



CICLO DE VIDA Y ANÁLISIS DE RIESGO CLIMÁTICO DE *LEPTOGLOSSUS ZONATUS* DALLAS (HEMIPTERA: COREIDAE) PARA LAS ZONAS PRODUCTORAS DE SORGO EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

LIFE CYCLE AND CLIMATE RISK ANALYSIS OF *LEPTOGLOSSUS ZONATUS* DALLAS (HEMIPTERA: COREIDAE) FOR SORGHUM PRODUCING AREAS IN THE STATE OF MORELOS, MEXICO

ROSA ELBA TEPOLE-GARCÍA,¹ SERGIO RAMÍREZ-ROJAS,² JUAN CARLOS BARTOLO-REYES² Y VÍCTOR ROGELIO CASTREJÓN-GÓMEZ^{1,3,*}

¹ Departamento de Interacciones Planta-Insecto. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del I.P.N. (CEPROBI). Carretera Yautepec, Jojutla, Km. 6 calle Ceprobi No. 8, San Isidro, Yautepec, Morelos, México. Tel. 735 39 4 20 20. Fax (735) 39 4 18 96. tepole_rtg@yahoo.com, vcastrejon@ipn.mx.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec. Carretera Zacatepec-Galeana, Km. 0.5, Zacatepec, Morelos, México. Tel. (734)3430230 Ext. 108. ramirez.sergio@inifap.gob.mx, juancarlosinifap@hotmail.es.

³ Becario COFAA.

* Autor de correspondencia: vcastrejon@ipn.mx.

Recibido: 12/02/2016; aceptado: 05/08/2016
Editor asociado responsable: Jesús Romero Nápoles

Tepole-García, R. E., Ramírez-Rojas, S., Bartolo-Reyes, J. C. & Castrejón-Gómez, V. R. (2016). Ciclo de vida y análisis de riesgo climático de *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae) para las zonas productoras de sorgo en el estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 32(3), 300-309.

Tepole-García, R. E., Ramírez-Rojas, S., Bartolo-Reyes, J. C. & Castrejón-Gómez, V. R. (2016). Life cycle and climate risk analysis of *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae) for sorghum producing areas in the State of Morelos, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 32(3), 300-309.

RESUMEN. *Leptoglossus zonatus* se alimenta de varias plantas de importancia económica, una de ellas es el sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench, principal cultivo de temporal en Morelos. Hasta el momento no existen publicaciones referentes a las unidades calor acumuladas para el desarrollo de esta especie, lo cual puede ser utilizado para calcular el número de generaciones que se presentan durante el ciclo de cualquier cultivo o durante un año, y con ello estimar su daño potencial. Para obtener lo anterior, se estudió el ciclo biológico de la especie en tres condiciones diferentes de temperatura: 20.4 °C, 21.56 °C y 24.8 °C, y con ello se calcularon las unidades calor acumuladas con el método de temperaturas medias, así como el número de generaciones en cada estación climatológica de Morelos. Estos últimos datos se proyectaron en un mapa de la zona sorguera de la entidad y se ubicó el nivel de riesgo en base a la incidencia de *L. zonatus* en las áreas productoras de sorgo. En las tres condiciones de estudio, el ciclo biológico de *L. zonatus* tuvo una duración de 164, 152 y 109 días, respectivamente. La temperatura base (temperatura umbral de desarrollo) calculada para este insecto fue de 10.37 °C y las unidades calor acumuladas para completar su ciclo biológico fueron 1,680. De acuerdo con los datos históricos de temperatura, *L. zonatus* presentó hasta 3 generaciones al año en las áreas productoras de sorgo de Morelos, lo cual se considera como un riesgo potencial alto. El alto riesgo se observó en los municipios de Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miaatlán, Temixco, Emiliano

ABSTRACT. *Leptoglossus zonatus* feeds on various plants of economic importance, one of them is sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench, main rain fed crop in the State of Morelos. Up to date there are no publications on degree days for growing development of this species, which can be used to calculate the number of generations that develop during the cycle of any crop or through one year, and thereby estimate its potential harm. In order to achieve the above, life cycle of the species was studied under three different temperature conditions: 20.4 °C, 21.56 °C, and 24.8 °C, and thereby the degree days were calculated with the method of average temperatures, as well as the number of generations in each weather station in Morelos. These data were projected onto a map of the Morelos and the level of risk of incidence of *L. zonatus* was located in the sorghum producing areas. In the three study conditions, the degree days for life cycle of *L. zonatus* lasted 164, 152 and 109 days, respectively. The calculated base temperature for this insect was 10.37 °C and the accumulated degree days to complete its life cycle were 1,680. According to historical temperature data, *L. zonatus* presented up to three generations per year in the sorghum growing areas in Morelos, which it is considered as a high potential risk. The municipalities of Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miaatlán, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapán, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo, and Cuautla may be in high risk.



Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapán, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo y Cuautla.

Palabras clave: *Sorghum bicolor*; plaga; ciclo biológico; temperatura base; unidades calor acumuladas.

