

AUTOECOLOGÍA DEL BARRENADOR DE RAMAS *Copturus aguacatae* Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) DEL AGUACATE EN MICHOACÁN, MÉXICO.

V.M.Coria¹, A. Pescador², E. López³, R. Lezama², .R. Salgado³, M. López², A. Vidales¹ y J. Muñoz¹

¹ Campo Experimental Uruapan. INIFAP. Av. Latinoamericana No. 1101. Col. Revolución. CP 60150. Uruapan, Michoacán, México. Correo electrónico: coria.victormanuel@inifap.gob.mx

² Fac. de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Colima. Km. 40 autopista Colima-Manzanillo. CP. 28100. Tecomán, Colima, México.

³ Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas. UMSNH. Edificio B-3. Ciudad Universitaria. CP. 58030. Morelia, Michoacán, México.

Se estudió la distribución, abundancia natural e interrelaciones con los factores del ambiente de *Copturus aguacatae* Kissinger, en huertos de aguacate de Michoacán. La distribución espacial es determinada por el clima asociado con altitud; de 1,200 msnm, con 100 % de árboles infestados, el nivel de daño disminuye hasta una altitud máxima de 2,099 msnm, e incidencia del 0.11 %. La plaga se distribuye verticalmente con mayor abundancia hacia la parte media del área foliar de la planta (57.27 %). El ciclo de vida presenta el huevo, cinco instares larvales, pupa, imago y adulto (215.8 días o 2,262.39 unidades calor); se determinaron sus hábitos de reproducción. La sobrevivencia de huevos fue impactada por variaciones de temperatura, precipitación y alimentación de aves silvestres. Los estados inmaduros son impactados por los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Se construyeron tablas de vida, con una sobrevivencia del 38.53 % a emergencia de adultos, la proporción de sexos fue M:H=56:46.

Palabras clave: Aguacate, plagas, distribución, dinámica poblacional, Control biológico.

AUTOECOLOGY OF AVOCADO STEM WEEVIL *Copturus aguacatae* Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN MICHOACAN, MEXICO.

V.M.Coria¹, A. Pescador², E. López³, R. Lezama², .R. Salgado³, M. López², A. Vidales¹ and J. Muñoz¹

¹ Campo Experimental Uruapan. INIFAP. Av. Latinoamericana No. 1101. Col. Revolución. CP 60150. Uruapan, Michoacán, México. Correo electrónico: coria.victormanuel@inifap.gob.mx

² Fac. de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Colima. Km. 40 autopista Colima-Manzanillo. CP. 28100. Tecomán, Colima, México.

³ Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas. UMSNH. Edificio B-3. Ciudad Universitaria. CP. 58030. Morelia, Michoacán, México.

The distribution, natural abundance and interrelations environmental factors of *Copturus aguacatae* Kissinger was studied in avocado orchards from Michoacan. Spatial distribution and incidence are determined by climatic factors associated with altitude; from 1,200 m.a.s.l. and 100 % of infested trees, the damage level decreases up to a maximum altitude of 2,099 m.a.s.l., and incidence of 0.11 %. The pest is vertically distributed with more abundance at the middle part of the

leaf area of the plant (57.27 %). The life cycle presents egg, five larval instars, pupa, imago and adult (215.8 days or 2,262.39 heat units); their reproduction habits were determined. The survival of eggs was affected by variations of temperature, precipitation and feeding of wild birds. The immature states are impacted by the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Life tables were made with a survival of 38.53 % to adults emergence; the sex ratio was M:F =56:46.

Key words: Avocado, pests, distribution, population dynamics, biological control.

Introducción.

El barrenador de tronco y ramas *Copturus aguacatae* (Kissinger), es nativo de México, solo se ha encontrado atacando al aguacate y requiere de éste para su total desarrollo, su distribución se confina a regiones donde existen estos árboles (Muñiz 1960). Se localiza en todas las plantaciones de México, afectando las diferentes variedades de aguacate que existen (Sánchez *et al.* 2001).

