



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**CENTRO DE DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS**

**CICLO BIOLÓGICO Y ANÁLISIS DE RIESGO DE *Leptoglossus*  
*zonatus* DALLAS (HETEROPTERA: COREIDAE) PARA EL  
SORGO EN EL ESTADO DE MORELOS**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**EN**

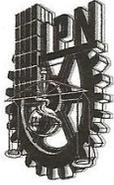
**MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

**PRESENTA**

**ROSA ELBA TEPOLE GARCÍA**



**YAUTEPEC, MORELOS, DICIEMBRE DE 2011**



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Yautepec, Morelos siendo las 11:00 horas del día 4 del mes de Noviembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CEPROBI para examinar la tesis titulada:  
Ciclo biológico y análisis de riesgo de *Leptoglossus zonatus* Dallas (Heteroptera: Coreidae) para el sorgo en el estado de Morelos

Presentada por el alumno:

<u>Tepole</u> Apellido paterno	<u>García</u> Apellido materno	<u>Rosa Elba</u> Nombre(s)
Con registro:		
B	0	9 1 3 1 0

aspirante de:

Maestría en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Víctor Rogelio Castrejón  
Gómez

Dr. Jorge Martínez Herrera

Dr. Sergio Ramírez Rojas

Dr. René Arzuffi Barrera

Dr. Federico Castrejón Ayala

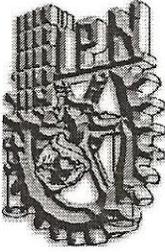
M. en C. Leticia Bravo Luna

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Antonio R. Jiménez Aparicio



SEP IPN  
CENTRO DE DESARROLLO  
DE PRODUCTOS BIÓTICOS  
YAUTEPEC, MOR.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

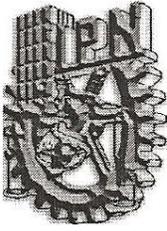
**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS**

En la ciudad de Yautepec, Mor. siendo el día 08 del mes de diciembre del año 2011, la que suscribe Rosa Elba Tepole García alumna del Programa de Maestría en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades, con número de registro B091310, adscrita al Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Víctor Rogelio Castrejón Gómez y el Dr. Jorge Martínez Herrera y cede los derechos del trabajo intitulado “Ciclo biológico y análisis de riesgo de *Leptoglossus zonatus* Dallas (Heteroptera: Coreidae) para sorgo en el estado de Morelos”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deberán reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo, sin el permiso expreso de la autora y/o directores del trabajo. Este puede obtenerse escribiendo a la siguiente dirección: Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Carretera Yautepec-Jojutla, Km 6.0, Calle CeProBi No.8, Col. San Isidro, C.P. 62731 Yautepec, Morelos, México, Fax: (01) (55) 57296000 ext. 82512 ó 01-7353941896, e-mail: [ceprobi@ipn.mx](mailto:ceprobi@ipn.mx) (<http://www.ceprobi.ipn.mx>). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

---

Lic. Rosa Elba Tepole García



## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Con base en el artículo 57 fracción I del Reglamento de Estudios de Posgrado vigente y en la Sección IV del Código de Ética del IPN, hacemos constar que el trabajo de tesis “Ciclo biológico y análisis de riesgo de *Leptoglossus zonatus* Dallas (Heteroptera: Coreidae) para sorgo en el estado de Morelos” es responsabilidad del Dr. Víctor Rogelio Castrejón Gómez, el Dr. Jorge Martínez Herrera y la Lic. Rosa Elba Tepole García y que ni los datos experimentales ni el texto han sido usados para obtener otro grado académico en el país o en el extranjero. Cualquier colaboración o cita textual fue declarada y reconocida en el documento.

Yautepec, Morelos a 08 de Diciembre del 2011

ATENTAMENTE

Dr. Víctor Rogelio Castrejón Gómez

---

Nombre y firma de director de tesis

Dr. Jorge Martínez Herrera

---

Nombre y firma de director de tesis

Lic. Rosa Elba Tepole García

---

Alumna

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecología Química de Insectos del Departamento de Interacciones Planta-Insecto del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, bajo la dirección del Dr. Víctor Rogelio Castrejón Gómez y el Dr. Jorge Martínez Herrera, así como una estancia en el laboratorio de Fitopatología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Zacatepec, Morelos, bajo la supervisión del Dr. Sergio Ramírez Rojas. Para la realización de los estudios se contó con el apoyo económico de CONACyT (registro: 290272), de Programa Institucional de Formación de Investigadores de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN. La investigación fue realizada con el financiamiento otorgado a los proyectos de la SIP 2011014.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS Y A LA VIRGENCITA DE GUADALUPE POR LA VIDA QUE ME HAN DADO, POR HABERME PERMITIDO LLEGAR HASTA AQUÍ.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES PARA EL DR. SERGÍO RAMÍREZ, A LOS ING. JUAN CARLOS E ING. ROCIO, POR ENSEÑARME LO RELACIONADO CON ANÁLISIS DE RIESGO Y DEJARME SER PARTE DE SUS VIDAS.

CON CARIÑO AGRADEZCO ESPECIALMENTE A LA M. EN C. LETICIA BRAVO LUNA POR SU CONSTANTE Y OPORTUNA SUGERENCIA DURANTE TODO EL TRABAJO. MIL GRACIAS. DIOS LA BENDIGA.

AL DR. VÍCTOR CASTREJÓN Y JORGE MARTÍNEZ

CON AFECTO AL DR. RENÉ ARZUFFI Y AL DR. FEDERICO CASTREJÓN POR SUS OBSERVACIONES, QUE FUERON DE GRAN APOYO PARA ESTE TRABAJO.

A MIS AMIGAS LETICITA Y ARE, POR TODO EL APOYO BRINDADO, ASÍ COMO TAMBIEN A VONNE, SUSAN, GEORGINA, SANDRA, RUBÉN, DANIEL, CESAR, ADRIANA, JESUS, KATYA Y OLGA. GRACIAS POR COINCIDIR.

A DON TINO, DOÑA JACO POR HACERME SENTIR COMO DE SU FAMILIA.

AL CEPROBI-IPN POR ABRIRME LAS PUERTAS PARA SEGUIR PREPARANDOME.

A CONACYT, POR EL APOYO ECONÓMICO BRINDADO.

## DEDICATORIA

CON AMOR A MI VIEJITO LINDO “†ANTONIO TEPOLE ENRIQUEZ” POR TODO SU AMOR, CONSEJOS Y DEDICACIÓN PARA CON MIGO. TU AUSENCIA ME DEJO UN GRAN VACIO, PERO UNA GRAN ENSEÑANZA DE AMOR Y HUMILDAD.

A MI CABECITA DE ALGODÓN “MI ABUE” †BENANCIA, POR TODOS LOS CONSEJOS, LAS NOCHES EN VELA QUE PASO A MI LADO.

A MI FAMILIA: A MI PADRE PEDRO Y MI MADRE †VIRGINIA Y POR SUPUESTO CON TODO MI AMOR “AMIS HERMANOS: DULCE, RAÚL, HORTENCIA, RANGEL, JUDITH, CESAR, VIRGINIA Y DONALDO”.

A MÍ HERMANITO CESAR Y BICHO! POR SER MI INSPIRACIÓN Y MOTIVACIÓN PARA SEGUIR ADELANTE.

## CONTENIDO

	Página
CONTENIDO	I
ÍNDICE DE CUADROS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 <i>Leptoglossus zonatus</i>	3
2.1.1. Origen y distribución	3
2.1.2. Taxonomía y morfología	3
2.1.3. Importancia	5
2.1.4. Hospederos	5
2.1.5. Ciclo biológico <i>Leptoglossus zonatus</i>	9
2.1.6. Establecimiento de crías	9
2.1.7. Métodos de control de <i>Leptoglossus zonatus</i>	11
2.1.7.1. Químico	11
2.1.7.2. Biológico	11
2.2. Cultivo de sorgo	12
2.3. Análisis de riesgo de plagas	14
2.3.1. Elementos que componen el análisis de riesgo	15
2.3.2. Grados día o Unidades calor (°D)	15
2.3.3. Métodos para calcular grados día	16
2.3.3.1. Método de Promedios o máximas y mínimas	16

2.3.3.2.	Método de curva sigmoideal (Baskerville-Emin)	17
2.3.3.3.	Representación del método de integración continua	18
2.3.4.	Herramientas para el análisis de datos	19
3.	JUSTIFICACIÓN	20
4.	OBJETIVOS	21
4.1.	Objetivo general	21
4.2.	Objetivos específicos	21
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1.	Supervivencia de <i>Leptoglossus zonatus</i> por efecto de la alimentación con maíz, frijol, piñón mexicano y jitomate.	22
5.2.	Fecundidad de hembras de <i>Leptoglossus zonatus</i>	23
5.3..	Temperatura base y unidades calor acumuladas para el desarrollo de <i>Leptoglossus zonatus</i> .	24
5.3.1.	<i>Leptoglossus zonatus</i> en la condición ambiental de CeProBi-IPN	24
5.2.2.1.	Temperatura base y constante térmica de <i>Leptoglossus zonatus</i> .	24
5.3.2.	<i>Leptoglossus zonatus</i> en la condición ambiental del INIFAP-Zacatepec	24
5.4.	Cálculos para la obtención de la temperatura base y unidades calor de <i>Leptoglossus zonatus</i>	27
5.5.	Elaboración del mapa de riesgo para <i>L. zonatus</i> en zonas productoras de sorgo del estado de Morelos.	28
5.5.1.	Datos históricos de temperaturas para el estado de Morelos	28
5.5.2.	Análisis de datos de temperatura base, unidades calor y datos históricos de temperatura y ubicación de sorgo.	29
5.5.3.	Ubicación de las zonas productoras de sorgo en riesgo para <i>L. zonatus</i>	30
6.	RESULTADOS	31
6.1.	Supervivencia de <i>Leptoglossus zonatus</i> alimentada con diferentes hospederos.	31

6.2.	Fecundidad de hembras de <i>Leptoglossus zonatus</i> alimentadas con maíz.	34
6.3.	Ciclo biológico de <i>L. zonatus</i> en cinco condiciones ambientales	34
6.3.1.	CeProBi-IPN	34
6.3.2.	INIFAP-Zacatepec	38
6.4.	Temperatura base y constante térmica de <i>Leptoglossus. zonatus</i>	43
6.4.1.	Mapa de riesgo de <i>Leptoglossus zonatus</i> para las zonas sorgueras del estado de Morelos.	44
7.	DISCUSIÓN	47
8.	CONCLUSIONES	54
9.	PERSPECTIVAS	55
10.	LITERATURA CITADA	56

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Condiciones en las que se estableció la cría de <i>Leptoglossus zonatus</i> .	26
Cuadro 2. Oviposición de hembras de <i>Leptoglossus zonatus</i> , durante toda su vida alimentadas con maíz	34
Cuadro 3. Ciclo biológico de <i>L. zonatus</i> en dos condiciones establecidas en el CeProBi-IPN	37
Cuadro 4. Tabla de vida de <i>Leptoglossus zonatus</i> para la condición uno, ubicada en el CeProBi-IPN, Yautepec, Morelos	37
Cuadro 5. Tabla de vida de <i>Leptoglossus zonatus</i> para la condición dos, ubicada en el CeProBi-IPN, Yautepec, Morelos	38
Cuadro 6. Ciclo biológico de <i>Leptoglossus zonatus</i> en tres condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec.	41
Cuadro 7. Tabla de vida de <i>Leptoglossus zonatus</i> para la condición tres, ubicada en el INIFAP-Zacatepec.	41
Cuadro 8. Tabla de vida de <i>Leptoglossus zonatus</i> para la condición cuatro, ubicada en el INIFAP-Zacatepec	42
Cuadro 9. Tabla de vida de <i>Leptoglossus zonatus</i> para la condición cinco, ubicada en el INIFAP-Zacatepec.	42
Cuadro 10. Temperatura base y unidades calor para las condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.	43

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Representación gráfica del método de promedios	17
Figura 2	Representación del método de curva sigmoïdal	18
Figura 3	Representación del método de integración continua	18
Figura 4	Ubicación de la red estatal de las 21 estaciones meteorológicas en el estado de Morelos.	29
Figura 5.	Supervivencia de <i>Leptoglossus zonatus</i> , a partir de huevo hasta la muerte del adulto, alimentados con maíz, frijol, piñón mexicano y jitomate.	32
Figura 6.	Ciclo biológico de <i>L. zonatus</i> alimentados con maíz. y la duración promedio en días de cada etapa de desarrollo.	33
Figura 7.	Supervivencia de <i>Leptoglossus zonatus</i> en dos condiciones ambientales evaluadas en el CeProBi-IPN.	35
Figura 8.	Supervivencia de <i>Leptoglossus zonatus</i> obtenida en las tres condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec,Morelos.	39
Figura 9.	Número de generaciones de <i>L. zonatus</i> en el estado de Morelos. Con base en unidades calor acumuladas.	45
Figura 10.	Mapa de riesgo de <i>Leptoglossus zonatus</i> para las áreas de cultivo de sorgo en el estado de Morelos	46

## RESUMEN

*Leptoglossus zonatus* es una especie generalista, a pesar de su importancia económica en sorgo, nogal y piñón mexicano, en México no hay estudios de su ciclo biológico ni métodos de prevención. Por lo que en el presente trabajo se estudió la supervivencia de *L. zonatus* alimentadas con cuatro hospederas, para el establecimiento de una cría, su ciclo de vida en cinco condiciones y el riesgo de su incidencia para el cultivo de sorgo en el estado de Morelos. Se alimentó con maíz (elote), frijol (ejote), piñón mexicano (fruto) y jitomate (fruto), obteniendo mayor supervivencia con maíz. El ciclo biológico en las cinco condiciones varió de  $109 \pm 1.4$  días ( $29^\circ \text{C}$  y  $40.53\% \text{HR}$ ) a  $181 \pm 0.7$  ( $19.34^\circ \text{C}$  y  $68.64\%$ ). Con los datos de la duración en días de huevo hasta la última oviposición de los adultos en tres de las condiciones estudiadas se obtuvo una temperatura base de  $10.37^\circ \text{C}$  y 1,680 unidades calor acumuladas (UCA); estos datos se procesaron con los programas Vensim 4.2 para calcular las UCA, Simpec 2.1 para calcular el número de generaciones de *L. zonatus* y Arcview 3.3 para plasmar con colores en un mapa del estado de Morelos el número de generaciones de *L. zonatus* en zonas productoras de sorgo en Morelos. Se consideró como riesgo alto la presencia de 3 generaciones/ año, como riesgo bajo a 2 generaciones y como riesgo nulo a una generación año. El mayor riesgo se observó en los municipios de Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miacatlán, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo y la parte oeste de Cuautla.

