



Agrociencia

ISSN: 1405-3195

agrocien@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Ávila-Quezada, Graciela D.; Téliz-Ortiz, Daniel; Vaquera-Huerta, Humberto; González-Hernández, Héctor; Johansen-Naime, Roberto
Progreso Temporal del Daño por Trips (Insecta:Thysanoptera) en Aguacate (*Persea americana* Mill.)
Agrociencia, vol. 39, núm. 4, julio-agosto, 2005, pp. 441-447
Colegio de Postgraduados
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239408>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PROGRESO TEMPORAL DEL DAÑO POR TRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) EN AGUACATE (*Persea americana* Mill.)

TEMPORAL PROGRESS OF THE DAMAGE BY THRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) ON AVOCADO (*Persea americana* Mill.)

Graciela D. Ávila-Quezada¹, Daniel Téliz-Ortiz², Humberto Vaquera-Huerta³,
Héctor González-Hernández² y Roberto Johansen-Naime⁴

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Avenida 4 sur 3820. Fraccionamiento Vencedores del desierto. 33089. Delicias, Chihuahua, México. (gavilaq@cascabel.ciad.mx).
²Fitopatología y ³Estadística. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (dteliz@colpos.mx). ⁴Instituto de Biología. Departamento de Zoología. Universidad Nacional Autónoma de México. 04510. Apartado Postal 70-153. Coyoacán, D. F. (naime@ibiologia.unam.mx)

RESUMEN

Se estudió el progreso temporal del daño por trips (Insecta: Thysanoptera) en frutos de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en tres huertos en Michoacán, México. La incidencia final del daño fue alta, hasta 61 %, principalmente en los huertos de las zonas altas como Zirosto y Tancítaro (>2100 de altura), en los que también el Área Bajo la Curva de Progreso (ABCPD) del daño fue alta. El daño se manifestó en marzo y abril, con tasas de infección aparente de 0.05 a 0.15, descritas por el modelo de Weibull. El daño se manifestó en fruto pequeño, en las tres primeras etapas fenológicas, siendo mayor en la primera etapa, seguido por la segunda y tercera. La mayor población se encontró en marzo, relacionada aparentemente con condiciones de baja humedad relativa (48 %) durante el año 2000. Los géneros de trips más frecuentes en inflorescencias, brotes foliares y frutos fueron *Scirtothrips*, *Neohydatotrips* y *Frankliniella*.

Palabras clave: Thysanoptera, modelos epidemiológicos.

ABSTRACT

The temporal progress of thrips (Insecta: Thysanoptera) damage in avocado (*Persea americana* Mill.) fruits cv. Hass was studied in three orchards in Michoacán, México. The final incidence of thrips damage was high (up to 61 %), mainly in orchards located in high regions (>2100 m above sea level) like Zirosto and Tancítaro, where also the Area Under Damage Progress Curve (ABCPD) was high. The damage appeared in March and April with apparent infection rates of 0.05 to 0.15, as described by the Weibull model. Thrips damage developed on small fruits in the three first phenological stages; fruits at stage one were the most affected, followed by the second and third stages. The highest population was found in March, apparently related to low relative humidity (48 %) during the year 2000. *Scirtothrips*, *Neohydatotrips*, and *Frankliniella* were the genera most commonly found on flower and vegetative buds, and fruits.

Key words: Thysanoptera, epidemiological models.

INTRODUCCIÓN

Con la apertura de tratados de libre comercio se presentan grandes oportunidades para la comercialización del aguacate (*Persea americana* Mill.) mexicano, por la gran aceptación que tiene en el mercado nacional (92 %) y de exportación (8 %). En el Estado de Michoacán en 2002 se cultivaron 99 257 ha, superficie que se incrementa anualmente. La extensión dedicada al cultivo ha provocado cambios en el uso del suelo, de forestal a agrícola, y se han incrementado las plagas en el cultivo. Los trips (Thysanoptera) han adquirido importancia para el aguacate en Michoacán, después de que los huertos se establecieron en zonas forestales (Johansen-Naime *et al.*, 1999). Estos insectos plaga se alimentan del fruto pequeño (Salgado, 1993), y forman crestas o

