



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN ESTADO  
DE HUEVO DEL CHINCHORRO *Leptoglossus zonatus* Dallas PLAGA DE  
TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**

*Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero Agrónomo*

**AUTOR:**

Pedro Andrés Barreto Paredes

C.I. 0105277081

Correo electrónico: pandresbp@gmail.com

**DIRECTOR**

Ing. Walter Iván Larriva Coronel. Msc.

C.I. 0101770865

**Cuenca-Ecuador**

**10 de enero 2022**



## RESUMEN

*Leptoglossus zonatus* Dallas es la principal plaga de tomate de árbol causa daños severos al fruto en estado inmaduro o maduro, por ello se busca obtener información que permita planificar estrategias de manejo y control de altas poblaciones del insecto plaga, esto se logra conociendo el ciclo biológico del insecto en diferentes condiciones climáticas. Por lo tanto, en esta investigación se evaluó la influencia de la temperatura y humedad relativa en estado de huevo del chinchorro. Esta investigación partió del establecimiento de un pie de cría con la recolección de insectos adultos de las parroquias de Cuenca. Se sometió los huevecillos a diferentes temperaturas y humedad relativa a nivel de laboratorio con ayuda de cámaras bioclimáticas, cada tratamiento contó con 5 repeticiones, dándonos un total de 95 unidades experimentales. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial con dos factores más un tratamiento adicional (Testigo) donde se evaluó el tiempo y porcentaje de eclosión de los huevos. Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas entre los tratamientos para las dos variables evaluadas, además demuestran que los factores combinados interactúan por ende se altera el desarrollo del estado de huevo del insecto en estudio. El menor tiempo de eclosión se registró en el tratamiento 12 cuya mediana fue de 8 días con un 100% de eclosión.

**Palabras clave:** *Leptoglossus zonatus*. Factores climáticos. Plagas del tomate.



**Abstract:**

*Leptoglossus zonatus* Dallas is the main pest of tree tomato causes severe damage to the fruit in its immature or mature state, for this reason it seeks to obtain information that allows planning strategies for management and control of high populations of the pest insect, this is achieved by knowing the biological cycle of the insect in different climatic conditions. Therefore, in this research the influence of temperature and relative humidity in the egg state of the chinchorro was evaluated. This research started with the establishment of a breeding stock with the collection of adult insects from the parishes of Cuenca. The eggs were subjected to different temperatures and relative humidity at the laboratory level with the help of bioclimatic chambers, each treatment had 5 repetitions, giving us a total of 95 experimental units. A completely randomized design was used in a factorial arrangement with two factors plus an additional treatment (Control) where the time and percentage of hatching of the eggs were evaluated. The results obtained show significant differences between the treatments for the two variables evaluated, they also show that the combined factors interact, therefore the development of the egg state of the insect under study is altered. The shortest hatching time was recorded in treatment 12 whose median was 8 days with 100% hatching.

**Keywords:** *Leptoglossus zonatus*. Climatic factors. Tomato pests.



1. ÍNDICE DE CONTENIDO	
2. INTRODUCCIÓN .....	11
3. OBJETIVOS.....	13
4. OBJETIVO GENERAL.....	13
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
5.1 Cultivo de tomate de árbol.....	14
5.2 Características sanitarias del cultivo de tomate de árbol.....	15
5.3 <i>Leptoglossus zonatus Dallas</i> .....	15
5.3.1 Origen y distribución.....	15
5.3.2 Taxonomía y morfología .....	15
5.3.3 Ciclo de Vida .....	16
5.3.4 Hábito Alimenticio.....	17
5.3.5 Hospederos .....	18
5.3.6 Control físico .....	19
5.4 Análisis de riesgo de plagas .....	19
5.5 ¿Cómo influye la temperatura y humedad a los insectos? .....	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
6.1 MATERIALES:.....	23
6.1.1 Material de laboratorio .....	23
6.1.2 Material de campo .....	23
6.1.3 Software.....	23
6.1.4 Material Vegetal.....	23
6.2 Área de estudio.....	23
6.3 Manejo del experimento .....	24
6.3.1 Croquis de la investigación.....	24
6.3.2 Registro de la temperatura y humedad relativa .....	24
6.3.3 Colecta de insectos adultos .....	24
6.3.4 Establecimiento del pie de cría.....	26
6.3.5 Manejo de adultos colectados .....	27
6.3.6 Fase de obtención de huevecillos.....	27



6.3.7	Fase de crianza de las Ninfas.....	27
6.3.8	Fase de crianza de los adultos.....	27
6.3.9	Caracterización de la ovoposición y ciclo biológico del chinche.....	28
6.3.10	Efecto de la temperatura y humedad en el tiempo de eclosión y porcentaje de eclosión.	28
6.3.11	Toma de datos en los tratamientos .....	28
6.3.12	Cronograma del proyecto de investigación.....	29
6.4	Características del diseño experimental.....	29
6.4.1	Factores de estudio .....	31
6.4.2	Tratamientos en estudio.....	31
6.4.3	Diseño experimental.....	32
6.5	Análisis de los datos.....	33
7.	RESULTADOS .....	34
7.1	Registro de la temperatura y humedad relativa del laboratorio. ....	34
7.2	Objetivo 1.....	35
7.2.1	Ciclo biológico de <i>Leptoglossus zonatus</i> .....	35
7.3	Objetivo 2 y 3.....	37
7.3.1	Tratamientos en los cuales no se obtuvo respuesta dentro del plazo establecido.	38
7.3.2	Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas de las variables evaluadas.....	38
7.3.3	Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas.....	39
7.3.4	Porcentaje de eclosión (%).....	40
7.3.5	Tiempo de eclosión .....	42
7.4	DISCUSIÓN.....	47
7.5	CONCLUSIONES.....	49
7.6	RECOMENDACIONES.....	50
7.7	BIBLIOGRAFÍA.....	51
7.8	Anexos .....	56
7.8.1	Anexo 1. Fotografías de la evaluación del ciclo biológico de <i>Leptoglossus zonatus</i> .	56
7.8.2	Anexo 2. Registro de temperaturas y humedad en el laboratorio en la cámara de cría.	58
7.8.3	ANEXO 3. Comparación de a pares parra la variable porcentaje de eclosión.....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluctuaciones de temperatura y humedad de la cámara de cría en diferentes fechas y horas. ....	35
Figura 2: Número de individuos y tiempo de desarrollo de cada fase de <i>L. zonatus</i> de los dos registros obtenidos. ....	36
Figura 3: Porcentaje de eclosión de los huevos de <i>L. zonatus</i> en los diferentes tratamientos. ....	40
Figura 4: Interacción entre los niveles de temperatura y niveles de humedad relativa sobre el porcentaje de eclosión de los huevos de <i>Leptoglossus zonatus</i> . ....	41
Figura 5: Tiempo de eclosión de los huevos de <i>Leptoglossus zonatus</i> en los diferentes tratamientos evaluados. ....	43
Figura 6: Interacción de la temperatura y humedad relativa en el tiempo de eclosión de los huevos de <i>L. zonatus</i> . ....	44
Figura 7: Correlación entre los factores temperatura y humedad para la variable tiempo de eclosión. ....	47



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fechas de las diferentes parámetros realizados en la presente investigación.....	29
Tabla 2: Estaciones meteorológicas de la zona austral.....	30
Tabla 3: Niveles de los factores estudiados en la presente investigación. ....	31
Tabla 4: Descripción de los tratamientos establecidos en el estudio.....	31
Tabla 5: Ciclo biológico de <i>L. zonatus</i> en las condiciones de cría establecidas en el laboratorio.....	35
Tabla 6: Estadísticos de la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas del tiempo y porcentaje de eclosión de <i>L. zonatus</i> . ....	38
<i>Tabla 7: Resumen de los estadísticos descriptivos de la variable porcentaje de eclosión de L. zonatus</i> . ....	39
<i>Tabla 8: Resumen de los estadísticos descriptivos de la variable tiempo de eclosión de L. zonatus</i> . ....	39
Tabla 9: Test de Kruskal-Wallis para la variable porcentaje de eclosión. ....	42
Tabla 10: Tabla del coeficiente de correlación para la variable porcentaje de eclosión. ....	42
Tabla 11: Test de Kruskal-Wallis para los tratamientos en la variable tiempo de eclosión de los huevos de <i>L. zonatus</i> .....	44
Tabla 12: Comparaciones de a pares para el tiempo de eclosión en los tratamientos evaluados. ....	45
Tabla 13: Test de Kruskal-Wallis para el factor temperatura en la variable tiempo de eclosión. ....	45
Tabla 14: Test de Kruskal-Wallis para el factor humedad en la variable tiempo de eclosión. ....	45
Tabla 15: Comparaciones de a pares para el factor temperatura en los tratamientos evaluados. ....	46
Tabla 16: : Tabla del coeficiente de correlación para la variable tiempo de eclosión.....	47
Tabla 10: Comparaciones de a pares para el porcentaje de eclosión en los tratamientos evaluados .....	59



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Pedro Andrés Barreto Paredes en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN ESTADO DE HUEVO DEL CHINCHORRO *Leptoglossus zonatus* Dallas PLAGA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de enero de 2022

---

Pedro Andrés Barreto Paredes

C.I: 0105277081





### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Pedro Andrés Barreto Paredes, autor/a del trabajo de titulación **“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN ESTADO DE HUEVO DEL CHINCHORRO *Leptoglossus zonatus* Dallas PLAGA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 10 de enero de 2022

---

Pedro Andrés Barreto Paredes

C.I: 0105277081



## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por permitirme brindarme vida y salud en estos momentos por el que el mundo está pasando, gracias a mis padres y familiares que han estado pendientes de mi formación como profesional y cada decisión que he tomado a lo largo de mi etapa en la Universidad, agradezco a cada profesor que me brindo con mucha dedicación su tiempo y su impartición de conocimientos a lo largo de esta etapa he conseguido logros importantes, objetivos como culminar este proceso de titulación profesional y más que todo a ayudarme a crecer como persona con ganas de aplicar los conocimientos adquiridos en nuestro medio y para un bien común.

La universidad es un camino muy satisfactorio con adversidades y logros, brindando oportunidades que son incomparables, amistades que marcaron mi vida y a su vez aprendizajes de parte de esas excepcionales personas.

Agradezco por su apoyo y consejos a los docentes Ing. Eduardo Chica PhD y al Ing. Fernando Bermúdez PhD que fueron pilares fundamentales para que este proceso se culminara de una manera satisfactoria.

Este trabajo debe ser reconocido como una labor conjunta realizada con mi tutor de tesis Ing. Walter Larriva. Msc. al quien agradezco por su paciencia y dedicación por sus consejos y guía incondicional en todo el proceso que a pesar de la situación que atravesó el mundo con la pandemia siempre estuvo pendiente en cada avance o obstáculo que se presentó en este proceso.



## 2. INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol actualmente en el Ecuador se ha convertido en un frutal apreciado dada su alta rentabilidad económica, por los fines de exportación, incrementándose las áreas del cultivo del mismo. *Leptoglossus zonatus* Dallas (Chinchorro) es una de las plagas de mayor importancia económica del cultivo debido al ataque ocasionado a las flores y frutos en estado tierno y maduro. Estos daños ocasionan pérdidas en el rendimiento debido al daño del fruto, limitando así la comercialización.

*L. zonatus* es un insecto paurometabolo, que pasa por cinco estadíos antes de llegar al estado adulto, su ciclo de vida depende del alimento y las condiciones de temperatura y humedad relativa principalmente, pudiendo llegar a tener un ciclo de vida de hasta 121 días (Grimm y Somarriba, 1999). Se han encontrado estudios en el Sorgo en donde se llega a tener hasta 3.5 generaciones al año siendo un riesgo potencial, esto en condiciones de Morelos en México. Hasta el momento no existen publicaciones referentes al número de generaciones que se presentan durante el ciclo del tomate o durante un año, para con ello poder estimar su daño potencial (Galarza, 2016).

Dependiendo de la densidad de población, esta plaga causa distintos daños al cultivo como, aborto prematuro y pérdida de peso de la fruta y a la vez reduce el contenido de sólidos solubles (Rivadeneira, 2018). En algunos casos, el secado de los sacos de jugo internos permanece oculto, pero, en consecuencia, hace que la fruta sea desagradable (Allen, 1969), entre tanto en la parte externa del fruto se producen manchas verdes y oscuras deteriorando la calidad de la fruta para la venta; el grado de daño causado por el macho y la hembra no varía significativamente, a diferencia del daño causado por los adultos (mayores) y las ninfas (Xiao y Fadamiro, 2009).

La actividad del insecto se ve afectada por el tipo de alimento y los factores medioambientales como la temperatura, humedad, horas luz, viento; estos son factores que afectan las dinámicas de poblaciones (Panizzi, 1989). La duración del ciclo biológico del insecto depende de la temperatura debido a la ectotermia, esto provoca que a altas temperaturas se acelere la duración del ciclo biológico y a bajas temperaturas se ralentice.



