

## EXIGENCIAS TÉRMICAS DE *Trigonospila unicaldasi* (DÍPTERA: TACHINIDAE), PARASITOIDE DE *Compsus* sp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)\*

Alberto Soto-Giraldo<sup>1</sup>, Hamilton Oliveira<sup>2</sup>

### Resumen

**Objetivos:** Determinar el periodo de duración de los estados de desarrollo de *Trigonospila unicaldasi*, bajo cinco regímenes térmicos distintos (18, 20, 22, 25 y 28 °C), usando a *Compsus* sp. como sustrato y calcular la temperatura base de desarrollo y los grados días acumulados (o constante térmica) para completar los estados de desarrollo del parasitoide. **Alcance:** Exigencias térmicas de *T. unicaldasi*. **Metodología:** Se determinó el tiempo de duración de los diferentes estados de desarrollo de *T. unicaldasi* con la ayuda de un estereomicroscopio, hasta llegar a estado adulto. Los grados días se calcularon mediante el método de la temperatura media. **Principales resultados:** Los estados de huevo, larva 1, larva 2, larva 3, pupa y periodo de huevo a adulto de *T. unicaldasi* presentaron temperaturas base de 18,6; 19,2; 17,7; 19,1; 18,6 y 18,8 °C, respectivamente y constantes térmicas de 29,9; 14,5; 21,4; 16,3; 17,5 y 97,4 °D, respectivamente. **Conclusiones:** Se determinaron las exigencias térmicas de *T. unicaldasi*, nueva especie parasitoide de *Compsus* sp.

**Palabras clave:** control biológico, cítricos, constante térmica, temperatura.

## THERMAL REQUIREMENTS OF *Trigonospila unicaldasi* (DIPTERA: TACHINIDAE), PARASITOID OF *Compsus* sp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

**Objectives:** To determine the period of duration of the developmental stages of *Trigonospila unicaldasi*, under five different thermal regimes (18, 20, 22, 25 and 28 °C), using *Compsus* sp. as a substrate, and to calculate the base temperature of development and the accumulated days-degrees (or thermal constant) to complete the developmental stages of the parasitoid. **Scope:** Thermal requirements of *T. unicaldasi*. **Methodology:** The duration of the different stages of development of *T. unicaldasi* was determined until reaching adulthood with the help of a stereomicroscope. The days-degrees were calculated using the average temperature method. **Main results:** The stages of the egg, larva 1, larva 2, larva 3, pupa and adult egg of *T. unicaldasi*, showed base temperatures of 18.6; 19.2; 17.7; 19.1; 18.6 and 18.8 °C respectively, and thermal constants of 29.9; 14.5; 21.4; 16.3; 17.5 and 97.4 °D, respectively. **Conclusions:** The thermal requirements of *T. unicaldasi*, a new parasitoid species of *Compsus* sp., were determined

**Key words:** biological control, citrus, thermal constant, temperature.

\* FR: 2-IX-2017. FA: 30-X-2017.

<sup>1</sup> I.A., M.Sc., Ph.D. Departamento de Producción Agropecuaria. Universidad de Caldas, Colombia E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co.

<sup>2</sup> I.A., M.Sc., Ph.D. Entomology Researcher. Instituto de Ecología AC, Xalapa, Veracruz, México. E-mail: [hamilton.oliveira@inecol.mx](mailto:hamilton.oliveira@inecol.mx) ORCID: 0002-9590-7929.

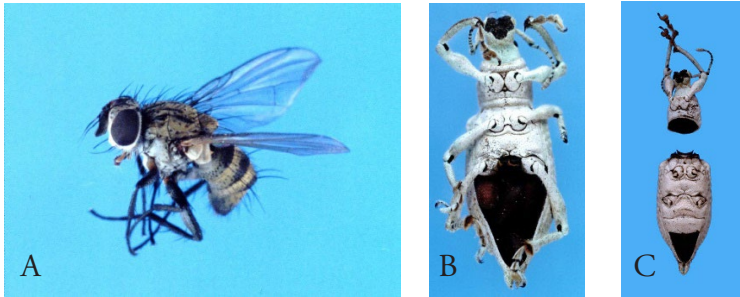
### CÓMO CITAR:

SOTO-GIRALDO, A. & OLIVEIRA, H., 2018.- Exigencias térmicas de *Trigonospila unicaldasi* (Diptera: Tachinidae), parasitoide de *Compsus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.U.de Caldas, 22 (1): 69-75. DOI: 10.17151/bccm.2018.22.1.5

## INTRODUCCIÓN

El picudo de los cítricos, *Compsus* sp. (Coleoptera: Curculionidae), se ha convertido en una de las plagas de mayor importancia en los cultivos de cítricos en el país por el manejo inadecuado que han dado los agricultores en ciertas zonas citrícolas del país; causa daño al alimentarse del sistema radical, y las hojas, flores y frutos. El estado larval es el más importante en generar daños económicos a las raíces de las plantas (CANO *et al.*, 2002). La literatura registra 35 especies distribuidas en Centro y Suramérica (FIGUEROA, 1977; HANTULA *et al.*, 1987; PEÑA & BENNET, 1995; WIBMER & O'BRIEN, 1986).

*Trigonospila unicaldasi* es una especie de Tachinidae que fue encontrado por primera vez parasitando adultos del picudo de los cítricos (SOTO, 2002; SOTO & OCAMPO, 2011) (Figura 1 A), el cual fue identificado por James E. ÓHara del Systematic Entomology, Eastern Cereal and Oil Seed Centre, en Ottawa, Canadá, como perteneciente al orden Diptera, familia Tachinidae, subfamilia Exoristinae y tribu Blondellini. Cuando el picudo de los cítricos se encuentra afectado por *Trigonospila*, éste reduce su actividad; el parasitoide puede completar su ciclo dentro del cuerpo del picudo (Figura 1 B), o en caso contrario, la larva sale del hospedante, cuando está madura, por el canal exterior del ano; también puede salir por la membrana cervical decapitando al insecto (Figura 1 C). La mayoría de veces la larva del parasitoide sale cuando el picudo ha muerto, desplazándose lentamente hasta encontrar un lugar apropiado para empupar (SOTO, 2002).



**Figura 1.** A. Adulto de *Trigonospila unicaldasi*. B. Adulto de *Compsus* sp. parasitado. C: Adulto de *Compsus* sp. decapitado.

La temperatura es el factor ambiental más importante que afecta la población de artrópodos (CAMPBELL *et al.*, 1974; JEPPSON *et al.*, 1975; VAN DER HAVE, 2002; JAROSIK *et al.*, 2002, 2004). A altas temperaturas se disminuye la longevidad y se aumenta la tasa de oviposición y fecundidad en diversas especies (NICKEL, 1969; KIPYATKOV & LOPATINA, 2010). Los límites de temperatura a partir de los

cuales los artrópodos dejan de sobrevivir varían mucho con las especies y con su fase de desarrollo (ÁLVAREZ *et al.*, 1997; BONATO, 1999). La relación fisiológica entre las condiciones térmicas y el desarrollo de los artrópodos se basa en la dependencia que la actividad enzimática tiene de la temperatura, para que éstas sean funcionales se requiere de un determinado rango de temperaturas (SHARPE & DEMICHELE, 1977; BONHOMME, 2000).

La tasa de desarrollo de los artrópodos se basa en la acumulación de unidades calóricas, por lo que se mide en tiempo fisiológico y no cronológico (ZALOM & WILSON, 1982; WILSON & BARNETT, 1983; ZALOM *et al.*, 1983; CHIANG, 1985; GAGE & RUSSELL, 1991; SOTO *et al.*, 2001). De acuerdo con CHIANG (1985), el rango óptimo de temperatura para los artrópodos se encuentra entre la temperatura umbral inferior y superior; fuera de este rango la actividad disminuye hasta casi detenerse, sin que necesariamente cause la muerte. CARVALHO (1986) señala que la temperatura efectiva es la que se encuentra dentro de este rango y que la constante térmica (K), expresada en grados día ( $^{\circ}\text{D}$ ), es la cantidad de calor que cada especie requiere para completar su ciclo o parte de él, independientemente de la temperatura a que sea expuesto. El conocimiento de los grados días provee una valiosa herramienta para el manejo de plagas tanto para predecir infestaciones, calcular el número de generaciones que pueden ocurrir en un período de tiempo, programar medidas de manejo o realizar monitoreo (RABB *et al.*, 1984; BARRIENTOS *et al.*, 1998, SOTO *et al.*, 2001; VINASCO *et al.*, 2014).