## ABSTRACT

*Leptoglossus zonatus* is a specie polyphagous of economic importance in sorghum, walnut and mexican pinion in Mexico, however there are no studies of its life cycle and prevention. For this reason its decided to study their survival, in four host plants, its life cycle in five different environmental conditions and the risk of their occurrence in sorghum cultivated in Morelos state, México. The insect rearing was fed with corn, beans, tomato, and Mexican pinion. The most survival was observed with corn. The life cycle of the *L.zonatus* was  $109 \pm 1.4$  days (29 °C and 40.53% relative humidity) to  $181 \pm 0.7$  days (19.34 °C and 68.64% relative humidity). Using this information was calculate the number of days from egg to adult oviposition last it obtained a base temperature of 10.37 °C and 1.680 cumulative heat units (°D), these data were processed with the program Vensim 4.2 to calculated °D, Simpec 2.1 to calculate the number of generations of *L. zonatus* and Arcview 3.3 for capture on the map of Morelos the number of generations of *L. zonatus* in sorghum producing areas. High risk was considered the presence of three generations by year, as low risk as two generations and no risk a generation. The high risk was seen in Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miacatlán, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo and Cuautla municipalities.

## 1. INTRODUCCIÓN

La chinche patas de hoja (*Leptoglossus zonatus* Dallas) (Heteroptera: Coreidae), es una especie generalista que se alimenta de cultivos de importancia económica, como maíz, jitomate, algodón, soya, frijol, tomate, mandarina, entre otros (Allen, 1969; Albrigo y Bullock 1977; Matrangolo *et al.*, 1994; Grimm, 1999; Schaefer y Panizzi, 2000; Henne *et al.*, 2003; Fadamiro *et al.*, 2008; Ramírez, 2007). En México *L. zonatus* está reportada como plaga en nogal pecanero (*Carya allinoinensis* W) (Tarango *et al.*, 2007, Hernández *et al.*, 2002). También ha sido registrada alimentándose en el piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) (Morales *et al.*, 2011), achiote (*Bixa orellana* L) (Sánchez, 2001), pitahaya (Ramírez, 2011), pepino, granada y sorgo (Castillo *et al.*, 2010).

En el estado de Morelos, el sorgo es uno de los principales cultivos de temporal, con una producción de 211,240.9 toneladas (SAGARPA, 2009). Se ha reportado en Nicaragua, que *L. zonatus* se alimenta de los granos de sorgo en estado lechoso, provocando decoloración, pudrición, granos vanos y caída del mismo (Trabanino y Matute, 1997). Estos daños facilitan la infección y colonización de patógenos como hongos, bacterias y virus (Prom y Perumal, 2008), ocasionando pérdidas en el rendimiento debido al manchado del grano, limitando así la exportación (Trabanino y Matute, 1997).

Para el control de *L. zonatus*, se utilizan tradicionalmente insecticidas químicos como la cipermetrina, esfenvalerato y carbaril (CATIE, 2001); otros métodos de control que han dado buenos resultados en Brasil es mediante enemigos naturales como parasitoides de

huevos y adultos (Souza y Amaral, 1999; Marchiori, 2002) y hongos entomopatógenos, pero su uso no es reportado a gran escala (Grimm y Guharay, 1998).

Una estrategia para prevenir o reducir el riesgo de ataque de plagas en cultivos es mediante el análisis de riesgo, para lo cual es necesario generar información como influencia de la temperatura en el ciclo biológico del insecto, datos históricos de temperaturas y humedad relativa del ambiente del área de riesgo, distribución del cultivo y su etapa fenológica susceptible, entre otros (García *et al.*, 2005).

Se sabe que *L. zonatus* es un insecto hemimetábolo, que pasa por cinco estadios antes de llegar al estado adulto y que dependiendo del alimento y las condiciones de temperatura y humedad relativa, el macho puede llegar a vivir 109 días y la hembra 113 en el cultivo de piñón mexicano (Grimm y Somarriba, 1999) alimentadas con sorgo los machos tienen una longevidad de 54.3 días y la hembra 71 días (Matrangolo y Waquil, 1994), criados con maíz 42 y 43.4 días respectivamente (Panizzi, 1989) y alimentados con ejote viven en promedio 79.4 días (Jackson *et al.*, 1995).

Dado a lo antes mencionado *L. zonatus* podría convertirse en una plaga potencial de cultivos de importancia económica como lo es el sorgo, por lo cual este trabajo tuvo como objetivo generar información para el análisis de riesgo de este insecto en sorgo cultivado en el estado de Morelos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. *Leptoglossus zonatus* Dallas**

#### **2.1.1. Origen y distribución**

El género *Leptoglossus* Guérin, es un grupo complejo de coreidos con amplias dilataciones en la tibia. Se distribuye desde el Sur de Canadá a través de los Estados Unidos, México, Antillas, Centro América y América del Sur incluyendo Chile y Argentina (Brailovsky y Barrera, 1998). En 1969, Allen proporcionó una clave para 37 especies de *Leptoglossus* (Brailovsky y Barrera, 2004). Dentro de las cuales se encuentra *L. zonatus*, especie originaria de Norte América, apareció por primera vez como plaga en cultivos de cítricos en Luisiana, Estados Unidos, en 1996. Es una especie ampliamente distribuida que se encuentra en los Estados Unidos, México, América Central y sur América (Allen, 1969 citado por Brailovsky y Barrera, 1998).

#### **2.1.2. Taxonomía y morfología**

De acuerdo a Brailovsky y Barrera (1998), *Leptoglossus zonatus* está clasificada taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Animal

División: Arthropoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterigota

Orden: Heteroptera

Suborden: Hemiptera

Familia: Coreidae

Subfamilia: Coreinae

Tribu: Anisoscelini

Género: *Leptoglossus*

Especie: *L. zonatus* Dallas

Su ciclo de vida se divide en tres fases que son huevo, ninfa y adulto (Davis, 1991).

Huevo. La hembra oviposita de 20 a más huevos casi siempre cerca de los tallos, hojas o cerca de la vena de la hoja (Mead, 1999), en hileras (o cadenas) pegados unos con otros, recién ovipositados son de color verde y con el transcurso de los días tienden a un color café cobrizo. Son cilíndricos, en la base plana, con abundantes poros en el córion (Tarango, 2007).

Ninfa. Presenta cinco estadios, ninfa 1, 2, 3, 4 y 5, miden en promedio 2.78, 5.07, 7.11, 11.25 y 15.79 mm de longitud respectivamente (Grimm y Somarriba, 1999). En los primeros estadios son de color naranja y a partir del quinto estadio hasta adulto se tornan a una coloración café obscuro. Las ninfas tienden a ser gregarias en sus primeros estadios (Mead, 1999), encontrándose en el mismo ambiente que los adultos (Xiao, 2009).

Adultos. La especie presenta como característica distintiva en la parte anterior al pronoto, dos manchas amarillas redondas, con puntos negros, ocupando más allá del disco anterior (Gibson, 1917). Una banda amarilla en forma de zigzag a través del hemélitro, las tibias de

las patas traseras son expandidas en forma de hojas, de ahí su nombre común (chinche patas de hoja). El segmento antenal es bicolor (café-amarillo) y la cápsula genitalia del macho con una muesca profunda redonda, con una prolongación dorsal prominente (Brailovsky y Barrera, 1998), la hembra es moderadamente más grande, mide 20.7 mm y el macho 18.34 mm (Grimm y Somarriba, 1999).

### **2.1.3. Importancia**

Los heteropteros presentan aparato bucal perforador-chupador con mandíbulas y maxilas semejantes a estiletes y protegidas por el labio prolongado (Davis, 1991). La familia Coreidae incluye chinches de hábito alimenticio fitófago. Una especie cercana a *L. zonatus* es *L. phyllopus*, se alimenta de sorgo desde la floración hasta la maduración del grano, cuando las plantas son más susceptibles a patógenos. Estos insectos dañan el cultivo al succionar los jugos de los granos de sorgo en desarrollo y otras partes de la panícula. El daño mecánico de las semillas provocada por los insectos permite la infección y colonización por hongos, bacterias y virus, además de reducir el rendimiento y la germinación de la semilla; puede ser portador de fitopatógenos como: *Claviceps africana*, *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Curvularia* spp., *Bipolaris* spp., *Trichothecium* spp., *Aspergillus* spp. y *Rhizopus* spp. (Prom y Perumal, 2008).

### **2.1.4. Hospederas**

*Leptoglossus zonatus* es una especie generalista, se alimenta de cultivos de importancia económica como el sorgo (Matrangolo *et al.*, 1994), maíz (Souza, 1999, Schaefer y Panizzi,

2000), cítricos (Albrigo y Bullock, 1977; Henne *et al.*, 2003; Fadamiro *et al.*, 2007, 2008), jatrofa (Grimm, 1999); sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) y los cardos (*Cynara cardunculus* Lino), que pueden de igual forma servir como importantes hospederos para ninfas en desarrollo (Hubbard, 1885 citado por Xiao, 2009). También ha sido registrada en un gran número de especies de hospederos que cubre un total de 14 familias de frutales, forrajeras y ornamentales, entre ellas algunas familias como Anacardiaceae, Asteraceae, Cactaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Musaceae, Pedaliaceae, Poaceae, Rubiaceae, Sterculiaceae (Jean-Michel, 2004), Acanthaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Gramineae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Palmae, Passifloraceae, Puniaceae, Rosaceae, Rutaceae y Solanaceae (Souza, 1999).

En Delicias, Chihuahua, México se hizo una investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la alimentación de cinco especies de chinches en distintas fases de crecimiento y desarrollo, entre ellas *L. zonatus*, sobre el fruto del nogal pecanero (*Carya illinoensis* Wang), se encontró que *L. zonatus*, *L. clypealis* y *Chlorochroa ligata* causaron caída de nueces, cuya intensidad varió con la fase de crecimiento y desarrollo del fruto, considerándolas plagas potenciales del fruto durante la fase final de crecimiento del mismo, en el llenado de la almendra y hasta la cosecha (Tarango *et al.*, 2007; Tarango y González, 2009).

En Nicaragua se reporta a *L. zonatus* atacando en grupos, principalmente en estado ninfal, succionando la savia del tallo y vainas de la pitahaya (*Hylocereus* sp.), produciendo

decoloraciones (VIFINEX, 2000) y transmitiendo enfermedades, atacando principalmente durante los meses secos (OIRSA, 2000).

Recientemente, las especies *L. zonatus* y *L. phyllopus* fueron identificadas como plagas clave en la mandarina en Luisiana, Estados Unidos, por grandes pérdidas económicas (Henne *et al.*, 2003, Fadamiro *et al.*, 2008).

En Marcovitch, Estados Unidos bajo condiciones de laboratorio [ $25 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $50 \pm 10\%$  HR y 14:10 (Luz: Oscuridad)] se realizó un estudio sobre la preferencia del hospedero de *L. zonatus*, comparando la atracción de ninfas y adultos en frutos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), mandarina (*Citrus unshutu* M.), durazno [*Prunus persica* (L.) Batsc], naranja enana (*Fortunella* sp. Fortune) y limón (*Citrus limon* L.). Los resultados demostraron que el tomate fue el más preferido por las ninfas y adultos. En mandarina fue preferida por ninfas a partir del segundo estadio. También se estudió el desarrollo de *L. zonatus* alimentado con mandarina, obteniendo aproximadamente 39 huevos por hembra con un tiempo total de desarrollo de 50 días, desde huevos hasta adultos, la hembra tuvo una longevidad de 73 días y los machos 53 (Xiao y Fadamiro, 2009).

Grim y Somarriba (1999), reprodujeron a *L. zonatus* con dietas a base de frutos verdes de piñón mexicano (temperatura mínima de  $26.7^\circ\text{C}$ , máxima de  $31.1^\circ\text{C}$  y HR mínima de 69% y máxima de 78%) los resultados demostraron que el piñón es un buen hospedero, que puede mantener poblaciones de esta especie a través de los años.

En el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) se reportó que la chinche succiona la savia de los frutos cuando tienen un tamaño de 2 cm de diámetro causando su deformación y secado (García, 2003).

En cultivos de paste (*Luffa cylindrica*), se han identificado como potencialmente dañinos: *Teognis conogra*, *L. zonatus* y *Leptoglossus* sp. (Heteroptera: Coreidae), tanto las ninfas como los adultos perforaron la cáscara y succionaron la savia de los frutos en crecimiento (Guzmán, 1997).

Adultos y ninfas *L. zonatus*, se observaron alimentándose en tulípero del gabón (*Spathodea campanulata*) en Campinas, Sao paulo, Brasil, Tambien se observó en la cereza de jamaica (*Malpighia glabra*), posiblemente las usada como fuente alternativa de alimento (Souza y Amaral-Filho, 1999; Albuquerque, 2000).

Succhi *et al.* (1993) citado por Souza y Baldin (2009), mencionan que el ataque de *L. zonatus* en las regiones maiceras de Brasil, ocasiona daños de hasta el 15 %.

En Nicaragua, en todas partes del pacífico sur de este país, *L. zonatus* ha sido reportada, como una de las principales plagas del sorgo (*Sorghum vulgare*), el daño lo causan las ninfas y el adulto, succionan la savia de los granos en desarrollo, esto provoca un grano vano, decoloración, pudrición y pérdida de la semilla, causando también pérdidas en el rendimiento del grano debido al manchado; lo cual causa limitantes para su exportación. Trabanino (1998). Pineda 1999, establece que el umbral económico de daño es de una chinche por panoja.

Sánchez (2001), menciona a *L. zonatus* como una de las principales plagas en el achiote, ya que se alimenta de las cápsulas de esta planta. Mientras que adultos y ninfas se encontraron atacando plantas y frutos de carambola (*Averrhoa carambola* L). El ataque afectó la calidad de la fruta y permitió que otros insectos de la familia Phoridae atacaran los frutos a través

de los orificios que deja *L. zonatus* junto con su contenido salival que provoca que la fruta no sea viable (Martins *et al.*, 2011).

