

## TIEMPO DE DESARROLLO Y TEMPERATURA DE DESARROLLO CERO DEL PARASITOIDE *Lydella minense* (Diptera: Tachinidae)

Carlos Pereira N.\*

### RESUMEN

Se determinó la temperatura de desarrollo cero para los estados de larva y pupa del parasitoide *Lydella* (= *Metagonistylum*) *minense* (Townsend), bajo condiciones de laboratorio. Grupos de 54 larvas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae), previamente parasitadas con crías de *L. minense*, se mantuvieron en cámaras climáticas a temperaturas constantes de 18, 20, 25 y  $30 \pm 1$  °C. El nivel estimado de cero desarrollo para larva y pupa de *L. minense* fue de 8,52 y 9,41 °C, respectivamente. La relación entre la temperatura y el tiempo de desarrollo fue lineal dentro del rango de temperaturas estudiadas (18 a 30 °C). Se discute la utilidad práctica de estos valores de temperatura y la posibilidad de tomarlos en consideración en un programa de manejo integrado de plagas en el cultivo de la caña de azúcar.

**Palabras claves:** *Metagonistylum minense*, *Diatraea saccharalis*

### ABSTRACT

#### Developmental rate and temperature threshold for the endoparasitic fly *Lydella minense* (Diptera: Tachinidae)

To estimate developmental threshold for larva and pupa of the endoparasitic fly *Lydella* (= *Metagonistylum*) *minense* (Townsend); groups of 54 larva of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae), previously parasitized with maggots of *L. minense*, were maintained under constant temperatures of 18, 20, 25 and  $30 \pm 1$  °C, in climatic chambers. The developmental thresholds for larva and pupa were estimated as 8.52 and 9.41 °C, respectively. A linear relationship was detected between the developmental rate and the range of temperatures studied (18 to 30 °C). The practical use of developmental thresholds in sugar cane integrated pest management, is discussed.

**Key words:** *Metagonistylum minense*, *Diatraea saccharalis*

### INTRODUCCIÓN

La mosca amazónica, *Lydella* (= *Metagonistylum*) *minense* (Townsend), es un controlador biológico efectivo contra larvas del taladrador de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* (F.), (Salazar y Ferrer, 1977; Ferrer y Thomas, 1981). Esta mosca fue originalmente descrita por Townsend de un ejemplar proveniente del estado de Minas Gerais en Brasil (Myers, 1934). Las primeras introducciones de este parasitoide a Venezuela fueron realizadas a partir de un material proveniente de Trinidad para el control biológico de las larvas de *D. saccharalis* (Guagliumi, 1962).

Los taladradores de la caña de azúcar son considerados insectos plagas importantes de este cultivo (Mendonca, 1977). En este sentido, la utilidad de la mosca amazónica en programas de control de taladradores ha sido tan relevante que la

falta de continuidad en sus liberaciones ha ocasionado aumentos en los porcentajes de infestación de dichos insectos (Quiñones 1984; Contreras, 1984; Pulido y Díaz, 1984).

El uso combinado de controladores biológicos en forma continuada, tales como la mosca amazónica y la avispa *Cotesia flavipes* (Cameron), ha significado reducciones determinantes de los porcentajes de infestación de taladradores hasta niveles menores del 3 % en las zafas de Venezuela en 1991 y 1992 (Salazar, 1994).

Para un manejo integrado de los taladradores de la caña de azúcar, se hace necesario usar estrategias conservacionistas para incrementar las posibilidades de permanencia de los enemigos naturales una vez liberados en los campos de caña. Para lograr esto último, es preciso predecir la periodicidad de ocurrencia de los enemigos naturales en el campo, de modo que su

\* Profesor. Dpto. de Entomología-Zoología, Decanato de Agronomía, UCLA. Apdo. 400, Barquisimeto.

preservación no afecte otros programas de control establecidos o viceversa.

