

## **FACTORES ABIÓTICOS QUE AFECTAN LAS CAPTURAS DE *Stenoma catenifer* Walsingham (LEPIDOPTERA: DEPRESSARIIDAE) EN HUERTOS DE AGUACATE 'HASS' EN COLIMA, MÉXICO**

**Velázquez-Martínez, Guadalupe del Carmen**<sup>1</sup>; González-Hernández, Héctor<sup>1</sup>; Equihua-Martínez, Armando<sup>1</sup>, Lomeli, J. Refugio<sup>1</sup>; Rojas, Julio C.<sup>2</sup>; López-Collado José<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fitosanidad-Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México. Correo-e: velazquez.guadalupe@colpos.mx

<sup>2</sup>Grupo Ecología y Manejo de Artrópodos, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Antigua Aeropuerto Km 2.5, CP 30700, Tapachula, Chiapas, México

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Carretera federal Veracruz–Xalapa km 88.5, CP 91690, Veracruz, México.

### **Resumen**

El cultivo de aguacate es afectado por varios insectos nocivos, que pueden limitar su exportación, uno de ellos es *Stenoma catenifer*. El monitoreo de esta plaga es mediante trapeo con feromonas sexuales. Sin embargo, existe poca información sobre los factores abióticos que influyen en las capturas de esta plaga. Por lo que, en este estudio, se analizó el impacto de la temperatura (T), humedad relativa (HR) y fechas de muestreo (M), en las capturas de machos de *S. catenifer* usando trampas cebadas con feromona sexual en cuatro huertos comerciales de aguacate 'Hass' en Colima, México. El análisis de similaridad por conglomerados y análisis de coordenadas principales indicó que la fecha de muestreo y la humedad relativa tienen una alta similitud, pero difieren de la temperatura. Un análisis de distribuciones bivariadas no paramétricas mostró que las mayores capturas se obtuvieron con temperaturas mayores a 15.8 °C y humedad relativa mayor a 60 %. Además, la temperatura alta y humedad relativa baja no favorecen las capturas de este insecto. Estos resultados ayudan a predecir las condiciones bioecológicas para la ocurrencia de las poblaciones de esta plaga.

**Palabras clave:** Riesgo relativo, Zona de confort.

### **ABIOTIC FACTORS AFFECTING CATCHES OF *Stenoma catenifer* Walsingham (LEPIDOPTERA: DEPRESSARIIDAE) IN 'HASS' AVOCADO ORCHARDS IN COLIMA, MEXICO**

### **Abstract**

The avocado crop is affected by several insect pests, one of which is *Stenoma catenifer*. This pest is monitored by sex pheromone trapping. However, there is little information on the abiotic factors that influence the captures of this pest. Therefore, in this study, the impact of temperature (T), relative humidity (RH) and sampling dates (M) on male captures of *S. catenifer* was analyzed using traps baited with sex pheromone in four commercial 'Hass' avocado orchards in Colima, Mexico. Cluster similarity analysis and principal coordinate analysis indicated that sampling date and relative humidity had high similarity but differed from temperature. A nonparametric bivariate distributions analysis showed that the highest catches were obtained with temperatures higher than 15.8 °C and relative humidity higher than 60 %. In addition, high temperature and low relative humidity did not favor captures of this insect. These results help to predict the bioecological conditions for the occurrence of populations of this pest.