INTRODUCTION

With the opening of free trade agreements, great opportunities arose for the marketing of Mexican avocado (*Persea Americana* Mill.) due to the great success reached on the national (92 %) and on export markets (8 %). In the State of Michoacán, in 2002, 99 257 ha were cultivated, an area which is being increased every year. The extension designated to the crop has provoked changes in soil use, from forestry to agriculture, and plagues in the crop have increased. Thrips (Thysanoptera) have acquired importance in avocado in Michoacán after orchards have been established in forest zones (Johansen-Naime *et al.*, 1999). These pest insects feed on the small fruit (Salgado, 1993) and form crests or bulges (protuberances) on the pericarp (González-Hernández *et al.*, 2000). The distortions become more visible when the fruit ripens (Fisher and Davenport, 1989; González-Hernández *et al.*, 2000), which occurs with

protuberancias sobre el pericarpio (González-Hernández *et al.*, 2000). Las deformaciones son más visibles cuando el fruto madura (Fisher y Davenport, 1989; González-Hernández *et al.*, 2000), lo que ocurre con *Frankliniella* y *Neohydatothrips*, muy probablemente por larvas y adultos. Sin embargo, en las especies de *Scirtothrips*, las larvas y adultos causan daños en follaje tierno, provocando distorsión y cicatrices castaño oscuro a lo largo de la nervadura central de la hoja, en el envés. Algo similar ocurre con el fruto joven, que puede quedar completamente cubierto por una cicatriz castaño oscura, aunque comúnmente se observan cicatrices pequeñas, a veces alargadas (Hoddle, 2002). Ascención-Betanzos *et al.* (1999) y Johansen *et al.* (1999) afirmaron que este síntoma asociado a trips aparece en el fruto pequeño, aunque no se han precisado las etapas fenológicas más afectadas.

Conocer el comportamiento de este patosistema (trips-*Persea americana*) requiere estudios epidemiológicos que precisen el efecto de los factores climáticos y fenológicos del fruto, asociados con el tiempo de inicio y progreso de la epidemia. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el progreso temporal del daño por trips en frutos de aguacate, y determinar las etapas fenológicas susceptibles de ser afectadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La incidencia del daño por trips en frutos de aguacate, caracterizada como proporción de frutos con crestas o protuberancias en el pericarpio, se midió en los frutos del dosel del árbol, de marzo a diciembre de 2000, durante un ciclo de producción de aguacate Hass en tres huertos en Michoacán, México. El huerto 1 en Uruapan, y los huertos 2 y 3 en Zirosto y Tancítaro. Los dos últimos establecidos en áreas originalmente forestales. En cada huerto se seleccionaron 10 árboles aparentemente homogéneos en fenología. La incidencia se determinó muestreando 12 puntos de la copa de cada árbol, con 15 frutos por punto. Los datos de los 180 frutos por árbol se promediaron, se transformaron a arcoseno, y se analizaron con SAS® ver. 6.0.

Progreso temporal del daño

Para describir la curva temporal de progreso del daño de trips en los tres huertos, y seleccionar el modelo que mejor describe el daño, se calcularon las tasas de infección aparente (b^{-1}) con el modelo epidemiológico de Weibull (Pennypacker *et al.*, 1980),

$$y = 1 - \exp\left[-(t/b)^c\right], \quad t > 0$$

modificado como modelo de dos parámetros (b y c) (Campbell y Madden, 1990), así como con los modelos Logístico $y = 1/[1 + \exp(-a + k \cdot t)]$ y de Gompertz $y = e[-A \cdot \exp(-k \cdot t)]$. En estos casos las tasas fueron los estimadores de la pendiente.

Frankliniella and *Neohydatothrips*, most probably caused by larvae and adults. However, in the species of *Scirtothrips*, larvae and adults cause damage in young foliage, provoking distortions and scars of dark chestnut brown color along the central ribs (veins) of the leaf, on the underside. Something similar happens to the young fruit, which may remain completely covered by a dark brown scar, though usually small scars, sometimes elongated, are observed (Hoddle, 2002). Ascención-Betanzos *et al.* (1999) and Johansen *et al.* (1999) stated that this symptom associated to thrips appears in small fruits, though the most affected phenological stages have not been specified.

To understand the behavior of this pathosystem (trips-*Persea Americana*), epidemiological studies are required, which specify the effect of climatic and phenological factors on the fruit, associated with the time of beginning and progress of the epidemic. The objective of the present study was to characterize the temporal progress of damage by thrips in avocado fruits, and to determine the phenological stages susceptible to being affected.

MATERIALS AND METHODS

The incidence of damage by thrips on avocado fruit, characterized as proportion of fruits with crests or protuberances (bulges) on the pericarp, was measured in fruits of the canopy of the tree, from March to December, 2000, during a Hass avocado production cycle, in three orchards in Michoacán, México: Orchard 1 in Uruapan, and orchards 2 and 3 in Zirosto and Tancítaro; the two latter established in originally forest areas. In each orchard, 10 trees apparently homogeneous in phenology were selected. The incidence was determined sampling 12 points of the crown of each tree with 15 fruits per point. The data of the 180 fruits per tree were averaged, transformed to arc cosine, and analyzed with SAS® ver. 6.0.

