

Biología del gusano del fruto del tomate, *Heliothis zea* (Boddie), Lepidoptera: Noctuidae, criado sobre diferentes sustratos alimenticios bajo condiciones de laboratorio.¹

Bionomics of the tomato fruitworm *Heliothis zea* (Boddie), Lepidoptera: Noctuidae, reared on different substrates under laboratory conditions.

Francis Geraud²
Luis Fernández²
Dorys T. Chirincs²
Olimpiades Martínez²
Angel Casanova³

Resumen

En sembradíos de tomate de la región noroccidental del estado Zulia, Venezuela; se observan huevos y pequeñas larvas de *Heliothis zea* desde inicios del desarrollo de las plantas. No obstante, la supervivencia de larvas es muy reducida. Por el contrario al iniciarse la fructificación, se observa un aumento considerable del número de larvas en avanzado estado de desarrollo comiendo frutos. Para explicar este fenómeno en el periodo enero-junio de 1993 se realizaron estudios de la biología de *H. zea*, bajo condiciones de laboratorio. Cuatro generaciones fueron criadas a partir de larvas neonatas (L1) sobre hojas (H), fruto (F) y dieta artificial (DA), además fueron incluidos seis tratamientos, exponiendo larvas de edades subsiguientes (L2, L3 y L4) a los dos sustratos naturales (H y F), después de haber iniciado su desarrollo sobre (DA), a manera de sustrato favorable. Ninguna de las larvas criadas/H ni las L1/F, sobrevivió, siendo el orden de los restantes L4/F>DA=L3/F=L2/F (rango 61,3-92,4%; P<.05). La duración del desarrollo larval fue L2/F>DA=L3/F>L4/F (rango 15,6-22,2 d; P<.01), sin diferencias para pupa. Hubo diferencias para longevidad de adultos (L3/F>L4/F=DA>L2/F; rango 15-18,1 días; P<.01) y para fecundidad (L4/F>L3/F=L2/F=DA; rango 195-508 huevos/hembras; P<.01). No hubo diferencias significativas en el tiempo generacional ni \sqrt{m} , pero si para la tasa neta reproductiva (P<.05). Los

Recibido: 29-11-94 • Aceptado: 26-04-95

1. Trabajo realizado con financiamiento parcial de CONDES-LUZ, CONICIT e ICLAM.

2. Unidad Técnica Fitosanitaria, Facultad de Agronomía, LUZ Apartado 15205, Maracaibo Apartado 4005.

3. Departamento de Estadística,

resultados evidencian la poca favorabilidad de las hojas de tomate para el insecto, así como de los frutos desarrollados para L1.

Palabras claves: *Heliothis zea*, biología, tomate, potencial de desarrollo poblacional.

Abstract

Eggs and small larvae of *Heliothis zea* are commonly observed in young tomato fields of northwest state of Zulia, Venezuela, but larval survival is very low until fruiting begins. To explain this phenomenon the bionomics of the insect was studied under room conditions during January-June 1993. Four generations (cohorts) started as neonate larvae (L1) were reared on tomato leaves (L) and fruits (F) as well artificial diet (AD). Six additional treatments (totaling 9) consisting of exposing to L and F larvae of the tree following instars (L2, L3 and L4) after being reared on D as suitable substratum, were included. Survival of larvae on L and L1/F was nil, the order of the remaining was $L4/F > AD = L3/F = L2/F$ (range 61,3-92,4%; $P < .05$). Larval duration was $L2/F > AD = L3/F > L4/F$ (range 15,6-22,2 days; $P < .01$), with no differences for pupa. Adult longevity resulted ($L3/F > L4/F = DA > L2/F$; range 15-18,1 d; $P < .01$) and fecundity ($L4/F > L3/F = L2/F = DA$; range 195-508 eggs/female; $P < .01$). Generation time and intrinsic rate for population increase (r_m) did no significantly higher, but net reproductive rate for L4/F was significantly higher ($P < .05$) than the rest. This results clearly show the low favorability of tomato leaves for the insect as well as grown fruits for neonate larvae.

Key words: *Heliothis zea*, bionomics, tomato, potential for population increase.

Introducción

El cultivo del tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, constituye uno de los renglones agrícolas de mayor importancia en Venezuela. El continuo incremento en el cultivo, ocurrido durante la última década, ha acarreado problemas de plagas. Uno de ellos, lo constituye el complejo de gusanos del fruto del tomate (GFT), *Heliothis* spp, dentro del cual *Heliothis zea* (Boddie) es de especial relevancia. En Venezuela, este insecto es considerado de importancia debido a los daños que llega a causar en una apreciable variedad de culti-

vos (algodón, maíz, pimentón, berenjena, tomate, etc.) (Morales 1972). En sembradíos de tomate de la región noroccidental del estado Zulia, se suelen observar huevos y larvas pequeñas de *H. zea* desde los inicios del ciclo del cultivo. No obstante, observaciones de campo y laboratorio, sugieren que la supervivencia de las larvas sobre follaje de tomate es muy reducida. Por el contrario, al iniciarse la fructificación se comienzan a observar larvas en avanzado estado de desarrollo comiendo frutos. Estos

daños causan especial preocupación a productores de este cultivo.