**Key words:** Relative risk, Comfort zone.

## Introducción

A nivel mundial, México es líder en producción y exportación de aguacate. En 2019 tuvo una producción de 2,300,889 t (SIAP, 2020) y que en promedio generan más de \$ 2.7 mil millones de USD en divisas anuales al país (SIAP, 2019). El aguacate tiene plagas de importancia cuarentenaria, entre ellas, la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate, *Stenomoma catenifer* (Lepidoptera: Depressariidae), en algunas entidades de México (SAGARPA, 2005, SENASICA-DGSV, 2016). Los daños que causa *S. catenifer* inician cuando las larvas de primer instar se alimentan de la epidermis del fruto de aguacate, posteriormente hacen un orificio y llegan a la semilla donde construyen galerías, aunque también pueden atacar y secar ramas terminales (Wolfenbarger y Colburn, 1979). Es conocido que los factores bióticos (e.g., huésped, vegetación, enemigos naturales) y abióticos (e.g., temperatura, humedad relativa, luz) influyen significativamente en la dinámica poblacional de los organismos (Khaliq et al., 2014). En el caso de *S. catenifer* en México, Romero (2014) determinó que el promedio de capturas de *S. catenifer* no mostró una correlación ( $r \leq 0.18$ ,  $P \geq 0.08$ ) con la temperatura y humedad relativa. En Chiapas, Vázquez et al. (2017) también estudiaron si la precipitación y temperatura influían en las capturas de esta plaga. Sin embargo, los datos climáticos en estos estudios fueron tomados de estaciones meteorológicas localizadas a varios kilómetros de las zonas del trapeo, lo cual puede afectar los resultados obtenidos. Está bien documentado que el microclima puede afectar el desempeño de las trampas (Jönsson y Anderbrant, 1993; Hight y Carpenter, 2009). Por la importancia del cultivo de aguacate para México y la falta de información básica de esta plaga, se desarrolló la presente investigación, con el objeto de explorar los factores abióticos que pueden influir en las capturas de *S. catenifer* en huertos de aguacate Hass en el estado de Colima, ya que en esta región, se presentan poblaciones bien establecidas que afectan la producción y comercialización de la fruta y obstaculizan su exportación.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio y muestreo de insectos

El estudio se realizó de junio de 2018 a junio de 2019, en cuatro huertos comerciales de aguacate 'Hass' en Colima, México (Cuadro 1). Para la captura de los adultos de *S. catenifer*, se colocaron en cada huerta cuatro trampas con feromona sexual sintética. La trampa que se empleó fue del tipo ala de cartón Pherocon® 1C (Trécé Inc., Adair, OK, EUA), con un liberador de caucho (Pherocon® Septa lures, Trécé Inc., Adair, OK, EUA). Las trampas se revisaron quincenalmente, para registrar el número de palomillas macho capturadas por trampa. La base de la trampa y el septo feromonal se cambiaron cada mes.

Cuadro 1. Huertas experimentales para el muestreo de *Stenoma catenifer* en Colima, México, durante 2018-2019.

Municipio	Huerto	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Superficie (ha)	Edad (años)
Comala	La Barragana	19.323585	-103.721183	1340	3.5	10
	El Ocotillo	19.417981	-103.746985	1145	3.6	13
	Piedra Rajada	19.418115	-103.448094	1199	7.1	48
Cuauhtémoc	La Calma	19.254894	-103.354257	1523	6.9	5

### Registro de temperatura y humedad relativa

Los datos de temperatura (°C) y humedad relativa (%) se obtuvieron con sensores portátiles Data Loggers HOBO® modelo Pro v2 (u23-00x) (HOBO® Bourne, MA, USA), que se colocaron en cada uno de los huertos experimentales y registran datos a la intemperie. En los análisis, se utilizó la temperatura y humedad relativa semanal promedio previa a cada fecha de muestreo.

### Análisis de datos

La fluctuación poblacional de adultos de *S. catenifer*, se registró a lo largo del periodo de estudio y se analizó su relación con los parámetros climáticos registrados. Se obtuvo el total de palomillas capturadas por fecha de muestreo. De esta forma, se examinó la relación entre la temperatura, la humedad relativa y las fechas de muestreo, con la densidad poblacional de adultos macho de la palomilla barrenadora capturados en trampas. Inicialmente, para examinar la dependencia entre las variables, los datos se analizaron mediante correlación de conglomerados y de coordenadas principales (PCooA), con base en el índice de disimilaridad  $h$  de Hellinger; con esto, se seleccionaron las variables que no mostraran colinearidad. El análisis PCooA permite visualizar la similitud entre las variables estudiadas en un plano cartesiano (Wilson, 2011). Finalmente, la selección de variables facilitó explorar la interacción entre T y HR, y la presencia de la palomilla barrenadora del aguacate, con la generación de un índice de riesgo relativo para las observaciones y con base en las capturas  $> 0$  (Davies et al., 2011). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa R v. 3.4.0 (R Core Team, 2015).