Existen diversos métodos para calcular la constante térmica (WILSON & BARNETT, 1983; SOTO *et al.*, 1999; VINASCO *et al.*, 2014). Uno de ellos es el método de la temperatura máxima y mínima, un método lineal que consiste en restar la temperatura umbral inferior, o temperatura base, a la temperatura media diaria, y el valor resultante se multiplica por los días que demora el desarrollo. Se han realizado varios trabajos que han empleado esta metodología como los realizados por BARRIENTOS *et al.* (1998) para la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), SOTO *et al.* (1999) para la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), VINASCO *et al.* (2014) para *Amblyseius* sp. (Acari: Phytoseiidae). El trabajo tuvo como objetivo determinar el periodo de duración de los estados de desarrollo de *Trigonospila unicaldasi*, bajo cinco regímenes térmicos distintos, usando a *Compsus* sp. como sustrato. Con esta información se calculó la temperatura base de desarrollo y los grados días acumulados (o constante térmica) para completar los estados de desarrollo del parasitoide. El conocimiento de estos requerimientos térmicos permitirá mejorar la cría masiva de *Trigonospila*, definir el momento más adecuado para su liberación en el campo y de esta manera contribuir con al manejo racional de la plaga.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales de la Universidad de Caldas, ubicado en el municipio de Manizales (Coordenadas: 5°05' N y 75°40' W). Cada 8 días se realizó colecta de adultos de *Compsus* sp. procedentes de cultivos de curuba de la granja Tesorito de la Universidad de Caldas, éstos se introdujeron en frascos de vidrio con tapa forrada con tela muselina y se les agregó hojas de dicho cultivo como alimento, renovándolas dos veces por semana. Se realizó disección de los adultos de *Compsus* utilizando bisturí y pinzas entomológicas, con la ayuda de un estereomicroscopio marca Olympus se seleccionaron los adultos de *Compsus* que presentaban síntomas de parasitación por *Trigonospila* (movimiento lento), ubicando posturas en el abdomen de dicho endoparasoide. Los adultos seleccionados se colocaron sobre cajas Petri de 9 cm de diámetro y 1 cm de altura, con tapa que tenía un orificio de 1,5 cm de diámetro forrado con tela muselina, que permitía el paso del aire. En el fondo de cada caja Petri se ubicó un disco de papel filtro humedecido con agua destilada y hojas de curuba, sobre éstas se colocó el adulto de *Compsus* y se llevaron a incubadora tipo B.O.D con las temperaturas constantes de 18, 20, 22, 25 y 28 °C, humedad relativa de 70±5% y fotofase de 12h.

Para determinar el tiempo de duración de los diferentes estados de desarrollo de *T. unicaldasi*, se realizaron observaciones cada 12h con la ayuda de un estereomicroscopio marca Olympus, hasta llegar a estado adulto.

**Exigencias térmicas.** Los grados días se calcularon mediante el método de la temperatura media; este método es considerado lineal y se basa en el supuesto de que la tasa de desarrollo es una línea recta, directamente relacionada con la temperatura (WILSON & BARNETT, 1983; HADDAD & PARRA, 1984). SOTO *et al.* (2001) mencionan que existe una relación aproximadamente lineal entre tasa de desarrollo y temperatura, dentro de un rango de temperatura efectiva. Por lo tanto, la constante térmica (expresada en grados días) será la misma, aunque el tiempo variará para cada temperatura. Durante el desarrollo de cada estudio se registraron las temperaturas máximas y mínimas diarias para obtener la temperatura media. SOTO *et al.* (1999) indican que:

$$K = n (T - T_b)$$

En donde K = constante térmica, n = días que demora el desarrollo, T = temperatura promedio del periodo y T<sub>b</sub> = temperatura base. Considerando que la constante térmica es la misma para diversas condiciones de temperatura, finalmente se puede escribir:

$$1/n_i = (T_i - T_b)/K = 1/K \cdot T_i - T_b/K$$

Dada la constancia de  $K$  y  $T_b$  para cada uno de los estados de desarrollo de *T. unicaldasi* se contó con la información de  $n_i$  obtenida en cinco datos de temperatura, mediante un análisis de regresión lineal de  $1/n_i$  en función de  $T_i$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo medio de desarrollo de los estados inmaduros de *T. unicaldasi* disminuyó progresivamente con el aumento de la temperatura (Tabla 1). La duración de los estados de huevo, larva 1, larva 2, larva 3 y pupa variaron de 6,1 a 3,8; 5,2 a 3,5; 6,7 a 3,7; 7,3 a 3,9 y 7,5 a 3,2 días, respectivamente, entre 18 y 28°C (Tabla 1). En la temperatura de 18°C la duración media de las fases inmaduras y el periodo de desarrollo fueron aproximadamente dos veces mayor que a 28°C. La media del periodo de desarrollo varió de 32,8 días en la temperatura de 18°C a 18,1 días a 28°C (Tabla 1).

Por ser *T. unicaldasi* una especie nueva para la ciencia, existe muy poca información al respecto, sin embargo, algunos autores como URRA & APABLAZA (2005) encontraron disminución del tiempo de desarrollo de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae) con el aumento de la temperatura, disminuyendo de 71,6, a 43 y a 38 días cuando las temperaturas fueron 18°C, 22,4°C y 23,9°C, respectivamente. ALI (1998) verificó la reducción del tiempo de desarrollo de *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) con el aumento de la temperatura de 20°C para 28°C, obteniendo resultados de 4,7 y 2,1 días para hembras, respectivamente. PRASAD (1967), evaluó el desarrollo de *P. macropilis* en la temperatura de 26°C, obtuvo resultados de 1,8; 0,5; 0,9 y 1 día para las fases de huevo, larva, protoninfa y deutoninfa, respectivamente. Otros autores, como MORAES & McMURTRY (1986) y MESA & BELLOTI (1986) también verificaron la influencia del aumento de temperatura en la reducción de la duración de estados inmaduros de ácaros fitoseidos. KILINCER *et al.* (1996) verificaron que *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) se desarrolla en 6,4 días en la temperatura de 23°C, con duración media del periodo de incubación y de los estados de larva, protoninfa y deutoninfa de 3; 0,9; 1,2 y 1,3 días, respectivamente. FERREIRA *et al.* (1984) encontraron que la duración de la fase inmadura (huevo, larva, pupa) de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) varió de 12,9 a 31,6 días a 28 y 18 °C, respectivamente.

La temperatura base ( $T_b$ ) para las fases de huevo, larva 1, larva 2, larva 3, pupa y periodo huevo a adulto fue de 18,6; 19,2; 17,7; 19,1; 18,6 y 18,8 °C, respectivamente (Tabla 2). La constante térmica ( $k$ ) para los estados de huevo, larva 1, larva 2, larva 3, pupa y huevo-adulto fue de 29,9; 14,5; 21,4; 16,3; 17,5 y 97,4 grados día, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 1.** Duración, en días, de los estados inmaduros y periodo de huevo-adulto de *Trigonospila unicaldasi* en diferentes temperaturas.

Temperatura °C	N <sup>1</sup>	Huevo	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Pupa	Huevo-Adulto
18	30	6,1±0,03	5,2±0,04	6,7±0,03	7,3±0,04	7,5±0,02	32,8±0,04
20	30	5,2±0,04	4,6±0,03	5,8±0,05	6,3±0,02	6,9±0,02	28,8±0,03
22	29	4,8±0,02	3,9±0,02	5,2±0,03	5,4±0,02	6,1±0,02	25,4±0,05
25	25	4,3±0,04	3,6±0,02	4,2±0,02	4,5±0,03	4,9±0,02	21,5±0,02
28	35	3,8±0,03	3,5±0,03	3,7±0,04	3,9±0,02	3,2±0,02	18,1±0,05

<sup>1</sup>Número de repeticiones.