Esos fenómenos son producto de diversas interacciones entre el insecto y la planta hospedera. El comprender cuales son, dentro de la fenología de la planta de tomate, las posibilidades de supervivencia y consecuente desarrollo poblacional del insecto, es fundamental para decidir acciones dentro de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Por esta razón, se estudió la biología y potencial de desarrollo poblacional de *H. zea* sobre dos sustra-

tos naturales (follaje y frutos de tomate), comparado con un sustrato testigo (dieta artificial). Así, se espera determinar cuanto de esas variaciones poblacionales observadas durante el ciclo del cultivo, se debe a la relación del fitófago con la planta hospedera. En este caso, cual es la favorabilidad del follaje vs. fruto de tomate, para la supervivencia, desarrollo y reproducción del GFT. Esta información es básica para comprender el potencial de un artrópodo para desarrollar sus poblaciones y causar daños a las plantas.

Materiales y métodos

Mediante un estudio de laboratorio, se evaluó la favorabilidad de tres sustratos para el desarrollo y reproducción del gusano del fruto del tomate (GFT), *Heliothis zea* (Boddie). La investigación fue realizada en condiciones de laboratorio (temperatura 27.11 ± 1.34 °C, humedad relativa $75.5 \pm 10.61\%$, fuente lumínica artificial, con una duración de 10 horas luz, sin excluir la luz natural), en la Unidad Técnica Fitosanitaria, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, durante el período enero-julio 1993.

Colonia de laboratorio

Con el fin de disponer de insectos experimentales, se estableció una colonia de *H. zea* en el laboratorio. Para ello, fueron colectadas larvas del insecto perforando frutos de tomate, en campos de cultivo de la zona del río Limón al noroeste del estado Zulia. En el laboratorio, las larvas, fueron colocadas en envases

de plástico de 11 x 13 cms (diámetro x altura), cerrados con tapa a presión, en cuyo centro había un agujero circular (5 cm de diámetro) cubierto de malla de nylon (12 hilos/cm). Dentro de cada envase, fue colocada una porción suficiente de dieta artificial (Cuadro 1), sobre la cual las larvas completaron su desarrollo.

Los adultos así obtenidos, fueron utilizados como fundadores de la colonia. Para la obtención de huevos, parejas de adultos (15-30, según disponibilidad) fueron colocadas dentro de jaulas de oviposición. La jaula consistía en un cilindro de malla de polietileno (trama: 0.5 x 0.5 cm), de 15 x 30 cm (diámetro x altura), cerrada por su parte superior con una malla de trama más fina (2 x 2 mm), la cual tenía un agujero de 4 cms de diámetro en la parte central, para la introducción de los adultos. El cilindro era envuelto lateralmente con papel parafinado, como sustrato para la postura de huevos. Dia-

Cuadro 1. Dieta artificial para *Heliothis* spp. Bio-mix H-89 (BIO-SERV, INC. P.O. Box 100-B Frenchtown, N.J. 08825, EE.UU.)

Ingredientes		g/gal	g/l
Paquete A	Agar	50.000	13.187
	Agua	2.970.000	783.331
Paquete B	Frijol molido	415.000	109.455
	Levadura torula	126.000	33.232
	Germen de trigo molido	197.000	51.958
	Acido ascórbico	13.000	3.429
	Benzoato de sodio	8.000	2.110
	Acido sórbico	4.000	1.055
Paquete C	Formaldehido	8.500	2.242

riamente, el papel parafinado era cambiado por uno nuevo. El papel con huevos era guardado dentro de una jaula entomológica con manga de tela, de 32 x 37 x 39 cms (largo x ancho x alto) con tope de vidrio a bisel, parte posterior aislada con tela de cierre de organza y manga de tela en el centro de la puerta frontal, modificada después de Peterson (1945). Transcurrido un día de la postura, los huevos eran desinfectados sumergiéndolos, junto con el papel parafinado, en formaldehido al 10%, dentro de una bandeja de hojalata de 30 x 45 x 2 cms (largo x ancho x alto), durante 45 minutos. Pasado ese tiempo, el formaldehido era escurrido y los huevos lavados con agua corriente, chorreando suavemente dentro de la bandeja, durante 1 hora. Posteriormente, la bandeja era nuevamente escurrida y el papel con huevos se dejaba secar al aire. De esta manera, se pretendía evitar contaminación con Baculovirus (Henneberry y Kishaba, 1966). Los huevos desinfectados eran guardados nuevamente dentro de jaulas ento-

mológicas. Al momento de la eclosión de los huevos, las larvas neonatas eran utilizadas para los experimentos, y/o para mantener la colonia.