Temporal progress of damage

To describe the temporal curve of progress of the damage caused by thrips in the three orchards, and to select the model that best describes the damage, the apparent infection rates (b^{-1}) were calculated based on the epidemiologic model of Weibull (Pennypacker *et al.*, 1980),

$$y = 1 - \exp\left[-(t/b)^c\right], \quad t > 0$$

modified as model of two parameters ($b + c$) (Campbell and Madden, 1990), as well as with the Logistic $y = 1/[1 + \exp(-a + k \cdot t)]$ and Gompertz $y = e[-A \cdot \exp(-k \cdot t)]$ models. In these cases, the rates were the estimators of the slope.

Also the final incidence (Y_f) was calculated. In order to compare the epidemic in the three orchards also the Area Under Damage

También se calculó la incidencia final (Y_f). Para comparar la epidemia en los tres huertos se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso del Daño (ABCPD) con la variable epidemiológica de incidencia, para sumar la curva del progreso de daño, como una variable para describir epidemias (Campbell y Madden, 1990). Además se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso del Daño Estandarizada (ABCPDE), en la que se dividió el valor del ABCPD entre la duración total (en tiempo) de la epidemia ($m-t_1$) (Fry, 1977) para comparar entre epidemias de diferente duración, así como el tiempo total del daño (Tt). Los parámetros estimados para establecer la comparación se calcularon con el programa SAS. La etapa fenológica del fruto más susceptible de ser dañada se calculó mediante tablas de contingencia, con base en las etapas fenológicas propuestas por Ávila-Quezada *et al.* (2002), basadas en el tamaño y las unidades calor aproximadas requeridas para lograr los tamaños de fruto (Cuadro 1).

Fluctuación poblacional de trips

Se recolectaron trips mensualmente de frutos jóvenes, brotes foliares y florales. Los muestreos se realizaron de marzo a diciembre de 2000, en la parte baja (1 a 2 m) del árbol, una rama por punto cardinal, en 18 árboles seleccionados al azar en el huerto de Tancitaro. La captura se realizó asperjando las inflorescencias con una solución a base de suavizantes catiónicos (suavizante de ropa) y agua en proporción 1:10. El líquido se recolectó en un recipiente de plástico y se filtró en un cedazo de tela de organza; de esta tela se recolectaron los trips (larvas y adultos) con un pincel, y se conservaron en alcohol a 70% en tubos para microcentrifuga de 1.3 mL. Luego se sometieron a una deshidratación progresiva con alcohol a 80, 96 y 100%, se aclararon con xileno absoluto, y se montaron en bálsamo de Canadá sobre laminillas. La identificación de géneros se realizó en el laboratorio de taxonomía de insectos Thysanoptera del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Progreso temporal del daño

Los elementos de la curva para describir facetas biológicas expresadas en la curva de progreso (Kranz, 1974), tales como los parámetros b y c del modelo de Weibull (Campbell *et al.*, 1980a y b), se utilizaron para comparar las epidemias en los tres huertos.

El daño se inició en marzo en los huertos 1 y 2, con tasas de infección aparente de b^{-1} = 0.054 y 0.152. Con intervalos de confianza para el parámetro b de -4 a 40 y 5.6 a 7.5, y del parámetro c (que indica la forma de la curva) de 0.04 a 2.26 y 1.27 a 4.11 (Cuadro 2).

El daño se manifestó en abril en el huerto 3, con una tasa b^{-1} = 0.14, similar a la del huerto 2. El traslape de los intervalos de confianza de c y b de los tres huertos indica que las epidemias no son estadísticamente diferentes en los tres huertos estudiados, de acuerdo con el

Progress Curve ABCPD) was estimated with the epidemiologic variable of incidence to add up the damage progress curve as a variable to describe epidemics (Campbell and Madden, 1990). Furthermore, the Area Under Standardized Damage Progress Curve (ABCPDE) was estimated, where the ABCPD value was divided by the total length (in time) of the epidemic ($m-t_1$) (Fry, 1977) for the comparison among epidemics of different duration (length), as well as the total damage time (Tt). The parameters estimated to establish the comparison were calculated with the SAS program. The phenological stage of the fruit most susceptible to being damaged was calculated by means of contingency tables based on the phenological stages proposed by Ávila-Quezada *et al.* (2002), established on the size and the approximate heat units required to achieve the fruit sizes (Table 1).

Thrips population fluctuation

Thrips were collected from young fruits, leaf and flower buds. The samplings were conducted from March to December, 2000, at the bottom (1 to 2 m) of the tree, one branch per cardinal point in 18 trees, chosen at random in an orchard of Tancitaro. The capture was done spraying the flower with a solution based on cationic conditioners (fabric softener) and water at 1:10 proportion. The liquid was collected in a plastic receptacle and filtered in a sieve of organza fabric; from this material, thrips (larvae and adults) were gathered with a brush and kept in alcohol at 70% in 1.3 mL tubes for microcentrifuge. Subsequently they were subjected to progressive dehydration with alcohol at 88, 96 and 100%, cleared with absolute xylene, and set on sheets in Canada balm. Identification of genera was made in the laboratory of Thysanoptera insect taxonomy of the Institute of Biology of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

RESULTS AND DISCUSSION

Temporal damage progress

The elements of the curve to describe biological facets, expressed in the progress curve (Kranz, 1974), such as

Cuadro 1. Etapas fenológicas del fruto de aguacate cv. Hass, basadas en el diámetro y longitud del fruto y unidades calor aproximadas.