La temperatura influye sobre la tasa de desarrollo de los insectos con límites inferior y superior, por debajo o por encima del cual el desarrollo se detiene (Tauber y Tauber, 1973). Particularmente, el límite inferior de temperatura o temperatura de desarrollo cero (TDC) ha ocupado un lugar importante en la predicción de eventos insectiles (Weinberg y Lange, 1980; Morales y Hower, 1981). En tal sentido, para la determinación de este parámetro es necesario medir la relación entre la tasa de desarrollo del insecto y la temperatura, evaluando el desarrollo de los insectos a diversas temperaturas constantes. El presente estudio se realizó con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar el tiempo de desarrollo de larva y pupa de *L. minense* a cuatro diferentes temperaturas constantes y
- Estimar la TDC para la larva y pupa de *L. minense*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron larvas de *D. saccharalis* y hembras adultas de *L. minense* suministradas por el Laboratorio de Servicio Biológico, C. A. en Barquisimeto. Las larvas se mantuvieron en el laboratorio a  $30 \pm 1$  °C y  $60 \pm 5$  % de HR, las cuales luego de 15 días de nacidas sirvieron como huéspedes para el desarrollo de *L. minense*. Después de cumplido el período de gestación (10 días después de la cópula, a  $25 \pm 1$  °C y  $80 \pm 5$  % HR), a las hembras adultas de la mosca se les separó el abdomen para extraer las cresas contenidas en el saco embrionario. Estas cresas se colocaron en solución isotónica de cloruro de sodio al 0,7% para prevenir la deshidratación. Se usaron de 3 a 4 gotas de formol al 0,7 % para desinfectar las cresas (Ferrer, 1984).

Utilizando un pincel fino se colocaron dos cresas de la mosca sobre el dorso del segundo o tercer segmento torácico de cada larva de *D. saccharalis*. Esta parasitación se realizó con la ayuda de un lupa estereoscópica binocular. Un total de 54 larvas parasitadas del taladrador fueron colocadas en cada una de las siguientes temperaturas: 18, 20, 25 y 30 °C. Las larvas parasitadas se colocaron individualmente en envases plásticos de 20 cm<sup>3</sup> con dieta artificial

utilizada en la cría comercial de *L. minense* (Ferrer, 1984). Estos envases se cubrieron con tapas de cartón parafinado y se colocaron en bandejas plásticas planas para su introducción en las cámaras climáticas de ambiente controlado Conviron, modelo E-7, programadas a las temperaturas antes mencionadas. Para cada una de estas temperaturas estudiadas, se mantuvo una relación de 12:12 h de luminosidad y oscuridad con  $90 \pm 10$  % de HR. La humedad se logró introduciendo a la cámara un recipiente con agua, la cual se reponía diariamente si era necesario. La temperatura y humedad en el interior de la cámara se registraba con la ayuda de un termohidrógrafo y dos termómetros de mercurio.

El ensayo se inspeccionó diariamente y el tiempo transcurrido desde el inicio de cada tratamiento hasta la formación de los puparios de la mosca, se registró como tiempo de desarrollo para larvas de *L. minense*. Los puparios obtenidos se contaron y trasladaron, sobre un fondo de papel de filtro, al interior de recipientes plásticos de 450 cm<sup>3</sup> previamente preparados con aberturas en los lados y la parte superior, cubiertas con tela organdí. Estos envases se colocaron sobre bandejas planas con papel absorbente embebido en agua y se introdujeron nuevamente a la cámara.

El tiempo transcurrido desde la formación de los puparios hasta la emergencia de los adultos, se registró como tiempo de desarrollo para los puparios. Igualmente, el tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo hasta la formación de los adultos se registró como tiempo de desarrollo de larva + pupa. Ambos grupos de datos se utilizaron para generar ecuaciones de regresión de tiempo vs. temperaturas. Por otra parte, los recíprocos de la media del tiempo de desarrollo se relacionaron con la temperatura para estimar la línea de regresión para cada estado de vida, según la ecuación  $y = a + bx$ ; donde "y" = tasa de desarrollo y "x" = temperatura. La pendiente "b" y el intercepto "a", obtenidos de esta ecuación, se usaron para estimar la TDC en base a la relación  $-a/b$  cuando "y" se hace igual a cero (Weinberg y Lange, 1980; Osborne, 1982; Morales y Howard, 1981).