Esto depende a su vez de la especie del insecto puesto que la morfología y la fisiológica juegan un papel importante en el desarrollo de manera que cada insecto tiene una temperatura óptima para completar su ciclo biológico. También la humedad influye en el ciclo biológico ya que evita la deshidratación de los estados de desarrollo de los insectos en fase inactiva como lo es la pupa y los huevecillos. La iluminación es requerida para la regulación de las actividades fisiológicas diarias. El conocimiento del efecto de los factores medioambientales sobre la tasa de desarrollo y supervivencia del insecto es esencial para elaborar estrategias adecuadas para su control y diseñar modelos de la dinámica poblacional (Vejar, 2004).

La protección de los cultivos contra el ataque de plagas y enfermedades es una preocupación constante del agricultor, en cultivos hortícolas, frutales y de forma especial para aquellos cultivos que tienen importancia económica por su valor en el mercado (Porcuna et al., 2010). El principal problema que tienen los productores en el campo con el cultivo de tomate de árbol es el chinche o chichorro (*Leptoglossus zonatus* Dallas), siendo la plaga principal en el Ecuador ya que este insecto libera una sustancia tóxica transmitiendo *Nematospora coryli* (González et al., 2011).

Una estrategia para la prevención del daño del cultivo es el análisis de riesgo en el cual se genera información de la influencia de los factores medio ambientales en el ciclo biológico del insecto, datos históricos de temperaturas y humedad relativa del ambiente del área de riego, distribución del cultivo y su susceptibilidad, entre otros (García et al., 2006).

Así, dado que los factores ambientales pueden definir las estrategias de control de *L. zonatus* este estudio tiene el objetivo de evaluar el efecto de las diferentes temperaturas y humedades en la eclosión de los huevecillos del insecto bajo condiciones de laboratorio. Debido al daño provocado por *L. zonatus* en el tomate, se constituye en una plaga de importancia económica para el cultivo, siendo imprescindible que el productor deba implementar medidas de manejo y control para disminuir o evitar el daño económico que la plaga causa.

De ahí que, es necesario conocer más sobre la biología y los requerimientos que el insecto en cuestión tiene con respecto a factores físicos de tiempo como la temperatura y humedad relativa en sus diferentes estados de desarrollo, lo cual a su vez permitirá tener información



sobre el número de generaciones por año que podría alcanzar el insecto, información que permitiría planificar de mejor manera las estrategias de manejo y control de las altas poblaciones del insecto plaga.

En los insectos el estado de huevo es una etapa de complejos cambios histológicos y fisiológicos, y es considerado el estado más importante el cual permite asegurar futuras generaciones y la continuidad de la especie. Tomando en cuenta la duración del ciclo de vida que presenta *L. zonatus*, se evaluará el efecto de la temperatura y humedad relativa únicamente en el estado de huevo el cual tiene una duración promedio de 8 días. Reconocer estados inmaduros facilita el desarrollo de alternativas de control más oportunas frente a los problemas causados por *L. Zonatus*

### **3. OBJETIVOS**

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia de la temperatura y humedad relativa en estado de huevo del chinchorro (*Leptoglossus zonatus* Dallas) (Hemíptero: Coreidae) en condiciones de laboratorio.

##### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer el pie de cría de *Leptoglossus zonatus* Dallas a nivel de laboratorio.
- Evaluar el efecto de la temperatura y humedad sobre el estado de huevo de *Leptoglossus zonatus* Dallas bajo condiciones de laboratorio.
- Determinar la temperatura óptima, de *Leptoglossus zonatus* Dallas en el estado de huevo

##### **4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿La temperatura y humedad relativa afectan la duración del tiempo de eclosión de los huevos de *Leptoglossus zonatus* Dallas?



## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 Cultivo de tomate de árbol

El tomate de árbol (*Solanum beatceum*) es un cultivo originario de América con mucha importancia por ser una alternativa de producción, diversificación y comercialización. En el Ecuador la producción de este cultivo se ve limitada por varios factores, uno de ellos es la baja calidad de la fruta debido a la heterogeneidad y problemas fitosanitarios del cultivo. Además, no existen programas de apoyo al mejoramiento de la calidad de la producción del tomate de árbol debido a que esta especie es considerada de subsistencia (Cadena, 2000).

El rendimiento en los países andinos es de 20 a 30 Kg de fruta por árbol/año equivalente a 60 t/ha/año. Este cultivo presenta varias cosechas durante todo el año debido a las condiciones ambientales de la región andina (León, 2004).

Este cultivo es susceptible al ataque de algunos insectos fitófagos de forma grave es por esto que es importante tomar medidas de prevención para controlar o evitar el ataque de plagas que sobrepasen el umbral económico del cultivo (León, 2004).

Según el INEC (2017), las principales áreas del cultivo de tomate de árbol se encuentran en la región sierra siendo las provincias Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua las de mayor producción y en menor escala se cultiva en la región Costa en la provincia del Oro con unas 22 ha plantadas y en la región Oriente en las provincias de Napo y Sucumbíos con una superficie de 216 ha plantadas, donde el cultivo tiene mayores problemas fitosanitarios por las condiciones ambientales de alta temperatura y precipitación (Morales, 2001; Feicán, 1999; citados por León, 2004).

Como resultado tenemos que en el Ecuador la superficie plantada de tomate de árbol es de 7.724 hectáreas, de las cuales solo se cosecha 3.903 hectáreas, teniendo una producción al año de 20.212 toneladas destinando para la venta 19.715 toneladas según el INEC (2017).



## 5.2 Características sanitarias del cultivo de tomate de árbol

Revelo et al., (2004) sostienen que el tomate de árbol es uno de los cultivos que presenta mayor sensibilidad a la presencia de enfermedades y plagas. El conocimiento que se tiene sobre la situación fitosanitaria del tomate de árbol en el Ecuador es parcial. Es necesario realizar estudios para disponer de un entendimiento epidemiológico de las enfermedades e insectos plaga para desarrollar estrategias de manejo integrado.

Maita (2011) menciona que, en Ecuador, las plagas, entre las limitantes del cultivo del tomate de árbol en la zona tenemos el chinchorro, denominado también chinche foliado o patón (*Leptoglossus zonatus*), los ácaros (*Tetranychus sp.*), los nematodos (*Meloidogyne incognita*) y los pulgones o áfidos (*Aphis sp.* y *Myzus sp.*).

### 5.3 *Leptoglossus zonatus* Dallas

#### 5.3.1 Origen y distribución

*Leptoglossus zonatus* Dallas, conocido comúnmente como chinche pata de hoja, es originario de Norte América, apareció por primera vez como plaga en cultivos de cítricos en Luisiana, Estados Unidos, en 1996. Es una especie generalista distribuyéndose ampliamente desde el Sur de Canadá, Centroamérica hasta América del sur. (Brailovsky y Barrera, 1998).

#### 5.3.2 Taxonomía y morfología

Brailovsky y Barrera (1998), clasifica a *Leptoglossus zonatus* Dallas de la siguiente manera:

Orden:	Heteróptera
Suborden:	Hemíptera
Familia:	Coreidae
Subfamilia:	Coreinae
Género:	<i>Leptoglossus</i>
Especie:	<i>Leptoglossus zonatus</i> Dallas



### 5.3.3 Ciclo de Vida

Su ciclo de vida es incompleto o paurometabolo es decir tienen un crecimiento gradual en el que las ninfas son muy similares a los adultos. Al tratarse de un insecto paurometabolo tiene tres estados que son huevo, ninfa y adulto (Davis, 1991).

Los huevos son cilíndricos y son ovipositados en cadena. La hembra oviposita alrededor de 20 huevos cerca de tallos, hojas o cerca de la vena central de la hoja. Los huevos recién ovipositados son verdes, tornándose luego cafés grisáceos y presentan poros en el corión. Tarda de 4 a 8 días en eclosionar (Tarango, 2007).

Los estados inmaduros (ninfas) son cinco. Al principio su exoesqueleto es de color rojo anaranjado y a partir del quinto estadio se tornan de una coloración café y en el último estadio se tornan del color de los adultos, pero sin alas. En los primeros estadios las ninfas tienden tendencia a ser gregarias, los cinco instares ninfales duran de 14 a 21 días según (Mead et al., 1999).

Los adultos son de color café y en la parte anterior del pronoto presenta dos manchas claras en forma de zigzag, con puntos negros (Gibson, 1917). Las tibias de las patas traseras son expandidas en forma de hojas aplanadas, de ahí su nombre común (chinche patas de hoja). El segmento antenal es bicolor (café-amarillo). La cápsula genital del macho presenta una prolongación dorsal prominente que permite identificarlo además del tamaño (Brailovsky y Barrera, 1998), la hembra es moderadamente más grande, mide 20.7 mm y el macho 18.34 mm (Grimm y Somarriba, 1999).

La duración del ciclo de vida del insecto está determinada en parte por las condiciones ambientales principalmente por la temperatura y el tipo de alimentación. Así, Grimm y Somarriba (1999), mencionan que el ciclo de vida del insecto teniendo como hospedero el piñón mexicano tiene una duración de 121 días aproximadamente durando 8 días en estado de huevo, 26 días en estado ninfal y en la etapa adulto 87 días la hembra y el macho 83 días.





Otro estudio realizado por Panizzi (1989), en plantas de maíz y soya se evidencia que en estado adulto la hembra vive 43 días y el macho 42 días. Por otro lado, Jackson et al., (1980), al trabajar con este mismo insecto sobre poroto verdes, obtuvieron resultados en los cuales las hembras y machos duraron el mismo tiempo en estado adulto (79,4 días).

En condiciones de laboratorio [ $25 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $50 \pm 10\%$  HR y 14:10 (Luz: Oscuridad)] se realizó un estudio sobre el ciclo biológico y la preferencia de hospederos de *L. zonatus* Dallas en Marcovitch, Estados Unidos, con frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), mandarina (*Citrus unshitu* M.), durazno (*Prunus pérsica* L.), naranja enana (*Fortunella sp. Fortune*) y limón (*Citrus limon* L.) en ninfas y adultos. Los resultados demostraron que el tomate fue el más apetecido por las ninfas y adultos, sin embargo, a partir del segundo estadio las ninfas eran atraídas por la mandarina, con la cual se obtuvo 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).

#### 5.3.4 Hábito Alimenticio

Los chinches de la familia Coreidae tienen un hábito alimenticio fitófago, estos heterópteros presentan un aparato bucal perforador-chupador (Prom y Perumal, 2008).

Los adultos y las ninfas se alimentan desde la floración hasta la maduración del fruto, convirtiéndose está la época cuando las plantas son más susceptibles al ataque por estos insectos, ya que causan pérdidas al cultivo al succionar los jugos de los granos o frutos en desarrollo. El daño mecánico provocado por el insecto permite la infección y colonización por hongos, bacterias y virus, además de reducir el rendimiento y la germinación de la semilla, en algunos casos; además 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).



### 5.3.5 Hospederos

Como ya se mencionó anteriormente *Leptoglossus zonatus* Dallas es una especie generalista, con una amplia gama de hospederos de importancia económica como el sorgo, maíz, cítricos, sandía (Hubbard, 1885 citado por Xiao, 2009).

Este insecto tiene cubre un total de 14 familias de frutales, forrajeras y ornamentales como hospederos entre ellas algunas familias como *Anacardiaceae*, *Asteraceae*, *Cactaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*, *Meliaceae*, *Musaceae*, *Pedaliaceae*, *Poaceae*, *Rubiaceae*, *Sterculiaceae*, *Acanthaceae*, *Bignoniaceae*, *Cucurbitaceae*, *Gramineae*, *Fabaceae*, *Malpighiaceae*, *Malvaceae*, *Myrtaceae*, *Palmae*, *Passifloraceae*, *Puniaceae*, *Rosaceae*, *Rutaceae* y *Solanaceae* (Souza y Amaral, 1999).

Para conocer cuáles cultivos sirven como hospederos preferenciales para este insecto, se han realizado varias investigaciones, una de ellas fue llevada a cabo en México por (Tarango y González, 2009), el cual evaluó 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). Así también Grim y Somarriba (1999), multiplicaron *L. zonatus* Dallas con dietas a base de frutos verdes de piñón mexicano (*Jatropha curcas*), con valores de temperatura y humedad relativa mínima y máxima de: 26,7°C – 31,1°C y 69% – 78% respectivamente, obteniendo como resultado que el piñón es un buen hospedero, ya que puede mantener poblaciones de esta especie a través de los años (Tarango et al., 2007; Tarango y González, 2009).

Por otro lado, en Nicaragua se observó que este insecto ataca a plantas de pitahaya (*Hylocereus sp.*) principalmente en el estado de ninfa (OIRSA, 2000). 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). También se han encontrado reportes de daño en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) (García, 2003).



En Colombia, Saldarriaga et al., (1997) mencionan que la antracnosis es favorecida por la presencia de insectos chupadores, como el chinche (*Leptoglossus zonatus* Dallas), el cual disemina el patógeno.

El control del chinche mediante químicos puede llegar a reducir la población del insecto, sin embargo, este método no es recomendable tanto por los costos que implica su control, sino también por los problemas de contaminación por su uso frecuente y destrucción de enemigos naturales de otras plagas del cultivo de tomate de árbol, por este motivo la alternativa es el manejo integrado de la plaga (Bellotti et al., 1988).