A pesar de la importancia que reviste esta plaga, aún es escasa la literatura científica que se refiere a la biología, comportamiento, factores bióticos y abióticos del ambiente que lo afectan. Se carece de una descripción de la distribución y daños ocasionados a la planta por el insecto.

La necesidad de información ecológica sobre el ambiente en que se desarrollan las cosechas y plagas asociadas a ellas, fue considerada esencial en el Manejo Integrado de Plagas (MIP); en consecuencia, el conocimiento de las especies y ecología de la población han sido las bases para el MIP (Gazzoni 1994).

El criterio de áreas de riesgo y herramientas de prevención, se basa en estudiar las relaciones ecológicas, esta perspectiva es prometedora, pero requiere investigación sobre biología y ecología de los insectos, antes de comenzar programas para MIP, principalmente cuando se utilizan micoplaguicidas y depredación (Leather *et al.* 1999). El control biológico es muy útil para el manejo de plagas, debido a que es compatible con la restauración y mantenimiento de los ecosistemas (Headrick y Goeden 2001).

Para mejor comprensión de la biología y autoecología de una población, se genera una tabla de vida; esta es un resumen de datos acerca de la mortalidad y sobrevivencia en una población (Berryman y Pienaar 1974, Coulson *et al.* 1977, Southwood 1978, Coulson y Witter 1990, Zalucky *et al.* 2002).

Objetivo general.

Determinar la distribución, abundancia natural e interrelaciones de *Copturus aguacatae* (Kissinger), con los factores del ambiente (estudio autoecológico) en huertos de aguacate de Michoacán, México.

Objetivos específicos.

a) Determinar la distribución espacial y patrón de dispersión de *C. aguacatae* a

- través de los estratos altitudinales del área aguacatera de Michoacán.
- Determinar la distribución vertical de la plaga en la planta de aguacate.
 - Conocer el ciclo biológico y hábitos, para detectar los momentos más susceptibles a la acción de los enemigos naturales.
 - Evaluar la mortalidad y sobrevivencia del insecto para construir tablas de vida.

Materiales y métodos.

La investigación se realizó en la región aguacatera del estado de Michoacán, México, se localiza sobre áreas serranas del eje neovolcánico; en el centro y noroeste del estado; entre 101° 20' y 103° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y 19° 00' y 20° 00' de latitud norte (Sánchez *et al.* 2001). Se localiza entre 1200 y 2500 msnm; comprenden nueve tipos climáticos, de los cuales predominan cuatro. El (A) C (w₂) (w), semicálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano, el más húmedo; el (A) (C) (w₁) (w), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, intermedio en humedad; el C (w₂) (w), templado subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo; y el (A) C (m) (w), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Todos con porcentaje de lluvia invernal >5. La temperatura media anual en la región oscila de 11 a 27 °C, en tanto que la precipitación promedio anual es de 1,050 a 1,450 mm (Anguiano *et al.* 2003).

Distribución espacial y patrón de dispersión de la plaga. Se formaron 13 estratos por rangos de 100 m de altitud, para cubrir el gradiente de la región productora; se tomó un huerto por estrato, para efectuar un muestreo cualitativo sobre el 10% de árboles. En los árboles de la muestra, se revisó el área foliar, para registrar presencia o ausencia de la plaga en porcentaje; para que los datos presentaran una distribución normal fueron transformados a arco seno ($\sqrt{\frac{\%}{100}}$), se realizó análisis de correlación lineal simple, para conocer el grado de asociación que existe entre la distribución del insecto, con los estratos de altitud. Se utilizó el programa estadístico CurveExpert 1.3 para windows Ver. 1995 - 1996.

Para conocer la incidencia de la plaga, se hicieron revisiones en 40 ramas por árbol de la muestra distribuidas hacia el lado norte, sur, este y oeste. Se efectuó un análisis de correlación lineal simple, para conocer si existen diferencias en incidencia del daño en los árboles, a través de los estratos de altitud.