Sustratos experimentales

Para disponer de follaje como sustrato experimental, fueron cultivadas plantas de tomate cv. Río Grande en macetas de aproximadamente 1 Kg. de capacidad de mezcla de suelo. Las plantas fueron mantenidas en jaula-umbráculos de estructura de aluminio, cubierta de malla de igual material (8 hilos/cm), de dimensiones 2.3 x 1.1 x 1 mts (largo x ancho x alto). Las jaulas estuvieron colocadas al aire libre, a 1 m de altura del suelo, sobre mesones de estructura de tubos de hierro. Los frutos utilizados, fueron recolectados en campos de tomate donde no hubo aplicaciones de insecticidas químicos. Como testigo se utilizó la dieta artificial antes descrita (Cuadro 1).

Experimentos

Para evaluar la favorabilidad de los sustratos para *H. zea*, fueron

observadas cuatro cohortes (grupos de individuos de edad uniforme), a manera de repeticiones en el tiempo. Además de los tres sustratos evaluados mediante cría de larvas desde el inicio del primer estadio (L1; larvas neonatas), fueron incluidos seis tratamientos adicionales consistentes en exponer larvas de tres edades subsiguientes (L2, L3 y L4) a los dos sustratos naturales (follaje y frutos), después de haber transcurrido la etapa inicial de su desarrollo sobre dieta artificial, a manera de sustrato favorable. La razón de estos últimos tratamientos fue evaluar la favorabilidad de follaje y frutos después que las larvas hubiesen sobrevivido temporalmente sobre otro sustrato. En el campo se observan perforaciones en botones florales, así como daños en pétalos de flores abiertas; es posible que estos órganos permitan que larvas neonatas sobrevivan y alcancen suficiente desarrollo, como para adaptarse a sustratos menos favorables (follaje maduro y frutos). Burkett et al (1983), observaron una significativa preferencia de flores de tomate por larvas de *H. zea*, así como mayor supervivencia de larvas neonatas, ubicadas experimentalmente sobre las mismas, comparado con aquellas sobre cogollos y hojas.

La unidad experimental consistió de 20 larvas neonatas. Así, al eclosionar los huevos, grupos de larvas fueron asignados en ese número a cada tratamiento (dieta, follaje y frutos). Las larvas a ser criadas sobre follaje y dieta artificial, fueron colocadas en cápsulas plásticas de Petri (5 x 1 cm; diámetro x altura), de dos secciones, mediante la divi-

sión por un tabique central, colocándose una larva sobre un folíolo tomate o porción de dieta (aproximadamente 3 x 2 x 2 cm) en cada sección. Cada cápsula contenía un solo tipo de sustrato. En el caso de follaje, el folíolo era colocado sobre un fondo de papel toallín humedecido, lo cual mantuvo la turgencia del sustrato. Para evitar el paso de las larvas hacia la otra sección, sobre el borde del tabique fue colocada una banda angosta de goma espuma, a manera de sello. En el caso de frutos, una larva era colocada sobre un fruto, dentro de un envase plástico (anteriormente descritos).

Para las larvas cuya cría fue iniciada sobre dieta artificial y luego transferida a follaje y frutos, suficientes números de ellas fueron mantenidos sobre el primero de los sustratos, dentro placas Petri de poliestireno (10 x 1.5 cm; diámetro por altura), tabicadas diametralmente en cuatro compartimientos iguales. En cada compartimiento se colocó una porción de dieta artificial (aproximadamente 2 x 2 x 1 cm), sobre la cual fue depositada una larva neonata de la misma cohorte utilizada para los otros tratamientos. Al alcanzar estas el segundo estadio (L2), dos grupos de 20 fueron transferidas a follaje y frutos respectivamente, dentro de sus correspondientes envases. Igual procedimiento se siguió posteriormente para los restantes estadios (L3 y L4). Todos los sustratos fueron suministrados ad libitum, de manera que no existiese limitación de cantidad o calidad de los mismo. Para ello, durante las observaciones diarias, los restos de sustrato

fueron sustituidos por nuevas porciones.

La favorabilidad de los sustratos para el insecto fue evaluada en base a su supervivencia, duración del desarrollo hasta llegar a adulto, así como longevidad de los adultos y fecundidad de las hembras. Para estos fines, diariamente se realizaron observaciones anotándose el estado de cada individuo, ocurrencia de muda mediante la detección de restos de cápsula cefálica, pupación y emergencia del adulto. Al observarse una pupa, esta era sexada. Cada hembra adulta fue colocada dentro de una jaula individual de oviposición, junto con un macho proveniente del mismo tratamiento o en su defecto de la colonia. La jaula individual de oviposición era de igual forma que la colectiva (anteriormente descrita) pero más pequeña (6 x 11 cm; diámetro por altura). Para la determinación de la fecundidad, diariamente se le cambió el papel encebado (sustrato de oviposición) y fueron contados los huevos. Ese procedimiento se siguió hasta morir la hembra. En caso de muerte del macho antes que la hembra, este era reemplazado por uno nuevo.