Para la verificación de la TDC se mantuvo el mismo número de larvas usadas para cada tratamiento a la TDC estimada. Igualmente, se sometió el mismo número de larvas a una

temperatura constante un grado por encima de la TDC y se midió su desarrollo. Una prueba adicional realizada con 40 puparios recién formados de la mosca provenientes de la cría comercial de *L. minense* se usaron para verificar la TDC. De éstos, 10 puparios se abrieron el mismo día de formados para conocer el grado de desarrollo hasta ese momento. Los treinta puparios restantes, se mantuvieron en la cámara climática a 11 °C de temperatura constante (aproximadamente 1 °C por encima de la TDC estimada para los puparios). Esto permitió comparar los cambios experimentados en el desarrollo del insecto a esa temperatura durante un período de 2 meses.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Influencia de las temperaturas constantes sobre el tiempo de desarrollo de *L. minense*:** Las larvas de la mosca no se desarrollaron cuando se mantuvieron a la TDC estimada de 8,52 °C

(Cuadro 1). Solo nueve puparios de *L. minense* se formaron cuando las larvas de *D. saccharalis*, parasitadas con crías de la mosca, se mantuvieron a 11 °C. De estos nueve puparios ninguno logró el estado adulto.

Todas las fases se desarrollaron exitosamente en el rango de temperaturas constantes estudiadas (18 a 30 °C). El tiempo de desarrollo decreció en la medida en que se incrementó la temperatura. Efecto muy similar se ha reportado trabajando con *Sturniopsis inferens* (David et al., 1981) y con *Lixophaga diatraea* (McPherson y Hensley, 1978). En este estudio, el desarrollo para larva y pupa a la temperatura de 18 °C se cumplió en 20 y 22,3 días, respectivamente. Mientras que a 30 °C, el desarrollo para estas fases se completó en 8,21 y 8,6 días, respectivamente. El tiempo de desarrollo para larvas de la mosca, mantenidas a  $25 \pm 1$  °C y  $90 \pm 10$  % de H.R, coincidió con resultados registrados por Ferrer (1984) para larvas mantenidas a la misma temperatura y a una H. R. de  $70 \pm 5$  %.

**Cuadro 1.** Tiempo de desarrollo (media  $\pm$  error típico) para varios estados de vida de *L. minense* a temperaturas constantes.

Temp. (°C)	Larva		Pupa		Larva + Pupa	
	Nº de indiv. *	Tiempo (días)	Nº de indiv. **	Tiempo (días)	Nº de indiv. **	Tiempo (días)
8,5	0	--	0	--	0	--
11,0	9	45,60 $\pm$ 2,02	0	--	0	--
18,0	65	20,00 $\pm$ 0,67	33	22,30 $\pm$ 0,36	33	42,60 $\pm$ 0,81
20,0	44	14,16 $\pm$ 0,18	22	15,00 $\pm$ 0,75	22	28,50 $\pm$ 0,83
25,0	65	9,00 $\pm$ 0,53	56	11,67 $\pm$ 0,37	56	20,53 $\pm$ 0,51
30,0	61	8,21 $\pm$ 0,45	33	8,60 $\pm$ 0,42	33	16,96 $\pm$ 0,55

\* Con relación a un total de 108 crías de la mosca

\*\* Con relación al total de puparios de la mosca formados

Las ecuaciones de regresión lineal para el tiempo de desarrollo de larvas, pupas y larvas más pupa de *L. minense* se determinaron de los datos obtenidos entre el rango de temperaturas estudiadas (18 a 30 °C). Estas ecuaciones permiten estimar el tiempo de desarrollo de las fases estudiadas de *L. minense* a cualquier temperatura constante dentro del rango evaluado.