Table 1. Phenological stages of avocado cv. Hass fruit, based on diameter and length of the fruit and approximate heat units.

Etapas fenológicas	Diámetro del fruto (mm)	Longitud del fruto (mm)	Unidades calor aproximadas
1	3-7	4-10	316 desde el amarre
2	8-19	11-23	609
3	20-29	24-39	870
4	30-49	40-66	1134
5	50-70 verde claro	67-82	1418
6	> 70 verde oscuro	> 82	1648

Cuadro 2. Epidemia de daño por trips en frutos de aguacate Hass en tres huertos, descritos por los modelos de Weibull, Logístico y de Gompertz.**Table 2. Epidemic of thrips damage in Hass avocado fruits in three orchards, described by the Weibull, Logistic, and Gompertz models.**

	Weibull $Y=1-e[-(t/b)^c]$	Tasa: b^{-1}	R^2 (significancia)	Parámetro / Intervalo de confianza (95%)
Huerto 1	$Y=1-e[-(t/18.22)^{1.15}]$	0.0548	0.80 0.0175	$c / (0.04 - 2.26)$ $b / (-4.0 - 40.44)$
Huerto 2	$Y=1-e[-(t/6.56)^{2.69}]$	0.1524	0.95 0.0009	$c / (1.27 - 4.11)$ $b / (5.66 - 7.47)$
Huerto 3	$Y=1-e[-(t/6.94)^{4.54}]$	0.1440	0.98 0.0059	$c / (2.10 - 6.98)$ $b / (6.05 - 7.82)$
	Logístico $Y=1/[1+\exp(-a+k \cdot t)]$	Tasa: r_L	R^2 (significancia)	Intervalo de confianza K (95%)
Huerto 1	$Y=1/[1+\exp(-a+1.53 \cdot t)]$	0.616	0.23 0.33	1.26 - 1.79
Huerto 2	$Y=1/[1+\exp(-a+2.0 \cdot t)]$	1.307	0.80 0.017	1.71 - 2.34
Huerto 3	$Y=1/[1+\exp(-a+1.87 \cdot t)]$	1.127	0.92 0.038	1.73 - 2.02
	Gompertz $Y=e[-A \cdot \exp(-k \cdot t)]$	Tasa: r_G	R^2 (significancia)	Intervalo de confianza K (95%)
Huerto 1	$Y=e[-3.2A \cdot \exp(-0.138 \cdot t)]$	0.681	0.72 0.033	0.001 - 0.276
Huerto 2	$Y=e[-9.9 \cdot \exp(-0.472 \cdot t)]$	0.959	0.96 0.004	0.285 - 0.659
Huerto 3	$Y=e[-20 \cdot \exp(-0.51 \cdot t)]$	0.975	0.98	0.229 - 0.795

b^{-1} es el inverso del parámetro de tasa; r_L es la tasa de infección aparente del modelo Logístico (unidades d^{-1}); r_G es la tasa de infección aparente del modelo de Gompertz (unidades d^{-1}). b^{-1} is the inverse of rate parameter; r_L is the apparent infection rate of the Logistic model (units d^{-1}); r_G is the apparent infection rate of the Gompertz model (units d^{-1}).

modelo de Weibull (Campbell y Madden, 1990). Aunque la epidemia se inició en marzo en los huertos 1 y 2, y en abril en el huerto 3, estadísticamente las epidemias del daño por trips tienen mayor similitud en los huertos 2 y 3, de acuerdo con el modelo de Weibull (Cuadro 2). Esta similitud puede estar relacionada con las variables climáticas de las regiones donde se establecieron estos dos huertos. De acuerdo con los intervalos de confianza del parámetro k obtenido con el modelo Logístico (Cuadro 2), el daño por trips tuvo un progreso estadísticamente no diferente en los tres huertos, que fluctuó entre $k=1.2$ a 1.7 (límite inferior) y 1.8 a 2.3 (límite superior).

Se observó mayor traslape en los intervalos de confianza en los huertos 2 y 3 y las tasas también fueron similares en el progreso del daño, por lo que las epidemias son semejantes y más intensas en estos dos huertos.

El modelo de Gompertz ajustó bien la epidemia del daño en los huertos 2 ($r_G=0.95$) y 3 ($r_G=0.97$), generando tasas e intervalos de confiabilidad similares para el parámetro k . El daño en frutos en el huerto 1 fue estadísticamente diferente al de los huertos 2 y 3, de acuerdo con la tasa del progreso y el parámetro k , y no fue bien descrito por este modelo ($r_G=0.68$).