INTRODUCCIÓN

La chinche patas de hoja, *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1952) (Hemiptera: Coreidae), está distribuida en toda América (Allen, 1969). Es una especie polífaga con una amplia gama de hospederos, incluidos cultivos de importancia económica como maíz, sorgo, algodón, tomate, aguacate, soya, frijol (frijol de lima), haba, guayaba, granada, melón, anacardo, pitahaya, fruta de la pasión, dátil, marañón, durazno, sandía, mandarina Satsuma y naranja (Essig, 1926; Quayle, 1938; Panizzi, 1989; Kubo & Batista Filho, 1992; Zucchi *et al.*, 1993; Matrangolo & Waquil, 1994; Jackson *et al.*, 1995; Grimm & Manes, 1997; Mitchell, 2000; Schaefer & Panizzi, 2000; Henne *et al.*, 2003; Souza Filho & Costa, 2003). También se ha reportado sobre algunas plantas ornamentales como el tulipán africano *Spathodea campanulata* Beauv. (Souza & Amaral Filho, 1999), el sauce del desierto *Chilopsis linearis* (Cav.) Sweet (Jones, 1993) y el árbol del sebo *Triadica sebiferum* (L.) (Euphorbiaceae) (Henne *et al.*, 2003). En México *L. zonatus* está reportada como plaga en nogal pecanero, *Carya allinoinensis* W. (Tarango *et al.*, 2003). Además, se ha registrado alimentándose en el piñón mexicano, *Jatropha curcas* L. (Morales *et al.*, 2011, Tepole *et al.*, 2012), achiote (*Bixa orellana* L.) (Arce, 1999) y pitahaya (Ramírez, 2011).

La duración del ciclo de vida del insecto está en función de las condiciones ambientales, principalmente de la temperatura y el tipo de alimento. Por ejemplo, alimentado con maíz, la hembra y el macho vivieron 43 y 42 días respectivamente (Panizzi, 1989). Mientras que cuando se alimentaron con piñón, tardaron 87 y 84 días, respectivamente. Sin embargo, a excepción del trabajo de Jackson (1995) sobre el desarrollo, longevidad y fecundidad de *Leptoglossus zonatus*, trabajos relacionados con el ciclo de vida completo desde huevo hasta adulto así como tablas de vida de esta plaga no se han reportado en los trabajos publicados.

En Morelos, el sorgo es uno de los principales cultivos de temporal, con una producción de 211,240.9 t ha⁻¹ año⁻¹ (SAGARPA, 2009). A este cultivo lo dañan una gran variedad de insectos como son los del suelo (*Epitragus sallei* Champion, *Phyllophaga* spp., *Elasmopalpus lignosellus* Zeller y *Conoderus* sp.), los del tallo (*Diatraea*

Key words: *Sorghum bicolor*; plague; life cycle; base temperature; degree days.

lineolata Walker), los del follaje (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) y los de la panoja (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett y *L. zonatus*) (Monjarrez & Rodríguez, 2007). Para el control de *L. zonatus*, se utilizan tradicionalmente insecticidas químicos, enemigos naturales (Marchiori, 2002, Souza & Amaral-Filho, 1999) y hongos entomopatógenos; sin embargo, el uso de este último no se reporta a gran escala (Grimm & Guharay, 1998).

El análisis de riesgo es una herramienta que ayuda a tomar la mejor decisión para el manejo de plagas. Permite identificar, evaluar y cuantificar los riesgos de eventos indeseables de una manera objetiva, comprensible y con un nivel de precisión aceptable; propone medidas para reducir la posibilidad de que estos escenarios ocurran (López-Collado, 2009). Para este tipo de análisis es necesario conocer la influencia de la temperatura en el ciclo biológico del insecto, los datos históricos de temperatura y humedad relativa del área de estudio, distribución del cultivo y su etapa fenológica susceptible (García *et al.*, 2006).

Debido al potencial que tiene *L. zonatus* de convertirse en plaga en el cultivo del sorgo en México, como lo es en otros países de América, y a que en este país no existen estudios sobre el ciclo biológico del insecto, hábitos alimenticios, umbral económico o temperaturas de desarrollo, el objetivo de este trabajo fue determinar el ciclo de vida en condiciones de campo así como realizar el análisis de riesgo de este insecto en sorgo cultivado en el estado de Morelos. Esta es información básica para establecer un modelo de predicción que permita al productor de sorgo tomar medidas precautorias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los insectos. Adultos de ambos sexos de *L. zonatus* se obtuvieron de cultivos de sorgo localizados en Barranca Honda, municipio de Yautepec, Morelos (18°49'22.85'' N y 99°06'13.68'' O) y en una plantación experimental de piñón mexicano ubicada en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del I. P. N. (CeProBi-IPN) (18°49'45.48'' N y 99°05'35.73'' O). En el laboratorio de Ecología Química del CeProBi-IPN, se colocaron diferentes parejas de *L. zonatus* en jaulas de acrílico de 27 x

23 x 25 cm³ y se alimentaron con vainas tiernas de frijol (ejote) y frutos inmaduros de piñón mexicano (Grimm, 1999). Adicionalmente se les proporcionó agua mezclada con miel de abeja en tubos “Eppendorf”, los cuales tenían una pequeña perforación para permitir que los insectos se alimentaran. El alimento se les cambió cada tercer día. Las oviposuras fueron retiradas diariamente y se colocaron en recipientes de plástico transparente de dos litros, el orificio de entrada fue cubierto con tela de organza.