Los valores del tiempo de desarrollo o duración en días para cada estado de vida de *L. minense*, se convirtieron a sus recíprocos, equivalentes a la tasa de desarrollo (Cuadro 2). La tasa de desarrollo diario para larvas mantenidas a 11 °C fue de 2,09 %. Sin embargo, la tasa de desarrollo para larvas mantenidas a 30 °C fue de 11,97 %. Una respuesta similar se registró para las fases de pupas y consecuentemente para la fase de

larva más pupa. La ecuación de regresión para la tasa de desarrollo larval de *L. minense*, se estimó relacionando los valores del porcentaje de desarrollo obtenidos a cada una de las temperaturas estudiadas. Idénticamente se procedió para las fases de pupa y para la fase de larva más pupa. El alto coeficiente de determinación obtenido ( $R^2$ ), reveló una fuerte asociación entre la tasa de desarrollo de la mosca y las temperaturas estudiadas (Cuadro 3).

**Determinación de la temperatura de desarrollo cero (TDC) para larvas y pupas de *L. minense*:** Debido a la dificultad que existe para registrar, por método alguno, el grado de desarrollo que tiene lugar a una muy baja tasa, se acepta como temperatura teórica de desarrollo cero, el punto en el cual la curva recíproca de

desarrollo intersecta el eje de las temperaturas (Uravov, 1931).

**Cuadro 2.** Tasa promedio de desarrollo (media  $\pm$  error típico) de varios estados de vida de *L. minense* a temperaturas constantes.

Temp. °C	Larva		Pupa		Larva + Pupa	
	Nº de indiv. *	% diario	Nº de indiv. **	% diario	Nº de indiv. **	% diario
8,5	0	-- --	0	-- --	0	-- --
11,0	9	2,09 $\pm$ 0,13	0	-- --	0	-- --
18,0	65	4,93 $\pm$ 0,23	33	4,24 $\pm$ 0,22	33	2,37 $\pm$ 0,22
20,0	44	6,93 $\pm$ 0,52	22	6,99 $\pm$ 0,38	22	3,62 $\pm$ 0,38
25,0	65	10,01 $\pm$ 1,01	56	8,37 $\pm$ 0,41	56	4,67 $\pm$ 0,41
30,0	61	11,97 $\pm$ 0,93	33	11,80 $\pm$ 0,77	33	5,89 $\pm$ 0,77

\* Con relación a un total de 108 crasas de la mosca

\*\* Con relación al total de puparios de la mosca formados

Las tasas de desarrollo para larva, pupa y larva más pupa de *L. minense* aparecen graficadas respecto a las temperaturas en la Figura 1. La extrapolación de las líneas de regresión para los diversos estados de vida de *L. minense* hasta el eje de las temperaturas arrojó los siguientes interceptos: 8,52 y 9,41 °C

como las TDC para larva y para pupa, respectivamente. De la misma manera, cuando la tasa de desarrollo se igualó a cero en las ecuaciones de regresión ajustadas, para cada uno de los estados de vida de la mosca, se derivaron valores de TDC similares a los antes mencionados.

**Cuadro 3.** Ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación para el desarrollo de varios estados de vida *L. minense* a varias temperaturas (x °C)