La epidemia del daño en los tres huertos fue descrita mejor por el modelo de Weibull ($R^2 \geq 0.8$), por su

the b and c parameters of the Weibull model (Campbell *et al.*, 1980a and b), were utilized to compare the epidemics in the three orchards.

The damage appeared in March in orchards 1 and 2, with apparent infection rates of $b^{-1} = 0.054$ and 0.152 , with intervals of reliability for the b parameter from -4 to 40 and 5.6 to 7.5 , and of parameter c (indicating the shape of the curve) from 0.04 to 2.26 and 1.27 to 4.11 (Table 2).

In April, the damage became evident in orchard 3 with rate $b^{-1}=0.14$, similar to that of orchard 2. The overlapping of reliability intervals c and b of the three orchards indicates that the epidemics are not statistically different in the three orchards studied in agreement with the Weibull model (Campbell and Madden, 1990). Although the epidemic began in March in orchards 1 and 2, and in April in orchard 3, statistically the epidemics of thrips damage show greater similarity in orchards 2 and 3, according to the Weibull model (Table 2). This similarity may be related to the climatic variables of the regions, where these two orchards were established. In accordance with the reliability intervals of parameter k , obtained with the Logistic model (Table 2), the damage by thrips showed a progress statistically not different in the three orchards, fluctuating between $k=1.2$ - 1.7 (lower limit) and 1.8 - 2.5 (upper limit).

flexibilidad (Pennypacker *et al.*, 1980) y su capacidad para describir diferentes curvas de progreso (Gilligan, 1990; Kranz, 1974). Este modelo ajustó los dos tipos de curvas, monomolecular en el huerto 1, y sigmoideal en los huertos 2 (Zirosto) y 3 (Tancítaro).

Los elementos no lineales, como los parámetros b y c , revelan propiedades importantes del progreso de un evento (enfermedad o daño por insectos) como la forma de la curva (Gilligan, 1990). La media de los valores de b en las tres epidemias fue 10.57, y 2.79 para c , que representan el inverso del parámetro de la tasa y la forma de la curva.

De acuerdo con los tres modelos, el progreso del daño no fue estadísticamente diferente en los huertos 2 y 3 (con la curva sigmoideal).

La suma de la curva del progreso de la epidemia en el huerto 2 mostró mayor ABCPD (4.47) (Cuadro 3), seguido por el huerto 3 (2.06); y el huerto 1 (1.0). Resultados similares a los de ABCPD se encontraron para ABCPDE al comparar las epidemias de los tres huertos con diferente duración. ABCPDE se ha sugerido para comparar epidemias de diferente duración (Campbell y Madden, 1990). El huerto 2 tuvo mayor área, seguido por el 3; mientras que el 1 presentó menor sumatoria de la curva de progreso temporal.

La incidencia final (Y_f) fue mayor en el huerto 2, 61% en un tiempo total de la epidemia de 120 d, mientras que en el 3 el daño tuvo una incidencia de 43% en 115 d y de 23.8% en el huerto 1 en 80 d. Estas incidencias altas corresponden a los huertos que se establecieron en áreas forestales altas (>2100 m), y ésta puede ser la razón por la que el fruto es más afectado.

Cuadro 3. Área Bajo la Curva del Progreso del daño (ABCPd) y Área Bajo la Curva del Progreso del daño estandarizada (ABCPds), incidencia final (Y_f) y duración total de la epidemia (Tt) del daño por trips en frutos de aguacate cv. Hass, en tres huertos.

Table 3. Area Under Damage Progress Curve (ABCPd) and Area Under Standardized Damage Progress Curve (ABCPds), final incidence (Y_f), and total duration of epidemic (Tt) of damage by thrips in avocado Hass fruits, in three orchards.

Epidemia	ABCPd	ABCPds	Y_f	Tt (d)
Huerto 1	1.00	0.012	23.80	80
Huerto 2	4.47	0.037	61.00	120
Huerto 3	2.06	0.018	43.00	115

ABCPd es el Área Bajo la Curva del Progreso del daño (%-d); ABCPds es el Área Bajo la Curva del Progreso del daño estandarizada por la división del ABCPd entre Tt; Y_f es la incidencia final del daño por trips, medida en porcentaje (%); Tt es la duración total de la epidemia del daño por trips en días ÷ ABCPd is Area Under Damage Progress Curve (%-d); ABCPds is Area Under Standardized Damage Progress Curve, ABCPd divided by Tt; Y_f is final incidence of damage by thrips, measured in percentage (%); Tt is total duration of the epidemic of thrips damage in days.

Greater overlapping in the reliability intervals was observed in orchards 2 and 3, and the rates were also similar in damage progress; that is why the epidemics are similar and more intense in these two orchards.