Para los tratamientos donde las larvas iniciaron su cría sobre dieta para luego ser transferidas a sustratos naturales, la supervivencia fue corregida (ajustada), considerando la mortalidad promedio sobre dieta hasta el momento de la transferencia. Esto se hizo, ya que se transfirieron 20 larvas/tratamiento, lo cual no considera la mortalidad ocurrida hasta ese momento.

Finalmente, utilizando los datos de supervivencia, duración del ciclo y fecundidad, se calcularon parámetros demográficos. En base a su análisis, fueron comparados los potenciales de desarrollo poblacional del insecto sobre los diferentes sustratos. Para ello, se utilizó la técnica de tabla de vida y fecundidad para cohortes (Krebs 1978).

Los parámetros demográficos, tiempo generacional (T = período promedio transcurrido entre el inicio de la generación parental y la generación filial), tasa neta reproductiva (R_0 = tasa de multiplicación por generación) y tasa intrínseca de desarrollo poblacional (\sqrt{m} = máxima tasa de incremento poblacional que se puede lograr para alguna combinación particular de temperatura, humedad, calidad de alimento, etc., expresada como hembras/hembra/día), fueron calculados utilizando el programa para microcomputadoras descrito por Chi y Liu (1985). Este programa escrito en lenguaje Basic, toma en cuenta el desarrollo variable entre individuos, así como a ambos sexos, lo cual produce un cálculo de \sqrt{m} más ajustado a la realidad. Así, podemos estimar cuan favorable es un tratamiento (sustrato) para el artrópodo desarrollarse y reproducirse.

Las variables analizadas fueron comparadas mediante la utilización del paquete estadístico SAS (1985), considerando un diseño estadístico completamente al azar. Las medias de supervivencia y parámetros demográficos fueron comparados mediante la prueba de Tukey, mientras que aquellas para las duraciones de las fases del desarrollo,

longevidad de adultos, proporción de sexo y fecundidad, fueron comparadas mediante medias mínimas cuadráticas (Steel y Torrie 1960).

Utilizando los valores de rm , se hicieron simulaciones de desarrollo de poblaciones en el tiempo, utilizando la forma integral de la ecuación de Lotka (Adrewartha y Birch, 1954; Clark et al. 1967 y Krebs, 1978):

$$N_t = N_0 \times e^{\sqrt{m} \times t}$$

N_t = número de individuos al tiempo t .

N_0 = número de individuos al inicio de la población.

e = base de los logaritmos neperianos.

rm = tasa intrínseca de desarrollo poblacional.

t = tiempo de desarrollo de la población (90 días).

Las simulaciones fueron hechas utilizando como infestaciones iniciales (N_0). Los datos obtenidos en previos trabajos de campo.

Resultados y discusión

Supervivencia

Ninguna de las larvas criadas sobre hojas de tomate, logró sobrevivir. Aquellas expuestas como neonatas, generalmente no pasaron de L2, en casos raros llegaron a L3. Con excepción de la cuarta repetición, donde una larva duró ocho días viva, todas las larvas habían muerto para el sexto día. Las larvas muertas generalmente estaban sobre o cercanas a pequeños puntos roídos sobre la superficie de la hoja, sin excrementos cercanos, dando la impresión de envenenamiento. Además, un promedio de 22,517,55% de las larvas desapareció sin haber mordido la hoja. Todo esto denota poca aceptación por y/o favorabilidad de ese sustrato para la larva de *H. zea*. La mortalidad aquí observada, resultó considerablemente mayor que la reportada por Sinha y McLaren (1989), sobre follaje de cultivares de tomate considerados susceptibles a este insecto (32-52% a las 96 h sobre el

sustrato), y muy cercana a aquella sobre especies de tomates silvestres consideradas resistentes. Evidentemente, en nuestras condiciones experimentales, el follaje de tomate resultó no favorable para el insecto, lo cual concuerda con lo observado en el campo.

La incapacidad de adaptarse al follaje de tomate, después de haberse desarrollado parcialmente sobre DA, no descarta la posibilidad de que en el campo, las larvas que inicien su desarrollo sobre flores adquieran cierta capacidad de adaptarse posteriormente al consumo de hojas. La dieta artificial está exenta de factores naturales de la planta (ej.: compuestos secundarios del metabolismo), que pudiesen en bajas concentraciones permitir el desarrollo de adaptación posterior a mayores concentraciones de las mismas en otros sustratos (ej.: hojas). En este sentido valdría la pena incluir en la DA extractos de partes de la planta

a diferentes concentraciones y evaluar su efecto sobre el insecto.