Ciclo biológico, tablas de vida y supervivencia de *L. zonatus*. Se colocaron grupos de 20 huevos por recipiente previamente descrito con tres repeticiones, lo cual significó una $n = 60$ huevos para cada condición de cría. Las observaciones se realizaron en el Campo Experimental Zacatepec del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), Morelos, para lo cual se establecieron tres condiciones de cría. 1) 24.8 ± 5.7 °C y $69 \pm 4.2\%$ dentro del Laboratorio de Fitopatología. 2) 20.4 ± 4.3 °C y $74 \pm 3.3\%$ HR en una jaula techada con lámina de asbesto y forrada con malla anti-áfidos (3 m de largo x 2 m ancho x 5 m de altura). 3) 21.5 ± 5.1 °C y $65 \pm 4.3\%$ HR bajo sombra natural de árboles de naranjo. Todos los tratamientos se colocaron a una altura de 1.7 m. Una vez que emergieron las ninfas, inmediatamente se alimentaron con granos de sorgo en estado lechoso, el alimento se les cambió cada tercer día. Para las tres condiciones antes descritas se midió la temperatura y humedad relativa cada hora, mediante un “dataloger” (marca HOBO), desde el momento en que se colocaron los recipientes con los huevos, hasta la muerte de los adultos. La variable que se midió fue la duración del ciclo biológico en días (desde el huevo hasta la muerte del adulto). Además se elaboraron tablas de vida teniendo en cuenta las siguientes variables: número de individuos (N_x), número de individuos que morían entre dos edades (dx), sobrevivientes en el tiempo x (lx), probabilidad de morir (qx) (expresado en %), promedio de supervivientes entre dos edades (Lx), número total de días que le quedaban por vivir a los sobrevivientes que alcanzaron la edad x , (T_x) y esperanza de vida (ex). También se realizó un análisis de supervivencia con el método de Kaplan-Meier, se construyeron gráficas de supervivencia y se compararon mediante la prueba de Log-Rank, usando el programa Sigma Plot (versión 10.0).

Análisis de riesgo climático en zonas productoras de sorgo del estado de Morelos, temperatura base y unidades calor para *L. zonatus*. Con los datos del ciclo biológico obtenidos desde huevo hasta adultos de *L. zonatus* en el campo experimental INIFAP-ZACATEPEC,

Laboratorio de Fitopatología (1), jaula techada (2) y bajo sombra natural (3), se procedió a determinar la temperatura base empleando la siguiente ecuación (Barrientos *et al.* 1998):

$$T_b = \frac{n_1 * T_1 - n_2 * T_2}{n_1 - n_2}$$

donde:

T_b = Temperatura base

n_i = Duración del desarrollo de *L. zonatus* (días) de cada nivel térmico (1, 2, 3 de las condiciones antes mencionadas)

T_i = Temperatura promedio de cada nivel (1, 2, 3)

a) Se hizo una combinación de los niveles 1 y 2

$$T_b = (n_1 * T_1) - (n_2 * T_2) / n_1 - n_2$$

b) Se hizo una combinación de los niveles 1 y 3

$$T_b = (n_1 * T_1) - (n_3 * T_3) / n_1 - n_3$$

c) Se hizo una combinación de los niveles 2 y 3

$$T_b = (n_2 * T_2) - (n_3 * T_3) / n_2 - n_3$$

d) Los valores de T_b obtenidos se promediaron para obtener una estimación más precisa de las condiciones de temperatura en las que se puede desarrollar *L. zonatus* de huevo hasta adulto.

e) Una vez obtenida la T_b , se calcularon las unidades calor de *L. zonatus*, empleando el método de “temperaturas medias” (Barrientos *et al.* 1998).

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

donde:

K = constante térmica (°D) o unidades calor acumuladas (UCA)

n = días de desarrollo en las tres condiciones (días)

T = temperatura promedio del periodo (°C)

T_b = temperatura base (°C).

Datos históricos de temperaturas en el estado de Morelos. En el estado de Morelos se encuentran distribuidas 21 estaciones meteorológicas automatizadas que registran y colectan información meteorológica (temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento) en forma automática y en tiempo real, cada 15 minutos. Para calcular el riesgo de la presencia de *L. zonatus* en el estado de Morelos se recopilaron



los datos históricos de temperatura de los últimos 10 años de las estaciones antes mencionadas, los cuales fueron proporcionados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA 2006 versión ERIC III). Mientras que la información de la ubicación de los cultivos de sorgo en Morelos fue proporcionada por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2011).

Análisis de datos de temperatura base, unidades calor y datos históricos de temperatura y ubicación de los cultivos de sorgo. Los datos generados de temperatura base, unidades calor y datos históricos de temperatura se analizaron utilizando las siguientes programas: Vensim (versión 5.0), Simpec (versión 2.1) y Arcview (versión 3.3). Con Vensim se calculó el número de generaciones de *L. zonatus* en el área donde se ubica cada estación meteorológica en Morelos, proporcionándole la información de Tb y UCA calculadas anteriormente. El programa Simpec, permitió organizar en tablas la información de número de generaciones en el área donde se ubica cada estación meteorológica y Arcview permitió extraer los datos de Simpec y plasmar en un mapa del estado de Morelos el número de generaciones de *L. zonatus* mediante colores.

Ubicación de las áreas productoras de sorgo en riesgo para *Leptoglossus zonatus*. En el estado de Morelos se ubicaron las áreas destinadas al cultivo de sorgo (formato vectorial de almacenamiento elaborado y proporcionado por la SEMARNAT, Morelos, 2011). Esta información se traslapó con el mapa calculado anteriormente sobre el número de generaciones de *L. zonatus* para cada estación meteorológica, obteniendo mediante colores los siguientes niveles de riesgo: bajo (una generación por año), medio (dos generaciones por año) y alto (tres generaciones por año).