The model of Gompertz fitted well the epidemic of damage in orchards 2 ($r_G=0.95$) and 3 ($r_G=0.97$) generating reliability rates and intervals, similar to parameter k . The damage in fruits in orchard 1 was statistically different from orchards 2 and 3 in accordance with the progress rate and parameter k and was not well described by this model ($r_G=0.68$).

The epidemic of damage in the three orchards was best described by the Weibull model ($R^2 \geq 0.8$) because of its flexibility (Pennymaker *et al.*, 1980) and its capacity to describe different progress curves (Gilligan, 1990; Kranz, 1974). This model fitted the two types of curves, the monomolecular curve in orchard 1, and the sigmoideal curve in orchards 2 (Zirosto) and 3 (Tancítaro).

The non-linear elements, like parameters b and c , reveal important properties of the progress of an event (disease or damage by insects) like the shape of the curve (Gilligan, 1990). The mean of the values of b in the three epidemics was 10.57, and of c 2.79, representing the inverse of the rate parameter and the shape of the curve.

According to the three models, the damage progress was not statistically different in orchards 2 and 3 (with the sigmoideal curve).

The sum of the epidemic progress curve in orchard 2 showed a greater ABCPD (4.47) (Table 3), followed by orchard 3 (2.06), and orchard 1 (1.0). Similar results to those of ABCPD were found for ABCPDE at comparing the epidemics of the three orchards with different duration. ABCPDE has been suggested for comparing epidemics of different duration (Campbell and Madden, 1990). orchard 2 had larger area, followed by orchard 3, while 1 presented smaller summation of the temporal progress curve.

Final incidence (Y_f) was greatest in orchard 2, 61% in a total epidemic time of 120 d, whereas in orchard 3, damage had an incidence of 43% in 115 d, and in orchard 1 of 23.8% in 80 d. These high incidences correspond to the orchards established in high-located forest areas (>2100 m above sea level), which may be the reason why fruit is more affected.

The study was carried out in the same Hass cultivar; therefore, the greatest difference between the orchard with lower incidence and the two with higher incidence consists in height and temperature, a-biotic factors that must be considered at planning integrated management of thrips.

Thrips affected fruits from the first phenological stages onward (Figure 1). The greatest damage was shown at the first stage, followed by stages 2 and 3. The

El estudio se realizó sobre el mismo cultivar Hass, por lo que la mayor diferencia entre el huerto con menor incidencia y los dos con mayor incidencia son la altitud y la temperatura, factores abióticos que deben considerarse al planear el manejo integrado de trips.

Los trips afectaron frutos desde las primeras etapas fenológicas (Figura 1). El mayor daño se presentó en la primera etapa, seguido por las etapas dos y la tres. El fruto no tuvo daño por trips en las etapas fenológicas más avanzadas, lo que también fue observado por González-Hernández *et al.* (2000) y Salgado (1993).

Los géneros de trips encontrados en mayor proporción en estado adulto fueron *Scirtothrips*, *Neohydatothrips* y *Frankliniella*, reportados por Ascensión-Betanzos *et al.* (1999) y González-Hernández *et al.* (1999) como trips plaga de frutos de aguacate en Michoacán y en otras zonas productoras, afectando además la calidad estética (Hoddle *et al.*, 1998; Sánchez *et al.*, 2001). En el huerto 3 (el único huerto donde se realizó la recolecta) se encontraron altas poblaciones, sobre todo en marzo, época de floración y baja humedad relativa (Figura 2).

Se recolectaron 124 ejemplares en los 18 árboles muestreados en marzo, de los cuales 65 fueron *Neohydatothrips*, y 47 *Scirtothrips* (Cuadro 4). Durante marzo la humedad relativa (HR) fue 45% en la etapa de floración y amarre de fruto. La población de trips disminuyó cuando la HR aumentó a 82% en mayo. Mientras prevaleció una HR alta (>80%), las poblaciones de trips permanecieron bajas (Figura 2), coincidiendo con lo reportado por González-Hernández *et al.* (1999).

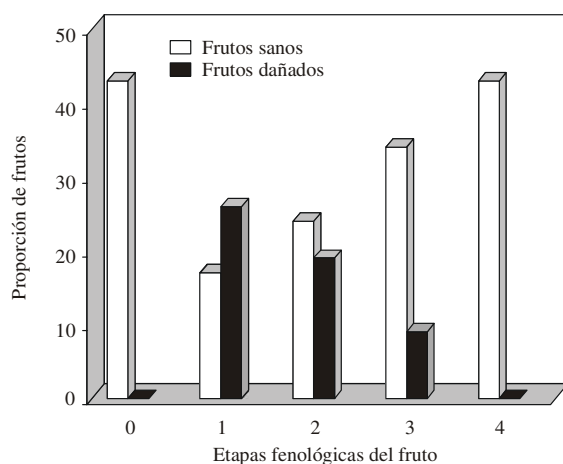


Figura 1. Frecuencias acumuladas de frutos de aguacate dañados por trips en las etapas fenológicas (promedio de tres huertos). Las columnas oscuras indican la acumulación de frutos con daño en las etapas fenológicas 1 a 4.