## Resultados y Discusión

### Análisis de similaridad entre variables

Las correlaciones de Pearson entre las variables fueron de bajas a moderadas. Para el caso de la fecha de muestreo y humedad relativa, fue el máximo observado ( $r= 0.58$ ); le siguió la captura correlacionada con la humedad relativa ( $r= 0.19$ ). En contraste, se encontró una correlación

negativa entre las capturas y la temperatura ( $r = -0.25$ ), la humedad relativa y la temperatura ( $r = -0.21$ ), la captura con la fecha ( $r = -0.03$ ) y finalmente la fecha con la temperatura ( $r = -0.04$ ). De los datos anteriores resumimos que la fecha de muestreo y humedad relativa tuvieron una correlación relativamente alta, por lo que para análisis posteriores se eliminó a la variable fecha.

El análisis de conglomerados dividió las variables en dos grupos. Por un lado, se encuentran las capturas y por el otro la temperatura, fecha y humedad relativa, siendo estos dos últimos los más próximos entre sí. Esto se confirmó con la similaridad de los pares, medida por el índice 1-h de Hellinger, que fue de 0.75 entre humedad relativa y fechas, seguida de la fecha con la temperatura con un valor de 0.71 (Figura 1. A). Por otra parte, en el análisis multivariado PCoA (Figura 1. B), se pudo determinar la similitud entre los diferentes factores que se exploraron. Al igual que en los análisis anteriores, la fecha y la humedad relativa tuvieron una mayor similaridad entre sí, mientras que la temperatura y las capturas se observaron distantes entre ellas, lo cual indica que se encuentran poco relacionadas. Puesto que se encontró una alta correlación como se señaló anteriormente y una alta similitud entre las fechas de muestreo y la humedad relativa, se seleccionó solamente la humedad relativa y la temperatura para los análisis posteriores (Figura 1A). La temperatura promedio en la que se obtuvieron capturas en las huertas de estudio fue de una mínima  $15.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y máxima de  $25.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con humedad relativa mínima de  $41.1\%$  y máxima de  $96.1\%$ . Es de notar que en este intervalo de temperaturas se encuentran todas las capturas realizadas en el experimento.

Finalmente, el análisis de riesgo relativo (Figuras 2. A y 2. B), indicó que las posibilidades de capturas de palomillas son mayores con temperaturas mayores a  $15.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa mayor a  $60\%$  (parte superior izquierda de la Figura 2. B). Las mayores capturas se presentaron entre  $18$  y  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  y arriba de  $80\%$  de humedad relativa (Figura 2. A). En humedades relativas bajas, este riesgo es cercano a cero y en casi todo el espectro de las temperaturas (Figura 3). Se observó que la variable que tuvo mayor efecto en la ocurrencia de palomillas es la humedad relativa, pues el gradiente es más claro en el eje Y que en el eje X, que corresponde a la temperatura.

En los huertos de aguacate de aguacate 'Hass' en Colima, se encontró que a temperaturas  $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa  $> 41\%$ , se presentaron las mayores capturas de las palomillas de *S. catenifer*. Otros autores indican que, en temporada seca, con temperaturas de  $24 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $74 \pm 51\%$  de humedad relativa, en sitios con aguacate silvestre y  $26 \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $94 \pm 34\%$  de humedad

relativa para áreas con aguacate criollo, obtuvieron durante la estación capturas de 0.3 y 0.7 palomillas/trampa/semana, en árboles silvestres y en árboles cultivados, respectivamente (Castillo et al., 2012).