#### **2.1.5. Ciclo biológico *Leptoglossus zonatus***

Su ciclo de vida es incompleto o hemimetábolo. Grimm y Somarriba (1999), mencionan una duración en estado de huevo de 8 días, pasando por 5 estadios ninfales con un tiempo total de desarrollo de 25.6 días, la hembra en estado adulto tarda 87.4 y el macho 83.6 días, en frutos de piñón mexicano. Panizzi (1989), realizó estudios en plantas de maíz y soya obteniendo que en dietas de maíz en estado adulto la hembra vive 43 días y el macho 42 días. Matrangolo y Waquil (1994), reportaron que en sorgo la duración del estado ninfal fue de 31.6 días, en estado adulto la hembra tardó 71 y 54.3 días el macho y alimentadas con maíz la etapa ninfal duró 28.7 días. Jackson *et al* (1980), hicieron estudios en ejote y obtuvieron que hembras y machos tardaron el mismo tiempo en estado adulto (79.4 días). Recientemente, Xiao y Fadamiro (2008), hicieron un estudio en mandarina, encontrando que los huevos tardan en emerger 14.7 días, el tiempo total ninfal fue de 50 días, en estado adulto el macho tardó 57 días y la hembra 73.

#### **2.1.6. Establecimiento de crías**

El proceso para el establecimiento de la cría comprende cuatro etapas: recolección de larvas en campo, desarrollo de larvas en el laboratorio, selección de adultos para dar continuidad a la cría .En laboratorio han sido fundamentalmente utilizadas dietas artificiales en especies con importancia médica y/o económica, ya sea por su papel perjudicial para el hombre, por

su utilización en lucha biológica, para alimentación de otros animales o para la elaboración de productos de consumo. En todos estos casos, lo que se ha pretendido es conseguir un gran número de ejemplares de una especie determinada para una posterior experimentación o explotación (Martiradonna, 2009).

En México no existen estudios del establecimiento de la cría para *L. zonatus*, sin embargo sí en Brasil y Estados Unidos.

En Alabama, Estados Unidos, se colectaron adultos de *L. zonatus* en hortalizas de mandarina satsuma los cuales se usaron para iniciar la cría en condiciones de laboratorio. Se colocaron en jaulas de madera (60 x 40 x 30 cm; 5 pares por caja), con paredes cubiertas con malla, se pusieron en las jaulas plántulas de frijol lima (3 macetas por caja) suplementada con frutos maduros de mandarina (3 por caja) y agua. Las cajas se registraban diariamente, para colectar los huevos recién ovipositados. Las plantas de frijol fueron remplazadas cada mes y los frutos de satsuma fueron remplazados quincenalmente. Las condiciones de cría fueron  $25 \pm 2$  °C,  $50 \pm 10\%$  HR, y un fotoperiodo de 14:10 (L: D). (Xiao, 2009).

En siete lagos, Brasil, se colectó 10 parejas de *L. zonatus* en cultivos de maíz y sorgo, se mantuvieron en cámaras incubadoras a temperatura de  $28 \pm 2$  °C,  $78 \pm 5\%$  HR y fotofase de 12 horas. Se utilizaron recipientes de PVC (de 7.5 cm de diámetro por 7.5 cm de altura), con una base forrada con papel filtro húmedo, el recipiente se cubrió en un extremo con tela de organza. Los insectos se alimentaron con granos de sorgo y maíz en etapa lechosa. Los adultos que provenían de la primera generación fueron separados en cajas. Los parámetros evaluados fueron periodo de incubación, sexo, periodo de precopúla, preoviposición,

número de huevos o número de oviposiciones por hembras, viabilidad de las ninfas en diferentes alimentos, número de estadios y duración de la etapa ninfal o longevidad de los adultos (Matrangolo y Waquil, 1994).

### **2.1.7. Métodos de control de *Leptoglossus zonatus***

#### **2.1.7.1. Químico**

El control químico de *L. zonatus* puede hacerse con insecticidas Malathion (1.5-2.0 litros /ha), vertimec o Metasystox (Cordero y Boshier, 2003), monarca, Karate 2,5 EC en dosis de 360-500 ml/ha (Alfonso, 2008), cipermetrina, esfenvalerato y Carbaril (CATIE, 2001).

Castillo (2010), menciona que si se encuentran de cuatro a cinco chinches por panoja en 100 panojas revisadas se aplica Carbaril a 1200 g/ha o Paration etílico a 500 g/ha.

#### **2.1.7.2. Biológico**

En Nicaragua se evaluó el efecto de dos hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) sobre adultos de *L. zonatus* y *Pachycoris klugii* Burmeister (Heteroptera: Scutelleridae) obteniendo una mortalidad de 94% para el primero y 65% para la segunda (Grimm y Guharay, 1998).

Otro método de control biológico que se evaluó contra *L. zonatus* fue el aceite de nim (*Azadirachta indica*), que por sus propiedades insecticidas provocó un 100% de mortalidad en las chinches cuando se aplicó en concentraciones del 5% diluido en 5ml de aceite en 500 ml de agua caliente a 80 °C, dejando reposar y usando con atomizadores (Cordero y Boshier, 2003). OIRSA (2000), así mismo menciona la aplicación de extractos acuosos

preparados con la semilla molida de nim con todo y cascara (40 gramos por litro de agua) o preparado con los dos productos comerciales nim 20 y nim25 (20 o 25 gramos por litro de agua).

En chihuahua, México se encontró que los huevos de *L. zonatus* son parasitados por *Neorileya ashmeadi* (Hymenoptera: Eupelmidae), *Telenomus goliathus* (Hymenoptera: Scelionidae) y *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera: Bethyridae) (Tarango y González, 2009).

En Brasil se realizó un estudio sobre ocurrencia de parasitoides en huevos de *L. zonatus*, se presento la incidencia del 64% del *Gryon* sp (Hymenoptera: Scelionidae), los adultos fueron parasitados por *Trichopoda pennipes* Fabricius (Diptera: Tachinidae) (Souza y Amaral, 1999).

La ocurrencia de diferentes parasitoides en huevos de *L. zonatus* en maíz, se registraron en Itumbiara, Brasil, se registraron cuatro especies diferentes: cinco de *Anastatus* sp. y dos de *Brasema* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae), 51 especies de *Gryon gallardoi* y seis de *Trissolcus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) (Marchiori, 2002).

## **2.2. Cultivo de sorgo**

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años a. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central-Etiopía o Sudán-, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de especies. Sin embargo, existen ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India (Nar, 2008).

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas se utiliza para consumo humano, forrajero y en procesos industriales de alimentos balanceados, para aves, porcinos, bovinos, entre otros (Galarza *et al.*, 2004). El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15 °C, situándose el óptimo hacia los 32 °C. Tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales; para lograr altas producciones el requiere entre 450 a 600mm de agua (Nar, 2008).

Los principales países productores de sorgo a nivel mundial en orden de importancia son Estados Unidos de América (26%), India (16%), Nigeria (11%), México (8%) y China (8%). El consumo de sorgo en México, sigue de cerca las pautas mundiales de producción-consumo, ya que la mayor parte de la producción se consume en los países en donde se produce, con excepción de Estados Unidos que tiene excedentes para la exportación (Galarza *et al.*, 2004). En nuestro país los principales estados productores de sorgo son Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacan, Nayarit, Morelos, Jalisco, San Luis Potosí, Nuevo León y Sonora.

En el estado de Morelos, se siembran alrededor de 40 000 ha de sorgo, con un rendimiento medio estatal de 4.611 ton por ha y un valor de producción de \$ 241, 309, 439.00 (SIACON, 2004).

Entre los insectos que atacan el cultivo de sorgo se encuentran: los insectos de suelo; falso alambre (*Epitragus sallei*), gallina ciega *Phyllophaga spp*, coralillo *Elasmopalpus lignoselus*, gusano alambre *Conoderus sp*, como insectos del tallo; taladrador mayor del tallo *Diatrea lineolata*, insectos del follaje; gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, y los insectos que atacan a la panoja; mosquita del sorgo *Stenodiplosis sorghicola* (Caqui Ilet),

chinche pata de hoja *Leptoglossus zonatus* (INTA, 1999 citado por Monjarrez y Rodríguez, 2007) y la chinche café *Oebalus mexicana* (Heteroptera: Pentatomidae) (SESAVEG, 2008).

### **2.3. Análisis de riesgo de plagas**

El análisis de riesgo es una herramienta aplicada en diversas áreas de la ciencia y la tecnología para la toma de decisiones; 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).

El análisis de riesgo de plagas se reconoce como el estudio de la posibilidad de introducción de una plaga a un sitio donde no se encontraba previamente, las consecuencias de dicha introducción y las alternativas de manejo. Por lo general, se considera el sitio, ya sea de un país o región (FAO, 1996, 2005). En el ámbito fitosanitario, desde la perspectiva cuarentenaria, el análisis de riesgo es un procedimiento que permite identificar, evaluar y manejar la introducción, establecimiento y dispersión de plagas de áreas contaminadas a áreas libres. Por otra parte, el manejo preventivo de plagas tiene como propósito reducir el riesgo de ataque de insectos perjudiciales a los cultivos mediante técnicas que permitan anticipar la ocurrencia de densidades dañinas (García-García *et al.*, 2006).

### **2.3.1. Elementos que componen el análisis de riesgo de plagas**

En la elaboración de un estudio de riesgo para plagas insectiles se pueden identificar los siguientes elementos: 1) ubicación de las zonas agrícolas, 2) clasificación de éstas zonas con base en criterios de clima y suelo, 3) integración de base de datos de series históricas de clima y de descripciones de los perfiles representativos de los suelos predominantes, 4) construcción de criterios de decisión que relacionen las características edafoclimáticas de las regiones con los requerimientos de los enemigos biológicos y permitan obtener una escala para calificar el grado en que la condición ambiental es favorable para la presencia del organismo dañino, 5) evaluación de estos parámetros a lo largo de la serie histórica de datos de clima y dentro de los períodos críticos de susceptibilidad del cultivo y 6) delimitación de las regiones agrícolas con base en la frecuencia con que se presentan condiciones favorables para el enemigo biológico. De acuerdo a la naturaleza del problema, el criterio para la delimitación puede definirse como la probabilidad de que se presenten un cierto número de días con condiciones favorables, o bien, se puede utilizar la variación en el número de días favorables a mismo nivel de probabilidad (SIAFEG, 2011).

### **2.3.2. Grados día o Unidades Calor (°D)**

Los insectos son organismos ectodérmicos, son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites, marcados por factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa o el fotoperiodo. Dentro de este intervalo, estos factores influyen a su vez sobre el nivel de respuesta de actividades tales como la alimentación, la dispersión, la oviposición o el desarrollo (Marco, 2001).

De todos los factores ambientales, el que ejerce un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos es la temperatura. Ello es debido principalmente a su importante incidencia sobre los procesos bioquímicos, al ser organismos ectodérmicos, por lo tanto no es de extrañar que la idea de utilizar la temperatura y su influencia sobre el tiempo de desarrollo como instrumento de predicción, haya sido ampliamente utilizada (Marco, 2001).

Los insectos se desarrollan dentro de un intervalo determinado de temperaturas, por lo que se han realizado modelos para estimar la tasa de desarrollo del insecto en función de estos intervalos; mediante el modelo de grados día o unidades calor acumuladas, que funciona con los datos del umbral mínimo de desarrollo y la integral térmica para cada estadio dentro de la población de insectos (Marco, 2001). Este modelo permite predecir con cierta anticipación, el momento de aparición en campo, de alguno de los estados de desarrollo del insecto. Un paso inicial para su aplicación en campo es la determinación, en laboratorio, de la constante térmica y temperatura umbral del insecto; aunque, estas constantes difieren en algunas especies y para cada región geográfica, por lo que deben ser determinadas con poblaciones locales (Hernández y Guerrero, 1989).

### **2.3.3. Métodos para calcular grados día**

#### **2.3.3.1. Método de promedios o método de máximas y mínimas**

Este es un método fácil, simple, preciso para calcular los grados día (°D). Supone que las temperaturas diarias se grafican linealmente originando un área bajo el triángulo (Figura 1) (Agnello *et al.*, 1993), y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{D} = \frac{[\text{Temperatura máxima diaria} + \text{Temperatura mínima diaria}] - \text{Umbral de desarrollo}}{2}$$

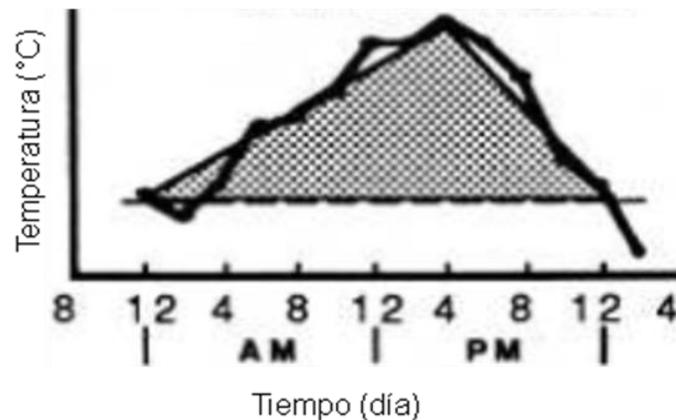


Figura 1. Representación gráfica del método de promedios

### 2.3.3.2. Método de curva sigmoideal (Baskerville-Emin).

Es un método preciso, asume que el ciclo diario de la temperatura se aproxima por la forma de una onda sigmoideal. El área bajo la curva es determinada por integración, para lo cual requiere realizar algunos cálculos. Este método usa las mismas temperaturas máximas y mínimas y el umbral de desarrollo que usa el método de promedios, pero tiende a acumular más grados día que el método anterior, particularmente a principios de la temporada (Figura 2) (Agnello *et al.*, 1993).

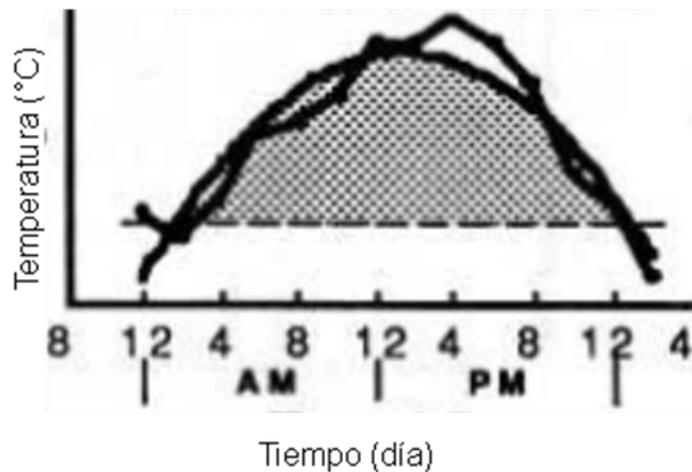


Figura 2. Representación del método de curva sigmoideal

### 2.3.3.3. Representación del método de integración continua

Este método es el más preciso y requiere de la lectura de múltiples temperaturas a través del día (cada hora o más frecuentemente), para obtener un gráfico de la temperatura en función del tiempo que sea realmente representativo de una situación en campo. El área bajo la curva es calculada mediante la integración (Figura 3) (Agnello *et al.*, 1993).