**Tabla 2.** Temperatura base y constante térmica para estados inmaduros de *Trigonospila unicaldasi*.

Estado inmaduro	Temperatura base °C	Constante térmica °D	Coefficiente de regresión (R <sup>2</sup> )
Huevo	18,6	29,9	0,95
Larva1	19,2	14,5	0,96
Larva2	17,7	21,4	0,97
Larva3	19,1	16,3	0,97
Pupa	18,6	17,5	0,98
Huevo-Adulto	18,8	97,4	0,97

Los altos valores del coeficiente de regresión (R<sup>2</sup>) (Tabla 2), indican la gran influencia que ejerce la temperatura en la tasa de desarrollo de los estados inmaduros de *T. unicaldasi*.

El efecto de la temperatura sobre el ciclo de vida y la determinación de las exigencias térmicas de los enemigos naturales posibilitan prever y controlar la producción en laboratorio, también establecer la temperatura óptima para el desarrollo o sincronismo de las crías del insecto plaga y de su parasitoide y estimar el número de generaciones anuales o durante el ciclo de producción de los cultivos (PARRA, 1997; PRATISSOLI & PARRA, 2000; NAVA *et al.*, 2005).

## AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas por la financiación de la investigación.

## REFERENCIAS

- ALI, F.S., 1998.- Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental Applied Acarology*, 22: 335-342.
- ÁLVAREZ, R.P.P., ROJAS, L.A., LÓPEZ, E de la T. & BARRIOS, M.D., 1997.- Umbral mínimo de desarrollo de *Tetranychus tumidus* en el cultivo del plátano. Manejo integrado de plagas. *Havana*, 44: 26-28.
- BARRIENTOS, R., APABLAZA, J., NORERO, A. & ESTAY, P., 1998.- Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, 25: 133-13
- BONATO, O., 1999.- The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Experimental & Applied Acarology*, London, 23 (1): 11-19
- BONHOMME, R., 2000.- Bases and limits to using degree. Day unit. *European Journal of Agronomy*, 13: 1-10.