### **5.3.6 Control físico**

El control físico consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodo y radiaciones electromagnéticas en intensidades que resulten letales para los insectos. Este método de control se fundamenta en que las plagas solo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de los factores físicos ambientales, más de allá de los mínimos y máximos. Los límites para cada insecto varían según la especie y el estado de desarrollo en que se encuentre dicho insecto (Cisneros, 1995).

## **5.4 Análisis de riesgo de plagas.**

Los insectos se consideran organismos ectotermos, es decir su temperatura corporal depende del ambiente. Se desarrollan dentro de límites de factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa y fotoperiodo. Estos factores influyen en las actividades de alimentación, dispersión, ovoposición y duración del ciclo de vida. Al variar el comportamiento y desarrollo de los insectos en diferentes intervalos de los factores tales como temperatura se ha realizado modelos para estimar tasas de desarrollo del insecto en función de dichos intervalos. Estos modelos permiten el manejo fitosanitario de los insectos plaga en los cultivos. Para realizar un estudio de riesgo en las plagas se debe identificar varios aspectos entre ellos la ubicación y clasificación agrícola en base al clima y el suelo, datos históricos del clima, relaciones de características edafoclimáticas con enemigos biológicos para calificar en base a ellos las condiciones ambientales favorables para la presencia de la



plaga y la evaluación de estos parámetros en fechas donde el cultivo es susceptible (Tepole, 2011).

### 5.5 ¿Cómo influye la temperatura y humedad a los insectos?

La temperatura y humedad influyen directamente en el desarrollo biológico de los insectos, afectando el número de generaciones al año, el rango de distribución, la interacción con sus hospederos, enemigos naturales y el comportamiento conductual. Como consecuencia del aumento de temperatura y la variación de las precipitaciones, varias especies de insectos han modificado su ciclo de vida y su rango de distribución. Las tasas de desarrollo ninfal en la mayoría de los insectos son en principio una función de la temperatura. Por ejemplo, la aparición del primer estado ninfal está influenciado por la temperatura y precipitación (Aquino, 2015).

La temperatura es el factor abiótico que más influencia tiene en la dinámica poblacional de las plagas. El control de este parámetro es fundamental a la hora de establecer estrategias globales de control, basadas éstas en la minimización de los tratamientos fitosanitarios. Cada plaga se caracteriza, desde el punto de vista térmico, por tener una temperatura *mínima*, *óptima* y *máxima* de desarrollo, por lo cual, en función del registro de temperaturas, se puede predecir la duración de un ciclo para ajustar los planteamientos de manejo de las plagas (Castro et al., 2016).

Generalmente a mayor temperatura el desarrollo de los insectos se acelera, es decir, que el tiempo necesario para una etapa de desarrollo se acorta, esto debido al aceleramiento de los procesos fisiológicos del organismo. En medios muy cálidos, los insectos de mayor tamaño corporal pueden reducir su temperatura por evaporación de agua a través de la cutícula del cuerpo. En climas muy fríos, cambios producidos en el cuerpo pueden elevar su temperatura por encima de lo ambiental. Sin embargo, en condiciones extremas de alta temperatura, los insectos pueden perder agua por desecación por las altas temperaturas que se encuentren por encima de los umbrales máximos de tolerancia térmica de desarrollo para el insecto que resultarían perjudiciales para su vida (Cisneros, 1995).



Respecto a la influencia de la temperatura en el ciclo de vida de los insectos se ha desarrollado varios estudios, por ejemplo, para el desarrollo de *S. purpurascens* se determinó constantes térmicas, grados de desarrollo y temperatura base para cada uno de sus estados para comprobar su predicción de ocurrencia de los picos máximos de población de cada uno de los estados de *S. purpurascens* plaga importante del maíz en México (Alfaro, 1995).

Otro factor que tiene influencia, aunque menos destacada sobre la evolución de las plagas es la humedad relativa. Así, por ejemplo, la oruga oriental del melocotonero (*Grapholita molesta* Busck) para desarrollar su actividad sexual precisa, además de un cierto nivel térmico, una humedad relativa mínima de 75% en las horas crepusculares. También tiene influencia sobre la incubación de los huevos, así los huevos de *Ostrinianubilalis* Hübn. que ataca al maíz, eclosionan todos entre 18°C y 30°C cuando la humedad relativa es del 100%, cuando es del 90% sólo eclosionan cuando la temperatura es de 25°C, al 80% la mortalidad es elevada salvo a 25°C que alcanza el 6%, y al 75% de humedad la mortalidad es total, salvo a 25°C que sólo supone el 17% de mortalidad (Coscollá, 1980).

En cambio, en otros insectos la fase más sensible a la humedad es la fase de larva, como sucede con *Spodoptera litoralis* B., cuyo óptimo se sitúa entre el 90 y 95%, habiéndose observado fuertes mortalidades de larvas jóvenes debidas a la sequedad. Para la oruga espinosa del algodón ( *Earias insulana* Bsd.) se ha observado que una humedad excesiva (superior al 90%) o muy baja (inferior al 30%) dificulta notablemente el desarrollo de las larvas (PLANES, 1948)

Lo más normal es que la influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la biología del insecto se presenten combinadamente. Esta acción combinada de la temperatura y humedad relativa se ha representado gráficamente para algunos insectos por medio de los ecoclimatogramas (Coscollá, 1980).

Por lo descrito anteriormente el estudio del ciclo biológico de los insectos bajo condiciones de laboratorio es de vital importancia para el conocimiento de las dinámicas poblacionales, la identificación de las especies, a su vez para conocer la viabilidad de cada uno de los



estadios del ciclo de vida de los insectos (Melgarejo, 2006). Sin embargo, pocos son los estudios realizados sobre todo en insectos del orden Heteróptera.

El objetivo que persigue esta tesis es conocer la influencia de los factores abióticos temperatura y humedad en el ciclo biológico de *L. zonatus* en el estadio de huevo. Debido a que en el país no existe información precisa acerca de la dinámica poblacional del chinchorro, la fluctuación experimental de temperatura y humedad relativa elegida para el proyecto se basó en el sondeo del comportamiento de las variables en condiciones naturales donde habita *L. zonatus*. La observación y adopción del comportamiento de los factores físico químicos de condiciones naturales no es una garantía que conduzca a los resultados esperados de desarrollo del insecto en condiciones controladas (Agulleiroa et al., 2006).

El perfil de la temperatura en las plantaciones de tomate de la zona austral donde *L. zonatus* se presenta tienen el promedio más bajo de temperatura de 10,13°C, las máximas temperaturas promedio de 27,95°C. Mientras que la humedad relativa fluctúa en promedios de 59 a 88 % (Ver Tabla 3).

De la misma forma los rangos de temperatura y humedad seleccionados incluyeron aquellos que se han utilizado en estudios biológicos con características similares. Sirva de ejemplo el estudio desarrollado por Jackson, Tveten, y Figuli (1995) quienes demostraron que la supervivencia de *L. zonatus* se vio afectada mayormente con la disminución de la temperatura. Obtuvieron que a 35°C la supervivencia fue del 12%, a 30°C fue de 29.3%, a 25°C la supervivencia disminuyó a 17.3% y a 20°C fue de 1.3%, lo cual permite puntualizar que el rango de temperatura óptimo para el desarrollo y supervivencia de esta especie esta entre los 25°C y 30°C en las condiciones donde se desarrolló el experimento y con una dieta a base de fréjol.

Los huevos de *Leptoglossus* generalmente en las condiciones de hábitat eclosionan en un periodo corto, tal es el caso de *L. occidentalis* que eclosiona en un periodo de 10 a 14 días (Naya et al., 2013). Algo semejante ocurre con *L. zonatus* el tiempo de eclosión de los huevos oscila de 9 a 11 días como lo corrobora Tepole et al., (2016) en su estudio desarrollado en México.



## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 MATERIALES:

#### 6.1.1 Material de laboratorio

Cámara bioclimática

Cámara fotográfica

Jaulas de vidrio

Cajas Petri

#### 6.1.2 Material de campo

Red entomológica

libreta de campo

Envases

Materiales varios de oficina

#### 6.1.3 Software

Microsoft Office Excel

Microsoft Office Word

Infostat

#### 6.1.4 Material Vegetal

Plántulas de tomate de árbol

Frutos de tomate de árbol

### 6.2 Área de estudio

La presente investigación se realizó en el laboratorio de entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. El mismo que está situado en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, parroquia Yanuncay, cuyas coordenadas geográficas son -2.9201568, -79.025173.

## 6.3 Manejo del experimento

### 6.3.1 Croquis de la investigación

En la figura 1, se muestra el croquis y distribución de las evaluaciones realizadas de los tratamientos en el ambiente de las cámaras bioclimáticas. En total se consideró 19 tratamientos, cada tratamiento incluido el testigo tiene cinco repeticiones.

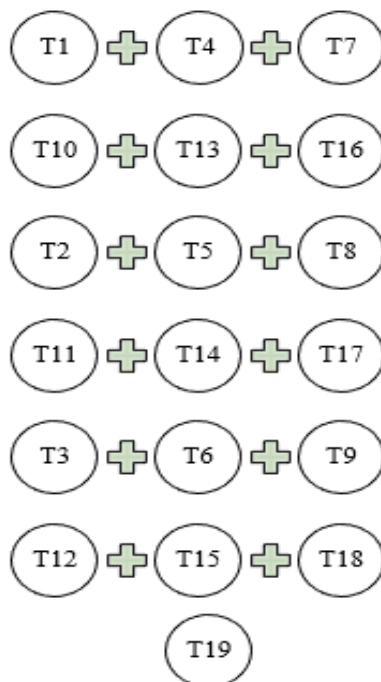


Figura 1: Croquis de dispersión de los tratamientos teniendo en cuenta sus niveles de temperatura y humedad.

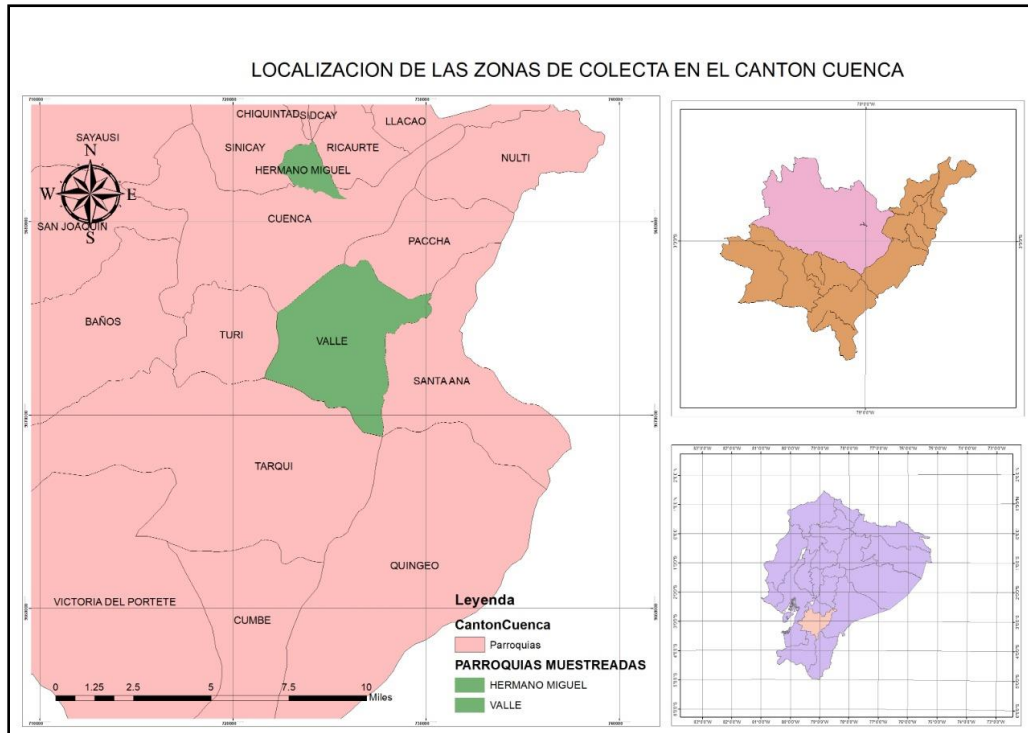
### 6.3.2 Registro de la temperatura y humedad relativa

En el laboratorio donde se efectuó la investigación se instaló un termohigrómetro digital (BOECO Germany SH-110) para registrar la temperatura y humedad relativa durante el periodo de ejecución del presente trabajo. Los registros se pueden observar en Anexos 2.

### 6.3.3 Colecta de insectos adultos

Se determinaron los sitios de colecta de *L. zonatus* con la mínima perturbación y contaminación por agroquímicos para garantizar el establecimiento del pie de cría y asegurar que los adultos del insecto estén libres de contaminantes.