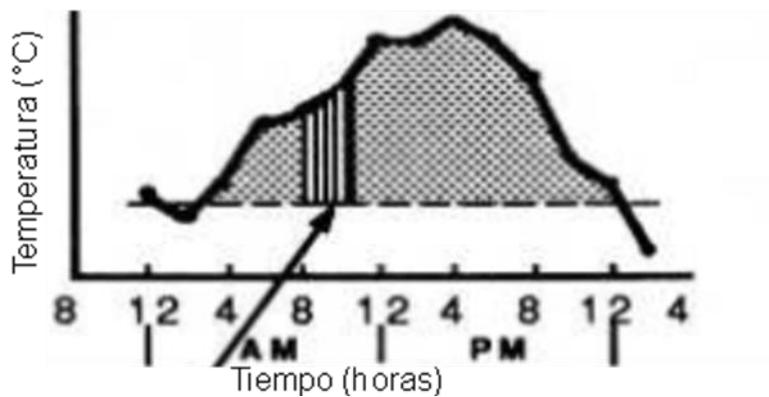


Figura 3. Representación del método de integración continua

#### **2.3.4. Herramientas para el análisis de datos.**

##### **Vemsin 5.0**

Vemsin es una herramienta visual de modelización que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. Provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación mediante diagramas de influencia y diagramas de Forrester (Dormido y Morilla, 2005).

##### **Simpec 2.1**

Es una herramienta que con los datos históricos de temperatura de una región, temperatura base, temperatura máxima y las unidades calor acumuladas del insecto plaga. Estima el número de generaciones del insecto, para la región.

##### **Arcview 3.3**

Es una herramienta poderosa y fácil de usar que mediante la información geográfica, permite visualizar, explorar, consultar y analizar los datos (INDECI, 2000).

### 3. JUSTIFICACIÓN

En México *Leptoglossus zonatus* es reportada como plaga en el cultivo de nogal pecanero y piñón mexicano, es un insecto polífago, que puede alimentarse de otros cultivos de importancia económica como: maíz, jitomate, algodón, soya, frijol, mandarina y sorgo entre otros, siendo el sorgo el principal cultivo de temporal para Morelos y el de mayor superficie de siembra, por lo cual *L. zonatus* puede llegar a convertirse en una plaga potencial de este cultivo. En México no existen estudios sobre el ciclo biológico del insecto, hábitos alimenticios, umbral económico, temperaturas de desarrollo, enemigos naturales, etc., que es información básica para establecer un modelo de predicción para que el productor pueda tomar medidas precautorias, ante la amenaza de este insecto. Para generar la información básica, es necesario contar con una cría bajo condiciones de laboratorio y campo, que permita determinar el análisis de riesgo de *L. zonatus* en sorgo de temporal del estado de Morelos.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

Determinar el ciclo biológico de *Leptoglossus zonatus* en diferentes condiciones ambientales y realizar el análisis de riesgo en el cultivo de sorgo del estado de Morelos.

### 4.2. Objetivos específicos

Determinar la supervivencia de *Leptoglossus zonatus* por efecto de la alimentación con maíz, frijol, piñón mexicano y jitomate.

Determinar la temperatura base y las unidades calor acumuladas para el desarrollo de *L. zonatus*.

Obtener un mapa de riesgo para *L. zonatus* en zonas productoras de sorgo del estado de Morelos.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecología Química de Insectos del Departamento de Interacciones Planta - Insecto, del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CeProBi-IPN) y en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) campus Zacatepec, Morelos.

### **5.1. Supervivencia de *Leptoglossus zonatus* por efecto de la alimentación con maíz, frijol, piñón mexicano y jitomate.**

Se colectaron manualmente adultos y ninfas de *L. zonatus* en un cultivo de sorgo de la localidad de Barranca Honda del municipio de Tlaltizapan, Morelos (18°49'22.85 N y 99°06'13.68 O) y de una plantación experimental de piñón mexicano en el CeProBi-IPN (18°49'45.48 N y 99°05'35.73 O) y se colocaron en cajas de acrílico (27 x 23 x 25 cm<sup>2</sup>). Los insectos se llevaron al Laboratorio de Ecología Química de Insectos y se sexaron de acuerdo a las claves de Bravilosky (1998). Las parejas se colocaron en cajas de acrílico en una cara de la caja se colocó una malla a través de la cual se manipularon los insectos. Las ninfas se colocaron en recipientes de plástico transparente de dos litros la tapa fue cubierta con tela de organza, tanto los adultos como ninfas se alimentaron con vainas tiernas (ejote) de frijol (ejote) y frutos de piñón mexicano de 25 mm de diámetro (Grimm, 1999) y se les adicionó por separado agua y miel en tubos “eppendorf” perforados de la base. El alimento se les cambió cada tercer día hasta que las hembras ovipositaron. Diariamente se realizaron

observaciones y se registró el día de oviposición de las hembras, para posteriormente retirar los huevos y confinarlos en recipientes de plástico transparente de dos litros ( la tapa fue cubierta con tela de organza), formando grupos de 10 individuos por recipiente con 10 repeticiones, cada grupo se alimentó individualmente con vainas tiernas de frijol (ejote), fruto tierno de maíz (grano lechoso), piñón mexicano (25 mm de diámetro) y frutos maduros de tomate; los frutos se cambiaron cada tercer día. Se registró la mortalidad (%) y la supervivencia (No. de individuos) hasta que el último individuo llegó al estado adulto. Los resultados obtenidos se analizaron por medio de la prueba 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).

## **5.2. Fecundidad de hembras de *Leptoglossus zonatus***

Una vez que los individuos que se alimentaron con maíz llegaron al estado adulto, se sexaron y se colocaron por parejas en recipientes de plástico transparente de dos litros, la tapa se cubrió con tela de organza y se siguieron alimentando con maíz. Se registró el número de oviposiciones de 10 hembras, el número de huevos por puesta y el número de huevos por hembra (los datos obtenidos se promediaron).

### **5.3. Temperatura base y unidades calor acumuladas para el desarrollo de *Leptoglossus zonatus*.**

#### **5.3.1. *Leptoglossus zonatus* en la condición ambiental de CeProBi-IPN**

Se establecieron dos condiciones de cría en el CeProBi-IPN (cuadro 1). Se colocaron 30 huevos en un recipiente de plástico de dos litros y la tapa fue cubierta con tela de organza. En cada recipiente se colocaron dos trozos de maíz de 5 cm de longitud (en estado lechoso), evitando el daño de los granos para impedir la invasión de patógenos (hongos, bacterias), para la alimentación de las ninfas desde su nacimiento hasta que muere el adulto, el alimento se cambió cada tercer día. En cada condición se colocaron dos recipientes (n = 60 huevos), en la primera se ubicaron sobre una mesa de trabajo y en la segunda condición, los recipientes se colgaron a una altura de 1.5 m del suelo. Las variables que se midieron en ambos casos fueron mortalidad (%), supervivencia (No. de individuos), duración (días) de cada estadio.

#### **5.3.2. *Leptoglossus zonatus* en la condición ambiental del INIFAP-Zacatepec**

Se establecieron tres condiciones de cría (Cuadro 1). Cría en el Laboratorio de Fitopatología, 2) Jaula techada con lamina de asbesto y forrada con malla anti-áfidos (3 m de largo x 2 m ancho x 5 m de altura), 3) Bajo sombra natural de unos árboles de naranjo a una altura de 1.7 m). Los huevos se colocaron en los recipientes antes descritos, pero se alimentaron con frutos en estado lechoso de sorgo.

Para las cinco 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 que muere el adulto.

Con los datos obtenidos se elaboraron tablas de vida teniendo en cuenta las siguientes variables: número de individuos ( $N_x$ ), número de individuos que mueren entre dos edades ( $dx$ ), sobrevivientes en el tiempo  $x$  ( $l_x$ ), probabilidad de morir ( $q_x$ ), promedio de supervivientes entre dos edades ( $L_x$ ),  $T_x$  número total de días que le quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad  $x$ .  $e_x$  esperanza de vida.

También se realizó 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).

Cuadro 1. Condiciones en las que se estableció la cría de *Leptoglossus zonatus*

No.	Condiciones	Lugar
1	Tm 29° C (34° C máx.-24.7° C mín.), HR 40.53 % (73 % máx.-15.5 % mín.)	CEPROBI-IPN Laboratorio de EQI
2	Tm 19.34 °C (36.6° C máx-4.3° C mín), HR 68.64 % (97.9 % máx. y 15 % mín.)	CEPROBI-IPN Sombra natural
3	24.8° C (33.1° C máx.- 11.2° C mín.) HR 69.47 % (98.2 % máx.-15.8 % mín.)	INIFAP-ZACATEPEC Laboratorio de Fitopatología
4	Tm 20.7° C (32.2° C máx.-6.5° C mín.) HR 72.86 % (103.6 % máx.-18.2 % mín.)	INIFAP-ZACATEPEC jaula techada
5	Tm 21° C (máx. 39.7 %-mín. 5 %), HR 65.5 % (100.9 % máx.-15 % mín.)	INIFAP-ZACATEPEC Sombra natural

Tm= temperatura media, HR= humedad relativa media, EQI= Ecología Química de Insectos.

#### 5.4. Cálculos para la obtención de la temperatura base y unidades calor de *Leptoglossus zonatus*

Con los datos obtenidos del ciclo biológico hasta la última oviposición de la hembra de *L. zonatus* en el campo experimental INIFAP-ZACATEPEC. Laboratorio de Fitopatología (3), jaula techada (4) y bajo sombra natural (5), se procedió a determinar la temperatura base empleando la siguiente ecuación:

$$T_b = \frac{n_3 * T_3 - n_4 * T_4}{n_3 - n_4}$$

donde

T<sub>b</sub>= Temperatura base

n<sub>i</sub>= Duración del desarrollo de *L. zonatus* (días) de cada nivel térmico (3, 4, 5 de las condiciones antes mencionadas)

T<sub>i</sub>= Temperatura promedio de cada nivel (3, 4, 5)

a) Se hizo una combinación de los niveles 3 y 4

$$T_b = (n_3 * T_3) - (n_4 * T_4) / n_3 - n_4$$

b) Se hizo una combinación de los niveles 3 y 5

$$T_b = (n_3 * T_3) - (n_5 * T_5) / n_3 - n_5$$

c) Se hizo una combinación de los niveles 4 y 5

$$T_b = (n_4 * T_4) - (n_5 * T_5) / n_4 - n_5$$

- 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*.
- e) Una vez obtenida la  $T_b$ , se calcularon las unidades calor de *L. zonatus*, empleando el método de “temperaturas medias” (Soto *et al.*, 1999).

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

Donde

$K$ = constante térmica ( $^{\circ}D$ ) o unidades calor acumuladas (UCA)

$n$ = duración promedio del desarrollo de las tres condiciones (días)

$T$ = temperatura promedio del periodo de las tres condiciones ( $^{\circ}C$ )

$T_b$ = temperatura base promedio ( $^{\circ}C$ )

## **5.5. Elaboración del mapa de riesgo para *L. zonatus* en zonas productoras de sorgo del estado de Morelos.**

### **5.5.1. Datos históricos de temperaturas para el estado de Morelos**

En el estado de Morelos se encuentran distribuidas 21 estaciones meteorológicas automatizadas (Figura 4), que registran y colectan información meteorológica (temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, dirección del viento y humedad de la hoja) 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, los cuales fueron proporcionados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2006 versión ERIC III).

La información de la ubicación de los cultivos de sorgo en Morelos fueron proporcionados por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

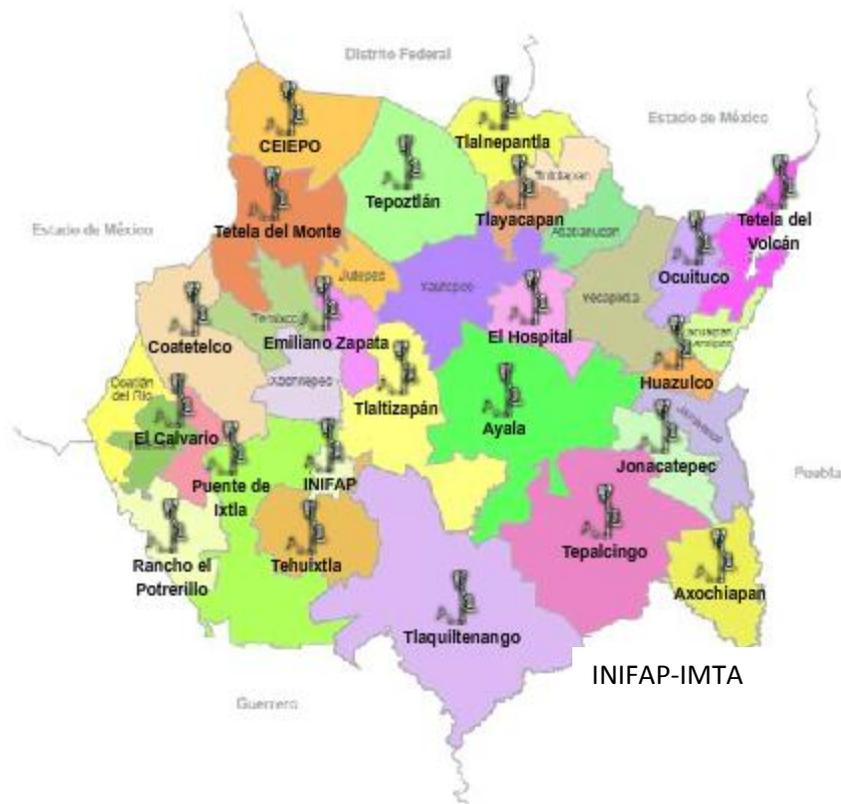


Figura 4. Ubicación de la red estatal de las 21 estaciones meteorológicas en el estado de Morelos.

### 5.5.2. Análisis de datos de temperatura base, unidades calor y datos históricos de temperatura y ubicación de sorgo.

Los datos generados de temperatura base, unidades calor y datos históricos de temperatura se analizaron utilizando las siguientes herramientas 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.