- CAMPBELL, A., FRAZER, B.D., GILBERT, N., GUTIERREZ, A.P. & MACKAUER, M., 1974.- Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Entomology*, 11: 431-438.
- CANO, D.M., BUSTILLO, A., CÁRDENAS, R. & OROZCO, L., 2002.- Biología y enemigos nativos del picudo de los cítricos *Compsus* n. sp (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 28 (1): 43- 52.
- CARVALHO, J.P., 1986.- *Introdução à entomologia agrícola*. Lisboa. Fundação Kalouste Gulbenkian. 361p.
- CHIANG, H.C., 1985.- Insects and their environment: 128-161 (en) PFAD, R.E. (ed) "Fundamentals of Applied Entomology". Macmillan Publishing Company. N.Y. 742p.
- FERREIRA, S.W.J., BARROS, R. & TORRES, J., 2003.- Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. *Neotropical Entomology*, 32 (3): 407-411.
- FIGUEROA, P., 1977.- Insectos y Acarinos de Colombia. Cali, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 685p.
- GAGE, S.H. & RUSSELL, H.L., 1991.- Pest surveillance systems in the USA- A case study using the Michigan, crop monitoring system: 209-223 (in) Crop Loss Assessment and Pest Management. APS Press Minnesota.
- HADDAD, M.L. & PARRA, J.R.P., 1984.- *Métodos para estimar as exigências térmicas e os limites de desenvolvimento dos insetos*. Piracicaba, FEALQ, 45p.
- HANTULA, J., SAURA, A., LOKKI, J., & VIRKKI, N., 1987.- Genic and color polymorphism in Puerto Rican *Phyllobiine* weevils *Diaprepes abbreviatus* (L) and *Compsus maricaco* Wolcott. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 71 (4): 391-397.
- JAROSÍK, V., HONEK, A. & DIXON, A.F.G., 2002.- Developmental rate isomorphy in insects and mites. *American Naturalist*, 160: 497-510.
- JAROSÍK, V., KRATOCHVÍL, L., HONEK, A., & DIXON, A.F.G., 2004.- A general rule for the dependence of developmental rate on temperature in ectotherms. *Proceedings of the Royal Society London B (Supplementum)*, 271: 219-221.
- JEPSON, L.R., KEIFER, H.H. & BAKER, E.W., 1975.- *Mites injurious to economic plants*. Berkeley: University of California. 614p.
- KILINCER, N.; COBANOGU, S. & HASS, A., 1996.- Biological characteristics and consumption capacity of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *J. Agric. For.*, 20 (2): 107-11.
- KIPYATKOV, V.E. & LOPATINA, E.B., 2010.- Intraspecific Variation of Thermal Reaction Norms for Development in Insects: New Approaches and Prospects. *Entomology Review*, 90: 163-184.
- MESA, N.C. & BELLOTI, A.C., 1986.- Ciclo de vida y hábitos alimenticios de *Neoseiulus anomymus*, predador de ácaros Tetranychida en yuca. *Rev. Colom. Entomol.*, 12: 54-6
- MORAES, G.J. & McMURTRY, J.A., 1986.- Suitability of the spidermite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 40: 109-115.
- NAVA, D.E., HADDAD, M de L. & POSTALI, J.R., 2005.- Exigências térmicas, estimativa do número de gerações de *Stenomacra catenifer* e comprovação do modelo em campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (1): 961-967.
- NICKEL, L.L., 1969.- Temperature and humidity relationship of *Tetranychus desertorum* Banks with special reference to distribution. *Hilgardia*, Berkeley, 30 (2): 41-100.
- PARRA, J.R.P., 1997.- Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P, ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* e o controle aplicado. Piracicaba, FEALQ, p.121-150.
- PEÑA, J. & BENNETT, F.D., 1995.- Arthropods associated with *Annona* sp, in the Neotropics. *Florida Entomologist*, 78 (2): 329-338.
- PRASAD, V., 1967.- Biology of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* in: Hawaii (Acarina: Phytoseiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 60: 905-90.
- PRATISSOLI, D. & PARRA, J.R.P., 2000.- Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (1): 1284-1288.
- RABB, R.L., DEFOLIARI, G.R., & KENNEDY, G.G., 1984.- An ecological approach to managing insect populations. In: HUFFAKER, C.B., RABB, R.L. (Eds.) *Ecological Entomology*. New York: John Wiley. 697-728.
- SHARPE, J.H. & DEMICHELE, D.W., 1977.- Reaction kinetics of poikilotherm development. *Journal of Theoretical Biology*, 64: 649-670.
- SOTO, A. & OCAMPO, A., 2011.- Estudio preliminar de *Trigonospila* sp. (Diptera: Tachinidae), parasitoide de *Compsus viridilineatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas*, 15 (1): 150-159.
- SOTO, A., 2002.- Nuevo registro de parasitoide del picudo de los cítricos (*Compsus* n.sp) en Colombia. *Boletín FITOTECNIA*, 60. Universidad de Caldas, Manizales. 2p.
- SOTO, A., APABLAZA, J., NORERO, A., & ESTAY, P., 1999.- Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 26 (1):37-42.
- SOTO, A., APABLAZA, J., NORERO, A. & ESTAY, P., 2001.- Requerimientos térmicos para el desarrollo de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) criado en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, 28: 103-10.
- URRA, F. & APABLAZA, J., 2005.- Temperatura base y constante térmica de desarrollo de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, 32 (1): 19-26.
- VAN DER HAVE, T.M., 2002.- A proximate model for thermal tolerance in ectotherms. *Oikos*, 98: 141-155.
- VINASON, N., SOTO, A. & VALLEJO, L.F., 2014.- Requerimientos térmicos para el desarrollo de *Amblyseius* sp. (Acari: Phytoseiidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas*, 18 (2): 61-66.
- WIBMER, G.J., & O'BRIEN, C.W., 1986.- Annotated checklist of the Curculionidae *Sensu lato* of South America (Coleoptera: Curculionidae). *Memories of the American Entomological Institute*, 34 (1): 54-77.
- WILSON, L. & BARNETT, W., 1983.- Degree-days an aid in crop and pest management. *California Agriculture*, 37: 4-7.
- ZALOM, F. & WILSON, T., 1982.- *Degree days in relation to and integrated pest management program*. Division of Agricultural Sciences, University of California, Davis, CA, USA. 2pp.
- ZALOM, F., GOODELL, P., WILSON, L., BARNETT, W., & BENTLEY, W., 1983.- *Degree-days: the calculation and use of heat unit in pest management*. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, Davis, C.A, USA. 10pp.