RESULTADOS

Ciclo biológico, tablas de vida y supervivencia de *L. zonatus*. En la condición uno, los huevos tardaron 10 días para eclosionar, la duración de las ninfas (1-5) varió de 3 a 12 días, siendo la ninfa 5 la de mayor duración. El tiempo total de desarrollo de huevo hasta la ninfa 5 fue de 46 días, con una longevidad del adulto de 63 días. El ciclo de vida completo fue de 109 días (Cuadro 1). La mayor mortalidad se presentó en la ninfa 5 (37.5%), ninfa 2 (30.6%) y en la ninfa 3 (23.5%), con una esperanza de vida mayor en la etapa de huevo (3.7) y ninfa 1 (3.1) (Cuadro 2). En la condición dos, los huevos tardaron 11 días para eclosionar, la duración de los estadios ninfales (1-5) varió de 4 a 18 días, siendo la ninfa 5 la de mayor duración. El tiempo total de desarrollo de huevo a ninfa 5 fue de 58 días con una longevidad del adulto de 121 días, el ciclo de vida completo fue de 179 días (Cuadro 1). La mayor mortalidad se presentó en la ninfa 4 (7.7%) y en la ninfa 2 (5.2%), con una esperanza de vida mayor en el estado de huevo (5.3) y ninfa 1 (4.6) (Cuadro 3). En la condición tres, los huevos tardaron en eclosionar 9 días, mientras que la duración de los estadios ninfales (1-5) fue de 5 a 9 días. El tiempo total de desarrollo de huevo a ninfa 5 fue de 43 días con una longevidad del adulto de 85 días. El ciclo de vida completo fue de 128 días (Cuadro 1). La mayor mortalidad se presentó en la ninfa 2 y la ninfa 5 (25.5% y 27.3% respectivamente) con una esperanza de vida mayor en huevo (3.9) y ninfa 1 (2.9) (Cuadro 4).

De acuerdo con el análisis de los datos, existieron diferencias significativas entre las curvas de supervivencia de las tres condiciones evaluadas ($P = <0.001$). El tiempo promedio de supervivencia en la condición uno fue de

Cuadro 1. Ciclo biológico de *Leptoglossus zonatus* en las tres condiciones de cría establecidas en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.

| Etapas de desarrollo | (C1) 24.8 °C, 69.4% HR | | (C2) 20.7 °C, 72.8% HR | | (C3) 21.5 °C, 65.5% HR | |
|----------------------|---------------------------|------------|---------------------------|-----------|---------------------------|------------|
| | Individuos | (días) | Individuos | (días) | Individuos | (días) |
| Huevo | 60 | 10 ± 0.7 | 60 | 11 ± 1.4 | 60 | 9 ± 1.5 |
| Ninfa 1 | 54 | 4 ± 1.4 | 57 | 4 ± 2.1 | 60 | 5 ± 5 |
| Ninfa 2 | 49 | 7 ± 1.7 | 57 | 10 ± 1.4 | 51 | 5 ± 1.15 |
| Ninfa 3 | 34 | 3 ± 0.4 | 54 | 6 ± 0 | 38 | 9 ± 1.8 |
| Ninfa 4 | 26 | 10 ± 2.8 | 52 | 9 ± 1 | 29 | 7 ± 2.3 |
| Ninfa 5 | 24 | 12 ± 0.7 | 48 | 18 ± 1.2 | 22 | 8 ± 2.6 |
| Adulto | 15 | 63 ± 4.9 | 47 | 121 ± 3.5 | 16 | 85 ± 10 |
| Total(días) | | 109 ± 11.3 | | 179 ± 2.1 | | 128 ± 28.6 |

Condición uno (C1) = Laboratorio de fitopatología, Condición dos (C2) = Jaula techada y Condición tres (C3) = Sombra natural.

Cuadro 2. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición uno (C1) = Laboratorio de fitopatología, en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.

| Etapas de desarrollo | Nx | dx | lx | qx | Lx | Tx | ex |
|----------------------|----|----|------|------|------|-------|------|
| | | | | (%) | | | |
| Huevo | 60 | 6 | 1 | 10 | 57 | 224.5 | 3.7 |
| Ninfa 1 | 54 | 5 | 0.9 | 9.2 | 51.5 | 167.5 | 3.1 |
| Ninfa 2 | 49 | 15 | 0.82 | 30.6 | 41.5 | 116 | 2.36 |
| Ninfa 3 | 34 | 8 | 0.56 | 23.5 | 30 | 74.5 | 2.19 |
| Ninfa 4 | 26 | 2 | 0.43 | 7.7 | 25 | 44.5 | 1.71 |
| Ninfa 5 | 24 | 9 | 0.4 | 37.5 | 19.5 | 19.5 | 0.81 |
| Adulto | 15 | | 0.25 | | | | |

Nx = número de individuos, dx = núm. de individuos que mueren entre dos edades, lx = sobrevivientes en el tiempo x, qx = probabilidad de morir expresado en %, Lx = promedio de supervivientes entre dos edades, Tx = número total de días que les quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x, ex = esperanza de vida.

Cuadro 3. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición dos (C2) = jaula techada, en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.

| Etapas de desarrollo | Nx | dx | lx | qx | Lx | Tx | ex |
|----------------------|----|----|------|-----|------|-------|------|
| | | | | (%) | | | |
| Huevo | 60 | 3 | 1 | 5 | 58.5 | 321.5 | 5.3 |
| Ninfa 1 | 57 | 0 | 0.95 | 0 | 57 | 263 | 4.6 |
| Ninfa 2 | 57 | 3 | 0.95 | 5.2 | 55.5 | 206 | 3.6 |
| Ninfa 3 | 54 | 2 | 0.9 | 3.7 | 53 | 150.5 | 2.7 |
| Ninfa 4 | 52 | 4 | 0.86 | 7.7 | 50 | 97.5 | 1.8 |
| Ninfa 5 | 48 | 1 | 0.8 | 2.1 | 47.5 | 47.5 | 0.98 |
| Adulto | 47 | | 0.78 | | | | |

Nx = número de individuos, dx = núm. de individuos que mueren entre dos edades, lx = sobrevivientes en el tiempo x, qx = probabilidad de morir expresado en %, Lx = promedio de supervivientes entre dos edades, Tx = número total de días que les quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x, ex = esperanza de vida.