### **5.5.3. Ubicación de las zonas productoras de sorgo en riesgo para *L. zonatus***

En el estado de Morelos se ubicaron las áreas destinadas al cultivo de sorgo (formato vectorial de almacenamiento elaborado y proporcionado por el M. en C. Francisco Rivera Tejeda, SEMARNAT, Morelos), 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 niveles de riesgo: bajo (1 generación por año), medio (2 generaciones por año) y alto (3 generaciones por año).

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Supervivencia de *Leptoglossus zonatus* alimentada con diferentes hospederos.

El ciclo biológico fue significativamente diferente ( $P < 0.001$ ) en las cuatro hospederas evaluadas. Los alimentados con maíz, más del 50 % de los individuos completaron el ciclo biológico y presentaron un tiempo promedio de supervivencia de 61.11 días, con frijol 25.26 días, piñón mexicano (21.8 días) y jitomate (11.76 días) (Figura 5).

*Leptoglossus zonatus* alimentado con maíz presentó una mortalidad de huevo del 5 %, ninfal de 36 % y hasta el estado adulto 42 %, con una longevidad del adulto de 86 días; la etapa de huevo tuvo 9 días de duración y fue mayor que los estadios ninfales 1, 2, 3, 4 y 5 (Figura 6). Los alimentados con frijol la mortalidad de huevo fue de 9 %, ninfal fue de 94 % y en la etapa adulta 97 %. En cambio los individuos que se alimentaron con piñón mexicano y jitomate tuvieron una mortalidad de 100% en la ninfa 2 (Figura 5).

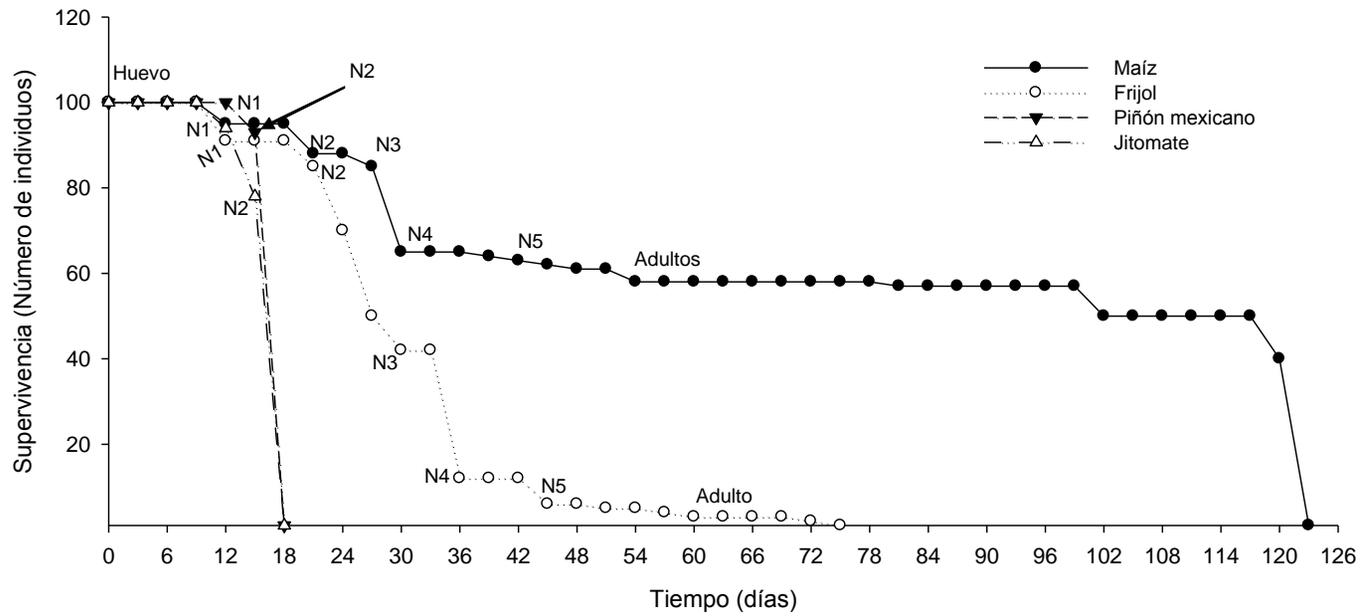


Figura 5. Supervivencia de *Leptoglossus zonatus*, a partir de huevo hasta la muerte del adulto, alimentados con maíz, frijol, piñón mexicano y jitomate. Prueba de análisis de supervivencia Kaplan-Meier: Log-Rank.,  $H= 391.939$ ,  $gl=3$   $P<0.001$ . → indica la ninfa 2 alimentadas con piñón mexicano.

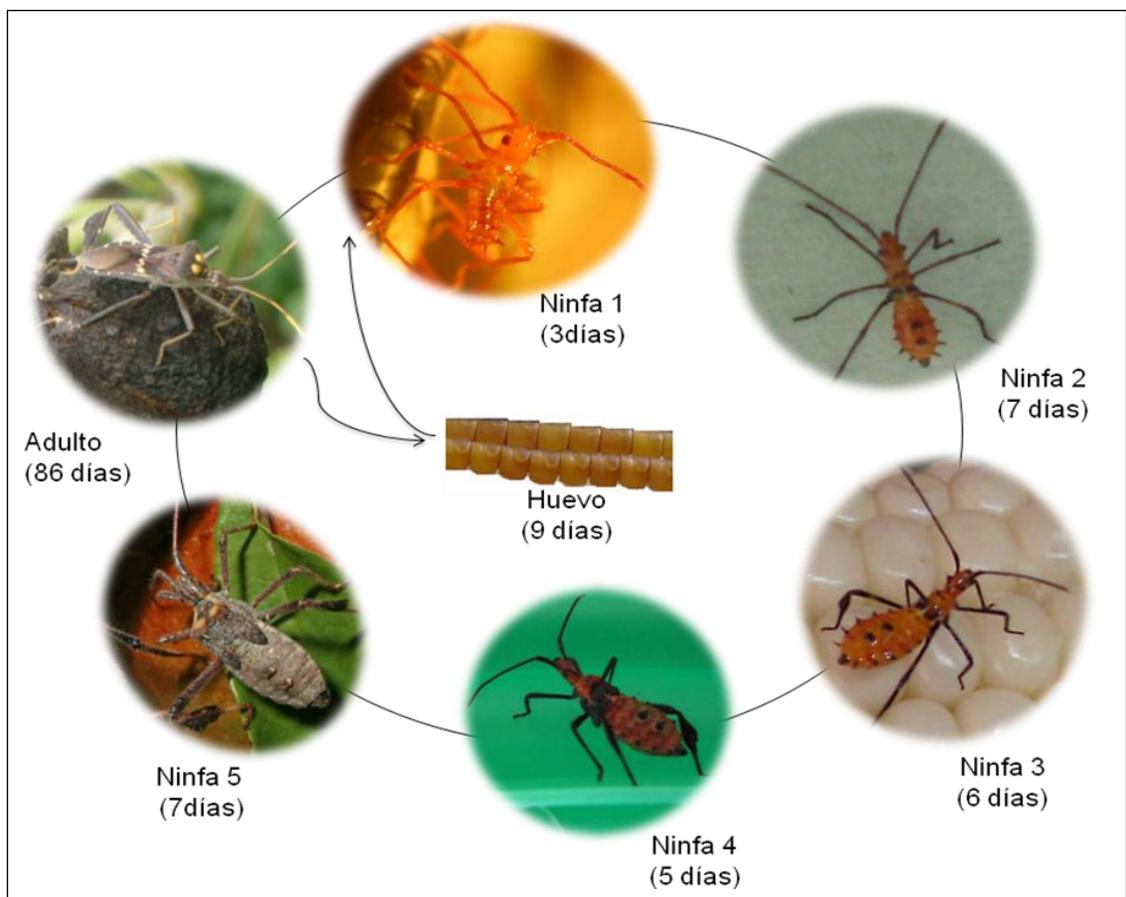


Figura 6. Ciclo biológico de *L. zonatus* alimentados con maíz. y la duración promedio en días de cada etapa de desarrollo.

## 6.2. Fecundidad de hembras de *Leptoglossus zonatus* alimentadas con maíz.

Cada hembra puso en promedio 30 huevos (intervalo: 18-41) por puesta y durante toda su vida 180 huevos en promedio en seis oviposiciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Oviposición de hembras de *Leptoglossus zonatus*, durante toda su vida alimentadas con maíz.

	Media	min	max
Oviposiciones	6*	4	8
Huevos por oviposición	30	18	41
Huevos por hembra	180	70	289

\*Media de 10 hembras

## 6.3. Ciclo biológico de *L. zonatus* en cinco condiciones ambientales.

### 6.3.1. CeProBi-IPN

De acuerdo al análisis de los datos, existen diferencias significativas entre las curvas de supervivencia ( $P = <0.001$ ) de *L. zonatus* establecidos en las dos condiciones evaluadas. En la condición 1, el tiempo promedio de supervivencia fue de 107.65 días y una media de supervivencia de 24.5 % individuos, mientras que en la condición 2 el tiempo promedio de supervivencia fue de 61.25 días y una media de supervivencia de individuos de 34 %. En las condiciones 1 y 2, el tiempo promedio de supervivencia y el número de individuos se ubica en la etapa adulta de *L. zonatus* (Figura 7).

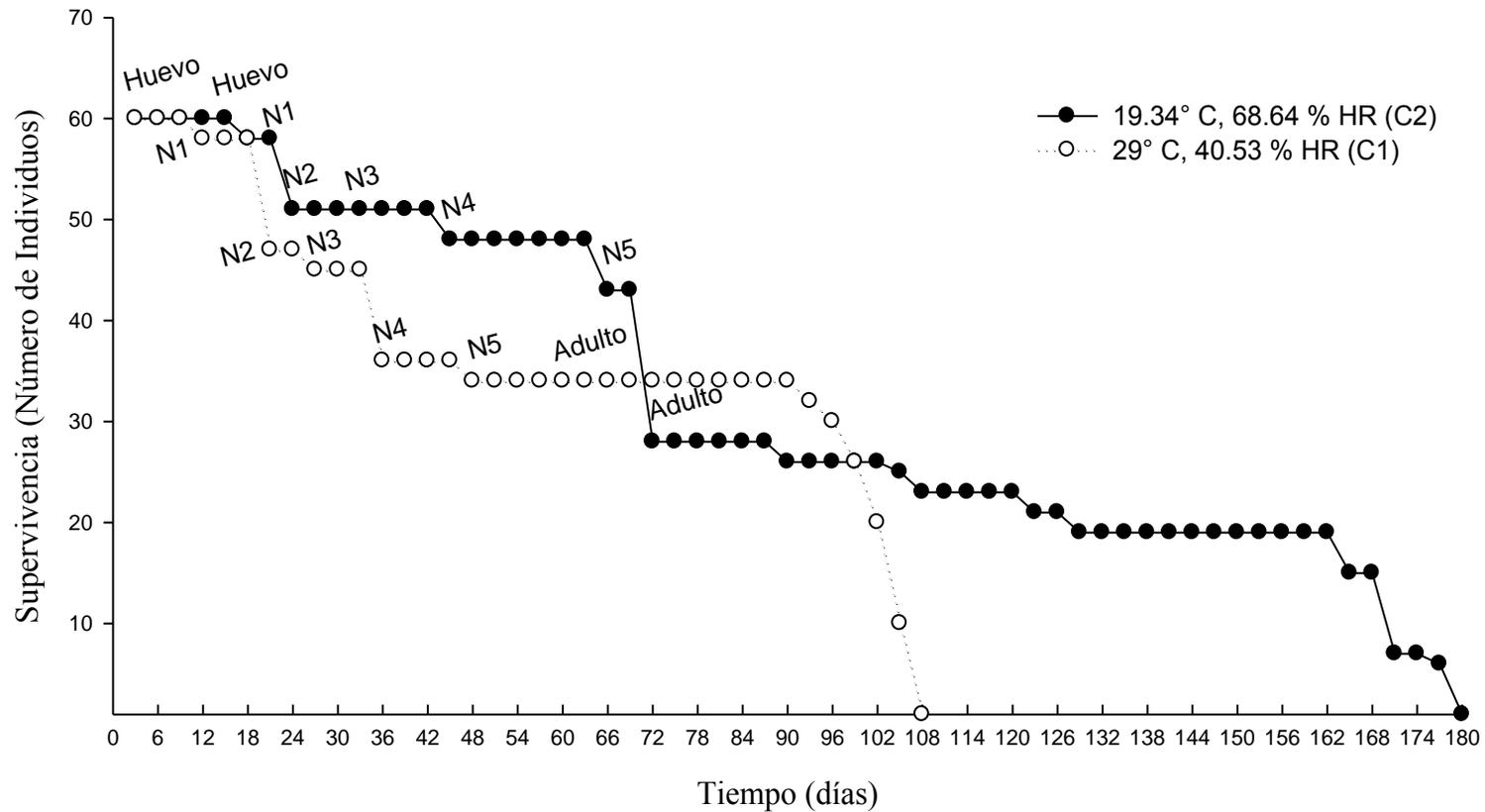


Figura 7. Supervivencia de *Leptoglossus zonatus* en dos condiciones ambientales evaluadas en el CeProBi-IPN. Prueba de Kaplan-Meier Survival Analysis: Log-Rank.,  $H= 38.988$ ,  $gl= 1$ ,  $P= <0.001$ . C1 condición 1, C2 condición 2.

En la condición 1, los huevos tardaron 8 días para eclosionar, mientras que la duración de las ninfas (1 al 5) varió de 4 a 12 días, siendo la ninfa 5 la de mayor duración. El tiempo total de desarrollo de huevo hasta la ninfa 5 fue de 49 días, con una longevidad promedio del adulto de 60 días. El ciclo completo de *L. zonatus* fue de 109 días (cuadro 3). La mayor mortalidad se presentó en la ninfa 1 (18.3 %) y 3 (19.1 %). A pesar de que la ninfa 1 presentó alta mortalidad, los supervivientes tuvieron mayor tiempo de vida y por lo tanto mayor esperanza de vida (Cuadro 4).

En la condición 2, los huevos tardaron 10 días en eclosionar; las ninfas (1-5) tuvieron una duración de 7 a 19 días, siendo mayor la duración en la ninfa 5. El tiempo de desarrollo de huevo a ninfa 5 fue de 65 días y la longevidad promedio del adulto fue de 116 días. El ciclo completo duró 181 días (Cuadro 3). La mayor mortalidad se presentó en la ninfa 5 (34.8 %), seguido de la ninfa 1 (12 %), sin probabilidad de morir en la ninfa 2, la mayor supervivencia fue en huevo y ninfa 1 y por lo tanto mayor esperanza de vida (Cuadro 5).