Para conocer el patrón de dispersión de la plaga, se consideró que la agregación de una población depende de la densidad media y supone que hay una relación lineal entre la media y la varianza (Davis y Pedigo 1989, OIRSA 1999). Para determinar el patrón de dispersión, se aplicó el siguiente criterio:

$S^2/\bar{x} > 1$ = Agrupada; $S^2/\bar{x} < 1$; =Al azar; $S^2/\bar{x} = 1$ = Uniforme

Distribución vertical de la plaga. En el mismo muestreo se colectó información de las variables relativas siguientes:

- Distribución de los índices de la población del insecto dentro del árbol.
- Ubicación de las lesiones en altura, respecto a la copa del árbol.
- Orientación de las lesiones en el árbol.

- Las ramas dañadas reciben directamente los rayos del sol o están a la sombra.
- Tipo de rama dañada.

Identificación de la especie. Se colectaron adultos de la plaga para verificar la especie; por comparación de las características observadas, con las descritas en la clave específica (Muñiz y Barrera 1958).

Ciclo de vida. Se estudió en un huerto del mpio. de Ziracuaretiro, Mich.; a 19° 23' 52.3" de latitud norte y 101° 23' 55.8" de longitud oeste, altitud de 1,270 msnm, clima es (A) (C) (w₁) (w), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, intermedio en humedad, temperatura y precipitación media anual de 20.14 °C y 1,199.43 mm respectivamente.

Los eventos biológicos se cuantificaron en días y tiempo fisiológico medido en unidades calor (Allen 1976) el umbral máximo y mínimo fue de 30 y 10 °C respectivamente, por lo que se llevaron registros diarios de temperatura máxima y mínima, humedad relativa del ambiente, precipitación pluvial y evaporación.

Se colectaron suficientes adultos en el huerto y posteriormente fueron seleccionadas 150 ramas terminales que incluyeron los tres flujos vegetativos más recientes que en su conjunto presentaban un tamaño aproximado de 60 cm, medidos del extremo apical hacia el tallo; fueron cubiertas con bolsas de tela de organza y dentro de cada una de ellas se colocó una pareja de adultos de *C. aguacatae*, efectuando revisiones periódicas cada 14 días.

Para estimar el riesgo de que la plaga se presente a través de estratos de altitud; se registró la temperatura media anual de cuatro estaciones climáticas localizadas a 1550, 1800, 2025 y 2230 msnm. Se calcularon las unidades calor acumuladas en el año y se correlacionó con las obtenidas para que el insecto complete su ciclo de vida en Ziracuaretiro, Mich.

Exploración de enemigos naturales. Al disectar las ramas, además de cuantificar los estadios del insecto que se encontraban vivos, también fueron cuantificados los enfermos o muertos, con síntomas de ataque por algún factor biótico, estos se procesaron siguiendo las metodologías específicas del caso.

Construcción de tablas de vida. Con los datos de estados biológicos de la especie se resumió la mortalidad, sobrevivencia y proporción de sexos en la población, empleando varios factores representados por letras (Berryman y Pienaar 1974, Coulson *et al.* 1977, Southwood 1978, Zalucky *et al.* 2002).

Donde:

x = Intervalo de edades

l_x = Número de supervivientes en el inicio del intervalo de edades (x)

d_x = Número de individuos muertos durante el intervalo de edades (x)

q_x = Tasa de mortalidad durante el intervalo de edades

e_x = Esperanza promedio de vida para organismos vivos al inicio de la edad (x)

Resultados y discusión.

Distribución espacial y patrón de dispersión de la plaga. La mayor incidencia de la plaga, se localiza en el estrato altitudinal inferior, que comprende de los 1200 a 1299 msnm, en el cual se encontró 100 % de árboles infestados.