Figure 1. Accumulated frequencies of avocado fruits damaged by trips at the phenological stages (average of three orchards). The dark columns indicate the accumulation of fruits with damage at phenological stages 1 to 4.

fruit did not present damage by trips at the most advanced phenological stages, which was also observed by González-Hernández *et al.* (2000) and Salgado (1993).

The thrips genera found in greatest proportion at the adult stage were *Scirtothrips*, *Neohydatothrips*, and *Frankliniella*, reported by Ascensión-Betanzos *et al.* (1999) and González-Hernández *et al.* (1999) as thrips pest of avocado fruits in Michoacán and in other producer zones, furthermore affecting aesthetic quality (Hoddle *et al.*, 1998; Sánchez *et al.*, 2001). In orchard 3 (the only one where collecting was done), large populations were found, especially in March, period of flowering and low relative humidity (Figure 2).

In March, 124 specimens were collected on the 18 sampled trees, 65 of which were *Neohydatothrips*, and 47 *Scirtothrips* (Table 4). During March, relative humidity (RH) was 45% in the period of flowering and fruit set. Thrips population diminished when RH increased to 82% in May. While high RH (>80%) prevailed, thrips populations remained low (Figure 2), in agreement with what was reported by González *et al.* (1999).

CONCLUSIONS

Hass avocado fruit presented variability of damage incidence by trips of 23.8-61% in three orchards. These differences may be due to the influence of the dry climate (<55%) on thrips population, favoring its increase during the first phenological stages of the fruit. Appearance and growth of crests on the fruit occurred in a short period (80 to 120 d) during the first stages.

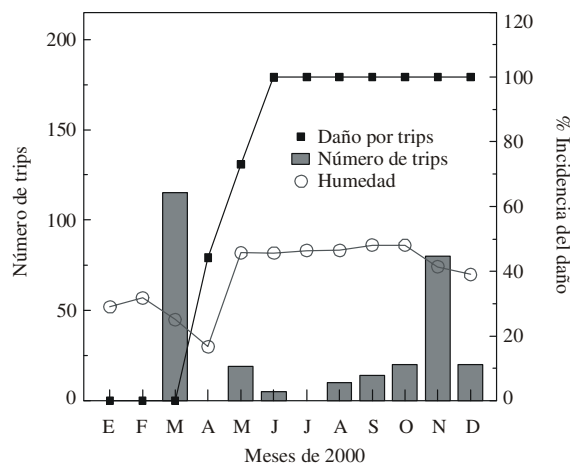


Figura 2. Número de trips, incidencia (%) del daño por trips en frutos de aguacate cv. Hass y humedad relativa. Huerto 3, Tancitaro, Michoacán, México. 2000.

Figure 2. Number of thrips, incidence (%) of damage by trips in avocado cv. Hass fruits, and relative humidity. Orchard 3, Tancitaro, Michoacán, México. 2000.

CONCLUSIONES

El fruto de aguacate Hass presentó una variabilidad de incidencia de daño por trips de 23.8 a 61% en tres huertos. Estas diferencias pueden deberse a la influencia del clima seco (<55%) sobre las poblaciones de trips, favoreciendo su incremento durante las primeras etapas fenológicas del fruto. La aparición y crecimiento de cristas sobre el fruto tuvo un periodo corto (80 a 120 d) durante las primeras etapas.

Estos resultados fundamentan la recomendación de controlar los trips desde la floración hasta que 80% de los frutos estén entre las etapas primera y segunda.