Cuadro 3. Ciclo biológico de *L. zonatus* en dos condiciones establecidas en el CeProBi-IPN.

Etapas de desarrollo	T 29° C y 40.53 % HR(C1)		T. 19.34° C y 68.64 % H.R(C2)	
	No. Individuos	Duración (días)	No. Individuos	Duración (días)
Huevo	60	8±0.7	60	10±0
Ninfa 1	58	4±0	58	7±1
Ninfa 2	47	9±1.5	51	7±2
Ninfa 3	45	7±0.7	51	9±3
Ninfa 4	36	9±1.4	48	13±0
Ninfa 5	34	12±0	43	19±1
Adulto	34	60±14.6	28	116±16
Ciclo completo		109±1.4		181±0.7

C1 y C2= condición 1 y 2

Cuadro 4. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición uno, ubicada en el CeProBi-IPN, Yautepec, Morelos

Etapas de desarrollo	Nx	dx	lx	qx	Lx	Tx	ex
Huevo	60	2	1	3.3	59	267	4.45
Ninfa 1	58	11	0.96	18.3	52.5	208	3.58
Ninfa 2	47	2	0.78	3.4	46	155.5	3.31
Ninfa 3	45	9	0.75	19.1	40.5	109.5	2.43
Ninfa 4	36	2	0.6	4.4	35	69	1.9
Ninfa 5	34	0	0.57	0	34	34	1
Adulto	34		0.57				

Nx número de individuos, dx no. de individuos que mueren entre dos edades, lx sobrevivientes en el tiempo x, qx probabilidad de morir, Lx promedio de supervivientes entre dos edades, Tx número total de días que le quedan por vivir a los supervivientes que han alcanzado la edad x. ex esperanza de vida.

Cuadro 5. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición dos, ubicada en el CeProBi-IPN, Yautepec, Morelos.

Etapas de desarrollo	Nx	dx	lx	qx	Lx	Tx	ex
Huevo	60	2	1	3.3	59	295	4.9
Ninfa 1	58	7	0.96	12	54.5	236	4
Ninfa 2	51	0	0.85	0	51	181.5	3.5
Ninfa 3	51	3	0.85	5.8	49.5	130.5	2.5
Ninfa 4	48	5	0.8	10.4	45.5	81	1.68
Ninfa 5	43	15	0.71	34.8	35.5	35.5	0.82
Adulto	28		0.46	0			

Nx número de individuos, dx no. De individuos que mueren entre dos edades, lx sobrevivientes en el tiempo x, qx probabilidad de morir, Lx promedio de supervivientes entre dos edades, Tx número total de días que le quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x. ex esperanza de vida.

### 6.3.2. INIFAP-Zacatepec

De acuerdo al análisis de los datos existen diferencias significativas entre las curvas de supervivencia ( $P = <0.001$ ), de las tres condiciones evaluadas (Figura 8). El tiempo promedio de supervivencia en la condición 3 fue de 46.661 días y una media de supervivencia de 25 individuos.

En la condición 4 fue de 121.683 días y 37 individuos respectivamente, mientras que en la condición 5 fue de 56.9 días y 15 individuos. En las condiciones 4 y 5 el tiempo promedio de supervivencia y el número de individuos se ubica en la etapa adulta de *L. zonatus*, mientras que en la condición 3 en el estadio ninfal 5 (Figura 7).

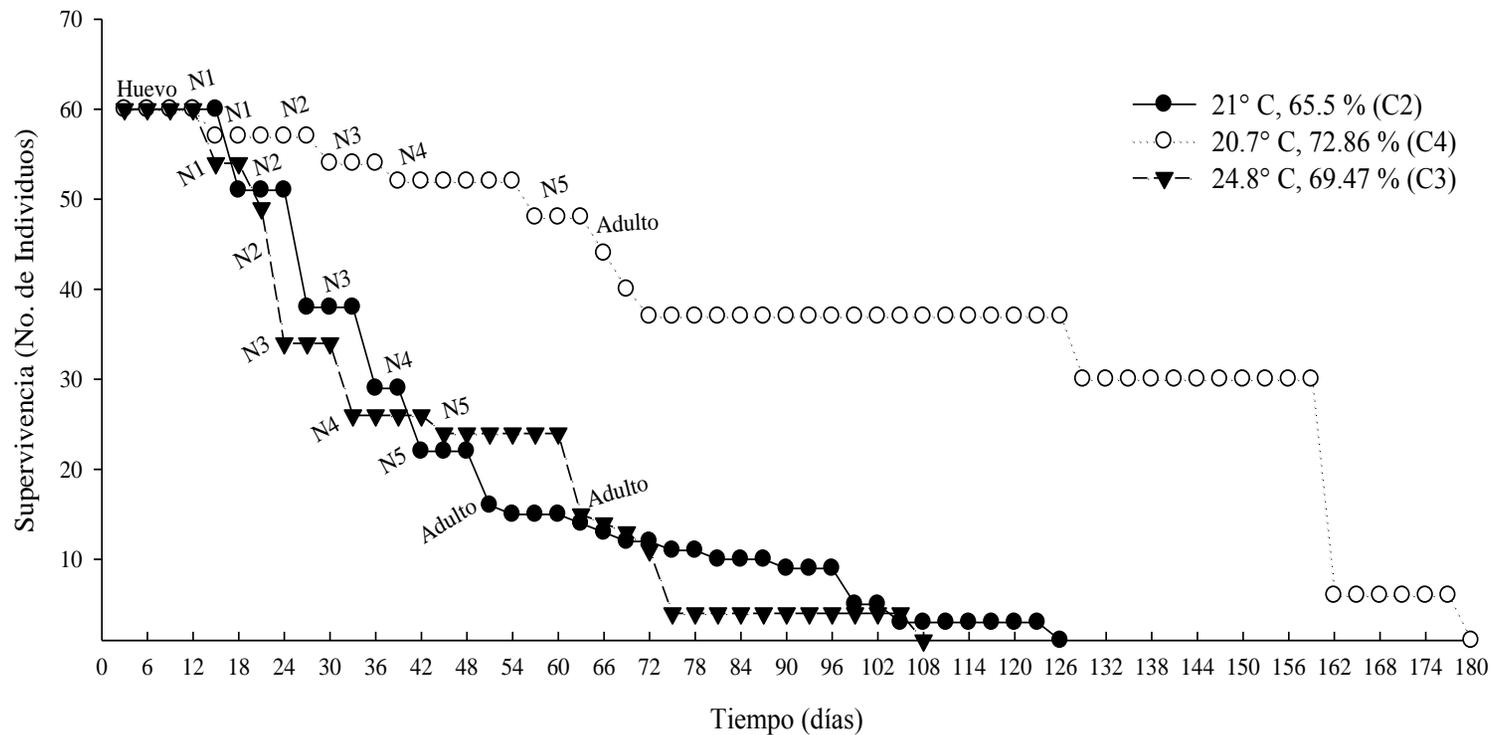


Figura 8. Supervivencia de *Leptoglossus zonatus* obtenida en las tres condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec, Morelos. Prueba de Kaplan-Meier,  $H= 90.197$ ,  $gl=2$ ,  $P= <0.001$ . Diferencia entre grupos Holm-Sidak. C3 condición 3, C4 condición 4, C5 condición 5.

En la condición 3, los huevos tardaron 10 días para eclosionar, la duración de las ninfas (1-5) varió entre 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 completo 109 días (Cuadro 6). La mayor mortalidad se presentó en las ninfa 5 (37.5 %), ninfa 2 (30.6 %) y en la ninfa 3 (23.5 %). Con una esperanza mayor de vida en la etapa de huevo (3.7) y ninfa 1 (3.1) (Cuadro 7).

En la condición 4, los huevos eclosionaron hasta los 11 días, 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 completo fue de 179 días (Cuadro 6). 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 8).

En la condición 5, 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 34 días con una longevidad del adulto de 85 días. El ciclo completo fue de 128 días (Cuadro 7). La mayor mortalidad se presentó de ala ninfa 2 a la ninfa 6 (mortalidad mayor que 23.7 % y menor que 27.3 %) con una esperanza de vida mayor en huevo (3.9) y ninfa 1 (2.9) (Cuadro 9).

La temperatura influye en la duración del ciclo biológico, a temperaturas más bajas el ciclo se alarga con mayor mortalidad en los últimos estadios ninfales, en cambio a temperaturas más altas el ciclo biológico se acorta, hay menos mortalidad, pero esta se da en los primeros estadios ninfales.

Cuadro 6. Ciclo biológico de *Leptoglossus zonatus* en tres condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec.

Etapas de desarrollo	T 24.8° C, 69.47%HR (C3)		T 20.7° C, 72.86 % HR(C4)		T 21° C, 65.5 % HR(C5)	
	No. Individuos	Duración (días)	No. individuos	Duración (días)	No. individuos	Duración (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
CICLO		109±11.31		179±2.12		128±28.6

C3, C4 y C5 = condición 3,4 y5

Cuadro 7. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición tres, ubicada en el INIFAP-Zacatepec.

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 no. De individuos que mueren entre dos edades, lx sobrevivientes en el tiempo x, qx probabilidad de morir, Lx promedio de supervivientes entre dos edades, Tx número total de días que le quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x. ex esperanza de vida.

Cuadro 8. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición cuatro, ubicada en el INIFAP-Zacatepec.

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 no. De individuos que mueren entre dos edades, lx sobrevivientes en el tiempo x, qx probabilidad de morir, Lx promedio de supervivientes entre dos edades, Tx número total de días que le quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x. ex esperanza de vida.

Cuadro 9. Tabla de vida de *Leptoglossus zonatus* para la condición cinco, ubicada en el INIFAP-Zacatepec.

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 no. De individuos que mueren entre dos edades, lx sobrevivientes en el tiempo x, qx probabilidad de morir, Lx promedio de supervivientes

entre dos edades, Tx número total de días que le quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x. ex esperanza de vida.

#### 6.4. Temperatura base y constante térmica de *Leptoglossus. zonatus*

La temperatura base de *L. zonatus*, considerando la combinación de las condiciones 3 y 4 fue de 11.65° C, para la combinación condición 3 y 5 fue de 13.13° C y para la combinación condición 4 y 5 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 que requiere *L. zonatus* es de 1, 680° D (Cuadro 10).

Cuadro 10. Temperatura base y unidades calor para las condiciones establecidas en el INIFAP-Zacatepec, Morelos.

Combinación	Duración (días)	T <sub>m</sub>	T <sub>b</sub>	UCA (°D)
C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	109	24.8	11.65	
C <sub>3</sub> -C <sub>5</sub>	164	20.39	13.13	
C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub>	152	21.5	6.33	
Promedio	141.66	22.23	10.37	1,680

T<sub>m</sub>= Temperatura media, T<sub>b</sub>= Temperatura base, UCA= Unidades Calor Acumuladas, °D= grados día.

#### **6.4.1. Mapa de riesgo de *Leptoglossus zonatus* para las zonas sorgueras del estado de Morelos.**

De la temperatura base obtenida y las unidades calor acumuladas, se determinó que anualmente existe el riesgo de que *Leptoglossus zonatus* presente de 0 a 3 generaciones (Figura 9). De acuerdo al tipo de riesgo, las zonas productoras de sorgo que presentan alto riesgo son los municipios de Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miacatlan, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo y la parte oeste de Cuautla. Los que presentan riesgo medio: Temoac, Zacualpan de Amilpas, Tetela del volcán, Ocuituco, 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* (Figura 10).

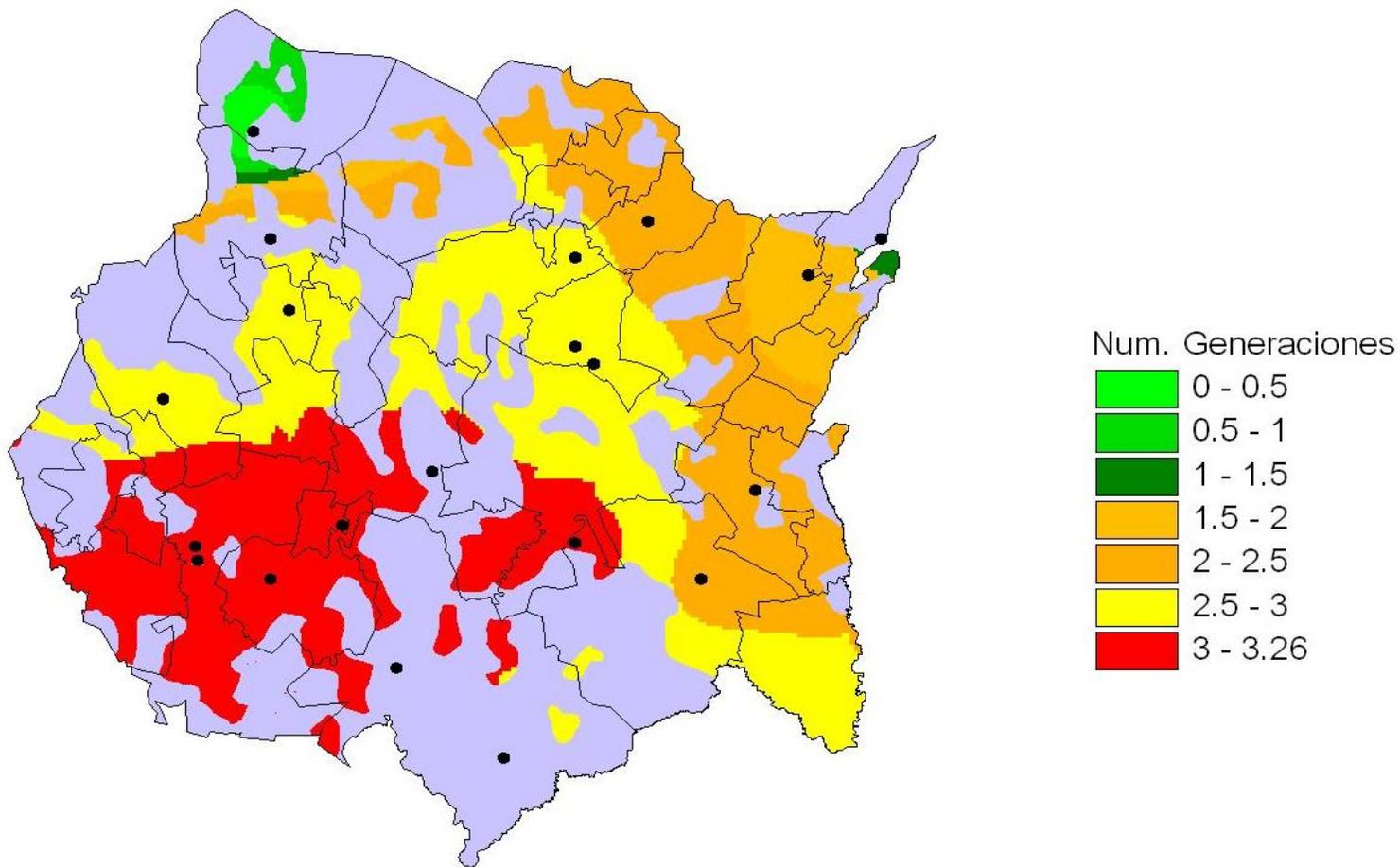


Figura 9. Número de generaciones de *L. zonatus* en el estado de Morelos. Con base en unidades calor acumuladas.