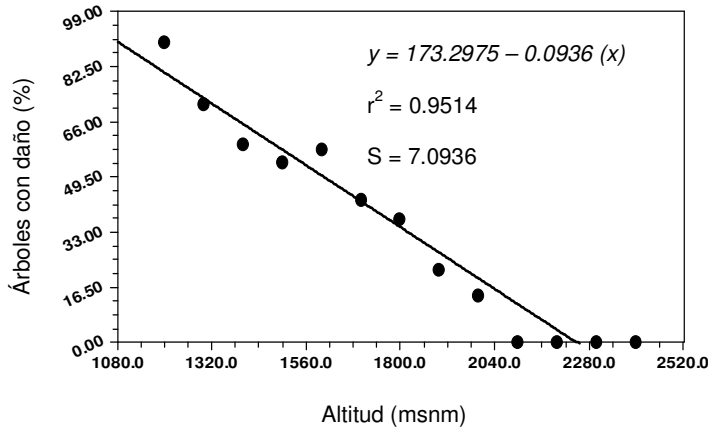


Figura 1. Relación entre altitud e incidencia del daño por *C. aguacatae* en Michoacán.

Figure 1. Relationship between altitude and incidence of the damage for *C. aguacatae* in Michoacán

Conforme el estrato altitudinal fue más elevado, se observaron índices más reducidos de la población, hasta una altitud máxima de 2100 msnm. El análisis de regresión lineal (Figura 1), muestra la relación entre el porcentaje de árboles infestados y los estratos de 100 m de altitud para la región aguacatera de

Michoacán;

considerando el modelo lineal, $y = a + bx$, donde $y =$ porcentaje de árboles con índices de la población, mientras que $x =$ altitud (msnm).

En referencia a la cantidad de ramas infestadas, la mayor proporción se localizó en árboles del estrato inferior (1200 msnm), con 15.32 % de ramas infestadas por árbol.

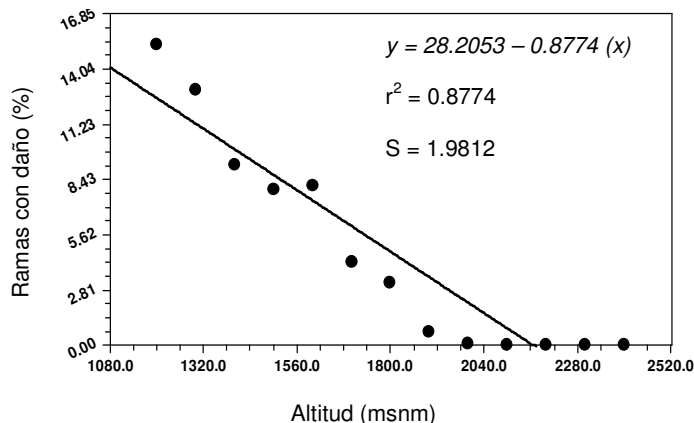


Figura 2. Incidencia de ramas por árbol con daño de *C. aguacatae* por estrato de altitud en Michoacán.

Figure 2. Incidence of branches for tree with damage of the *C. aguacatae* for stratum of altitude in the region avocado of Michoacán.

La incidencia disminuye al incrementarse la altitud hasta un máximo de 2100 msnm, donde se cuantificó el 0.11 % de ramas infestadas por árbol. El modelo de regresión lineal simple; $y = a + bx$, donde $y =$ porcentaje de ramas dañadas por el insecto, y $x =$ altitud (msnm), (Figura 2), permite un alto valor de predicción, para estimar la incidencia de la población de la plaga

en función de la altitud de los huertos.

Al estudiar el patrón de dispersión, se encontró que en todos los estratos de altitud, donde se localizó a la plaga, el valor de la varianza es mayor que el valor de la media, lo que sugiere una distribución del insecto del tipo agregado (por contagio). A excepción del estrato de 2000 a 2099 msnm, donde el valor de la varianza es menor que el valor de la media, lo cual corresponde a una distribución al azar. Este comportamiento sugiere que cuando el insecto coloniza un nuevo espacio (estrato 2000 - 2099 msnm), se distribuye en forma aleatoria, con ajuste a la distribución de Poisson. Conforme aumenta la población, invade los árboles vecinos con brotes vegetativos y/o reproductivos nuevos, presentando una distribución agregada o de contagio, con alta probabilidad de ajustarse a la distribución binomial negativa cuando la infestación es alta.