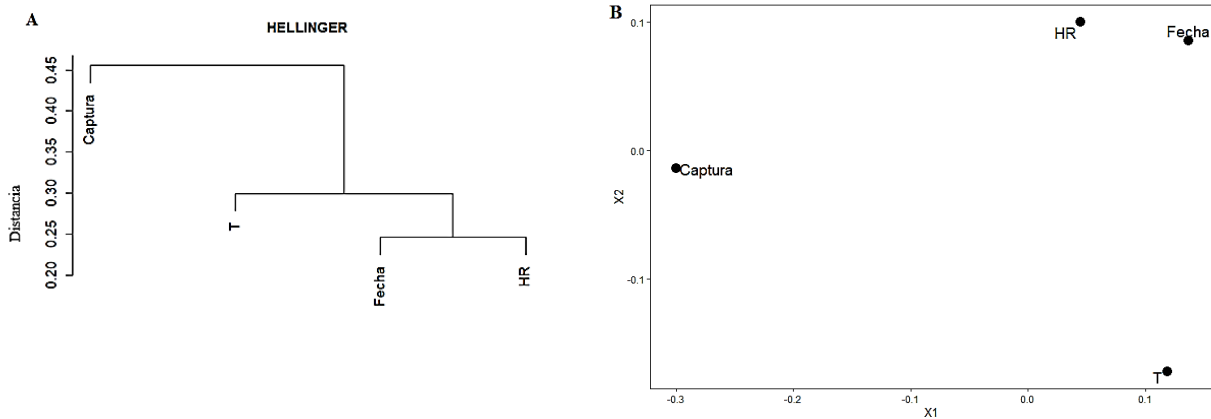


Figura 1. A) Gráfica de conglomerados entre la captura de palomillas, temperatura, humedad relativa y fechas de capturas. B) Gráfica del análisis de coordenadas principales (PCOoA) que muestra la relación de similitud entre las variables abióticas, las fechas de muestreo y las capturas de *S. catenifer* en huertas de aguacate 'Hass'. X1 y X2 son las coordenadas y variables transformadas que permiten visualizar la cercanía entre las variables de análisis.

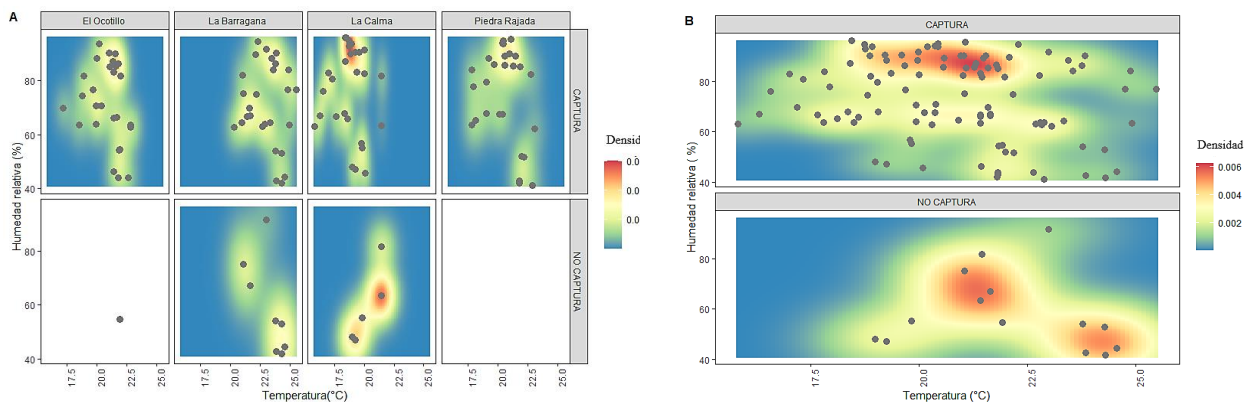


Figura 2. A) Densidad bivariada de la zona de confort (para las capturas de *Stenoma catenifer* positivas > 0; como para cuando no hubo capturas = 0) para la temperatura y humedad relativa en las diferentes huertas de aguacate 'Hass'; B) Distribuciones kernel bivariadas de la temperatura y humedad relativa cuando no hubo capturas de la palomilla. El color indica la intensidad en las distribuciones de densidades de capturas o no capturas. Los puntos en ambas gráficas son las coordenadas en el plano cartesiano con los valores de temperatura y humedad relativa asociados a las trampas.