Cuadro 4. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición tres (C3) = sombra natural, en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.

| Etapas de desarrollo | Nx | dx | lx | qx | Lx | Tx | ex |
|----------------------|----|----|------|------|------|-------|-----|
| | | | | (%) | | | |
| Huevo | 60 | 0 | 1 | 0 | 60 | 238 | 3.9 |
| Ninfa 1 | 60 | 9 | 1 | 15 | 55.5 | 178 | 2.9 |
| Ninfa 2 | 51 | 13 | 0.85 | 25.5 | 44.5 | 122.5 | 2.4 |
| Ninfa 3 | 38 | 9 | 0.63 | 23.7 | 33.5 | 78 | 2 |
| Ninfa 4 | 29 | 7 | 0.48 | 24.1 | 25.5 | 44.5 | 1.5 |
| Ninfa 5 | 22 | 6 | 0.36 | 27.3 | 19 | 19 | 0.8 |
| Adulto | 16 | | 0.26 | | | | |

Nx = número de individuos, dx = núm. de individuos que mueren entre dos edades, lx = sobrevivientes en el tiempo x, qx = probabilidad de morir expresada en %, Lx = promedio de supervivientes entre dos edades, Tx = número total de días que les quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x, ex = esperanza de vida.

46.6 días y una media de supervivencia de 25 individuos observada en el estadio ninfal 5. En la condición 2 y 3 fue de 121.6 días y 37 y de 56.9 días y 15 individuos, respectivamente; en ambas condiciones el tiempo promedio de

supervivencia y número de individuos sobrevivientes se observó en la etapa adulta de *L. zonatus* (Fig. 1).

Mapa de riesgo para las áreas sorgueras del estado de Morelos, temperatura base y constante térmica de

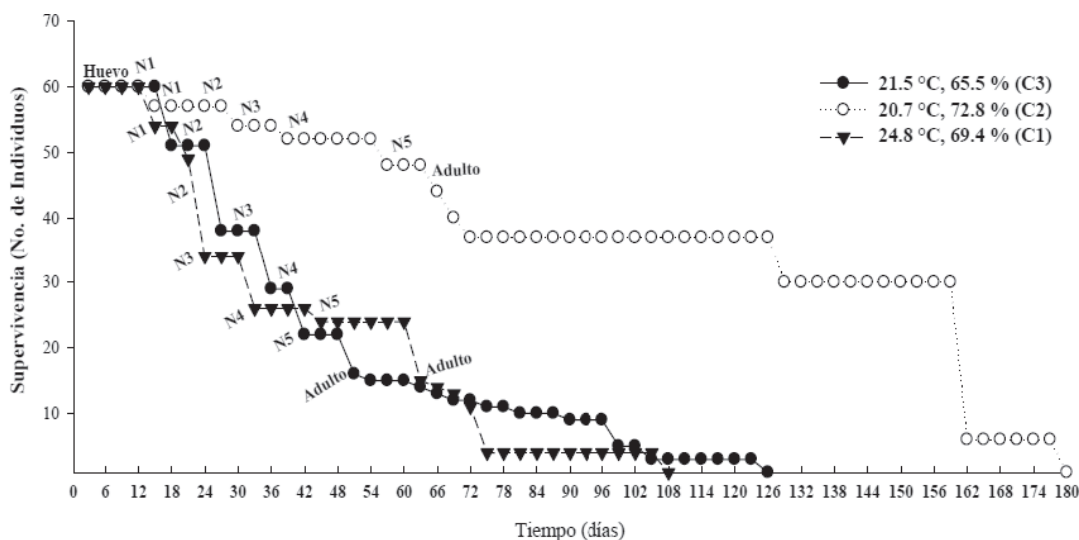


Figura 1. Supervivencia de *Leptoglossus zonatus* obtenida en las tres condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec, Morelos. Prueba de Kaplan-Meier, $H = 90.197$, $gl = 2$, $P = <0.001$. Diferencia entre grupos Holm-Sidak. Condición uno (C1) = Laboratorio de fitopatología, Condición dos (C2) = Jaula techada. Condición tres (C3) = Sombra natural.

***Leptoglossus zonatus*.** La temperatura base de *L. zonatus* considerando la combinación de las condiciones uno y dos fue de 11.65°C , para la combinación de las condiciones uno y tres fue de 13.13°C y para la combinación de las condiciones dos y tres fue de 6.33°C . El promedio de las tres combinaciones proporcionó una temperatura base de 10.37°C . En función de esta temperatura las unidades calor acumuladas requeridas para el desarrollo de huevo a adulto de *L. zonatus* fueron de $1,680^{\circ}\text{D}$ (Cuadro 5). El

número de días transcurridos desde huevo hasta la última oviposición de la hembra para la condición uno (C1) fue de 152 días, para la condición dos (C2) fue de 164 días y para la condición tres (C3) fue de 109 días.

De acuerdo con la temperatura base obtenida y las unidades calor acumuladas, se determinó que existe el riesgo de que *Leptoglossus zonatus* presente hasta 3.5 generaciones al año (Fig. 2). De acuerdo con los resultados obtenidos basados en las unidades calor acumuladas re-