Distribución vertical de la plaga. Se encontraron diferencias significativas para la distribución de la población del insecto; $\chi^2_{0.05} (2 \text{ g.l.}) = 5.9915$. La presencia del daño en tronco, es independiente del nivel de daño (Figura 3), de los dos casos detectados, en una de las huertas la incidencia fue del 100 %, mientras que en el otro caso fue del 36 %, siendo que casi todas las huertas superan este último nivel de daño y no presentan síntomas del ataque en el tronco.

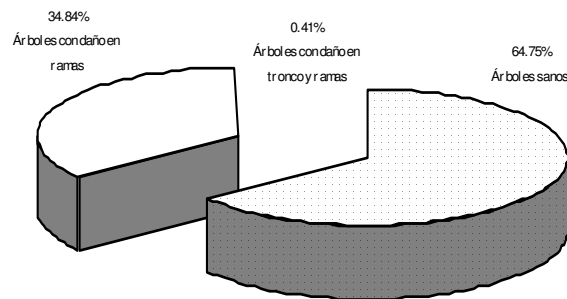


Figura 3. Distribución vertical del daño por *C. aguacatae* por estrato de altitud en Michoacán.

Existen diferencias en la ubicación de las ramas infestadas dentro del árbol $\chi^2_{0.05} (2 \text{ g.l.}) = 5.9915$. En el estrato medio el porcentaje de daño es proporcionalmente elevado, aún en casos en que el daño total en el árbol es mínimo, a diferencia de los estratos alto y bajo, donde se nota que cuando el nivel de daño total en el árbol es elevado, aumenta la incidencia de ramas infestadas en estos estratos; pero si los daños por el insecto son reducidos en el árbol, estos estratos tienden a estar libres del ataque.

Vertical distribution of the damage for *C. aguacatae* for stratum of altitude in Michoacán

De las 2047 ramas que en total se observaron infestadas durante el estudio, se localizaron hacia los cuatro puntos cardinales del árbol, sin que se noten diferencias significativas en la distribución $\chi^2_{0.05} (3 \text{ g.l.}) = 7.8147$.

En el 86.3 % de los casos, el insecto oviposita sobre ramas que reciben la luz del sol, contra el 13.7 % en ramas sombreadas, porque el peso de la fruta que sostienen, las hace colgarse hacia el interior de la copa del árbol.

El 100 % de las ramas dañadas son las conocidas como “terciarias” que corresponden a los flujos vegetativos del año anterior, con un grosor que oscila entre 1.5 - 3 cm de diámetro y que está soportando la carga de la fruta en maduración, además de los brotes vegetativos y reproductivos nuevos.

Identificación de la especie. De acuerdo con Muñiz y Barrera (1958), las características observadas corresponden a *Copturus aguacatae* Kissinger.

Ciclo de vida. La hembra oviposita a los 27.4 ± 1.46 días (407.56 ± 16.66 u.c.) de la emergencia. El periodo de oviposición es variable, con una media de 17.4 ± 3.2 días (190.7 ± 44.96 u.c.), en que depositaron 7.75 ± 1.29 huevos por hembra. La longevidad de la hembra después de la oviposición también es variable, sobrevivió 15.15 ± 2.91 días (183.39 ± 36.37 u.c.). El promedio de vida para la hembra adulta es de 58.95 ± 3.72 días (783.41 ± 46.98 u.c.).

El ciclo de vida se completó en 215.8 días (2262.39 u.c.), la duración de cada una de los estados biológicos del insecto se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Ciclo de vida de *C. aguacatae* bajo condiciones experimentales de campo en Ziracuaretiro, Michoacán.