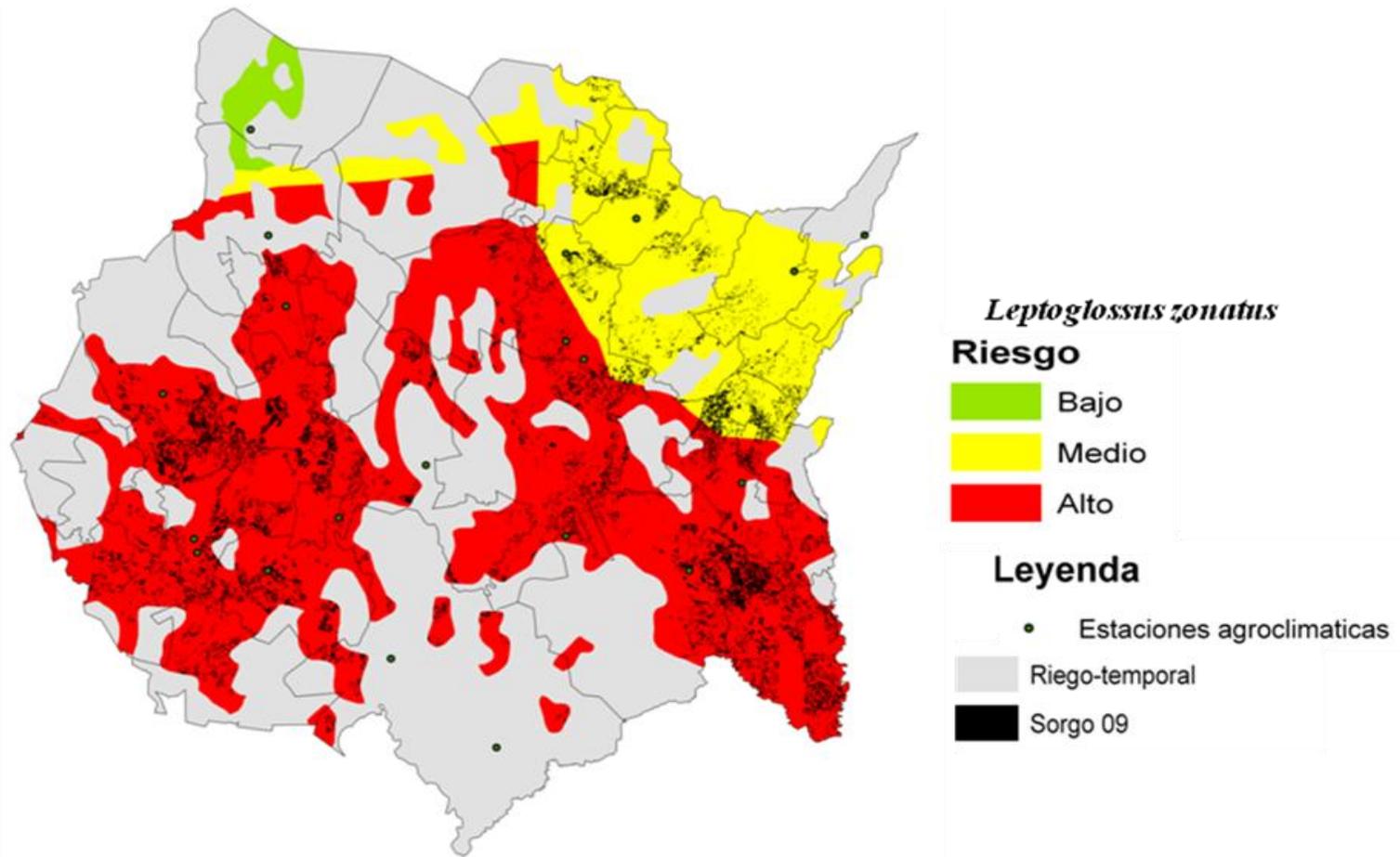


Figura 10. Mapa de riesgo de *Leptoglossus zonatus* para las áreas de cultivo de sorgo en el estado de Morelos. ■ Indica las zonas donde se siembra sorgo.

## 7. DISCUSIÓN

*Leptoglossus zonatus* presentó mayor supervivencia en maíz que en frijol, piñón mexicano y jitomate, tal vez se deba a que contiene mayor cantidad de carbohidratos (63.4 %) y menor porcentaje de proteínas (9.85 %) (Sanchez, 2011), en comparación de las demás hospederas que contienen menor cantidad de carbohidratos, que en el caso del frijol presenta 47 % de carbohidratos y 28.9 % de proteínas (Salinas *et al.*, 2008), mientras que piñón mexicano contiene 13.3 % de carbohidratos y 27.2 % de proteínas (Peralta, 2001), jitomate que presenta 0.9 % de proteínas. Dentro de las necesidades nutricionales de los insectos requieren mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, tienen la capacidad de regularlos, ya que un desbalance de estos limita el crecimiento y desarrollo (Behmer, 2009).

En los Heteropteros el quinto estadio ninfal puede ser considerado el más crítico ya que los insectos requieren alimento de alta calidad para generar un adulto con el máximo potencial reproductivo, a demás, en este estadio se presentan cambios fisiológicos (formación de alas, expansión de las patas, distinción de órganos reproductores) para pasar a la etapa adulta y por lo tanto para la reproducción (Panizzi y Parra, 1991), por lo cual, el maíz fue el alimento que permitió que *L. zonatus* completara su ciclo biológico, caso contrario en jitomate y piñón mexicano que se quedaron en el segundo estadio.

La supervivencia de *L. zonatus* en este trabajo fue de 58 % alimentadas con maíz, en cambio Panizzi (1989), al alimentar a *L. zonatus* con maíz y soya, obtuvo una supervivencia de 38.5 % en maíz, mientras que en soya fue de 7 %. En el caso de Matrangolo y Waquil (1994), obtuvieron una supervivencia de 46.2 % con maíz y 44.9 % con sorgo.

En este trabajo la supervivencia de *L. zonatus* alimentadas a base de frijol (ejote) fue de 6 % en la etapa ninfal, caso contrario a lo reportado por Jackson *et al.* (1995), quienes obtuvieron una supervivencia de 29.3 %.

Los individuos alimentados con frutos de piñón mexicano tuvieron una mortalidad de 100% en la ninfa 2; a pesar de que estos frutos provenían de una plantación no tóxica por su bajo contenido de ésteres de forbol (compuestos a los que se les atribuye la toxicidad en algunos insectos) (Peralta-Flores, 2001), sin embargo Grimm y Somarriba (1999), obtuvieron una supervivencia de 28.3% de *L. zonatus* colocados directamente en los frutos de una plantación tóxica.

En el caso de jitomate *L. zonatus*, presentó al igual que piñón mexicano 100 % de mortalidad, todos murieron en la ninfa 2. Si bien no existen reportes del establecimiento de una cría en jitomate, se decidió alimentar a los individuos con el mismo, ya que existen reportes en Alabama, Estados Unidos de su incidencia sobre este fruto; por otro lado Xiao y Fadamiro (2009), en una prueba de multi-elección compararon la atracción de ninfas y adultos de *L. zonatus* hacia el fruto de jitomate, mandarina, durazno y limón; encontrando que el jitomate fue más preferido tanto por las ninfas como por los adultos. Por lo antes mencionado se podría decir que el insecto en su ambiente natural solo se alimenta de este fruto ocasionalmente, ya que con la maduración tiende a perder proteínas (Scarpeci *et al.*, 2007) necesarias para el insecto.

Por otro lado el aparato bucal de los heterópteros no es una limitante para la alimentación ya que está adaptado para perforar los tejidos, animales o vegetales y succionar los fluidos,

mediante las mandíbulas y las maxilas que se introducen después de la perforación (Davies, 1991). Estas adaptaciones les permiten perforar desde tejidos blandos como jitomate, sorgo y maíz en estado lechoso y se ha demostrado que también se alimenta de frutos duros como la nuez del nogal pecanero, durante la fase final de crecimiento del mismo, en el llenado de la almendra y hasta la cosecha (Tarango *et al.*, 2007; Smith, 1998), así como también de frutos de piñón mexicano (Grimm, 1999), entre otros.

Las diferencias mostradas en este trabajo con respecto a lo publicado por otros autores pudo deberse a las condiciones ambientales en las que se establecieron las diferentes crías, en el caso de Panizzi (1989), el establecimiento de la cría fue de  $25\pm 1^{\circ}$  C y  $65\pm 5$  % de HR, mientras que Matrangolo y Waquil (1994), fue de  $28\pm 2^{\circ}$  C,  $78\pm 5$  % HR, en el caso de Jackson *et al.* (1995), la temperatura fue de  $30^{\circ}$  C, 40-60 % HR. Y en este trabajo la temperatura en la que se estableció el experimento fue de  $29^{\circ}$  C ( $34^{\circ}$  C máx- $24.7^{\circ}$  C mín) y humedad relativa de 40.53 % (73 % máx-15.5 % mín.), precisamente la temperatura y humedad relativa junto con el fotoperiodo son de los principales factores ambientales que afectan el comportamiento de los insectos quienes son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites marcados por estos factores, que influyen a su vez sobre el nivel de respuesta de actividades tales como la alimentación, la dispersión, la oviposición o el desarrollo. 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 confirma 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.

Jackson *et al.* (1995), demostraron el efecto de la temperatura sobre la supervivencia de *L. zonatus* alimentadas con frijol (ejote), donde obtuvieron que a 35° C tiene una supervivencia del 12 %, a 30° C fue de 29.3 %, a 25° C la supervivencia fue de 17.3 % y a 20° C la supervivencia fue de 1.3 %.

Con respecto a la fecundidad de *L. zonatus*, en este estudio se obtuvo que una hembra oviposita 180 huevos, en 6 oviposiciones, cada oviposición con 30 huevos, en cambio, Panizzi (1989), reporta 107.6 huevos en 5.2 oviposiciones, cada oviposición con 20.57 huevos, alimentadas también con maíz. Mientras que Matrangolo y Waquil (1994), reportaron que en promedio una hembra llega a ovipositar un total de 83.6 huevos, en 5.5 oviposiciones, cada oviposición con 15.2 huevos alimentados con maíz. En el caso de Grimm y Somarriba (1999), reportan en promedio 229 huevos en siete oviposiciones y cada oviposición con 32.7 huevos, alimentados con *Jatropha curcas*. Xiao (2009), reporta que una hembra en promedio pone 38.9 huevos (intervalo 15-32) en 2.01 oviposiciones, cada oviposición con 19.4 huevos por oviposición alimentadas con mandarina. Esto significa que tanto la temperatura como la fuente de alimentación u hospedero juegan un papel de suma importancia en la fecundidad, longevidad y desarrollo de los estadios ninfales. Por lo tanto conocer la fecundidad de una hembra es importante ya que nos da un panorama de la descendencia que puede dejar, la problemática que implica el número de

generaciones que pueda tener el insecto y por lo tanto el daño que pueda causar en los cultivos.

Las diferencias encontradas en el ciclo biológico de *L. zonatus* alimentadas con maíz (elote) bajo las condiciones 1 y 2, se le atribuye principalmente a la temperatura ya que a temperatura más baja el ciclo biológico se alargó (181 días) y con mayor mortalidad en los últimos estadios ninfales, en comparación donde la temperatura fue más alta, el ciclo biológico se acortó (109 días) y la mortalidad fue menor (en los primeros estadios ninfales). Algunos autores obtuvieron resultados diferentes como Matrangolo y Waquil (1994), criaron a *L. zonatus* a base de maíz, el ciclo se completó en 163.6 días. Panizzi (1989), también alimento a *L. zonatus* con maíz y obtuvo una duración en la etapa ninfal de 43 días y una longevidad del adulto de 40 días.

Las diferencias encontradas en el ciclo biológico de *L. zonatus* alimentadas con sorgo (estado lechoso del grano), bajo las condiciones 3, 4 y 5, se le atribuye también a la temperatura, a 20° C el ciclo biológico fue de 179 días, y a 24.8° C el ciclo biológico fue de 109 días. Matrangolo y Waquil (1994), crían a *L. zonatus* a base de sorgo, obteniendo una duración de 94.25 días a 28±2° C. Esto confirma el efecto de la temperatura en la duración del ciclo biológico, por otro lado el sorgo contiene de 70 a 90% de carbohidratos y de 7.1 a 14.2 % de proteínas, de acuerdo a Saavedra y Gutierrez (2008) los nutrientes contenidos en sorgo son esenciales para el desarrollo y reproducción de los insectos.

La importancia de conocer el ciclo biológico de un insecto radica en conocer su biología, la duración de cada etapa de desarrollo, detectar la etapa más susceptible, para determinar un

método preventivo, que permita al productor tomar medidas precautorias y de control en campo, entre estos el análisis de riesgo que implica determinar la temperatura base y ciclo biológico expresado en unidades calor. Para *L. zonatus* no hay estudios relacionados con estos parámetros; sin embargo existe un reporte con la chinche de encaje (*Pseudacysta perseae* Heidemann) que es plaga del aguacate (*Persea americana*), de la cual se determinó que la temperatura base es de 9.9 °C y 434.8° de unidades calor (Morales *et al.*, 2000).