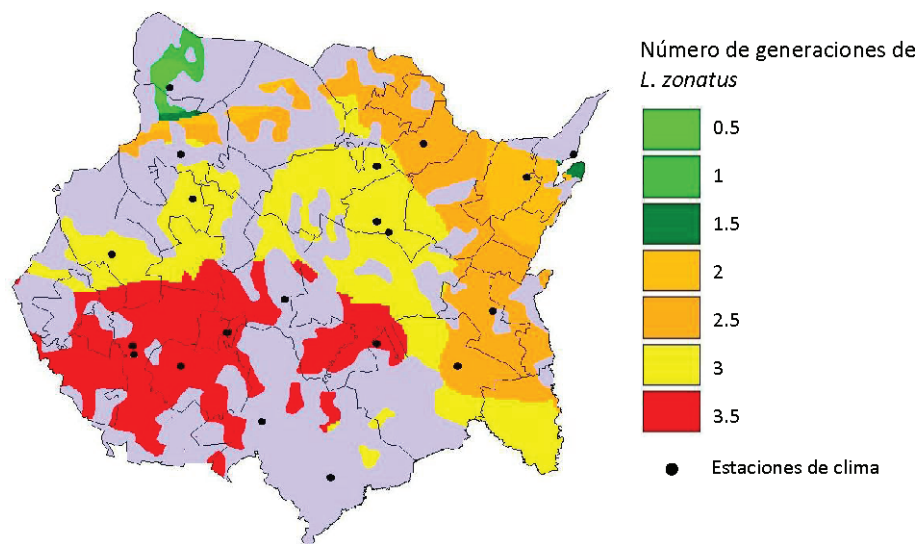


Figura 2. Mapa del estado de Morelos donde se aprecia el número de generaciones de *L. zonatus* con base en las unidades calor acumuladas.

Cuadro 5. Temperatura base y unidades calor para las diferentes condiciones de cría establecidas en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.

| Combinación | Duración (días) | Tm | Tb | UCA (°D) |
|-------------|-----------------|-------|-------|----------|
| C1-C2 | 109 | 24.8 | 11.65 | |
| C1-C3 | 164 | 20.39 | 13.13 | |
| C2-C3 | 152 | 21.5 | 6.33 | |
| Promedio | 141.66 | 22.23 | 10.37 | 1,680 |

Tm = Temperatura media, Tb = Temperatura base, UCA = Unidades Calor Acumuladas, °D = grados día. Condición uno (C1), Condición dos (C2), Condición tres (C3).

queridas para el desarrollo óptimo de *L. zonatus*, las zonas productoras de sorgo que presentan alto riesgo son los municipios de Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miacatlán, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapán, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo y la parte oeste de Cuautla. Los municipios que presentan riesgo medio son: Temoac, Zacualpan de Amilpas, Tetela del Volcán, Ocuilco, Yecapixtla, parte este de Cuautla, Atlatlahucan, Tlayacapan, Totolapan y Tlalnepantla. La zona norte que comprende los municipios de Huitzilac y Cuernavaca se

consideran de riesgo bajo debido a que son zonas templadas que limitan el desarrollo de *Leptoglossus zonatus* (Fig. 3).

DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas en el ciclo biológico de *L. zonatus* alimentadas con grano de sorgo en estado lechoso, bajo las condiciones de estudio se atribuyen principalmente a la temperatura y con menor relevancia a la dieta, ya que a 20.4 °C y 74% HR el ciclo biológico fue de 179 días, mientras que a 24.8 °C y 69% HR el ciclo biológico fue de 109 días. Matrangolo y Waquil (1994), criaron a *L. zonatus* a base de sorgo, obteniendo una duración de 94.25 días a 28 ± 2 °C y $78 \pm 5\%$ HR. De igual manera, Jackson *et al.* (1995) determinaron que el número de días requerido para el desarrollo de *L. zonatus* tanto en dieta artificial como en dieta natural con ejote, incrementó significativamente conforme la temperatura disminuyó, ya que ellos obtuvieron un ciclo de vida de 104. 2 y 357.2 días a 35 y 20 °C con dieta artificial y 89.3 y 331.4 días a 35 y 20 °C con dieta artificial.

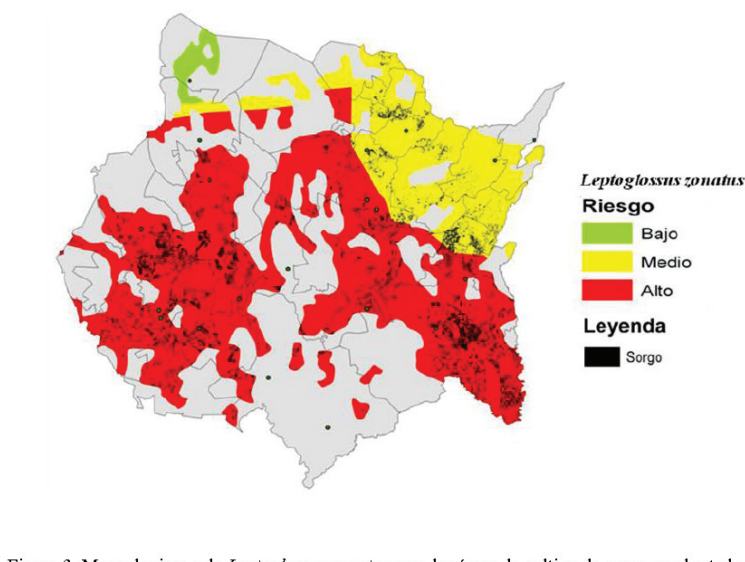


Figura 3. Mapa de riesgo de *Leptoglossus zonatus* para las áreas de cultivo de sorgo en el estado de Morelos. ■ Indica las zonas productoras de sorgo.