*Figura 2: Sitos de obtención del material biológico para el estudio.*

Todos los insectos adultos de *Leptoglossus zonatus* (hembras y machos) se recolectaron de los cultivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) de la parroquia Hermano Miguel y la parroquia del Valle del cantón Cuenca para que exista variabilidad genética. De cada uno de los sitios de colecta previamente establecidos se realizaron colectas semanales por sitio con la ayuda de una red entomológica.

Estas colectas se realizaron para asegurar la provisión de adultos, en cada colecta se seleccionaron los adultos machos y hembras.

Los individuos fueron colocados en recipientes de vidrio con el fin de evitar daños mecánicos al insecto en el traslado al laboratorio. Una vez llegados al laboratorio los insectos fueron colocados en las jaulas entomológicas para el establecimiento del pie de cría.



#### 6.3.4 Establecimiento del pie de cría

El establecimiento del pie de cría se realizó en un cuarto sin ventanas con una puerta como único acceso. Las condiciones del sitio fueron  $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $63 \pm 2\%$  de temperatura y humedad relativa respectivamente, con luz constante las 24 horas para mayor actividad precoz de los adultos.

Las dimensiones de las cámaras que formaron el pie de cría fueron 40x30x30 cm, las tres caras de la jaula fueron construidas de vidrio, mientras que la restante fue cubierta con tela lienzo, esto con la finalidad de proporcionarle al insecto hembra un lugar de ovipostura y también para que exista entrada de aire. En una cara de la caja, se realizaron dos circunferencias de 15 cm de diámetro para la manipulación de los insectos, así como también de los materiales.

Para el acondicionamiento de las cámaras de pie de cría se colocaron piedras pomex para que ayude al mantenimiento de la humedad. Además, se usaron 2 botellas plásticas reciclables a las cuales se procedió hacerles pequeños orificios en la tapa con la ayuda de una aguja de coser. Dentro de las botellas se colocaron orbez con agua los cuales generaron humedad relativa y a su vez sirvieron para que las ninfas se hidraten. También se colocaron plántulas de tomate de árbol las cuales funcionaron como hospederos y alimento para las ninfas.

Para los insectos en estado adulto se utilizó frutos de tomate en estado tierno y maduro para su alimentación. Se reemplazó cada 5 días los frutos, tiempo en el cual los chinches succionan los jugos de los frutos. Esta actividad se realizó hasta la muerte de los individuos.

Con respecto a la temperatura se utilizó un dimer para poder manipular la intensidad de la luz y un foco incandescente de 150 watt de 120 voltios a 60 hz el cual fue colocado en la parte superior de la cámara para brindar la temperatura que se desee manipulando la intensidad del foco, proporcionando 24 horas de luz.

La cría se inició con los individuos colectados en campo colocados en jaulas entomológicas de vidrio (40x25x25 cm) sin contar la cantidad precisa de individuos considerando la capacidad de la jaula. Durante un tiempo de 4 meses de febrero al mes de mayo, se observó



diariamente la conducta de apareamiento y ovoposición de los chinchorros contenidos en las jaulas.

### **6.3.5 Manejo de adultos colectados**

Los adultos capturados fueron depositados en una de las cámaras de crianza, su dieta alimenticia estaba basada con frutos, agua y las plántulas de tomate, los frutos y el agua fueron cambiados constantemente como se mencionó anteriormente.

Al obtener los huevecillos estos fueron sustraídos cuidadosamente para depositarlos en otra cámara de crianza similar para poder obtener adultos. Luego de alcanzados los adultos, estos sirvieron para obtener nuevamente huevecillos, los cuales fueron sometidos a los diferentes tratamientos.

### **6.3.6 Fase de obtención de huevecillos**

En esta fase los huevos fueron sustraídos cuidadosamente. Para mayor facilidad en la extracción de los huevos se utilizó agua para que los mismos no sufran daños para su posterior evaluación en los tratamientos propuestos.

Los huevecillos utilizados en los tratamientos fueron obtenidos diariamente y contabilizados. Aquellos huevos que no alcanzaban el número para la evaluación de cada tratamiento fueron removidos y colocados en otra cámara para su eclosión y monitoreo.

### **6.3.7 Fase de crianza de las Ninfas**

En esta etapa se contabilizó las ninfas que eclosionaron de los huevos. Y además se registró aquellas ninfas que lograron alcanzar el estado adulto.

### **6.3.8 Fase de crianza de los adultos**

Se describió aquellos individuos que llegaron alcanzar la fase adulta y el tiempo de permanencia hasta la muerte.



### **6.3.9 Caracterización de la ovoposición y ciclo biológico del chinche**

Se observó diariamente los chinches presentes en el interior de las cámaras de cría. Una vez ovopositados los huevecillos estos se colocaron en cajas Petri. Si se contaba con el número necesario de huevecillos estos se sometían a la evaluación de un tratamiento.

Luego de la eclosión de los huevos las ninfas se colocaron en jaulas entomológicas similares en donde se evaluó su comportamiento para la determinación del ciclo biológico y la obtención de más huevecillos.

### **6.3.10 Efecto de la temperatura y humedad en el tiempo de eclosión y porcentaje de eclosión.**

Durante la caracterización de la ovoposición se realizaron varias colectas de huevecillos. En cada colecta se extrajo los huevecillos de forma manual con la ayuda de un pincel. Posteriormente se depositaron en cajas Petri en donde se realizó el conteo. Cada caja Petri contó con 5 huevos.

Luego de colocados los huevos en cada caja Petri se sometió a todas las repeticiones a una temperatura y humedad establecida en el bioclimático, así por cada tratamiento.

El testigo considerado consistió en colocar las cajas Petri con los huevecillos expuestos a las condiciones del laboratorio en las cámaras de cría.

### **6.3.11 Toma de datos en los tratamientos**

Diariamente se revisó los porcentajes de humedad y temperatura para cada tratamiento y la proporción de horas luz. Al observar el primer avistamiento se registró en fichas la fecha y el número de individuos eclosionados. La toma de datos de cada tratamiento finalizó luego de la eclosión total de las unidades experimentales o al cumplir 25 días en la cámara bioclimática. El tiempo de exposición de los huevos en el bioclimático fue máximo de 25 días. Este límite de tiempo se estableció por la duración de la investigación y además debido a que en ensayos preliminares se observó que los huevos eclosionaban en un tiempo de 20 a 25 días en condiciones ambientales.



### 6.3.12 Cronograma del proyecto de investigación.

A manera de resumen se evidencia las fechas en las cuales se realizó la evaluación de las variables en los tratamientos planteados.

Tabla 1: Fechas de las diferentes parámetros realizados en la presente investigación.

Cronograma		
Descripción	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Recolección de insectos, establecimiento del pie de cría	21 de Enero	5 de Febrero
Evaluación de los tratamientos para obtener el porcentaje y tiempo de eclosión.	5 de Febrero	2 de Julio
Evaluación del pie de cría para obtener el ciclo biológico del insecto.	5 de febrero	15 de mayo
Evaluación del tratamiento testigo	15 de mayo	9 de junio

### 6.4 Características del diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial más testigo. El primer factor fue la temperatura (10, 15, 20, 25, 30 y 35 °C) y el segundo correspondió a la humedad relativa (50, 70 y 100 %) dándonos un total de 18 tratamientos más el testigo, cada uno constó de cinco repeticiones, por lo cual se obtuvo un total de 95 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 huevos de *Leptoglossus zonatus* Dallas en una caja Petri. El tratamiento testigo fue sometido a condiciones ambientales de la cámara de cría.



Los valores establecidos de temperatura y humedad para los tratamientos se basaron respecto a los intervalos en los que fluctúan estas variables en las plantaciones establecidas de tomate de árbol en el país y respecto a las características del bioclimático.

Como se puede observar en la tabla 3 de acuerdo a las estaciones de la provincia del Azuay de las cuales se pudo obtener datos, la temperatura fluctúa en un rango de 11°C a 24°C y la humedad promedio es del 80%.

Tabla 2: Estaciones meteorológicas de la zona austral.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS AZUAY					
Nº	ESTACIÓN	AÑO	TEMP MAX	TEMP MÍN	HUMEDAD RELATIVA
1	SANTA ISABEL	2013			
1	SANTA ISABEL	2014	26,9	15,2	80
1	SANTA ISABEL	2015	29	15,3	83
PROMEDIO			<b>27,95</b>	<b>15,25</b>	<b>81,5</b>
2	PALMAS	2013	20,3	10,8	91
2	PALMAS	2014	21,4	10,3	84
2	PALMAS	2015	20,2	10,5	89
PROMEDIO			<b>20,63</b>	<b>10,53</b>	<b>88</b>
3	PAUTE	2013	24,4	11,6	82
3	PAUTE	2014	23,9	11,4	81
3	PAUTE	2015	24	11,2	83
PROMEDIO			<b>24,1</b>	<b>11,4</b>	<b>82</b>
4	GUALACEO	2013	23,1	10,4	68
4	GUALACEO	2014	24,2	9,7	71
4	GUALACEO	2015	23,4	10,3	68
PROMEDIO			<b>23,5</b>	<b>10,13</b>	<b>69</b>
<b>PROMEDIO GENERAL</b>			<b>23,8</b>	<b>11,7</b>	<b>80,8</b>

La investigación se realizó de forma combinada, por un lado, se estudió el efecto que puede tener los tratamientos en estudio en el tiempo y porcentaje de eclosión de los huevos de *Leptoglossus zonatus* Dallas.



Además, se realizó un seguimiento a la biología de *L. zonatus* para la determinación del ciclo de vida.

#### 6.4.1 Factores de estudio

Factor A: Temperatura.

Factor B: Humedad.

Tabla 3: Niveles de los factores estudiados en la presente investigación.

Factor A Temperatura	Factor B Humedad		
	50	70	100
10	T1	T2	T3
15	T4	T5	T6
20	T7	T8	T9
25	T10	T11	T12
30	T13	T14	T15
35	T16	T17	T18

#### 6.4.2 Tratamientos en estudio

En la presente investigación se evaluaron 18 tratamientos más el testigo producto de la combinación de los factores (temperatura y humedad) en estudio, como se detalla a continuación.

Tabla 4: Descripción de los tratamientos establecidos en el estudio.

Tratamientos	Clave	Factor A	Factor B	Descripción
		Temperatura (°C)	Humedad	
T1	A1xB1	10	50	10°C de Temperatura: 50% de Humedad



T2	A1xB2	10	70	10°C de Temperatura: 70% de Humedad
T3	A1xB3	10	100	10°C de Temperatura: 100% de Humedad
T4	A2xB1	15	50	15°C de Temperatura: 50% de Humedad
T5	A2xB2	15	70	15°C de Temperatura: 70% de Humedad
T6	A2xB3	15	100	15°C de Temperatura: 100% de Humedad
T7	A3xB1	20	50	20°C de Temperatura: 50% de Humedad
T8	A3xB2	20	70	20°C de Temperatura: 70% de Humedad
T9	A3XB3	20	100	20°C de Temperatura: 100% de Humedad
T10	A4XB1	25	50	25°C de Temperatura: 50% de Humedad
T11	A4XB2	25	70	25°C de Temperatura: 70% de Humedad
T12	A4XB3	25	100	25°C de Temperatura: 100% de Humedad
T13	A5XB1	30	50	30°C de Temperatura: 50% de Humedad
T14	A5XB2	30	70	30°C de Temperatura: 70% de Humedad
T15	A5XB3	30	100	30°C de Temperatura: 100% de Humedad
T16	A6XB1	35	50	35°C de Temperatura: 50% de Humedad
T17	A6XB2	35	70	35°C de Temperatura: 70% de Humedad
T18	A6XB3	35	100	35°C de Temperatura: 100% de Humedad
T19	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo Temperatura y Humedad ambiental

### 6.4.3 Diseño experimental

Número de Tratamientos: 18 tratamientos + Testigo.

Número de Repeticiones: 5 repeticiones por tratamiento.

Unidad experimental: 5 huevecillos por unidad experimental (1 caja Petri)





Número de Unidades experimentales: 95 unidades experimentales.

## 6.5 Análisis de los datos

Para la obtención del ciclo biológico del insecto *Leptoglossus zonatus* (análisis del pie de cría) se realizó un análisis estadístico descriptivo.

Los datos generados sobre porcentaje de huevos eclosionados fueron transformados aplicando transformación angular o de Bliss, ya que como indican Little y Hills (1995), en experimentos con insectos el dato de porcentaje es necesaria la transformación de los valores obtenidos en campo, con la siguiente formula:

$$\sin^{-1}\sqrt{\frac{n}{100}}$$

Dónde: n = porcentaje de eclosión

Hechas las transformaciones los resultados promedio (% de eclosión) se presentan en las unidades originales (Calzada, 1982)

Los datos obtenidos de las variables evaluadas tiempo y porcentaje de eclosión (datos transformados) fueron sometidos a una prueba de normalidad (residuos) con el test de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) para verificar el supuesto. Al mismo tiempo se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas (Test de Levene).

