esta temperatura representa melhor a condição térmica em que este grupo de organismos se desenvolve.

Conclusões

1. Os valores de graus-dia acumulados no desenvolvimento de *D. speciosa* (ovo-adulto) em condições de campo, em razão das temperaturas flutuantes do solo e do ar, diferem do valor obtido em laboratório, utilizando-se temperaturas constantes.

2. As previsões de ocorrência de adultos de *D. speciosa* no campo, utilizando-se as temperatu-

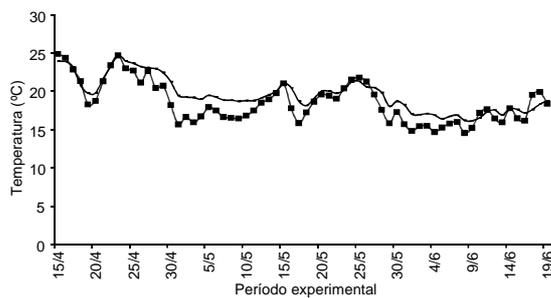


Figura 1. Variação das temperaturas médias do solo (—), a 10 cm de profundidade, e do ar (■), a 2,0 m de altura, registradas durante o período experimental, em que se realizou o cálculo de graus-dia para o desenvolvimento de ovo a adulto de *Diabrotica speciosa*.

ras do solo e do ar e o modelo linear de graus-dia de laboratório, são diferentes da observada experimentalmente.

3. A temperatura do solo é mais adequada do que a do ar para prever a ocorrência de adultos de *D. speciosa* no campo, utilizando-se o modelo linear de graus-dia de laboratório.

Referências

- ALFONSI, R. R.; SENTELHAS, P. C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 57-61, 1996.
- ARÉSTEGUI, A. P. Plagas de la papa en Andahuaylas-Apurimac. **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v. 19, n. 1, p. 97-98, 1976.
- BERCELLINI, N.; MALACALZA, L. Plagas y depredadores en soja en el noroeste de la provincia de Buenos Aires (Arg.). **Turrialba**, San José, v. 44, n. 4, p. 244-254, 1994.
- BERGMAN, M. K.; TURPIN, F. P. Phenology of field populations of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) relative to calendar date and heat units. **Environmental Entomology**, College Park, v. 15, p. 109-112, 1986.
- BERNAL, J.; GONZÁLES, D. Experimental assessment of a degree-day model for predicting the development of parasites in the field. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 116, p. 459-466, 1993.
- BRUST, E. B.; HOUSE, G. J. Influence of soil texture, soil moisture, organic cover and weeds on oviposition preference of southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 19, n. 4, p. 966-971, 1990.
- CIVIDANES, F. J.; FIGUEIREDO, J. G. Previsão de ocorrência de picos populacionais de percevejos-pragas da soja em condições de campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 517-525, 1997.
- COSTA, C. L.; BATISTA, M. de F. Víroses transmitidas por coleópteros no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 177-179, 1979.
- DAVIS, P. M.; BRENES, N.; ALLEE, L. L. Temperature dependent models to predict regional differences in corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) phenology. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 4, p. 767-775, 1996.
- ELLIOTT, N. C.; JACKSON, J. J.; GUSTIN, R. D. Predicting western corn rootworm beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence from the soil using soil and/or air temperature. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 122, p. 1079-1091, 1990.
- FAN, Y.; GRODEN, E.; DRUMOND, F. A. Temperature-dependent development of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) under constant and variable temperatures. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 5, p. 1762-1770, 1992.
- GUPTA, S. C.; LARSON, W. E.; ALLMARAS, R. R. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 2, p. 223-232, 1984.
- HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: Fealq, 1999. 29 p.
- HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P.; OSTLIE, K. R. DEGDAY: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, College Park, v. 15, p. 999-1016, 1986.
- KRYSAN, J. L. Introduction: biology, distribution, and identification of pest *Diabrotica*. In: KRYSAN, J. L.; MILLER, T. A. (Ed.). **Methods for study of the pest *Diabrotica***. New York: Springer, 1986. p. 1-23.
- LEVINE, E.; OLOUMI-SADEGHI, H.; ELLIS, C. R. Thermal requirements, hatching patterns, and prolonged diapause in western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 6, p. 2425-2432, 1992.
- LOGAN, P. A.; CASAGRANDE, R. A.; FAUBERT, H. H.; DRUMMOND, F. A. Temperature-dependent development and feeding of immature Colorado potato beetles, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, n. 3, p. 275-283, 1985.
- MacDONALD, P. J.; ELLIS, C. R. Survival time of unfed, first-instar western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) and the effects of soil type, moisture, and compaction on their mobility in soil. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 19, p. 666-671, 1990.

- MEYER, S. J.; PETERSON, R. K. W. Predicting movement of stalk borer (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in corn. **Crop Protection**, Surrey, v. 17, n. 7, p. 609-612, 1998.
- MILANEZ, J. M. **Técnicas de criação e bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Piracicaba: Esalq, 1995. 102 p. Tese de doutorado.
- MILANEZ, J. M.; PARRA, J. R. P. Biologia e exigências térmicas de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 23-29, 2000.
- NARANJO, S. E.; SAWYER, A. J. A temperature and age-dependent simulation model of reproduction for the northern corn rootworm, *Diabrotica barberi* Smith and Lawrence (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 120, p. 1-17, 1988.
- PETERSON, R. K. D.; MEYER, S. J. Relating degree-day accumulations to calendar dates: alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) egg hatch in the North Central United States. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, n. 6, p. 1404-1407, 1995.
- RIBEIRO, S. G.; KITAJIMA, E. W.; OLIVEIRA, C. R. B.; KOENIG, R. A strain of eggplant mosaic virus isolated from naturally infected tobacco plants in Brazil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 80, n. 4, p. 446-449, 1996.
- RO, T. H.; LONG, G. E.; TOBA, H. H. Predicting phenology of green peach aphid (Homoptera: Aphididae) using degree-days. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, n. 2, p. 337-343, 1998.
- RUPPEL, R. F.; RUSSELL, H. L.; JENNINGS, S. J. Indices for projecting emergence corn rootworm adults in Michigan. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 71, n. 6, p. 947-949, 1978.
- TURLEY, M.; GRANETT, J.; OMER, A. D.; DE BENEDICTIS, J. A. Grape phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae) temperature threshold for establishment of feeding sites and degree-day calculations. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 4, p. 842-847, 1996.
- TURPIN, F. T.; PETERS, D. C. Survival of southern and western corn rootworm larvae in relation to soil texture. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 64, n. 6, p. 1448-1451, 1971.
- WOODSON, W. D.; EDELSON, J. V. Developmental rate as a function of temperature in a carrot weevil, *Listronotus texanus* (Coleoptera: Curculionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 81, n. 2, p. 252-254, 1988.