LITERATURA CITADA

- Ascensión-Betanzos, G., M. H. Bravo, H. H. González, R. Johansen, y R. E. Becerril. 1999. Fluctuación poblacional y daño por trips en aguacate cv. Hass. IV Congreso Mundial del Aguacate. Revista Chapingo serie Horticultura 5: 291-296.
- Ávila-Quezada G., D. Téliz-Ortiz, H. González-Hernández, H. Vaquera-Huerta, L. Tijerina-Chávez. 2002. Dinámica espacio-temporal de la roña (*Elsinoe perseae*), el daño por trips y antracnosis (*Glomerella cingulata*) del aguacate en Michoacán, México. Revista Mexicana de Fitopatología 20: 77-87.
- Campbell, C. L., and L. V. Madden. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. J. Wiley & Sons. USA. 532 p.
- Campbell, C. L., L. V. Madden, and S. P. Pennypacker. 1980a. Structural characterization of bean root rot epidemics. Phytopathology 70: 152-155.
- Campbell, C. L., S. P. Pennypacker, and L. V. Madden. 1980b. Progression dynamics of hypocotyls rot of snap bean. Phytopathology 70: 487-494.
- Fisher, J. B., and T. L. Davenport. 1989. Structure and development of surface deformation on avocado fruits. HortScience 24: 841-844.
- Fry, W. E. 1977. Integrated control of potato late blight-effect of polygenic resistance and techniques of timing fungicide applications. Phytopathology 68: 1650-1655.
- Gilligan, C. G. 1990. Comparison of disease progress curves. New Phytol. 115: 223-242.
- González-Hernández H., A. Méndez-Ramos, A. Valle de la Paz y M. González-Ríos. 1999. Selección de trampas de color y fluctuación poblacional de trips del aguacate en Michoacán, México. Revista Chapingo serie Horticultura 5: 287-290.
- González-Hernández, H., R. Johansen, L. Gasca, A. Equihua, A. Salinas, E. Estrada, F. Duran, y A. Valle. 2000. Plagas del aguacate. In: Téliz, D. (ed). El Aguacate y su Manejo Integrado. Ediciones Mundi Prensa. México, D. F. pp: 117-136.
- Hoddle, M. S. 2002. Development and reproductive biology of *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae): review avocado post in California. Bulletin Ent. Res. 92: 279-285.
- Hoddle, M. S., J. Morse, P. Phillips, and B. Faber. 1998. Progress on the management of avocado thrips. California Avocado Society Yearbook 82: 87-100.
- Johansen-Naime R. M., A. Mojica-Guzmán, y G. Ascensión-Betanzos. 1999. Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos en el aguacatero (*Persea americana* Miller). Revista Chapingo, serie Horticultura. 5: 279-285.
- Kranz, J. 1974. Comparison of epidemics. Ann. Rev. Phytopathol. 12: 355-374.

Cuadro 4. Géneros de trips encontrados en muestreos mensuales sobre inflorescencias, hojas y frutos jóvenes de aguacate cv. Hass en un huerto en Tancitaro, Michoacán, México.

Table 4. Genera of thrips found in monthly samplings on flowers, leaves and young fruits of cv. Hass avocado, in an orchard in Tancitaro, Michoacán, México.

Muestra	Género	Hembras	Machos	Larvas
Marzo	<i>Scirtothrips</i> sp	22	-	25
	<i>Frankliniella</i> sp	5	7	-
	<i>Neohydatothrips</i> sp	43	16	6
Abril [†]	-	-	-	-
Mayo	<i>Scirtothrips</i> sp	7	-	-
	<i>Frankliniella</i> sp	5	1	-
	<i>Neohydatothrips</i> sp	2	1	-
	<i>Caliothrips</i> sp	-	1	-
Junio	<i>Scirtothrips</i> sp	4	-	-
	<i>Frankliniella</i> sp	-	-	1
Julio [‡]	-	-	-	-
Agosto	<i>Scirtothrips</i> sp	7	1	-
	<i>Frankliniella</i> sp	1	-	-
	<i>Neohydatothrips</i> sp	1	-	-
Septiembre	<i>Scirtothrips</i> sp	10	1	-
	<i>Frankliniella</i> sp	2	-	-
	<i>Neohydatothrips</i> sp	1	-	-
Octubre	<i>Scirtothrips</i> sp	8	3	-
	<i>Frankliniella</i> sp	5	1	-
	<i>Neohydatothrips</i> sp	3	-	-
Noviembre	<i>Scirtothrips</i> sp	48	3	5
	<i>Frankliniella</i> sp	19	1	7
	<i>Neohydatothrips</i> sp	1	2	-
Diciembre	<i>Scirtothrips</i> sp	8	2	1 pupa
	<i>Frankliniella</i> sp	5	3	-

[†] No se realizó muestreo.

[‡] Época de lluvia, en la que no se encontraron ejemplares de trips.

These results back up the recommendation to control thrips since flowering up to the time when 80% of the fruits are between the first and second stage.

—End of the English version—



- Pennypacker, S. P., H. D. Knoble, C. E. Antle, and L. V. Madden. 1980. A flexible model for studying plant disease progression. Phytopathology 70: 232-235.
- Sánchez R. M., H. H. González, R. Johansen, A. Mujica, y S. Anaya. 2001. Trips (insecta: Thysanoptera) asociados a frutales de los estados de México y Morelos, México. Folia Entomológica Mexicana 40: 169-187.
- Salgado S., M. L. 1993. Problemas fitosanitarios del aguacate en Coatepec Harinas. In: Memorias Centro de investigaciones científicas y tecnológicas del aguacate en el Estado de México. pp: 191-212.
- SAS Institute Inc. 1995. SAS/STAT User's Guide. version 6, fifth edition. Volume 1 and 2. SAS Institute. Inc. Cary, N. C.