Los datos no se ajustaron a la normalidad pese a ser transformados con diferentes pruebas, por lo cual se utilizó estadística no paramétrica, como indica Oliver Rodríguez et al., (2009) no hay un equivalente del análisis de Anova factorial para datos que no se ajustan a la normalidad. Sin embargo, se puede extraer información relevante con un análisis de Kruskal-Wallis, aunque este no considere el modelo. En caso de apreciarse un efecto significativo entre los tratamientos se realizó una comparación de a pares de medianas adaptándose a niveles de significancia de  $p < 0.05$ . También se realizó un análisis de cada factor por separado mediante un Kruskal-Wallis para observar su comportamiento.



Además, se realizó un análisis de correlación (Spearman) con el objetivo de relacionar las variables de respuesta (tiempo y porcentaje de eclosión) con los factores propuestos (Temperatura y humedad).

También se utilizó medidas de tendencia central, desviación estándar, y coeficiente de variación para el detalle de los tratamientos. Para la mejor interpretación de los factores en los tratamientos evaluados se utilizó gráficos de interacción.

El análisis estadístico fue realizado mediante el software InfoStat y R.

## **7. RESULTADOS**

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados obtenidos de acuerdo a las observaciones realizadas en laboratorio. Los datos obtenidos fueron tabulados en Excel, y posteriormente se trasladaron al software estadístico InfoStat para su análisis.

### **7.1 Registro de la temperatura y humedad relativa del laboratorio.**

En la cámara de cría la temperatura promedio fue de  $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa promedio fue  $63 \pm 2 \%$ . En la figura 1 puede observarse las fluctuaciones de ambos factores (Temperatura y humedad) en el cuarto de cría donde se realizó la investigación. Para mayor detalle de los registros ver Anexos2.

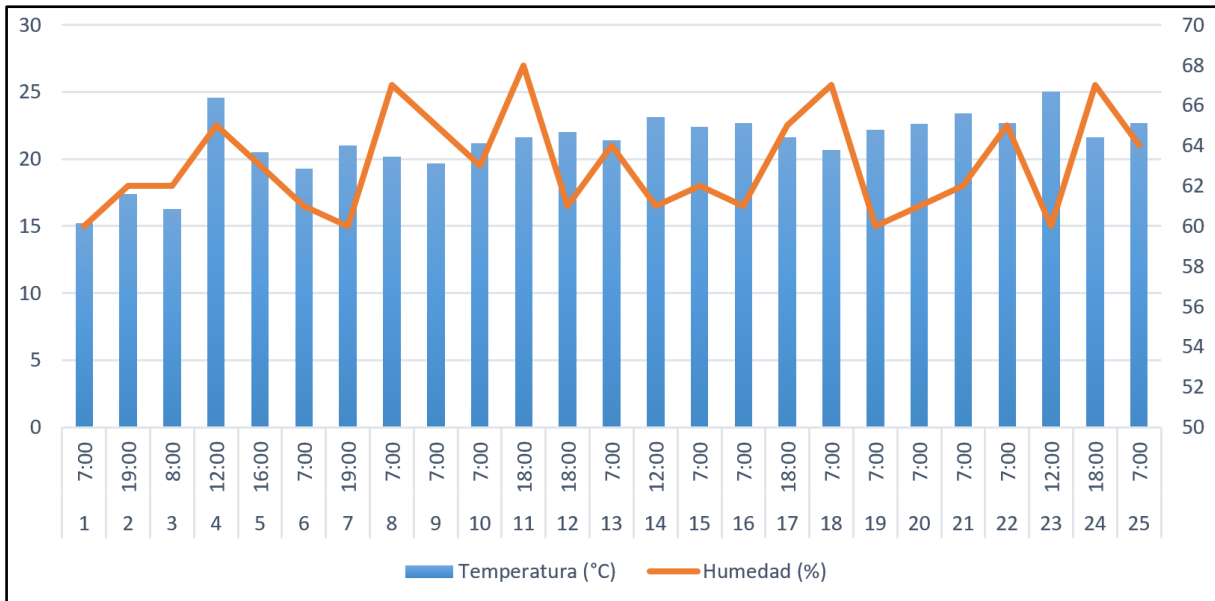


Figura 1: Fluctuaciones de temperatura y humedad de la cámara de cría en diferentes fechas y horas.

## 7.2 Objetivo 1

### 7.2.1 Ciclo biológico de *Leptoglossus zonatus*

Se obtuvo la duración del ciclo biológico del insecto luego de sucesivas evaluaciones, en donde se obtuvo la experticia para la obtención de datos confiables, al final se registró dos repeticiones del ciclo de vida durante todo el desarrollo de la investigación. La determinación del ciclo biológico de *L. zonatus* se dio con una temperatura promedio de 21°C y una humedad relativa promedio de 63%

La duración en días de los estados de *L. zonatus* se presentan resumidos en la tabla 5 así como el número de los individuos evaluados en cada estado del insecto. Además, para plasmar los resultados se presenta una descripción de cada fase del ciclo biológico.

Tabla 5: Ciclo biológico de *L. zonatus* en las condiciones de cría establecidas en el laboratorio.

Etapas de desarrollo	Repetición 1		Repetición 2	
	Individuos	días	Individuos	días
<b>Huevo</b>	22	20	20	19
<b>Ninfa 1</b>	22	5	20	4

<b>Ninfa 2</b>	17	7	10	9
<b>Ninfa 3</b>	11	6	8	7
<b>Ninfa 4</b>	9	8	6	8
<b>Ninfa 5</b>	7	14	4	13
<b>Adulto</b>	7	60	4	67
Total (días)		<b>120</b>		<b>126,5</b>

Los huevos tardaron alrededor de 20 días para eclosionar, la duración del estado ninfal fue de 40 días, siendo la ninfa 5 la de mayor duración. El tiempo total de desarrollo de huevo hasta la ninfa 5 fue de 60 días, con una longevidad del adulto de 60 a 67 días. El ciclo completo fue de alrededor de 120 a 126 días (Tabla 5).

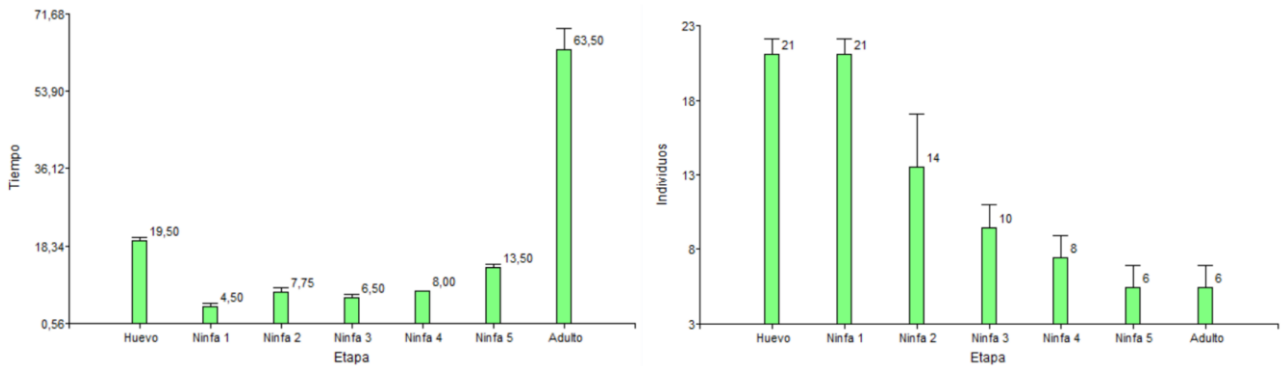


Figura 2: Número de individuos y tiempo de desarrollo de cada fase de *L. zonatus* de los dos registros obtenidos.

La mayor mortalidad se presentó en los primeros estadios ninfales como se observa en la figura 2, en el primer estado ninfal se registró un porcentaje de mortalidad de alrededor del 33%.

### Estado de huevo

Los huevos presentaron forma cilíndrica, los mismo fueron ovipositados en forma de cadena. La oviposición ocurrió cerca de la tela lienzo, de los tallos y hojas de las plántulas de la cámara de cría. Por cada postura se contabilizaba alrededor de 20 huevos.



Los huevos recién ovipositados se los distinguían por ser verdes, luego del transcurso de un día se tornaban cafés grisáceos.

### **Ninfas**

En la mayoría de casos la eclosión de los huevos fue a los 20 días en la cámara de crianza. Se registró el 100 % de eclosión es decir que si teníamos una cantidad de 30 huevos se obtuvo las 30 ninfas. Sin embargo, las ninfas al inicio se morían por cambios de temperatura bruscos entre el día y la noche, esto se controló cuando se adecuó el cuarto para que en la noche no exista mayor variación de temperatura, sin embargo, se mantuvo una mortalidad alta de ninfas en especial en el primer y segundo estadio ninfal. Se mantenía una mortalidad de 5 a 15 ninfas mientras llegaban al estado adulto, en el mejor de los casos se llegaba a tener de 20 ninfas 10 adultos, lo que era bueno para seguir obteniendo más huevecillos para nuestros tratamientos.

Las ninfas presentaron un estado gregario en los primeros estadios ninfales los cuales no se alimentaban de los frutos, presentaron color rojo-anaranjado en los primeros estadios y se volvieron de color más pardo de acuerdo al desarrollo

### **Adultos**

En esta fase no hubo mayor complicación en la investigación ya que al entrar en estado adulto los insectos no presentaban mayores problemas, se les alimentaba con los frutos del árbol de tomate como se detalló en la metodología, y estos morían luego de tres o cuatro ovoposiciones tratándose de las hembras.

### **7.3 Objetivo 2 y 3**

Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje y tiempo de eclosión de los huevos de *L. zonatus*.

### 7.3.1 Tratamientos en los cuales no se obtuvo respuesta dentro del plazo establecido.

En los tratamientos 1 al 5 y 13 al 18 (11 tratamientos de 19) se observó que dentro del límite establecido de 25 días no hubo eclosión de los huevos de *L. zonatus*, por lo tanto, no se obtuvo un registro del tiempo debido a que no se continuó evaluando los huevos en dichas temperaturas y humedades.

Cabe recalcar que no se realizó una prueba de viabilidad en los huevecillos, por lo que no se pudo conocer si estos murieron en los tratamientos mencionados o caso contrario necesitaban más tiempo para su debida eclosión.

### 7.3.2 Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas de las variables evaluadas.

El p-valor obtenido de ambas variables evaluadas en el test de Shapiro-Wilk fue menor a 0,05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula que afirma que los datos se ajustan a una distribución normal, y no se rechaza la hipótesis alternativa que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 6: Estadísticos de la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas del tiempo y porcentaje de eclosión de *L. zonatus*.

Variable	n	Media $\pm$ D.E	Prueba de Shapiro-Wilk		Prueba de Levene
			W*	p-valor	p-valor
Tiempo de eclosión	40	18,8 $\pm$ 5,43	0,79	0,01	0,128
Porcentaje de eclosión	95	94,5 $\pm$ 11,08	0,64	0,0001	0,123

Para la verificación del supuesto de homocedasticidad de varianzas se utilizó el test de Levene. El tiempo y porcentaje de eclosión obtuvieron un p-valor de 0,128 y 0,123 respectivamente por lo cual no se rechaza la hipótesis nula que los datos presentan varianzas iguales.

### 7.3.3 Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas

En las tablas 7 y 8 se presentan los estadísticos descriptivos de cada tratamiento evaluado en el presente estudio para las variables porcentaje y tiempo de eclosión.

De los tratamientos 1 al 5 y 13 al 18 no se obtuvo registro del tiempo de eclosión debido a que como se mencionó anteriormente dentro del plazo establecido para la evaluación de cada tratamiento los huevos no eclosionaron por lo tanto no se presentan en las tablas que se a continuación.

Tabla 7: Resumen de los estadísticos descriptivos de la variable porcentaje de eclosión de *L. zonatus*.

PORCENTAJE DE ECLOSIÓN						
Tratamiento	Factor A (°C)	Factor B (%)	Media	CV (%)	Mediana	Desviación estándar
6	15	100	92	11,91	100	10,95
7	20	50	84	19,92	80	16,73
8	20	70	96	9,32	100	8,94
9	20	100	96	9,32	100	8,94
10	25	50	92	19,44	100	17,89
11	25	70	96	9,32	100	8,94
12	25	100	100	0	100	0
19	Ambiente		100	0	100	0

Tabla 8: Resumen de los estadísticos descriptivos de la variable tiempo de eclosión de *L. zonatus*.

TIEMPO DE ECLOSIÓN						
Tratamiento	Factor A °C	Factor B %	Media	CV (%)	Mediana	Desviación estándar
6	15	100	19,8	2,26	20	0,45
7	20	50	25	0	25	0
8	20	70	24	0	24	0
9	20	100	21	0	21	0
10	25	50	20	0	20	0
11	25	70	12,6	4,35	13	0,55
12	25	100	8	0	8	0
19	Ambiente		20	0	20	0

En el tratamiento 6, los huevos tardaron en eclosionar en su totalidad 20 días, mientras que en el tratamiento 7 los huevos tardaron 25 días en eclosionar y se alcanzó un 84% de eclosión

de los huevos, en el tratamiento 8 los huevos eclosionaron en 24 días y se alcanzó el 96% de eclosión. Para el caso del tratamiento 9 el tiempo de eclosión fue de 21 días y se obtuvo una eclosión del 96%, en el tratamiento 10 el tiempo de eclosión oscilo en los 20 días igualmente con un 100% de eclosión. Los huevos en el tratamiento 11 y 12 eclosionaron en su totalidad a los 13 y 8 días respectivamente. El tratamiento testigo sometido a las condiciones ambientales sometidas del pie de cría alcanzó un 100% de eclosión a los 20 días.