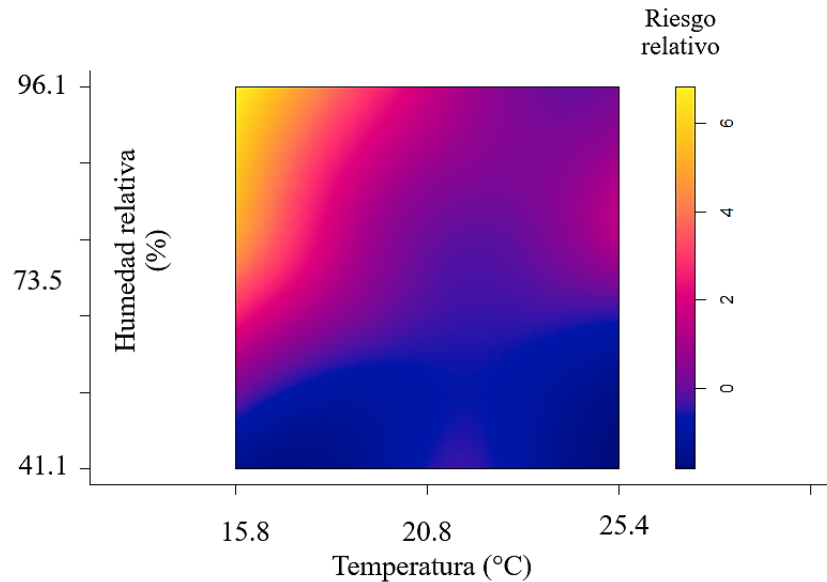


Figura 3. Distribución de riesgo relativo donde ocurren las capturas en huertos de aguacate 'Hass', en Colima, México. Los valores de 0 a 6 son el riesgo relativo de la ocurrencia de *Stenoma catenifer* de acuerdo con las combinaciones de temperatura y humedad relativa. A mayor valor del riesgo, es más alta la posibilidad de ocurrencia de la plaga.

Cervantes (1999) encontró que los niveles de infestación fueron más altos, con temperaturas medias anuales de 25 °C, y precipitaciones de 2,400 a 3,400 mm en Guayana. Nava et al. (2005) mencionaron que la duración del ciclo biológico de huevo a adulto aumenta o se acorta con la temperatura y varía de 69.5 días a 18 °C y a 31.4 días a 30 °C. Vázquez et al. (2017) indicaron en aguacate criollo en Chiapas, en el sitio con mayor altura (200 msnm), el número de palomillas capturadas se correlacionó con la temperatura, pero no con la precipitación. En el sitio con baja altitud las capturas de palomillas y la precipitación se correlacionaron positivamente. Los datos reportados por Vázquez et al. (2017), sustentaron lo que nosotros encontramos en cuanto a temperatura, ya que no hubo correlación positiva de la temperatura con la captura de palomillas en ambos estudios. Esto pudo deberse a que las relaciones entre las variables ambientales y las poblaciones de la plaga son no lineales. Según Nava et al. (2005), las temperaturas superiores a 30 °C, son perjudiciales para el desarrollo de *S. catenifer*. Finalmente, Romero (2014) mencionó que las capturas de *S. catenifer* no mostraron correlación con los factores climáticos de temperatura y humedad relativa ( $r \leq 0.18$ ,  $P \geq 0.08$ ). Lo anterior contrasta con nuestro estudio, en donde hubo una correlación positiva de las capturas de palomillas de *S. catenifer* con la humedad relativa, esto pudo deberse a que la combinación de las temperaturas y humedad relativa en los huertos, fue ideal para las capturas de palomillas. En este trabajo, el conocer la zona de confort

de temperatura y humedad relativa en la que se presenta *S. catenifer*, sirve para monitorear adecuadamente esta plaga y con ello tomar acciones de manejo.

### Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca de doctorado otorgada a la primera autora, así como al Proyecto Control y Manejo de Plagas Reglamentadas del Aguacatero, Clave: SAGARPA-2016-1-277881 (SAGARPA-CONACYT), por el financiamiento del presente estudio. Al Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, SENASICA, SADER, en Tecomán, Colima, por las facilidades otorgadas en la logística de los muestreos. Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima, por el apoyo para conseguir los huertos experimentales. A los productores dueños de los huertos de aguacate de Colima, por permitir el desarrollo del estudio.

### Literatura Citada

- Castillo, A., L. Cruz-Lopez, and J. Gómez. 2012. Moth species captured with the sex pheromone of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) in avocado plantations of southern Mexico. Fla. Entomol. 95:1111-1116.
- Cervantes Peredo, L. 1999. The stenomatine moth, *Stenoma catenifer* Walsingham: a predispersal seed predator of Greenheart (*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter and van de Werff) in Guyana. J. Nat. Hist. 33:531-542.
- Davies, T. M., M. L. Hazelton, and J. C. Marshall. 2011. Sparr : analyzing spatial relative risk using fixed and adaptive kernel density estimation in R. J. Stat. Softw. 39:1-14.
- Hight, S. D., and J. E. Carpenter. 2009. Flight phenology of male *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) at different latitudes in the Southeastern United States. Fla. Entomol. 92(2):208-216.
- Jönsson, P., and O. Anderbrant 1993. Weather factors influencing catch of *Neodiprion sertifer* (Hymenoptera: Diprionidae) in pheromone traps. Environ. Entomol. 22:445-452.
- Khaliq, A., M. Javed, M. Sohail, and M. Sagheer. 2014. Environmental effects on insects and their population dynamics. J. Entomol. Zool. Stud. 1:1-7.
- Nava, D. E., L. M. Haddad, e P. J. R. Parra. 2005. Exigências térmicas, estimativa do número de gerações de *Stenoma catenifer* e comprovação do modelo em campo. Pesqui. Agropecu. Bras. 40:961-967.
- R Core Team. 2015. R: The R Project for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Romero Castañeda, J. E. 2014. Fluctuación poblacional de la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera:Elachistidae) utilizando trampas de feromonas en los estados de Colima y Jalisco, México. Tesis de Maestría. Instituto de Fitosanidad, Programa Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 52 p.
- SAGARPA. 2005. NOM-066-FITO-2002. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad



Agroalimentaria | Gobierno | gob.mx. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado en <https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-066-fito-2002>

SENASICA-DGSV. 2016. Palomilla barrenadora del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria- Dirección General de Sanidad Vegetal- Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria-Grupo Especialista Fitosanitario. Ficha Técnica. Tecámac, México. 16 p.

SIAP. 2019. Panorama Agroalimentario 2019, SIAP. 214 p. Consultado en <https://www.gob.mx/siap>

SIAP. 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Consultado en <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Vázquez, M. A., L. Cruz-López, J. Gómez, and A. Castillo. 2017. Annual capture of two Elachistidae moth species using *Stenoma catenifer* sex pheromone in criollo avocado (*Persea americana*) at Chiapas, Mexico. Southwest. Entomol. 42:91-101.

Wilson, P. D. 2011. Distance-based methods for the analysis of maps produced by species distribution models. Methods Ecol. Evol. 2:623–633.

Wolfenbarger, O., and B. Colburn. 1979. The *Stenoma catenifer*, a serious avocado pest. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 92:275-287.