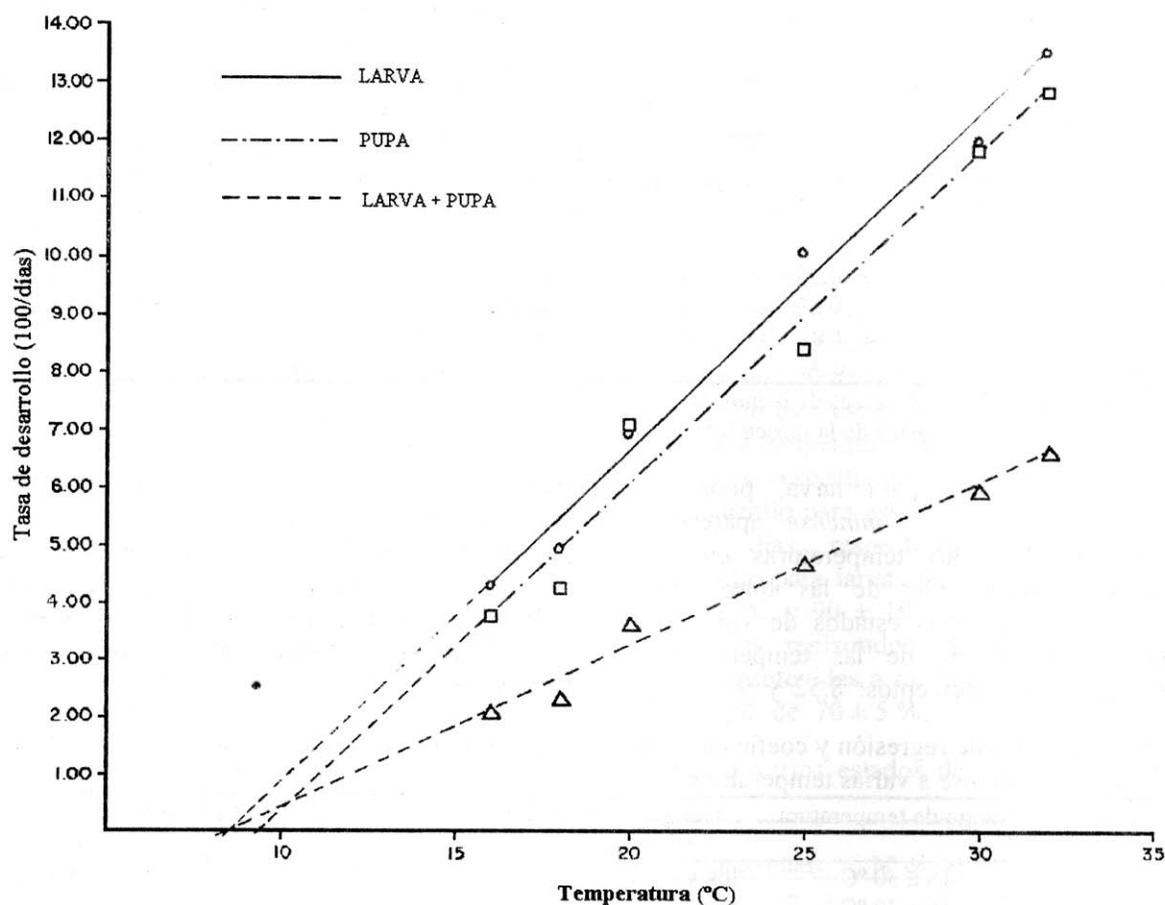
Fase de desarrollo	Rango de temperatura	Tiempo de desarrollo (y: días)	R <sup>2</sup>	Tasa de desarrollo (y: % diario)
Larva	18 a 30 °C	log y= 3,44 - 1,74 log x	92,3 %	y = - 4,90 + 0,575 x
Pupa	18 a 30 °C	log y= 3,45 - 1,71 log x	95,0 %	y = - 5,35 + 0,568 x
Larva + pupa	18 a 30 °C	log y= 3,72 - 1,71 log x	93,3 %	y = - 2,32 + 0,270 x

Los diversos procesos metabólicos que gobiernan la vida de los organismos, tienen diferentes límites de temperatura. Conociendo que a una cierta baja temperatura sólo algunos procesos continúan mientras que otros se interrumpen, esto crea una disturbancia en los estados fisiológicos del organismo que de continuar por largos períodos puede ocasionar la muerte (Uravov, 1931). Lo anterior, pudiera ayudar a explicar lo sucedido con los puparios de la mosca mantenidos a 11 °C, que aún cuando se mantuvieron 1 °C por arriba de la TDC para pupas, el largo período de exposición pudo ocasionar la muerte.

El control de plagas en el cultivo de la caña de azúcar integra técnicas de control biológico para los taladradores y técnicas de control cultural, microbiano y químico para otras plagas (Salazar,

1994). Esta integración, se hace con el conocimiento de los ciclos de vida de las plagas; aunque sin considerar la influencia de la temperatura sobre la tasa de desarrollo de los insectos.