### 7.3.4 Porcentaje de eclosión (%)

Se contó el número de huevos que eclosionó por caja Petri y se determinó el porcentaje de eclosión (Gráfico 3).

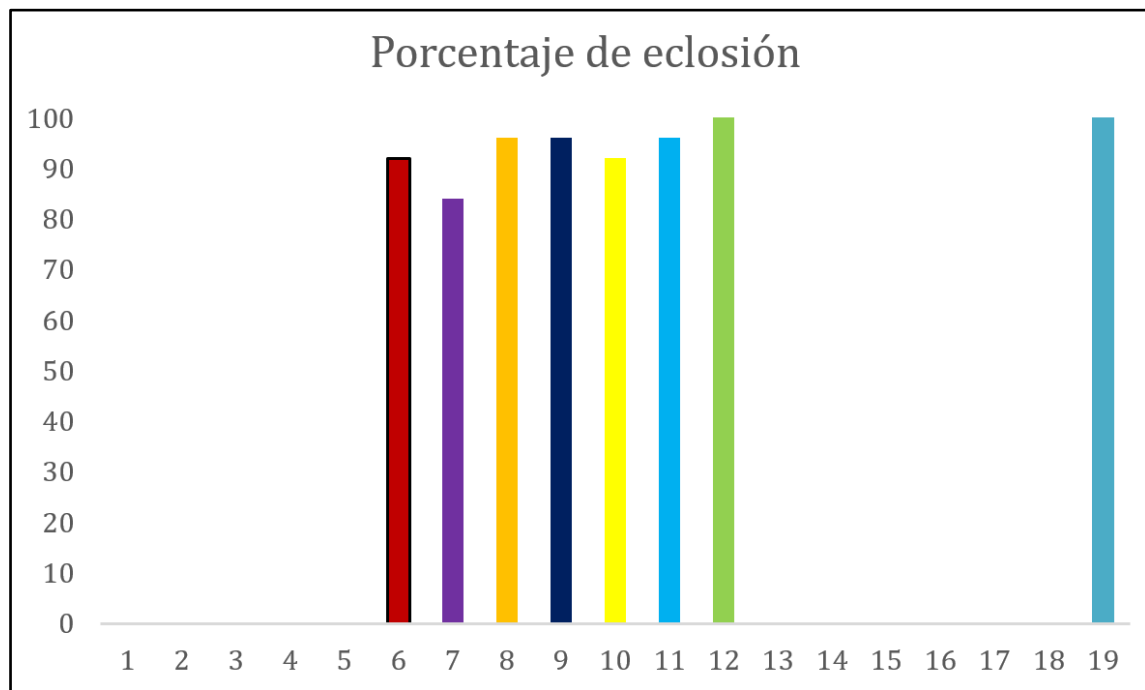


Figura 3: Porcentaje de eclosión de los huevos de *L. zonatus* en los diferentes tratamientos.

Los resultados sobre el efecto de las diferentes temperaturas y humedad en el porcentaje de eclosión se presentan en la Tabla 7. Los datos indican que 8 tratamientos presentaron porcentajes de eclosión que oscilaron entre 80 y 100%, es decir en dichos tratamientos se presentaron casi nulos porcentajes de mortalidad. Y en el restante grupo de 11 tratamientos el porcentaje de eclosión fue de cero.



### 7.3.4.1 Gráfico de interacción

En la figura 4 se muestra la interacción entre los factores temperatura y humedad en la variable porcentaje de eclosión.

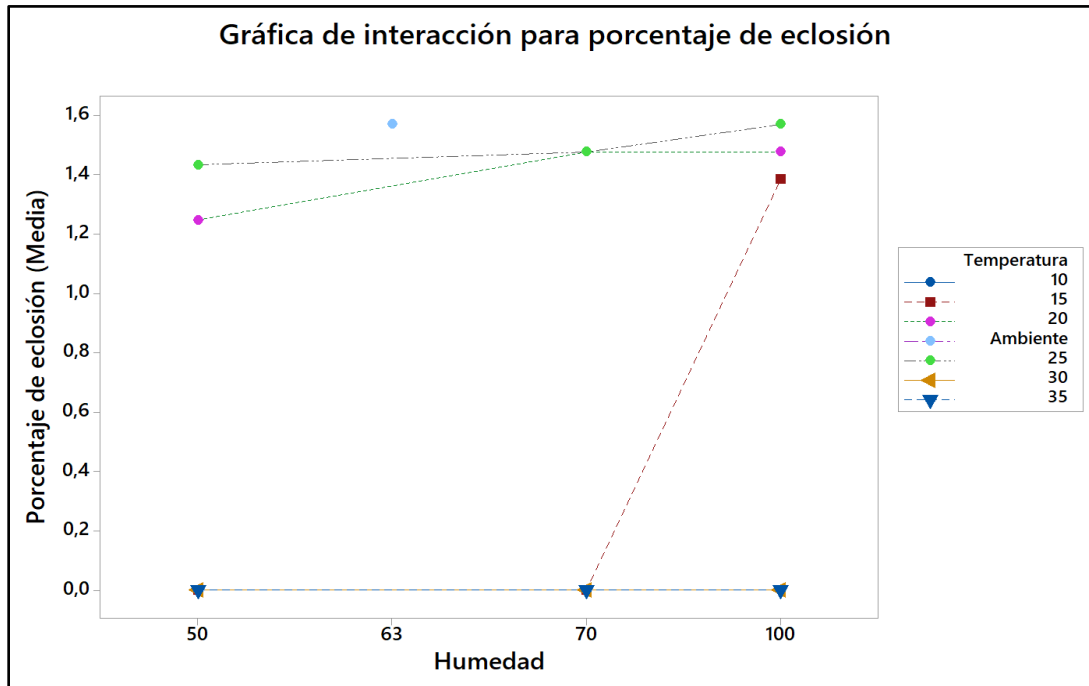


Figura 4: Interacción entre los niveles de temperatura y niveles de humedad relativa sobre el porcentaje de eclosión de los huevos de *Leptoglossus zonatus*.

Se puede observar que los tratamientos en los cuales los huevos eclosionaron se obtuvieron similares porcentajes de eclosión en el presente estudio se deduce probablemente la no interacción entre los factores evaluados en el porcentaje de eclosión de los huevos del chinchorro.

### 7.3.4.2 Prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 9 se puede observar el p-valor del test realizado de Kruskal-Wallis que es menor a 0,05. Por lo que podemos concluir que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esta diferencia se debe únicamente a los tratamientos que si presentaron eclosión frente a los tratamientos que no presentaron eclosión. Sin embargo, no



existe una diferencia significativos entre los tratamientos en los cuales eclosionaron los huevos debido a que el porcentaje de eclosión en dichos tratamientos fue similar. Ver Anexos 3.

Tabla 9: Test de Kruskal-Wallis para la variable porcentaje de eclosión.

Variable	H	p
<b>Porcentaje de eclosión</b>	69,49	<0,0001

De acuerdo con el resultado anterior hay evidencia significativa para determinar que los factores no influyen sobre la variable respuesta porcentaje de eclosión en los tratamientos que se obtuvo la eclosión de los huevos del chinchorro.

#### 7.3.4.3 Análisis de correlación

La correlación entre porcentaje de eclosión y temperatura es de -0.096 lo que nos indica una relación negativa casi nula. La correlación entre porcentaje de eclosión y humedad es 0.128. Los dos valores obtenidos se acercan a cero por lo que existe evidencia que no hay relación lineal entre los factores con la variable porcentaje de eclosión.

Los p-valor para la correlación entre porcentaje de eclosión y temperatura y entre porcentaje de eclosión y humedad son mayores que el nivel de significancia de 0.05 lo que indica que los coeficientes de correlación no son significativos por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula que no existe correlación entre las variables evaluadas.

Tabla 10: Tabla del coeficiente de correlación para la variable porcentaje de eclosión.

		Temperatura	Humedad
Porcentaje de eclosión	<b>p-value</b>	0,21	0,35

Por lo tanto, al no existir una correlación estadísticamente significativa en las variables porcentaje de eclosión con temperatura y humedad se concluye que el comportamiento de las variables es independiente.

#### 7.3.5 Tiempo de eclosión

Los resultados de la influencia de las temperaturas y humedades evaluadas sobre el tiempo de eclosión de los huevos de *L. zonatus* se pueden observar en la figura 5.

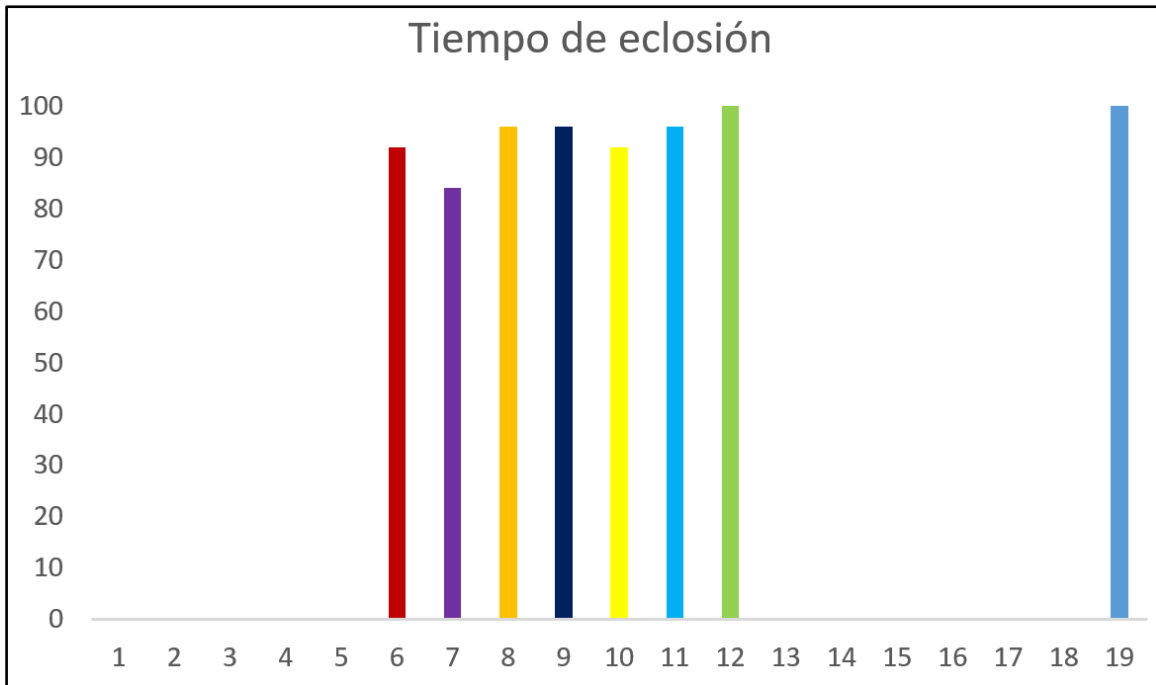


Figura 5: Tiempo de eclosión de los huevos de *Leptoglossus zonatus* en los diferentes tratamientos evaluados.

El tiempo de eclosión de los huevos evaluados mostraron gran variabilidad. Cuando se utilizó la temperatura de 25°C independientemente de la humedad utilizada se pudo observar tiempos de eclosión que fluctuaron entre 8 y 20 días. Cuando se aplicó una temperatura de 20°C los tiempos de eclosión variaron de 21 a 25 días. Mientras que a 15°C el tiempo de eclosión oscilo entre los 20 días (Tabla 8).

### 7.3.5.1 Gráfico de interacción

En la figura 6 se muestra el efecto de interacción de los dos factores: temperatura y humedad. La interacción reflejada en el tiempo de eclosión destaca que el tiempo de eclosión para la temperatura de 20°C va disminuyendo con forme aumenta la humedad relativa al igual que para la temperatura de 25°C, pero se observa diferencias en las medias de las diferentes combinaciones de los factores.