Table 1. Cycle of life of *C. aguacatae* low experimental conditions of field in Ziracuaretiro, Michoacán.

Estadío	Año 2000		Año 2001		Promedio	
	Días	Unidades calor	Días	Unidades calor	Días	Unidades calor
Huevo	9.50	88.90	10.50	92.25	10.00 ± 0.50	90.58 ± 1.68
Larva	126	1298.5	130	1292.74	128 ± 2.00	1295.6 ± 4.07
Pupa	28	230.7	15	231.03	21.5 ± 9.19	230.87 ± 0.23
Imago	28	230.2	20	244.6	24 ± 5.66	237.4 ± 10.18
Adulto a oviposición	27.4	402.02	37	413.85	32.2 ± 6.79	407.94 ± 8.37
Total	218.9	2255.86	212.5	2274.47	215.8	2262.39

Se identificaron dos picos de la población. El más abundante a partir de la última semana del mes de mayo, la población se incrementó hasta la última semana de agosto, se cuantificaron entre 6.2 y 6.7 especímenes por árbol; a partir de esta fecha la población decreció y desapareció en la última semana de noviembre. El otro pico poblacional menos abundante, se detectó de la última semana de diciembre hasta el final de febrero, con un máximo de 1.7 adultos por árbol.

Con base en el ciclo de vida determinado en Ziracuaretiro, Mich. (Tabla 1), en correlación con las unidades calor que se acumulan durante el año, en las cinco

localidades donde se tomaron registros de temperatura, considerando el modelo lineal, $y = a + bx$, donde y = número de generaciones del insecto y x = altitud del huerto. La línea de regresión permite un alto valor de predicción para estimar la cantidad de generaciones de *C. aguacatae* que potencialmente podrían originarse si se conoce la altitud a la cual se localiza un huerto.

Exploración de enemigos naturales. En huevo se cuantificó una mortalidad del 30 %, sin que se aislara algún agente de control biológico, las excretas de la hembra que cubrían la ovipostura habían sido removidas por la lluvia, generando un microambiente de excesiva humedad; es probable que en consecuencia este ambiente haya destruido los huevos.

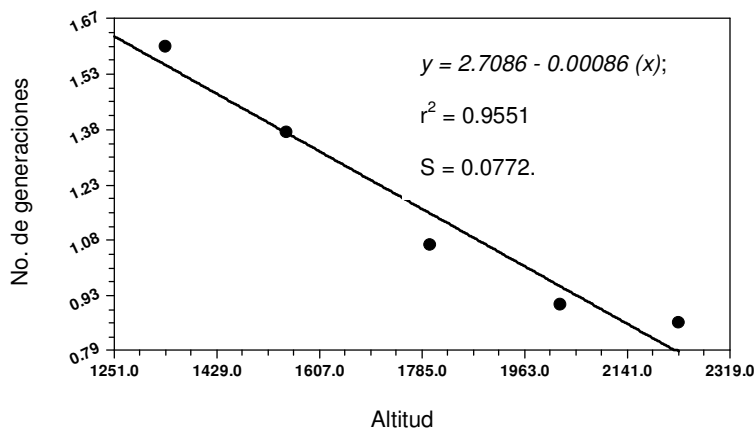


Figura 6. Correlación entre altitud y generaciones potenciales de *C. aguacatae* en Michoacán

Figure 6. Correlation between altitude and potential generations of *C. aguacatae* in Michoacán.

En estados inmaduros se observaron larvas muertas a partir del tercer instar, así como pupas e ímagos con síntomas de ataque por hongos, los cuales al colocarlos en cámara húmeda y en SDA se logró la producción de colonias miceliales y la esporulación de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*.