Conociendo la TDC de un estado de vida se pueden computar los grados-días requeridos para el desarrollo de ese estado de vida. Esto permite estimar la energía calórica necesaria para completar un estado de vida o ciclo completo de un organismo con tan solo medir las temperaturas máximas y mínimas diarias y su posterior comparación con la TDC. En la actualidad, la TDC y los grados-días de los insectos son herramientas de gran utilidad para predecir apariciones de plagas y de enemigos naturales (Eckenrode y Chapman, 1971; Levine 1989; Benson et al., 1994).



**Figura 1.** Relación entre la tasa de desarrollo de larva, pupa y larva + pupa de *L. minense*, mantenidas sobre larvas de *D. saccharalis*, a temperaturas constantes.

Aunque en la actualidad, en Venezuela, se están empleando avispas parasitoides de la familia Braconidae para combatir a los taladradores (Ferrer, 1995; Vreugdenhil y Klemm, 1995), la reincorporación de la mosca amazónica en el campo del control biológico de los taladradores, pudiera ser una estrategia viable a utilizar en el manejo de plagas que afectan el cultivo de caña de azúcar, debido al notable éxito que su uso ha representado. Al respecto, Contreras y Micale (1995) recomiendan hacer liberaciones conjuntas de ambos parasitoides para manejar esta plaga. En este trabajo se determina la temperatura de desarrollo cero de la mosca amazónica lo cual presenta un aporte para la estimación de la energía calórica que requiere este parasitoide para su desarrollo.

Basado en lo anterior, se pudiera incorporar esta mosca al control biológico de los taladradores, con un amplio margen de seguridad

para estimar su fenología o tiempos de desarrollo luego de sus liberaciones en el campo. Esto también garantizaría que las técnicas de control químico que se intenten contra otras plagas, no afecten en gran escala el potencial biológico de las moscas liberadas, acercándose de esta forma a un más acertado manejo integrado de plagas en el cultivo de caña de azúcar.

### AGRADECIMIENTO

Al Dr. Francisco Ferrer por su incondicional ayuda con el material biológico necesario para conducir esta investigación. Al personal docente de las cátedras de Entomología del Departamento de Entomología - Zoología, Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), especialmente al profesor José Morales Sánchez, por su valiosa asesoría en la conducción del trabajo.

## LITERATURA CITADA

1. Benson, E. P., P. A. Zungoli y L. M. Smith II. 1994. Comparison of developmental rates of two separate populations of *Periplaneta fuliginosa* (Dictyoptera: Blattidae) and equations describing development, predevelopment, preoviposition, and oviposition. *Environ. Entomol.* 23: 979 – 986.
2. Contreras, G. 1984. Consideraciones sobre el control de candelilla (*Aeneolamia* spp.) y taladradores (*Diatraea* spp.) en caña de azúcar, en haciendas del área de influencia del central azucarero Portuguesa. II Seminario sobre los Problemas de la Candelilla y el Taladrador en Caña de Azúcar y Pastos. Unión de Productores de Azúcar de Venezuela. Barquisimeto. 12 p.
3. Contreras, W. y E. Micale. 1995. Reflexiones sobre los 40 años del laboratorio de entomología del central El Palmar. Resúmenes del XIV Congreso Venezolano de Entomología y III Seminario Nacional de Plagas de la Caña de Azúcar, Sociedad Venezolana de Entomología. Barquisimeto. p. 99.
4. David, H., S. Easwaramoorthy Naudagopal, N.K. Kurup, M. Shanmugasundaran y G. Santhalakshmi. 1981. Influence of different temperatures on the tachinid parasite *Sturmiopsis inferens* (Diptera: Tachinidae). *Entomophaga* 26: 333-338.
5. Eckenrode C. J. y R. K. Chapman. 1971. Effects of various temperatures upon rate of development of the cabbage maggot under artificial conditions. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 64:1079-1083.
6. Ferrer, F. 1984. Producción de la mosca amazónica mediante técnicas adaptadas a las condiciones locales. II Seminario sobre los Problemas de la Candelilla y el Taladrador de la Caña de Azúcar y Pastos. Unión de Productores de Azúcar de Venezuela. Barquisimeto. p. 39.
7. Ferrer, F. 1995. El control biológico de los taladradores de la caña de azúcar y su significado económico en la región Centro Occidental. Resúmenes del XIV Congreso Venezolano de Entomología y III Seminario Nacional de Plagas de la Caña de Azúcar, Sociedad Venezolana de Entomología, Barquisimeto. p. 97.
8. Ferrer, F. y R. Thomas. 1981. Control biológico de *Diatraea* spp. Mediante la mosca amazónica; y el *Trichogramma* y sus perspectivas en el control biológico de la *Diatraea* spp. Laboratorio Servbio, Barquisimeto. Informe Técnico N° 1. 48 p.
9. Guagliumi, P. 1962. Las Plagas de la Caña de Azúcar en Venezuela. Tomos I y II. Ministerio de Agricultura y Cría. 850 p.
10. Levine, E. 1989. Forecasting *Hydraecia immanis* (Lepidoptera: Noctuidae) moth phenology based on light trap catches and degree-day accumulations. *J. Econ. Entomol.* 82: 433-438.
11. Mc. Pherson, R. M. y S. D. Hensley. 1978. Response of the parasite *Lixophaga diatraea* (Tachinidae) to photoperiod and temperature. *Environ. Entomol.* 7: 136-138.
12. Mendonca, A. F. 1977. Distribución de *Diatraea* spp. y sus principales parásitos en América. I Seminario Nacional sobre el Problema de los Taladradores de la Caña de Azúcar. Unión de Productores de Azúcar de Venezuela. Barquisimeto. pp.9-38.
13. Morales, J. y A. Hower. 1981. Thermal requirements for development of the parasite *Microctonus aethiopoulos*. *Environ. Entomol.* 10: 279-284.
14. Myers, J. G. 1934. The discovery and introduction of the amazon fly. A new parasite for cane borers, *Diatraea* spp. *Trop. Agric.* 11:191-195.
15. Osborne, L. S. 1982. Temperature-dependent development of green house whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. *Environ. Entomol.* 11(2): 483-485.