Algo similar sucedió con las larvas neonatas colocadas sobre frutos, las cuales en su mayoría sobrevivieron por menor tiempo, ninguna llegando a L3. La mayoría de las larvas encontradas vivas generalmente estaban debajo de los sépalos del cáliz donde habían roído. En ningún caso se encontró roído en la superficie del fruto. Esto sugiere un impedimento mecánico, posiblemente debido a la consistencia del pericarpio, lo cual imposibilitó su ruptura por las mandíbulas de las pequeñas larvas (L1). Los frutos utilizados en los experimentos, se encontraban aproximadamente en estado medio de desarrollo. En el campo se observan frutos muy jóvenes con puntos de penetración por larvas pequeñas y en algunos de ellos la larva llega a desarrollarse a medida que el fruto crece.

Fuera de los casos anteriores, el rango de supervivencia hasta alcanzar el estado adulto, fue de 61.3-92.4% (Cuadro 2; Figura 1). Para larvas parcialmente criadas sobre frutos, la supervivencia aumentó con el estado de desarrollo al momento de ser transferida, la cual resultó significativamente mayor ($P < 0.05$) para individuos transferidos como L4 (L4/fruto). Esto sugiere que la cría inicial sobre un sustrato favorable aumenta la probabilidad de supervivencia para el insecto. Las flores de tomate podrían ser ese sustrato, de acuerdo a los resultados de Burket *et al.*, (1983).

Duración del desarrollo

La duración de la fase de huevo fue de tres días. Dado que los insectos

fueron colocados sobre los sustratos de cría como larvas neonatas, dichos sustratos no tuvieron nada que ver con esta fase. La duración de la fase larval si fue afectada por el sustrato (Cuadro 3; Figura 2). El orden de duración resultó L2/frutoDA, L3/frutoL4/fruto ($P > .01$), el cual guarda cierta consistencia con la supervivencia.

En el caso de la fase de pupa no se observaron diferencias de duración entre tratamientos (Cuadro 4), lo cual sugiere que el sustrato del cual se alimenta la larva, si bien puede afectar su desarrollo, no interfirió con la duración de la fase pupal.

Longevidad del adulto

El sustrato sobre el cual se crió la larva parece tener cierta influencia sobre la longevidad del adulto. Así, los L3/fruto duraron 6.56, 6.86 y 16.94% más que los L4/fruto, DA y L2/fruto respectivamente, siendo estadísticamente significativas las diferencias con las dos primeras y las de estas con la tercera (Cuadro 5). Esto sugiere que la cría de la larva sobre fruto incrementa la longevidad del adulto, cuando comienza a partir de larvas con cierto desarrollo (L3 y L4), siendo lo contrario cuando las larvas muy jóvenes (L2) comienzan a alimentarse de fruto.

Fecundidad

La fecundidad de la hembra también parece ser favorecida cuando la larva es transferida de DA a frutos, siendo mayor entre más tarde ocurra el cambio de sustrato (Cuadro 6). Pareciera que cualquier factor de favorabilidad involucrado, sólo fuese aprovechable por larvas suficiente-

Cuadro 2. Supervivencia hasta estado adulto de *Heliothis zea* (Boddie), para larvas criadas completamente sobre dieta artificial (DA) y larvas transferidas a frutos después de alcanzado el segundo (L2/fruto), tercero (L3/fruto) y cuarto estadio (L4/fruto) sobre DA. Experimento de laboratorio realizado durante enero-junio 1993.

Tratamientos	Supervivencia (%) Media ±DS	# de cohortes	# de individuos
L4/fruto	92.37 ± 8.52 ^a	4	80
DA	73.03 ± 8.77 ^b	4	79
L3/fruto	68.75 ± 7.55 ^b	4	78
L2/fruto	61.25 ± 10.30 ^b	4	80
L1/follaje	0	4	80
L1/fruto	0	4	80
L2/follaje	0	4	80
L3/follaje	0	4	80
L4/follaje	0	4	80

Comparaciones de medias realizadas con la prueba de Tukey (P<0.05). Medias con la misma letra no difieren significativamente. DS= desviación estándar.

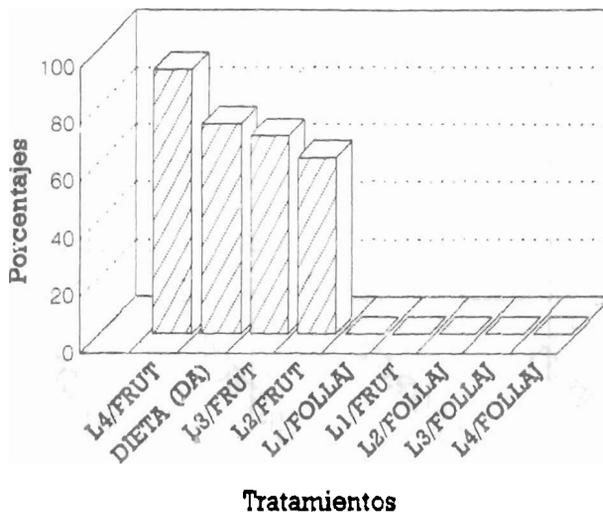


Fig. 1. Supervivencia de *Heliothis zea* (Boddie) para los diferentes tratamientos bajo condiciones de laboratorio. Período enero-junio 1993

Cuadro 3. Duración de la fase larval de *Heliothis zea* (Boddie), criados completamente sobre dieta artificial (DA) y larvas transferidas a frutos después de alcanzado el segundo (L2/fruto), tercero (L3/fruto) y cuarto estadio (L4/fruto) sobre DA. Experimento de laboratorio realizado durante enero-junio 1993.