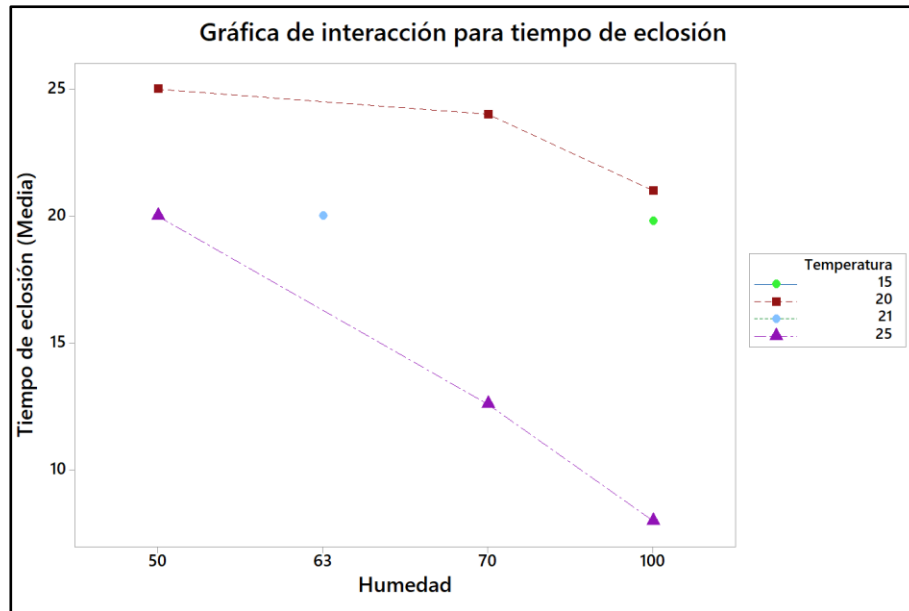


Figura 6: Interacción de la temperatura y humedad relativa en el tiempo de eclosión de los huevos de *L. zonatus*.

En general se deduce que las temperaturas más bajas aumentan el tiempo de eclosión del insecto haciendo que se alargue su ciclo de vida. Como se observa cada temperatura produce diferencias en el tiempo al combinarse con diferentes humedades relativas.

### 7.3.5.2 Prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 11 se observa que el p-valor es menor a 0,05, por lo cual no rechazamos la hipótesis alternativa que al menos una de las medianas de los tratamientos es diferente. Es decir que los tiempos de eclosión difieren entre si estadísticamente.

Tabla 11: Test de Kruskal-Wallis para los tratamientos en la variable tiempo de eclosión de los huevos de *L. zonatus*

Variable	H	p
<b>Tiempo de eclosión</b>	36,64	<0,0001

El tratamiento 12 (Temperatura de 25 y humedad de 100) difiere del resto de los tratamientos evaluados, pero se asemeja al tratamiento 11, las medianas obtenidas en dichos tratamientos son las más bajas de 8 días eclosión de los huevos frente a 13 días respectivamente. El tratamiento 7 posee la mediana más alta de tiempo de eclosión de 25 días.

Tabla 12: Comparaciones de a pares para el tiempo de eclosión en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Combinación	Medianas	Agrupación			
12	25:100	8	A			
11	25:70	13	A	B		
6	15:100	20	A	B	C	
19	Ambiente	20		B	C	
10	25:50	20		B	C	
9	20:100	21			C	D
8	20:70	24				D
7	20:50	25				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Como se observa en la tabla 12 cuanto mayor sea la temperatura y humedad el tiempo de eclosión es más rápido y en consecuencia el ciclo de huevo a adulto será más corto, en la presente investigación el tratamiento con temperatura de 25°C y 100% de humedad tuvo menor duración en la eclosión de los huevos del chinchorro. Las diferencias en los tiempos de eclosión podrían deberse a las diferencias adaptativas que ha adquirido la especie en estudio en respuesta a condiciones ambientales en las que habitan.

La diferencia significativa entre tratamientos motiva a un análisis por factores. En la evaluación de cada factor para la variable tiempo de eclosión se determinó con la prueba de Kruskal-Wallis que existe diferencias significativas en el factor de temperatura. Sin embargo, para el factor humedad no se encontraron diferencias significativas.

Por lo tanto, podemos deducir que el factor temperatura es el que mayor incide en el porcentaje de eclosión

Tabla 13: Test de Kruskal-Wallis para el factor temperatura en la variable tiempo de eclosión.

Variable	Factor	H	p
<b>Tiempo de eclosión</b>	Temperatura	30,23	<0,0001

Tabla 14: Test de Kruskal-Wallis para el factor humedad en la variable tiempo de eclosión.

Variable	Factor	H	p
<b>Tiempo de eclosión</b>	Humedad	6,76	0,068



Como se observa en la tabla 15 las temperaturas evaluadas difieren entre si estadísticamente, las temperaturas de 25,15 °C y ambiente no son estadísticamente diferentes, pero si difieren de la temperatura de 20°C la cual presenta los mayores tiempos de eclosión registrados en la presente investigación.

Tabla 15: Comparaciones de a pares para el factor temperatura en los tratamientos evaluados.

Temperatura	Medianas	Agrupación	
<b>25</b>	13	A	
<b>15</b>	20	A	
<b>Ambiente</b>	20	A	
<b>20</b>	24		B

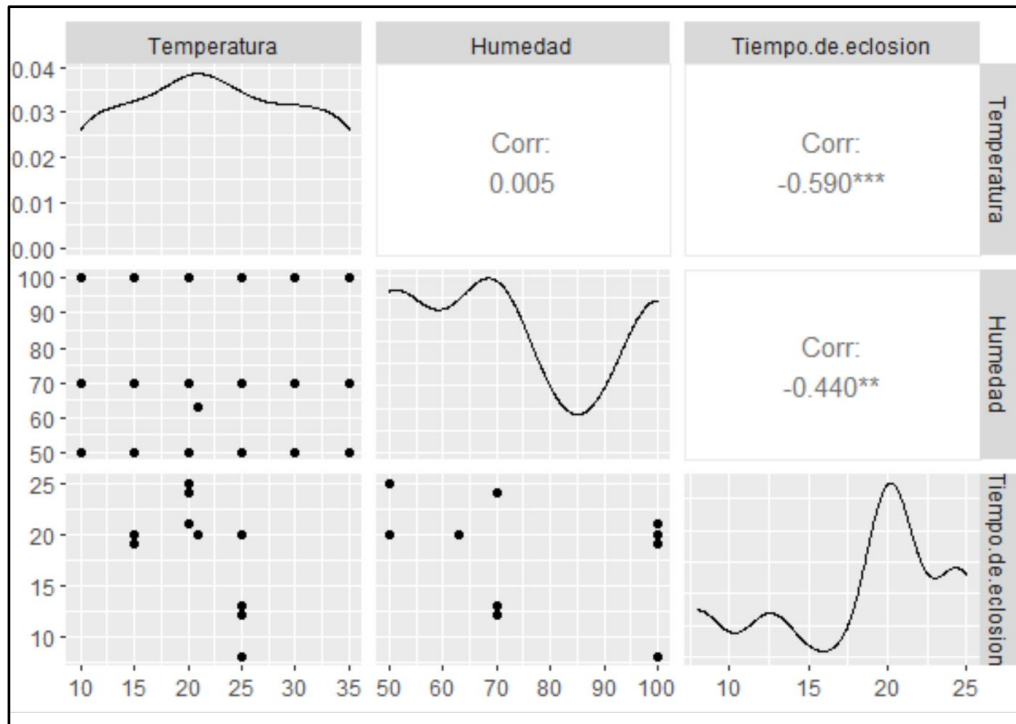
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Al evaluarse únicamente las temperaturas se observa que estas no siguen un comportamiento lineal es decir que mientras aumente el factor de la temperatura los tiempos de eclosión disminuyan ya que las temperaturas de 25,15 °C no son estadísticamente diferentes. Además, podemos observar que los tratamientos con temperatura de 15°C presentan un tiempo de eclosión similar al testigo del estudio.

Con este análisis podemos deducir que se necesita la combinación de ambos agentes abióticos (temperatura y humedad) para acelerar o disminuir el ciclo biológico del insecto ya que la humedad por sí sola no presenta diferencias significativas en la presente investigación.

### 7.3.5.3 Análisis de correlación

El análisis de correlación realizado evidenció una correlación estadísticamente significativa entre los factores temperatura y humedad para el tiempo de eclosión de *Leptoglossus zonatus*. La correlación que se encontró fue inversa, es decir mientras aumenta los valores de una variable disminuyen los valores de la otra variable. (Ver gráfico 7).



\*\* . La correlación es significativa

Figura 7: Correlación entre los factores temperatura y humedad para la variable tiempo de eclosión.

El p-valor para la correlación entre tiempo de eclosión y temperatura y entre porcentaje de eclosión y humedad son menores que el nivel de significancia de 0.05 lo que indica que los coeficientes de correlación son significativos por lo tanto existe correlación entre la variable tiempo de eclosión y los factores evaluados. (Tabla 16).

Tabla 16: : Tabla del coeficiente de correlación para la variable tiempo de eclosión.

		Temperatura	Humedad
Tiempo de eclosión	p-value	6,25E-02	0.004461

## 7.4 DISCUSIÓN

Conocer el efecto de la temperatura y humedad relativa en los insectos permite analizar el riesgo de plagas y por lo tanto desarrollar alternativas de manejo, en el que se considera el sitio para el ámbito fitosanitario (Tepole, 2011).



Las condiciones abióticas estudiadas en esta investigación (Temperatura y humedad relativa) afectaron de forma relevante el tiempo de eclosión de los huevos de *Leptoglossus zonatus*, reafirmando que los factores climáticos como temperatura y humedad afectan la duración del ciclo biológico de los insectos. En concordancia Tepole et al., (2016) afirman en su estudio que el cambio de temperatura y dieta afectaron la duración del ciclo biológico de *L. zonatus* ya que a 20,4°C y 74% de humedad relativa el ciclo biológico fue de 179 días, mientras que a 24,8°C y 69% de HR el ciclo biológico fue de 109 días. Además, en su estudio afirman que a 24,8°C y 69% de humedad relativa el tiempo de eclosión fue de 10 días, este tiempo resulta similar al tiempo de eclosión obtenido en la presente investigación en el tratamiento 11 (25°C y 70%HR) que fue de 13 días.

Se considera que la temperatura ejerce mayor efecto sobre el desarrollo de los insectos por su importancia en los procesos bioquímicos en organismos ectotérmicos (insectos). Higley et al., (1986) mencionan que las altas temperaturas aumentan la velocidad de las reacciones químicas y como consecuencia disminuye el tiempo de desarrollo, esto corrobora los resultados obtenidos que a mayor temperatura y humedad el tiempo de eclosión disminuyó notoriamente como fue el caso del tratamiento 12 cuyo tiempo de eclosión osciló en los 8 días.

A temperatura y humedad menor a 15°C y 100% HR no se dio una eclosión de los huevos en la presente investigación, según Castro et al., (2016) en general las temperaturas más bajas disminuyen la tasa de desarrollo de los insectos haciendo que se alargue o interrumpa su ciclo de vida, en su investigación a 7°C la eclosión de los huevos de *Compsomyiops arequipensis* no fue óptima por lo cual obtuvo un porcentaje mínimo de larvas emergentes. La humedad también influye sobre el tiempo de eclosión de los huevos así por ejemplo los huevos de *Ostrinia nubilalis* eclosionan únicamente en temperaturas de 18°C y 30°C cuando la humedad relativa es del 100%, mientras va disminuyendo el porcentaje de humedad la mortalidad es elevada (Coscollá, 1980). Estos estudios corroboran los resultados obtenidos en la presente investigación.

Para predecir las condiciones óptimas de desarrollo del insecto se debe considerar simultáneamente las temperaturas que brinden mejores tasas de desarrollo y la mayor





supervivencia para cada uno de los estados de desarrollo del insecto (Duarte et al., 2009). La cercanía a los umbrales afecta el desarrollo de los insectos, para *L. zonatus* en estado de huevo. En la presente investigación se obtuvo que el umbral para la eclosión de los huevos es de 15°C y 100% HR a 25°C y 100% HR. Fuera de este rango se vio limitada la eclosión de los huevos como se evidencio en los datos obtenidos.

Los resultados obtenidos corroboran el estudio publicado por Jackson et al., (1995) que la supervivencia del *Leptoglossus zonatus* se ve limitada a temperaturas de 35°C (la tasa de supervivencia fue del 12%), mientras que a 30°C la tasa de supervivencia aumento a 29.3%. En su estudio la dieta de los insectos fue a base de frijol (ejote). Así también un estudio realizado en el chinche de pino (*L. occidentalis*) determinó que la temperatura umbral que permite el desarrollo del chinche es desde 15°C (Naya et al., 2013).

Respecto al ciclo de vida del insecto Matrangolo y Waquil (1994) afirman que en promedio cada hembra puede poner entre cinco y seis posturas con 15 huevos distribuidos en una sola línea, lo cual coincide con lo observado en el presente estudio. La no sobrevivencia de los primeros estadíos ninfales en la cría del presente estudio confirma los resultados obtenidos por Duarte et al., (2009), en los cuales el 100% de la mortalidad de las ninfas de *L. zonatus* se alcanzó al final del segundo estado ninfal.

## 7.5 CONCLUSIONES

Se determinó que la temperatura y humedad afecta la duración del ciclo biológico ya que el tiempo de eclosión de los huevos de *Leptoglossus zonatus* varía al empelarse diferentes temperaturas y humedades.

Por los resultados obtenidos en el análisis de correlación se evidenció que existe una relación entre el tiempo de eclosión y los factores estudiados (temperatura y humedad relativa), es decir la combinación de ambos factores afectan el desarrollo del insecto.

El tiempo de eclosión obtenido de los huevos a 20°C con 50 y 70 % de humedad relativa fue el mayor con 25 y 24 días respectivamente. Por el contrario a 25°C y 100 % de humedad relativa el tiempo de eclosión que se obtuvo fue el menor (8 días).