Dado que no existen estudios del cálculo de la temperatura base, de las unidades calor acumuladas, ni mapas de riesgo para *Leptoglossus zonatus*, tanto nacional como internacionalmente, el aporte de este estudio permitirá mantener el cerco de vigilancia para hacer detecciones tempranas y eliminar los posibles focos de infestación, además de que ubica el riesgo y monitorea el área continuamente. Las desventajas son que no indica el estado fenológico del cultivo y el acceso a esta información no es del todo conocida por los productores. Existen estudios recientes en los que se usa esta herramienta preventiva, tal es el caso de la vigilancia de *Cactoblastis cactorum* (Berg) en México, considerada plaga en los países colindantes. Se empleó como medida alterna para el fortalecimiento de la vigilancia, utilizando mapas de riesgo epidemiológicos, que permitieron identificar posibles zonas de establecimiento de la plaga (López-Vásquez *et al.*, 2010). En el 2003 se estableció el Sistema de Alerta Fitosanitaria en el Estado de Guanajuato (SIAFEG, <http://www.siafeg.com/siafeg/siafeg.htm>), en el cual participan SAGARPA, Secretaría de Desarrollo Agroalimentario (SDA), 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). Dentro de los estudios de riesgos

se encuentran disponibles para algunos patógenos del cultivo de maíz, frijol, trigo y para el cultivo de brócoli.

## 8. CONCLUSIONES

- El maíz fue el mejor alimento para el desarrollo de *Leptoglossus zonatus* (58% de supervivencia).
- El ciclo biológico de *L. zonatus* en las cinco condiciones ambientales varió de 109 a 181 días y la supervivencia fue de 25 a 78.3 %.
- La temperatura base a la que se desarrolla *L. zonatus* fue de 10.37° C.
- Las unidades calor acumuladas que requiere *L. zonatus* para su desarrollo es de 1,680.
- Derivado de los mapas de riesgo, las zonas productoras de sorgo con alto riesgo de *L. zonatus* (3-3.26 generaciones/año) son los municipios de: Puente de Ixtla, Amacuzac, Mazatepec, Miacatlan, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Yautepec, Ayala, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan, Tepalcingo y parte oeste de Cuautla.

## **9. PERSPECTIVAS**

- Evaluar mediante una prueba de elección múltiple los frutos de maíz, frijol, piñón mexicano y jitomate.
- Determinar la temperatura base y unidades calor acumuladas para cada etapa de desarrollo (Huevo, ninfa y adulto).
- Realizar el mapa de riesgo para el cultivo de sorgo a nivel nacional.
- Dar a conocer la información obtenida del análisis de riesgo por medio del SIAFEG y CESVMOR

## 10. LITERATURA CITADA

- Alfonso, B. J. A. 2008. Manual para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 30 p.
- Agnello, A. M., Kain, D. P., y Spangler, S. M. 1993. Fruit pest events and phonological development according to accumulated heat units. New York's Food and Life Sciences Bulletin. No. 142. 7p.
- Albrigo, L.G., y Bullock, R. C. 1997. Injury to citrus fruit by leaf-footed and citrus plant bugs. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 90: 63-67.
- Albuquerque, F. A. 2000. Survey of the Arthropods Associated to *Malpighia Glabrain* Angulo, Parana, Brazil. Memories XXI International Congress of Entomology, Brasil. Resumen, 0175.
- Allen, R. C. 1969. A revision of the genus *Leptoglossus* Guerin (Hemiptera: Coreidae). Entomologica Americana 45: 35-140.
- Behmer, S. T. 2009. Insect hervibore nutrient regulation. Annual Review of Entomology 54:165-87.
- Brailovsky, H., y Barrera H. 1998. A Review of the Costa Rican species of *Leptogloss* Guerin, with descriptions of two new species (Hemiptera: Heteroptera:Coreidae: Coreinae; Inosisoscelini). California Academy of Sciences 50: 167-183.

- Brailovsky, H. y Barrera, H. 2004. Six new species of *Leptoglossus* Guérin (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini). *Journal of the New York Entomological Society* 112:56-74.
- Castillo, T. H., Vargas, E., y García G. M. A. 2011 Control de plagas de la panoja de sorgo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2 p.
- CESAVEG, 2008. Campaña de manejo fitosanitario de sorgo. Por una agricultura sostenible orgánica e inocua. Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato. Guanajuato, México. 20 p.
- Cordero, J., y Boshier, H. D. 2003. Si te gusta la nuez, te tiene que gustar el árbol. pp. 354-357. Árboles de Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Orford Forestry Institute, Great Britain. Forestry Research Programme. CATIE. 1079 p.
- Davis, R. G. 1991. Introducción a la entomología. Séptima edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 449 p.
- Dormido, C. S., y Morilla G. F. 2005. Tutorial de Vensim. Madrid, España. 32 p.
- Fadamiro, H. Y., Xiao, Y., Hargroder, T., Nesbitt, M., Umeh, V., y Childers, C. C. 2008. Seasonal occurrence of key arthropod pests and associated natural enemies in Alabama satsuma citrus. *Environmental Entomology* 37: 555-567.
- FAO, 1996. Guidelines for pest risk analysis. International standards for phytosanitary measures. Publication No. 2. Secretariat of the International Plant Protection Convention. FAO. Roma. Italy 18 p.

FAO, 2005. Food safety risk analysis. Part I. An overview and framework manual 78 p.

Galarza, M. J. M., Miramontes, P. U., Castillo, M. J., y Rebolledo, V. M. A. 2004. Situación actual y perspectivas de la producción de sorgo en México 1992-2004. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera 93 p.

García, T. M. 2003. El cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* forma flavicarpa). CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). El Salvador. 6 p.

García, G. C., López, C. J., Nava, T. M., Villanueva, A. J. y 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.

Gibson, H. E. 1917. Key to the species of *Leptoglossus* Güer. occurring north of México (Heteroptera: Coreidae). Psyche 24: 69-72.

Grimm, C. 1999. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. Entomología experimentalis et Applicata 92: 127-136.

- Grimm, C. y Somarriba, A. 1999. Suitability of physic nut (*Jatropha curcas* L.) as single host plant for the leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* Dallas (Het., Coreidae). *Journal of Applied Entomology* 123: 347-350.
- Grimm, C. y 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.
- Guzmán, D. G. A. 1997. Aspectos técnicos sobre el cultivo del paste (*Luffa cylindrica*). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Información Agropecuaria. Serie: cultivos no tradicionales. Costa rica. 38 p.
- Henne, C. D., y Johnson., S. 2003. Pest status of leaf-footed bugs (Heteroptera: Coreidae) on citrus in Louisiana. *Florida State Horticultural Society* 116: 240-241.
- Hernández, V. E., Ramírez, D. M., Nava, C. U., Sánchez, V. V. M, y Corrales R. J. 2002. Fluctuación poblacional, daños e identificación de chinches del nogal en las regiones de la Laguna y Nazas, Durango. *Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía. Universidad del Estado de Durango y Facultad de Agricultura y Zootecnia.* 408 p.
- Hernández, V. V., y M., Guerrero, R. E. 1989. Determinación de la temperatura umbral y constante térmica de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* Zeller. *Ciencia e Investigación Agraria* 5:162-166.

Higley, S. G., Pedigo, L. y Ostlie, K. R. 1986. Degday: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. *Environmental entomology* 15:999-1016.

INDECI. 2000. Curso de Sistema de Información Geográfica Aplicado a la Gestión de Desastres, manual básico de capacitación en Arview Gis versión 3.1. Instituto Nacional de Defensa Civil. 64 p.

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](http://www.cesvmor.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=147)

Jackson, C. G., Tveten, M. S., y Figuli, P. J. 1995. Development, longevity and fecundity of *Leptoglossus zonatus* on a meridic diet. *Southwestern entomologist* 20: 43-48.

López-Collado, J. 2009. Análisis de riesgo de plagas y enfermedades. pp. 158-177. En 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.

Marchiori, C. H. 2002. Natural enemies of *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) on maize in Itumbiara, Goias. *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. *Entomología Aplicada* 28: 147-150.
- Martins, P. E., Maria, B. S., Marinho, F. J., Alvarenga, A. S., y Candan, M. S. 2011. New record of *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) attacking starfruit (*Averrhoa carambola* L.) in sinop, Mato Grosso, Brazil. *EntomoBrasilis* 4: 33-35.
- Martiradonna, O. G., Soto, V. A., y Gonzales, J. 2009. Protocolo de la cría de *Musca domestica* en laboratorio. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. Vol. XLIX. No. 2. 319 p.
- Matrangolo, W. J. R., y Waquil, J. M. 1994. Biología de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) alimentados com milho e sorgo. *Anais da Sociedade de Entomológica do Brasil* 23: 419-423.
- Mead, F. W. 1999. Leaf-footed Bug, *Leptoglossus* (=Theognis) *Phyllopus* (Linnaeus) (Insecta: Hemiptera: Coreidae). Serie EENY-072. Universidad de Florida. EU. 4 p.
- Monjarrez-Pérez, G. I., y 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 Cofradia, Managua 2005. Trabajo de diploma.

Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía Departamento de de  
Protección Agrícola y Forestal. Managua, Nicaragua. 44 pp.

Morales-Morales, J. C., Aguilar-Astudillo, E., Quiroga-Madrigal, R. R., y 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.

Morales, R. L. y Grillo R. H. 2000. Ciclo de vida, Temperatura, Umbral de  
Desarrollo o Cero Biológico y Constante térmica de *Pseudacysta perseae*  
Heid. (Heteroptera: Tingidae) en las condiciones de Cuba. Instituto de  
Investigaciones en Viandas Tropicales. Centro de Investigaciones  
Agropecuarias 8 p.

Nar, F. L. 2008. Perfil del sorgo. Gobierno del estado de Campeche, promotora de  
servicios comerciales de Campeche. 18 p.

López-Vázquez, V. H., Cibrian-Tovar, J., y Mata-Cuellar, F. 2010. Vigilancia de  
*Cactoblastis cactorum* (Berg) en México. Entomología Mexicana 9: 407: 998.

OIRSA. 2000. Manual Técnico. Buenas Prácticas de cultivo en Pitahaya (*Hylocereus*  
*sp.*). Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria Nicaragua  
54 p.

Panizzi, A. R., y Parra, J. R. P., 1991, Ecología nutricional de insetos e suas  
implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo 359 p.

- 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.
- Peralta-Flores, M. E. L. 2001. Caracterización bioquímica de las proteínas de la semilla de *Jatropha curcas* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. Yautepec, Morelos. 72 pp.
- Prom, L. K. y Perumal, R. 2008. Leaf-footed bug, *Leptoglossus phyllopus* (Hemiptera: Coreidae), as a potential vector of sorghum fungal pathogens. Southwestern Entomologist 33: 161-164.
- Ramirez, 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, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México 108 pp.
- Ramírez, R. O. J. 2007. Evaluación de veinticuatro líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) por su reacción a plagas y enfermedades, en dos localidades CNIA-INTA, Managua y Guanacastillo, Masaya Postrera 2004. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Departamento de Protección Agrícola y Forestal 48 pp.

Reyes-Días, E. O. 2003. Manejo de tres principales plagas del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*) y chinche patas de hoja (*Leptoglossus zonatus*), en época de postrera en la zona de ranchería, Chinandega. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua 55 pp.

Rivera, T. F. 2011. Información clasificada de planeación 2009. SAGARPA delegación Morelos.

Salinas, R. N., Escalante, E. J. A., Rodríguez, G. T., y Sosa, M. E. 2008. Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en fechas de siembra. Revista Fitotécnica Mexicana 31: 235-241.

Saavedra-Núñez, M. B., y 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 postrera, 2006. Trabajo de graduación. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua 37 pp.

Sánchez, G. J.J. 2011. Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad CONABIO. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara 98 pp.

Sánchez, S. S. 2001. Primer registro de *Milgitha melanoleuca* (Hampson, 1986) (Lepidoptera: Pyralidae) en achiote (*Bixa Orellana* L.) en Tabasco, México. *Agrotropica* 13: 41-42.

SAGARPA, 2009. Monitor Agroeconómico 2009 del estado de Morelos. Secretaria de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México 16p.

Scarpeci, E. T., Marro, L. M., Bortolotti, S., Boggio, B. S., y Valle, M. E. 2007. Plant nutritional status modulates, glutamine synthetase levels in ripe tomatoes (*Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom). *Journal of Plant Physiology* 164: 137-141.

Schaefer, C. W., y Panizzi, A.R. 2000. Heteroptera of economic importance. CRC Press. Florida. Boca Raton London, New York, Washington, D.C. 828 p.

SIAFEG. 1 nov. 2011.

[http://www.siafeg.com/Estudios%20de%20Riesgo/estudios\\_riesgo.htm](http://www.siafeg.com/Estudios%20de%20Riesgo/estudios_riesgo.htm).

SESAVEG. 2008. Campaña de manejo fitosanitario de sorgo. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Guanajuato. 20 pp.

SIACON. 2004. Sorgo. Caracterización del sistema producto atendido. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatepec, Morelos, México. 1p.

- Smith, M. T. 1998. Low input management of stink bugs in pecan: combining the best of conventional control methods and a new trap cropping approach for cost effective IPM. Southeast. Pecan Grow. Ass 91:52-58.
- Soto, A., Norero, A., Apablaza, J., y Estay, P. 2001. Requerimientos térmicos para el desarrollo de *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) criado en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). Ciencia e Investigación Agraria 28: 103-106.
- Souza, E. S., y Baldin, E. L. 2009. Preferencia alimentar e aspectos biológicos de *Leotoglossus zonatus* Dallas, 1852 (Hemiptera: Coreidae) em diferentes genotipos de milho. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 35: 175-185.
- Souza, C. E. P., y Amaral-Filho, F. B. 1999. Nova planta hospedeira de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). Sociedad Entomologica do Brasil 28: 753-756.
- Trabanino, R., y Matute, D. 1997. Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras (Zamorano). Honduras. 71 p.
- Tarango, R., H. García, B. M. L., y Candia, P. C.M. 2007. Efecto de la alimentación de cinco especies de chinches (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae) en frutos de nogal pecanero. Agricultura Técnica en México 33: 241-249.
- Tarango, R. S. H., y González, H. A. 2009. Species, seasonal occurrence, and natural enemies of stink bugs and leaf-footed bugs (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae, Largidae) in pecans. Southwestern Entomologist 34: 305-318.

VIFINEX. 2000. Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Pitahaya. OIRSA Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Nicaragua 54 pp.

Xiao, Y., y Fadamiro, H. 2009. Host preference and development of *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) on satsuma mandarin. Horticultura Entomology 102: 1908-1914.

Xiao, Y. 2009. Biology, Ecology and management of key pests of satsuma citrus in Alabama. Tesis de doctorado. Auburn University. 177 pp.