16. Pulido, B. y M. D. Díaz. 1984. Situación actual de la presencia de la candelilla y *Diatraea* en el área de influencia de los centrales de CENAZUCA. II Seminario sobre los Problemas de la Candelilla y el Taladrador de la Caña de Azúcar y Pastos. Barquisimeto, Unión de Productores de Azúcar de Venezuela. p.14.
17. Quiñones, R. 1984. El taladrador de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) y su control en el central La Pastora. II Seminario sobre los Problemas de la Candelilla y el Taladrador de la Caña de Azúcar y Pastos. Barquisimeto, Unión de Productores de Azúcar de Venezuela. p.12.
18. Salazar, J. 1994. Protección del ambiente mediante el uso del control biológico como parte del M.I.P. en caña de azúcar en Venezuela. *Caña de Azúcar* 12(1): 45-58.
19. Salazar, J. y F. Ferrer. 1977. Población, distribución y parasitismo de los taladradores de la caña de azúcar en el estado Portuguesa. I Seminario Nacional sobre el Problema de los Taladradores de la Caña de Azúcar (*Diatraea* spp.). Barquisimeto. Unión de Productores de Azúcar de Venezuela. pp. 67 - 72.
20. Tauber, M. J. y C. A. Tauber. 1973. Insect phenology: Criteria for analyzing dormancy and for forecasting postdiapause development and reproduction in the field. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta.* 3(12): 1-16.
21. Uravov, P. B. 1931. Insects and climate. *Trans. Roy Entomol. Soc. London*, 97: 1-248.
22. Vreugdenhil, A. y L. Klemm. 1995. Recopilación histórica de la infestación de taladradores (*Diatraea* spp.) y la liberación de sus bioreguladores en la zona cañera de la C.A. Agrícola Yaritagua, estado Yaracuy. Resúmenes del XIV Congreso Venezolano de Entomología y III Seminario Nacional de Plagas de la Caña de Azúcar, Sociedad Venezolana de Entomología. Barquisimeto. p. 101.
23. Weinberg, H. L. y W. H. Lange. 1980. Developmental rate and lower temperature threshold of the tomato pinworm. *Environ. Entomol.* 9(2): 245-246.