Tratamiento	Duración (días)		# cohortes	# individuos
	Media \pm DS			
L2/fruto	22.23 \pm 0.28 ^a			4
Dieta	18.85 \pm 0.29 ^b		4	79
L3/fruto	18.16 \pm 0.36 ^b		4	78
L4/fruto	15.63 \pm 0.20 ^c		4	80

Comparaciones de medias realizadas con la prueba de medias mínimas cuadráticas ($P < 0.01$). Medias con la misma letra no difieren significativamente. DS= desviación estándar.

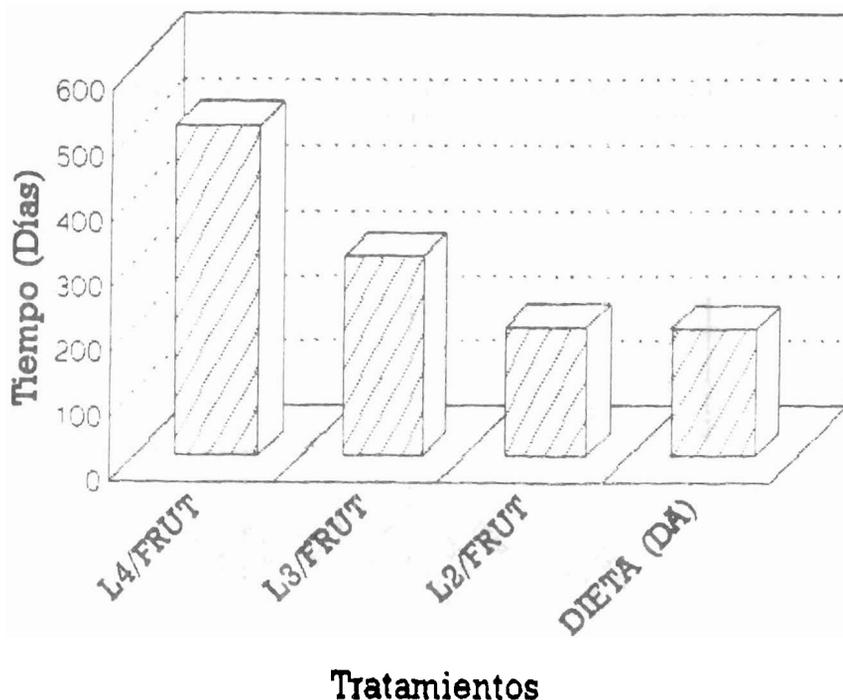


Fig. 2. Duración de la fase larval de *Heliothis zea* (Boddie) para los diferentes tratamientos bajo condiciones de laboratorio. Período enero-junio 1993

Cuadro 4. Duración de la fase de pupa para *Heliothis zea* (Boddie), criados completamente sobre dieta artificial (DA) y larvas transferidas a frutos después de alcanzado el segundo (L2/fruto), tercero (L3/fruto) y cuarto estadio (L4/fruto) sobre DA. Experimento de laboratorio realizado durante enero-junio 1993.

Tratamiento	Duración (días)		
	Media±DS	# cohortes	#individuos
L1/dieta	10.98 ± 0.18 ^a	4	79
L4/fruto	10.69 ± 0.13 ^a	4	80
L2/fruto	10.65 ± 0.18 ^a	4	80
L3/fruto	10.55 ± 0.23 ^a	4	78

Comparaciones de medias realizadas con la prueba de medias mínimas cuadráticas (P<.01). Medias con la misma letra no difieren significativamente. DS= desviación estándar.

Cuadro 5. Longevidad del adulto para *Heliothis zea* (Boddie), criados completamente sobre dieta artificial (DA) y larvas transferidas a frutos después de alcanzado el segundo (L2/fruto), tercero (L3/fruto) y cuarto estadio (L4/fruto) sobre DA. Experimento de laboratorio realizado durante enero-junio 1993.