El 2.5 % de la mortalidad de larvas es imputable a *Metarhizium* sp, mientras que el 6.96 % de la mortalidad fue causada por *B. bassiana*. En pupas, se cuantificó una mortalidad del 24.24 %, con una proporción en el ataque del 6.6 y 19.8 % para *M. anisopliae* y *B. bassiana*, respectivamente. Para el ímago, se cuantificó una mortalidad del 29.09 %, del cual, en el 5.45 % se aisló a *M. anisopliae*. y en el 23.63 % a *B. bassiana*.

Fueron encontradas cinco larvas de *C. aguacatae* totalmente secas y asociadas a cada una de ellas se encontró una larva del Orden Diptera, las cuales murieron rápidamente al extraerlas de su hábitat natural. Sin que se pudiera determinar si se trató de un parasitoide o de un insecto saprófago.

En las observaciones sobre incubación del huevo, observado durante el invierno (enero del 2001), se cuantificó una mortalidad del 20 % por actividad de depredación imputable a la actividad de alimentación de aves silvestres, las cuales fueron observadas al momento en que se encontraban abriendo con el pico áreas de ovipostura en la rama. Aberturas similares fueron observadas en

algunas ramas con galerías realizadas por larvas de *C. aguacatae*, pero que se encontraron vacías, sin embargo no fue posible cuantificar el impacto de este factor biótico sobre los estados inmaduros de la plaga.

Construcción de tablas de vida. Se calculó la sobrevivencia para cada uno de los estados biológicos de *C. aguacatae* y posteriormente se generó la tabla de vida (Tabla 2) que arroja una sobrevivencia del insecto del 38.53 % cuantificados desde la ovipostura hasta la emergencia de adultos de la siguiente generación. Tabla 2. Tabla de vida estimada a partir de la sobrevivencia en una población de *C. aguacatae* en Ziracuaretiro, Michoacán.

Table 2. Table of life starting from the survival in a population of *C. aguacatae* in Ziracuaretiro, Michoacán.

Intervalo de edades (x)	No. de individuos de inicio de (1 _x)	de al x	Factor responsable de d _x (dfx)	No. de individuos que mueren durante x (d _x)	d _x como porcentaje de 1 _x (100 q _x)
Huevos	100*		Depredadores	20	20
			Otros	0	0
			Total:	20	20
Larvas (Instares 1–5)	80		Parásitos	0.71	0.89
			Enfermedad	7.57	9.46
			Otros	0	0
			Total:	8.28	10.35
Pupas	71.72		Enfermedad	17.38	24.23
			Otros	0	0
			Total:	17.38	24.23
Imago	54.34		Enfermedad	15.81	29.09
			Otros	0	0
			Total:	15.81	29.09
Adultos emergidos	38.53		Proporción de sexos (PS = 54:46)		
Generación	-	-		61.47	61.47

*Cohorte para estimar la sobrevivencia del insecto

Conclusiones.

La densidad poblacional de *C. aguacate* es impactada por la altitud de las huertas; la mayor incidencia se presenta en los estratos con altitud inferior, con los climas más cálidos, quedan libres del ataque los huertos de estratos mas elevados, y clima más fresco. El insecto coloniza un huerto en forma aleatoria y posteriormente se distribuye por contagio dentro de la plantación.

La plaga infesta ramas “terciarias”, hacia los cuatro puntos cardinales del árbol, el tronco es atacado solo en casos excepcionales. El mayor grado de infestación se presenta en el estrato medio del árbol (2 - 4 m de altura), seguido por el

estrato bajo (<2 m de altura), siendo menos infestado el estrato superior (>4 m de altura). *C. aguacatae* es la especie presente en Michoacán, México.

El insecto incuba durante 10 días (90.58 u.c.), pasa por cinco instares larvales que en su conjunto suman 128 días (1295.6 u.c.), pupa durante 21.5 días (230.87 u.c.), antes de emerger madura sus tegumentos como imago durante 24 días (237.4 u.c.), el adulto presenta un periodo de preoviposición de 32.2 días (407.94 u.c.). Todo lo anterior suma una duración para completar el ciclo de vida de 215.8 días (2,262.39 u.c.), cuantificados de ovipostura a ovipostura.