Por último, el umbral para la eclosión de los huevos de *L. zonatus* va de 15°C y 100% HR a 25°C y 100% de humedad relativa.

## 7.6 RECOMENDACIONES

En futuros estudios debería incluirse el estudio de la viabilidad de los huevos debido a que si en el plazo establecido estos no tienen una respuesta se desconoce su estado.

Establecer un pie de cría de mayor capacidad para la obtención de huevecillos para tener mayor facilidad de evaluación.

Dar a conocer los resultados de la presente investigación encontrados es decir las temperaturas y humedades en conjunto en la cual el insecto alcanza su máximo desarrollo para establecer medidas de control de *L. zonatus* en el cultivo de tomate de árbol.

Dar continuidad al estudio del ciclo biológico del insecto a fin de obtener mayor información del insecto como plaga en el cultivo de tomate de árbol.



## 7.7 BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, A.L. (1995). Biología de *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Acrididae) y patogenicidad de *Beauveria bassiana* en laboratorio. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
- Agulleiro, M., Anguis V., Cañavate, J., Martínez, C., Mylonas y Cerda. (2006). Induction of spawning of captive reared Senegalese sole (*Solea Senegalensis*) using different delivery systems for sperm motility. *Comp.Biochem.Pysiol.Part A*. 147: 885-892.
- Aquino, S. (2015). Efecto de la temperatura y humedad en el ciclo biológico del chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier.
- 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.
- Bellotti, A., Vargas, O., Arias, B., Castaño, O., García, C. (1988). *Cyrtomenus bergi* Froeschner. A new pest of cassava: Biology, Ecology and Control. VII Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Gosier (Guadalupe) Ed. INRA, Paris. p: 551-560
- Calzada, J. (1982). “Métodos estadísticos para la investigación”. 4ta Edición. Editorial JURIDICA. Lima, Perú.
- Cadena, E (2000). Estudio de Prefactibilidad para el tomate de árbol. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Servicio de Información Y Censo Agropecuario
- Castro, J., Belalcázar, G., y Salazar, J. (2016). Influencia de la temperatura sobre el ciclo de vida de la especie necrofaga *Compsomyiops arequipensis* Mello , 1968 ( Diptera : Calliphoridae ). *Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.)*, 28, 105–116.
- Cisneros, F. (1995). Control físico. *Control de Plagas Agrícolas*, 7.  
[http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA\\_6\\_PG\\_84-88.pdf](http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_6_PG_84-88.pdf)



- Coscollá, R. (1980). Incidencia de los factores climatológicos en la evolución de las plagas y enfermedades de las plantas. Bol. Serv. Plagas, 6, 123–139.
- Cortez, H. (1997). Efecto de la consuelda (*Symphytum officinale*) en diferentes niveles de combinación con alfalfa (*Medicago sativa*) en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis Ing. Agr. UMSA. La Paz, Bolivia, pp.25-28.
- Davis, R. (1991). Introducción a la entomología. Séptima edición. Editorial MundiPrensa. Madrid, España. 449 p.
- Duarte, H., Polanía, I. Z. (2009). Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Eriopis connexa connexa* ( Germar ) ( Coleoptera : Coccinellidae ) temperature effect on the development of *Eriopis connexa connexa* ( Germar ) ( Coleoptera : Coccinellidae ). 135–145.
- García, T. (2003). El cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*). Centa (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). El Salvador. 6 p.
- García, G., López, C., Nava, T., Villanueva, A. y Vera, G. (2006). Modelo de Predicción de Riesgo de Daño de la mosca pinta *Aeneolamia postica* (Walker) Fennah (Hemiptera: Cercopidae). Neotropical entomology 35: 667-688.
- Gabriel, J., Castro, C., Valverde, A., Indacochea, B. (2017) Diseños experimentales: teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 146 p
- Higley, S., Pedigo, L., y Ostlie, K. (1986). Degday: a program for calculatating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. Environmental entomology, 15, 999-1016.
- <http://www.ingentaconnect.com/content/esa/envent/1986/00000015/00000005/art00001>  
1. (9 de noviembre 2011
- Gibson, H. (1917). Key to the species of *Leptoglossus* Güer. occurring north of México (Heteroptera: Coreidae). Psyche 24: 69-72.
- Galarza, E. (2016). Incidencia de la mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*) y el chinche patón (*Leptoglossus zonatus*) en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) en la zona de Quevedo. [repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1928%0A](http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1928%0A)
- González, Y., Gómez, J., Espinoza, R., Marichal, E., y Armentero, C. (2011). Afectaciones



- directas producidas por el complejo de chinches (hemiptera: pentatomidae) en granos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y determinación de *Nematospora* sp. Cuba: Fitosanidad 15(3): 179-183
- 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.
- INEC. (2014). Estadística Agropecuaria. Ecuador
- INEC. (2017). Estadística Agropecuaria. Ecuador
- León J, (2004). Manual del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). N° 61. Quito, EC, Tecnigrava. 51p
- Jackson, C. G., Tveten, M. S., y Figuli, P. J. (1980). Development, longevity and fecundity of *Leptoglossus zonatus* on a meridic diet. *Southwestern Entomologist* 20: 43-48.
- Litte, T y F. Hills. (1995). Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura, Editorial Trillas, Ed. A.I.D. México D.F. pp. 138.
- Jackson, C., Tveten., M, y Figuli, P. (1995). Development, longevity and fecundity of *Leptoglossus zonatus* on a meridic diet. *Southwestern entomologist* 20: 43-48.
- León J, (2004). Manual del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). N° 61. Quito, EC, Tecnigrava. 51p
- Matrangolo, W., y Waquil, J. M. (1994). Biología de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) alimentados con milho e sorgo. *Anais da Sociedade de Entomologica do Brasil*, 23, 419-423.
- Martins, P, Maria, B, Marinho, F, Alvarenga, A, y Candan, M. (2011). New record of *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) attacking starfruit (*Averrhoa carambola* L.) in sinop, Mato Grosso, Brazil. *EntomoBrasilis* 4: 33-35.
- Maita, S. (2011). Manejo del “ojo de pollo” o antracnosis (*Colletotrichum acutatum* Simmonds) en el cultivo del tomate de árbol (*Solanum betacea* Cav). Cuenca, Ec.: Editorial Universitaria Católica de Cuenca
- Melgarejo, J. (2006). Estadio de huevo en *Lutzomyia longipalpis* (Diptera : Psychodidae): observaciones sobre su desarrollo y efecto de la humedad del sustrato.
- Mead, F., Peña, J. (2016). Avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (Heidemann) (Insecta:



- Hemiptera: Tingidae). Disponible en: Disponible en:  
[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/avocado\\_lace\\_bug.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/avocado_lace_bug.htm) [Fecha revisión: 17 abril 2016]. [ Links ]
- Naya, M., Pérez, M., Aguado, A., y Aragoneses, M. (2013). Estudio del ciclo biológico de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera, Coreidae) en la Comunitat Valenciana. Congreso Forestal Español, 1–13.
- Oliver, R., González, J., y Rosel, J. (2009). Análisis no paramétrico de la interacción de dos factores mediante el contraste de rangos alineados. *Psicothema*, 21(1), 152–158.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72711818023>
- OIRSA. (2000). Manual Técnico. Buenas Prácticas de cultivo en Pitahaya (*Hylocereus* sp.). Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria Nicaragua 54 p.
- Panizzi, A. (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.
- Porcuna, J., Castejón, P., y Rosello, J. (2010). Guía De Agricultura Ecológica De Cultivos Hortícolas Al Aire Libre (E-5). Valencia: Federación de Cooperativas Agrarias de la Comunidad Valenciana (FECOAV).
- Planes, S., (1948). Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Earias insulana*. *Bol. Patol. Veg. Ent. Agr.*, 16, 23-30
- Prom, L, y Perumal, R. (2008). Leaf-footed bug, *Leptoglossus phyllopus* (Hemiptera: Coreidae), as a potential vector of sorghum fungal pathogens. *Southwestern Entomologist* 33: 161-164.
- Revelo, J., Pérez, E., y Maila, M. (2004). Manual Guía de Capacitación Del Cultivo Ecológico De Tomate de Árbol en Ecuador. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
- Rivadeneira A. (2018). Caracterización morfológica y evaluación preliminar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) a *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae). Quito.
- Saldarriaga, A., Bernal, J., Tamayo, P. (1997). Enfermedades del cultivo del tomate de árbol en Antioquia: Guía de reconocimiento y control. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica. Regional No 4.56 p



- Souza, E, y Amaral, F. (1999). Nova planta hospedeira de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). *Sociedad Entomologica do Brasil* 28: 753-756.
- Souza, E, y Baldin, E. (2009). Preferencia alimentar e aspectos biológicos de *Leptoglossus zonatus* Dallas, 1852 (Hemiptera: Coreidae) em diferentes genotipos de milho. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 35: 175-185.
- Tarango, S, y González, 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.
- Tarango, H., García, M., y Candia, C. (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
- Tepole, R. (2011). Ciclo biológico y análisis de riesgo de *Leptoglossus zonatus* dallas (Heteroptera: Coreidae) para el sorgo en el estado de Morelos. Instituto Politécnico Nacional.
- Tepole, R., Ramírez, S., Bartolo, J., y Catrejón, V. (2016). Ciclo de vida y análisis de riesgo climático de *leptoglossus zonatus* dallas (hemiptera: coreidae) para las zonas productoras de sorgo en el estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3) (0065–1737), 300–309.
- Vejar, C. (2004). Importancia e infraestructura para mantener crías de insectos. 1-14. In: Bautista M. N.; G. Vejar C. y J. L. Carrillo S. (Ed.). *Técnicas para la cría de insectos*. Instituto de fitosanidad. Colegio de postgraduados. Montecillo, México.
- Xiao, Y. (2009). Biology, Ecology and management of key pests of satsuma citrus in Alabama. Tesis de doctorado. Auburn University. 177 pp.
- Xiao, Y., y Fadamiro, H. (2009). Host preference and development of *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) on satsuma mandarin. *Horticultura Entomology* 102: 1908-1914.

## 7.8 Anexos

### 7.8.1 Anexo 1. Fotografías de la evaluación del ciclo biológico de *Leptoglossus zonatus*.

a. Estado de huevo y primeros estadios ninfales de *L. zonatus*.



b. Tratamiento testigo en caja Petri.





c. Estado adulto de *L. zonatus*,



d. Cámara de cría de *L. zonatus* empleada en la investigación.



**7.8.2 Anexo 2. Registro de temperaturas y humedad en el laboratorio en la cámara de cría.**

Registro	Fecha	hora	Temperatura	Humedad
1	23/1/2020	7:00	15,2	60
2	24/1/2020	19:00	17,4	62
3	27/1/2020	8:00	16,3	62
4	27/1/2020	12:00	24,6	65
5	31/1/2020	16:00	20,5	63
6	3/2/2020	7:00	19,3	61
7	3/2/2020	19:00	21	60
8	5/2/2020	7:00	20,2	67
9	6/2/2020	7:00	19,7	65
10	7/2/2020	7:00	21,2	63
11	10/2/2020	18:00	21,6	68
12	11/2/2020	18:00	22	61



<b>13</b>	12/2/2020	7:00	21,4	64
<b>14</b>	14/2/2020	12:00	23,1	61
<b>15</b>	28/2/2020	7:00	22,4	62
<b>16</b>	2/3/2020	7:00	22,7	61
<b>17</b>	3/3/2020	18:00	21,6	65
<b>18</b>	4/3/2020	7:00	20,7	67
<b>19</b>	5/3/2020	7:00	22,2	60
<b>20</b>	6/3/2020	7:00	22,6	61
<b>21</b>	7/4/2020	7:00	23,4	62
<b>22</b>	23/4/2020	7:00	22,7	65
<b>23</b>	12/5/2020	12:00	25	60
<b>24</b>	26/5/2020	18:00	21,6	67
<b>25</b>	16/6/2020	7:00	22,7	64

### 7.8.3 ANEXO 3. Comparación de a pares para la variable porcentaje de eclosión

Tabla 17: Comparaciones de a pares para el porcentaje de eclosión en los tratamientos evaluados

Número tratamiento	Codificación	Mediana	Agrupación	
<b>14</b>	35:70	0	A	
<b>18</b>	35:50	0	A	
<b>17</b>	30:100	0	A	
<b>16</b>	35:100	0	A	
<b>15</b>	30:70	0	A	
<b>13</b>	30:50	0	A	
<b>1</b>	10:50	0	A	
<b>2</b>	10:70	0	A	
<b>3</b>	10:100	0	A	
<b>4</b>	15:50	0	A	
<b>5</b>	15:70	0	A	



<b>7</b>	20:50	80		B
<b>6</b>	15:100	100		B
<b>10</b>	25:50	100		B
<b>8</b>	20:70	100		B
<b>9</b>	20:100	100		B
<b>11</b>	25:70	100		B
<b>12</b>	25:100	100		B
<b>19</b>	Ambiente	100		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*