Tratamiento	Duración (días)		
	Media±DS	# cohortes	#individuos
L3/fruto	18.06 ± 0.51 ^a	4	78
L4/fruto	16.87 ± 0.28 ^b	4	80
DA	16.82 ± 0.41 ^b	4	79
L2/fruto	15.00 ± 0.40 ^c	4	80

Comparaciones de medias realizadas con la prueba de medias mínimas cuadráticas (P<.01). Medias con la misma letra no difieren significativamente. DS= desviación estándar.

mente desarrolladas. Sin embargo, no hay que descartar posibles factores interfiriendo con esa favorabilidad, los cuales actuarían sobre individuos expuestos a frutos desde muy jóvenes. En ese sentido pudiesen estar involucradas sustancias tóxicas (tomatina), las cuales son menos tolerables por larvas jóvenes.

Parámetros demográficos

Los parámetros demográficos tiempo generacional (T), tasa neta reproductiva (R₀) y tasa intrínseca de desarrollo poblacional (\sqrt{m}), resumen el efecto de los tratamientos evaluados sobre la capacidad de desarrollo poblacional por el insecto. Aunque los efectos de cada sustrato

Cuadro 6. Fecundidad de la hembra para *Heliothis zea* (Boddie), criadas completamente sobre dieta artificial (DA) y larvas transferidas a frutos después de alcanzado el segundo (L2/fruto), tercero (L3/fruto) y cuarto estadio (L4/fruto) sobre DA. Experimento de laboratorio realizado durante enero-junio 1993.

Tratamiento	# de Huevos		
	Medias±DS	# cohortes	#individuos
L4/fruto	508.296±296.00 ^a	4	27
L3/fruto	308.933±933.00 ^b	4	15
L2/fruto	198.474±67.08 ^b	4	19
DA	195.294±70.92 ^b	4	17

Comparaciones de medias realizadas con la prueba de medias mínimas cuadráticas ($P < .01$). Medias con la misma letra no difieren significativamente. DS= desviación estándar. Nota: se excluyeron las hembras que no pusieron huevos.

sobre los diferentes componentes de la biología del insecto (supervivencia, duración de desarrollo, fecundidad, etc.) no mantengan completa consistencia, el efecto final sobre los componentes del desarrollo poblacional, explica mejor la favorabilidad de un determinado sustrato o combinación.

El tiempo promedio entre el inicio de la generación parental y la filial (T), no sólo está determinado por la duración de cada fase de desarrollo y la longevidad del adulto, sino también por la edad promedio de inicio y secuencia de parición de las hembras.

La tasa neta reproductiva resume la supervivencia y la fecundidad por cada generación. Al ser combinada con T, produce una expresión diferencial en el tiempo, rm , la cual explica cual es el potencial de desarrollo de la población, de acuerdo al número de individuos existentes.

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los sus-

tratos, para T y rm , pero si para Ro (Cuadro 7). En buena parte estas diferencias estuvieron determinadas por la alta supervivencia y fecundidad de L4/fruto (Cuadros 2 y 6).

La falta de significancia estadística para rm , debe ser tomado con discreción ya que las pequeñas diferencias de valores de este parámetro entre tratamientos, son fácilmente enmascaradas por las variabilidades dentro de tratamientos. No obstante si se utiliza este parámetro para proyectar las poblaciones en el tiempo (Figura 3), muestra mejor el efecto de los diferentes sustratos sobre las potenciales poblaciones. Sería de utilidad, desarrollar métodos de comparaciones en prospectiva.

Estos resultados demuestran la poca favorabilidad del follaje de tomate para la larva de *H. zea*. Ello corrobora nuestras observaciones en el campo, en cuanto a la baja probabilidad de desarrollo de poblacional de este insecto mientras las plantas de

Cuadro 7. Parámetros demográficos para *Heliothis zea* (Boddie), criados completamente sobre dieta artificial (DA) y larvas transferidas a frutos después de alcanzado el segundo (L2/fruto), tercero (L3/fruto) y cuarto estadio (L4/fruto) sobre DA. Experimento de laboratorio realizado durante enero-junio 1993.

Tratamiento	Tiempo generacional (T)	Tasa neta reprod. (Ro)	Tasa intrínseca. desarr. pob. (rm)
Dieta	40.4 ± 1.62 ^a	44.0 ± 30.71 ^{ab}	0.090 ± 0.02 ^f
L2/fruto	44.9 ± 4.54 ^a	47.0 ± 19.24 ^{ab}	0.084 ± 0.01 ^f
L3/fruto	42.3 ± 1.78 ^a	30.7 ± 20.86 ^b	0.070 ± 0.02 ^f
L4/fruto	42.1 ± 1.62 ^a	79.9 ± 9.68 ^a	0.104 ± 0.01 ^{fi}

Comparaciones de medias realizadas con la prueba de Tukey (P<.05). Medias con la misma letra no difieren significativamente. DS= desviación estándar.