El sorgo contiene los nutrientes esenciales para el desarrollo y reproducción de los insectos, como lo demostraron Saavedra y Gutiérrez (2008) quienes realizaron un estudio en el que determinaron que el sorgo contiene de 70 a 90% de carbohidratos y de 7.1 a 14.2% de proteínas. Desafortunadamente es difícil comparar los resultados aquí obtenidos con los de otros trabajos publicados con esta especie y con diferentes tipos de alimentación y condiciones de cría ya que en esos trabajos se limitaron a dar solamente algunos aspectos de la biología de este insecto. Por ejemplo, Xiao y Fadamiro (2009) al alimentar a *L. zonatus* con mandarina "satsuma" *Citrus unshiu* (Marcovitch 1914) a 25 ± 2 °C, $50 \pm 10\%$ HR, reportaron un tiempo de desarrollo total de huevo al quinto estado ninfal de ≈ 50 días, la longevidad de la hembra fue de ≈ 73 vs 57 días del macho. Jackson *et al.* (1995), demostraron el efecto de la temperatura sobre la supervivencia de *L. zonatus*; ellos evaluaron temperaturas desde 20 hasta 35 °C a 40-60% HR, alimentándolos con ejote y una dieta meridica. En ambos tipos de alimento los adultos tuvieron una mayor longevidad a 20 °C, aunque los adultos alimentados con dieta fueron significativamente más longevos (176.5 ± 26.5 y 260.3 ± 12.3 días respectivamente). De todos los factores ambientales, el que ejerce un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos, es probablemente la temperatura, por su importante incidencia sobre los procesos bioquímicos en organismos ectotérmicos como son los insectos (Marco 2001). Esto lo confirman Higley *et al.* (1986), quienes mencionan que altas temperaturas activan el funcionamiento de enzimas, aumentan la velocidad de las reacciones químicas y como consecuencia disminuye el tiempo de desarrollo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, *L. zonatus* tiene un potencial de establecimiento en las áreas sorgueras de Morelos, debido a que existen las condiciones climáticas y plantas hospederas adecuados, además de que estas últimas tienen una distribución uniforme; esto facilita la dispersión de la plaga y le permite tener lugares de refugio. Además, tiene una alta capacidad reproductiva y de dispersión, lo que puede repercutir en un daño económico significativo para el sorgo. *Leptoglossus zonatus* puede vivir en condiciones diferentes, alargando o acortando el ciclo de vida dependiendo de las condiciones de temperatura, alimento y humedad relativa.

El conocer aspectos fundamentales del ciclo biológico de una plaga tales como la duración de cada estadio de desarrollo o detectar la etapa más susceptible a morir, son importantes para tomar una decisión que permita al productor tomar medidas preventivas y de control en

condiciones de campo. El análisis de riesgo es una herramienta que requiere determinar temperaturas máximas y mínimas, la temperatura base y el ciclo biológico expresado en unidades calor acumuladas. Debido a que no existía información de la temperatura base, unidades calor acumuladas y mapas de riesgo para *L. zonatus*, tanto a nivel nacional como internacional, el aporte de este estudio permitirá mantener el cerco de vigilancia para hacer detecciones tempranas y eliminar los posibles focos de infestación en las áreas sorgueras de Morelos. Existen estudios recientes en los que se usan mapas de riesgo; tal es el caso de la vigilancia de *Cactoblastis cactorum* (Berg, 1885) en México, considerada como plaga de las cactáceas en los países colindantes. Además, se emplean mapas de riesgo como complemento para el fortalecimiento de la vigilancia, ya que permiten identificar posibles zonas de establecimiento de la plaga (López *et al.*, 2010). En 2003 se estableció el Sistema de Alerta Fitosanitaria en el estado de Guanajuato (SIAFEG 2011, <http://www.siafeg.com/siafeg/siafeg.htm>) (9 de noviembre 2011), en el cual participan la SAGARPA, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Fundación Guanajuato Produce A.C. y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG). Se encuentran disponibles estudios de riesgo para algunos patógenos de los cultivos de maíz, frijol, trigo y brócoli. Con el conocimiento generado, ahora será posible detectar las primeras infestaciones de *L. zonatus* en las diferentes áreas sembradas con sorgo en el estado de Morelos.

AGRADECIMIENTOS. La primera autora, agradece el apoyo del CONACYT y del PIFI del I.P. N. por el apoyo proporcionado durante sus estudios de Maestría en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, campo experimental Zacatepec, Morelos, por las facilidades para desarrollar este trabajo en sus instalaciones. Los autores también agradecen al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) por los datos históricos de temperatura proporcionados para la realización del presente trabajo. Al M. en C. Francisco Rivera Tejeda de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SAGARPA) se agradece la aportación de la ubicación de los cultivos de sorgo en Morelos. También agradecemos los comentarios y sugerencias de los árbitros y del editor.

LITERATURA CITADA

Allen, R. C. (1969). A revision of the genus *Leptoglossus* Guérin (Hemiptera: Coreidae). *Entomologica Americana*, 45, 35-140.