La sobrevivencia de huevos fue impactada negativamente por variaciones de temperatura, precipitación y alimentación de aves silvestres. Larvas y pupas son impactadas por los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*.

Mediante la construcción de tablas de vida para *C. aguacatae* se cuantificó la sobrevivencia y mortalidad (con sus causas) de los diferentes estados biológicos del insecto, además se determinó una proporción de sexos M:H = 54:46.

Literatura citada.

- Allen C.J. a. 1976. modified sine wave method for calculating degree days. *Environ. Entomol.* 5(3):388-396.
- Anguiano C.J., Coria A.V.M., Ruíz C.J.A., Chávez L.G., y Alcántar R. J.J. 2003. Caracterización edáfica y climática del área productora de aguacate *Persea americana* cv. "Has" en Michoacán, México. En: Libro de actas Volumen I del V Congreso Mundial del Aguacate. Granada-Málaga, España. p. 323-328.
- Berryman A.A., and L.V. Peinar. 1974. Simulation: A powerful method of investigating the dynamics and management of insect populations. *Environ. Entomol.* 3: 199-207.
- Coulson R.N., P.E. Pulley, J.L. Foltz, W.C. Martin, y C.L. Kelley. 1977. Generation survival models for within-tree population of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolitidae). *Can. Entomol.* 109: 1071-1077.
- Davis P.M., and L.P. Pedigo. 1989. Analysis of spatial patterns and sequential count plans for stalk borer (Lepidoptera: Noctuidae). *Environ. Entomol.* 18: 504-509.
- Gazzoni D.L. 1994. Manejo de pragas da soja. Uma abordagem histórica. Brasília, Brasil: EMBRAPA. CNPSo. p. 78-82.
- Headrick D.H., and R.D. Goeden. 2001. Biological control as a tool for ecosystem management. *Biol. control.* 21(3): 249-257.
- Leather S.R., K.R. Day, and A.N. Salisbury. 1999. The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal?. *Bull. Entomol. Res.* 89(1): 3-16.
- Muñiz, R. y Barrera, A. 1958. Clave para los barrenadores de las ramas del aguacatero (*Persea gratissima* Gaertn) en la América tropical y subtropical (Coleoptera: Curculionidae: Zygopinae). Acta Zoológica Mexicana. Vol. II. No. 7. México, D.F. p. 1-4.
- Muñiz, V.R. 1960. *Copturus aguacatae* Kissinger plaga del aguacatero (*Persea*

- gratissima Gaertn.*) en México. Fitófilo no. 7. Año XIII. Enero – Febrero – Marzo de 1960. SAG. DGDA. México, D.F. p. 42–47.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 1999. Muestreo de artrópodos In: Fitosanidad en plantas ornamentales y follajes: Guatemala, Guatemala. [www:http://ns1.oirsa.org.sv/Di05/Di0510/Di051003/IV-muestreo.htm](http://ns1.oirsa.org.sv/Di05/Di0510/Di051003/IV-muestreo.htm)
- Rodríguez Q.M., Valdez, C.J., Vera, G.J. y Castillo, M.A. 2000. Identificación de instares larvales de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) mediante las dimensiones de sus cápsulas cefálicas. *Agrociencia*. 34(1):83–90.
- Sánchez P.J. de la L., Alcántar R.J.J., Coria A.V.M., Anguiano C.J., Vidales F.I., Tapia V.L.M., Aguilera M.J.L., Hernández R.G. y Vidales F.J.A. 2001. Tecnología para la producción de aguacate en México. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan. Libro técnico No. 1. Michoacán, México. 208 p.
- Statistical Analysis Systems Institute (SAS). 1999. SAS/STAT User's guide. Release 8. SAS, Cary, N.C., USA.
- Southwood T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insects populations, 2nd. Ed. Chapman and Hall, London.
- Zalucky, M.P., A.R. Clarke and S.B. Malcolm. 2002. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 47(1):361–393.