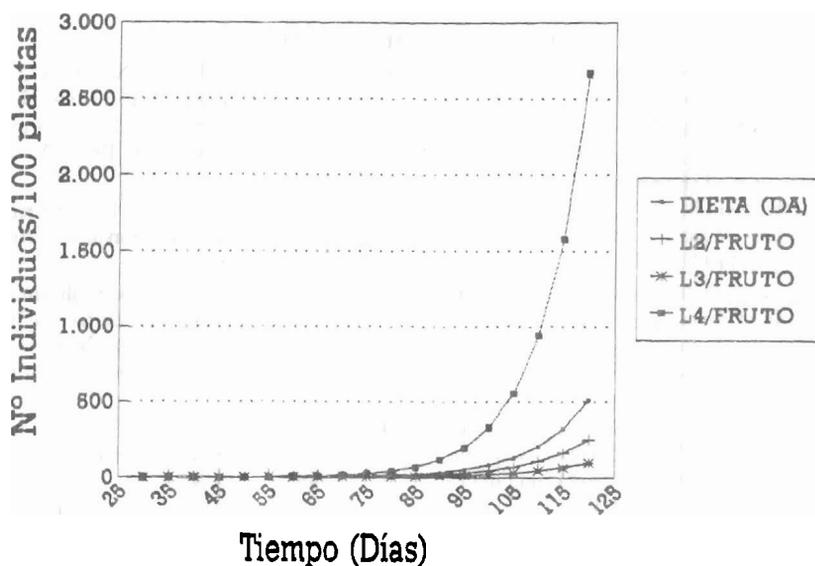


Fig. 3. Simulación de poblaciones en el tiempo en base.

$$N_t = N_0 \times e^{\sqrt{m} \times t} \text{ para } \textit{Heliothis zea} \text{ (Boddie)}$$

tomate no han comenzado a producir frutos, lo cual para el cultivar Río Grande en la zona, ocurre a partir de los 60 días (Chirinos *et al.*, 1993). La utilización de frutos como sustrato, parece depender del estado de desarrollo de la larva, puesto que las larvas neonatas difícilmente penetran en los mismos, sobre todo cuando estos han alcanzado su estado medio de desarrollo. Esto no descarta que dichas larvas se alimenten de frutos muy jóvenes, logrando sobrevivir y desarrollarse, lo cual debe ser estudiado con más detalle. En cualquier caso, parece que la supervivencia de larvas neonatas sobre tomate depende de un sustrato más favorable que hojas y frutos. La favorabilidad de botones florales y flores debe ser evaluada. De resultar estos sustratos

importantes para la supervivencia de larvas de *Heliothis* podrían ser manipulado como factores de resistencia de la planta al insecto, en programas de mejoramiento genético.

En todo caso, está claro que las posibilidades de desarrollo poblacional y daños causados por larvas de *H. zea* en tomate difícilmente ocurrirá antes de la floración y fructificación. Así, dependiendo de la fenología de los cultivares e híbridos a ser utilizados en la zona, no tiene sentido preocuparse por la protección contra este insecto, mientras no se inicie esta fase de desarrollo de la planta. Eso hace posible un apreciable ahorro económico y ecológico en los manejos de plagas de este cultivo.

Literatura citada

1. Andrewartha, H. G.; L. C. 1954. The distribution and abundance of animals. University Chicago Press. Chicago. 782 p.
2. Burkett, G.; J. Schneider y F. Davis. 1983. Behavior of the tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), on tomato. *Environment Entomology*. 12 (3): 905-910.
3. Chi y Liu. 1985. Two new methods for the study of insect population. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica*. 24: 225-240.
4. Chirinos, D.; F. Geraud; M. Marín; G. Rivero; J. Vergara; J. Moyeda; L. Mármol y A. Atencio. 1993. Desarrollo de la planta de tomate *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande en la zona del río Limón, Estado Zulia, Venezuela. I. Altura de planta, peso fresco, peso seco, número de ramificaciones, hojas, flores y frutos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 10 (3): 311-323.
5. Clark, L. R.; P.W. Geir; R. D. Huges; R. F. Morris. 1967. *The Ecology of Insect Populations in Theory and Practice*. Methuen y Cold. Londres. 232 p.
6. Henneberry, T. J. y A. N. Kishaba. 1966. Cabbage loopers. cap. 33 *en* C.N. Smith (Edit.). *Insect colonization and mass production*. Academy Press, New York. 618 p.
7. Krebs, Ch. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 2da ed. 678 p.
8. Morales, J. 1972. Estudios preliminares de insectos plagas en el cultivo de hortalizas en el estado Zulia. Tesis de grado. Mimeografiado. Maracaibo, Estado Zulia. 304 p.
9. SAS, Institute Inc. 1985. Paquete estadístico SAS para microcomputadoras. Versión 5. Cary NC.
10. Singa, N. y D.G. McLaren. 1989. Screening for resistance to tomato fruitworm and cabbage looper among tomato accessions. *Crop Science*. 29 (4): 861-868. (*Rev. Appl. Entomol.* 1990. 79(7): 6315).
11. Steel, R. G. y J.H. Torrier. 1960. *Bioestadística: principios y procedimientos*. Ed. Presencia Ltda. Colombia. 622 p.