- Arce, P. J. (1999). *El achiote Bixa orellana L. Cultivo promisorio para el trópico*. Earth (first ed.) Turrialba, Costa Rica 149 pp.
- 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, 133-137.
- Essig, E. O. (1926). *Insects of Western North America*. MacMillan, New York. 1035 pp.
- García, G. C., López, C. J., Nava, T. M., Villanueva, A. J. & Vera, G. J. (2006). Modelo de Predicción de Riesgo de Daño de la mosca pinta *Aeneolamia postica* (Walker) Fennah (Hemiptera: Cercopidae). *Neotropical Entomology*, 35, 667-688.
- Grimm, C. (1999). Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92, 127-136.
- Grimm, C. & Guharay, F. (1998). Control of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* and shield-backed bug *Pachycoris klugii* with entomopathogenic fungi. *Biocontrol Science and Technology*, 8, 365-376.
- Grimm, C. & Manes, J. M. (1997). Insectos asociados al cultivo de tempate (*Jatropha curcas* L.) en el Pacífico de Nicaragua. I. Scutelleridae (Heteroptera). *Revista Nicaragüense de Entomología*, 39, 13-26.
- Henne, D. C., Johnson, S. J. & Bourgeois, W. J. (2003). Pest status of leaf-footed bugs (Heteroptera: Coreidae) on citrus in Louisiana. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society*, 116, 240-241.
- Higley, S. G., Pedigo, L. P. & Ostlie, K. R. (1986). Degday: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. *Environmental entomology*, 15, 999-1016. <http://www.ingentaconnect.com/content/esa/envent/1986/00000015/00000005/art00001>. (9 de noviembre 2011).
- IMTA. (2006). VERSIÓN ERIC III. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua http://www.cesvmor.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=147. (9 de noviembre 2011).
- Jackson, C. G., Tveten, M. S. & Figuli, P. J. (1995). Development, longevity and fecundity of *Leptoglossus zonatus* on a meridic diet. *Southwestern Entomologist*, 20, 43-48.
- Jones, W. A. (1993). New host and habitat associations for some Arizona Pentatomoidea and Coreidae. *Southwestern Entomologists*, (Suppl.) 16, 1-29.
- Kubo, R. K. & Batista, F. A. (1992). Ocorrência e danos provocados por *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em citros. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 21, 467-470.
- López-Collado, J. (2009). Análisis de riesgo de plagas y enfermedades. pp. 158-177. In Bautista, M. N. Soto, R. L., Pérez, P. R., y Hernández J. D. (Eds.), *Tópicos selectos de estadística aplicados a la fitosanidad*. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. México. 256 pp.
- López-Vázquez, V. H., Cibrián-Tovar, J. & Mata-Cuéllar, F. (2010). Vigilancia de *Cactoblastis cactorum* (Berg) en México. *Entomología Mexicana*, 9, 407: 998.
- Marchiori, C. H. (2002). Natural enemies of *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) on maize in Itumbiara, Goiás. *Biotemas*, 15, 69-74.
- Marco, V. (2001). Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al manejo integrado de plagas mediante el método de grados-día. *Boletín Sociedad Entomología Aplicada*, 28, 147-150.
- Matrangolo, W. J. R. & Waquil, J. M. (1994). Biología de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) alimentados com milho e sorgo. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 23, 419-423.
- Mitchell, P. L. (2000). Leaf-footed bugs (Coreidae), pp. 337-403. In C. W. Schaefer y A. R. Panizzi (Eds.) *Heteroptera of Economic Importance*. Boca Raton, CRC Press. USA.
- Monjarrez-Pérez, G. I. & Rodríguez-Maldonado, M. A. (2007). Evaluación de alternativas de manejo integrado de plagas (MIP) comparada con el manejo convencional en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): en época de postera en la comarca Cofradía, Managua 2005. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía Departamento de Protección Agrícola y Forestal. Managua, Nicaragua. 44 pp.
- Morales-Morales, J. C., Aguilar-Astudillo, E. Quiroga-Madrigal, R. R. & Rosales-Esquinca, M. A. (2011). Insectos asociados al fruto del piñón (*Jatropha curcas* L.) en los municipios de Villaflores y Villa Corzo. *Chiapas, México. Dugesiana*, 18, 85-89.
- Panizzi, A. R. (1989). Desempenho de ninfas e adultos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em diferentes alimentos. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 18, 375-389.
- Quayle, H. J. (1938). *Insects of citrus and other subtropical fruits*. Comstock Publishing Co. Ithaca, New York. 583 pp.
- Ramírez, D. J. J. (2011). Estudio del patosistema de la pitahaya *Hylocereus* spp. (A. Berger, Britton & Rose) en Tepoztlán, Morelos. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México, 108 pp.
- Saavedra-Núñez, M. B. & Gutiérrez-Centeno, M. J. (2008). Comparación de alternativas de manejo de plagas convencional e integrado (MIP), en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): en época de postera, 2006. Trabajo de graduación. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua, 37 pp.
- SAGARPA. (2009). Monitor Agroeconómico 2009 del estado de Morelos. Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México 16 pp.
- SAGARPA, Morelos. (2011). Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Delegación Morelos.
- SIAFEG. (2011). http://www.siafeg.com/Estudios%20de%20Riesgo/estudios_riesgo.htm. (9 de noviembre 2011).
- Schaefer, C. W. & Panizzi, A. R. (2000). Economic importance of Heteroptera: a general view, pp. 3-8. In C. W. Schaefer & A. R. Panizzi (Eds.), *Heteroptera of economic importance*. CRC Press, Boca Raton.
- 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, 37-42.
- Souza, C. E. P. & Amaral-Filho, F. B. (1999). Nova planta hospedeira de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 28, 753-756.



- Souza Filho, M. F. & Costa, V. A.** (2003). Manejo integrado de pragas da goiabeira, pp. 177-206. In D. E. Rozane, F. A. d'Araújo Couto (Eds.), *Cultura de goiabeira: tecnologia e mercado Empresa Júnior de Agronomia*. Viscosa: UFV; EJA.
- Tarango, R. S. H., García, M. L. B. & González, H. A.** (2003). Especies, daño y control natural de chinches en nogal pecanero. México. Campo Experimental Delicias (CEDEL)-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto Técnico No. 14. 39 p.
- Tepole-García, R. E., Pineda-Guillermo, S., Martínez-Herrera, J. & Castrejón-Gómez, V. R.** (2012). Records of two pest species, *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae) and *Pachycoris klugii* (Heteroptera: Scutelleridae), feeding on the physic nut, *Jatropha curcas*, in Mexico. *Florida Entomologist*, 95, 208-210.
- Xiao, Y. & Fadamiro, H.** (2009). Host preference and development of *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) on satsuma mandarin. *Horticulture Entomology*, 102, 1908-1914.
- Zucchi, R. A., Neto, S. S. & Nakano, O.** (1993). *Guia de identificação de pragas agrícolas*. 5ª Ed. Fealq, Paracicaba. 139 pp.