



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE FITOSANIDAD**

**ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

## **IDENTIFICACIÓN Y BIOLOGÍA DE LEPIDÓPTEROS EN FRUTILLAS**

**ISABEL RUIZ GALVÁN**

**T E S I S**  
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTORA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO**

2022



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **Identificación y biología de lepidópteros en frutillas**, realizada por la estudiante: **Isabel Ruiz Galván**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

## CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 CONSEJO PARTICULAR DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ
ASESOR	 DR. ÁNGEL LAGUNES TEJEDA
ASESOR	 DR. SAMUEL PINEDA GUILLERMO
ASESOR	 DR. JESÚS ROMERO NÁPOLES
ASESOR (A)	 DR. LAURO SOTO ROJAS

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, diciembre de 2022

# IDENTIFICACIÓN Y BIOLOGÍA DE LEPIDÓPTEROS EN FRUTILLAS

Isabel Ruiz Galván, D.C.  
Colegio de Postgraduados, 2022

## RESUMEN

Las frutillas son de importancia económica para México por el valor de su producción. Su reciente aumento en la superficie sembrada ha favorecido la presencia de plagas y enfermedades. Poca es la información sobre la entomofauna en estos cultivos y menor sobre lepidópteros. Los tortricidos han sido de las principales plagas que se han asociado con estos cultivos y que han afectado la producción en los países productores. Sin embargo, existen otras familias que agrupan especies que son fauna ocasional o plagas. El objetivo de este trabajo fue identificar la diversidad, distribución y daño de lepidópteros asociados con zarzamora, frambuesa, fresa y arándano en Michoacán, Jalisco, Guanajuato y Puebla, México. Las especies encontradas fueron: *Amorbia cuneana*, *Argyrotaenia montezumae*, *Platynota* sp., *Platynota stultana*, *Templemania sarothrura*, *Bonagota* sp. y *Zomaria interruptolineana*. Las especies más abundantes y ampliamente distribuidas fueron *A. cuneana* y *A. montezumae*. Los daños de estas especies se asocian con el consumo de partes vegetativas y reproductivas, esta última en arándano. El resto de especies se observó únicamente en partes vegetativas, pero aún el conocimiento de sus hábitos es incipiente. Se identificó a *Eucalantica nestori* n. sp., una nueva especie asociada con arándano, se describió su morfología, hábitos y daños.

**Palabras clave:** *Rubus*, *Vaccinium*, *Fragaria*, Tortricidae, Yponomeutidae.

# IDENTIFICATION AND BIOLOGY OF LEPIDOPTEROS ON BERRIES

Isabel Ruiz Galván, D.C.  
Colegio de Postgraduados, 2022

## ABSTRACT

Berries are of economic importance to Mexico because of the value of their production. The recent increase in the area planted has favored the presence of pests and diseases. There is little information on the entomofauna in these crops and less on Lepidoptera. Tortricidae have been one of the main pests associated with these crops and have affected production in producing countries. However, there are other families that group species that are occasional fauna or pests. The objective of this work was to identify the diversity, distribution and damage of Lepidoptera associated with blackberry, raspberry, strawberry and blueberry in Michoacán, Jalisco, Guanajuato and Puebla, Mexico. The species found were: *Amorbia cuneana*, *Argyrotaenia montezumae*, *Platynota* sp., *Platynota stultana*, *Templemania sarothrura*, *Bonagota* sp. and *Zomaria interruptolineana*. The abundant and widely distributed species were *A. cuneana* and *A. montezumae*. Damage by these species is associated with the consumption of vegetative and reproductive parts, the latter in blueberry. The rest of the species were observed only in vegetative parts, but knowledge of their habits is still incipient. *Eucalantica nestori* n. sp., a new species associated with blueberry, was identified and its morphology, habits and damage were described.

**Key words:** *Rubus*, *Vaccinium*, *Fragaria*, Tortricidae, Yponomeutidae.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por otorgarme los recursos para la realización del posgrado en ciencias.

Al **Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo** y al **Posgrado en Fitosanidad-Entomología y Acarología**, por haberme aceptado para realizar mis estudios de doctorado y ser parte de su comunidad estudiantil.

Al **Dr. Néstor Bautista Martínez**, por su apoyo como profesor consejero y su orientación en el desarrollo de la investigación. Agradezco infinitamente por su apoyo, confianza y determinación para culminar este proyecto en el tiempo esperado.

A mis asesores **Dr. Ángel Lagunes Tejeda, Dr. Samuel Pineda Guillermo, Dr. Jesús Romero Nápoles** y **Dr. Lauro Soto Rojas**, por sus comentarios, sugerencias y apoyo durante el periodo de investigación, mi agradecimiento para ustedes.

Al **M.C. Jorge Valdez Carrasco** por su paciencia y apoyo en la toma y procesamiento de fotografías. Sin usted, la identificación de especies hubiera sido de mayor dificultad. Mi admiración y respeto.

A los taxónomos PhD **John Brown** del Museo Nacional de Historia Natural, y PhD **Jason J. Dombroskie** de la Universidad de Cornell, USA, por su ayuda con la identificación y corroboración de las especies.

A los **productores** de arándano, fresa, frambuesa y zarzamora, por permitirme el acceso a sus predios y recolectar material vegetal.

Al **Sr. Romualdo Ochoa** por su apoyo y acompañamiento en la recolecta de material vegetal en todas las áreas muestreadas. Te estoy eternamente agradecida.

Al **Ing. José Luis** por su apoyo en la ubicación de huertos de frutillas y su acompañamiento en los sitios de estudio en Michoacán.

A **Marta**, (mi comadre) por su apoyo los trámites administrativos para las salidas de campo.

A todos los que contribuyeron para la realización de la presente investigación. Infinitas gracias.

## DEDICATORIA

A ti mamita de mi corazón y a ti papacito de mi vida, hasta acá culminó mis estudios académicos, sé que están orgullosos de mí. Este logro con ustedes hasta el cielo.

A ti hija mía (Yari) tesoro de mi vida y mi Piciosa (Fernandita) por ser parte de mí, a ustedes dedico esta etapa de mi vida y deseo una larga vida juntas. Yari, agradezco cada una de tus muestras de cariño hacia mí y estoy muy orgullosa de ser tu madre.

A mis hermanas Mari y Cristy, por sus consejos y por siempre escucharme. Comparto con ustedes esta dicha de haber culminado mi postgrado.

A ti Albertito, mi gran sobrino; siempre en tu mente tus objetivos hasta alcanzarlos. A ti mi niña Karen, porque confío en que serás constante y perseverante en tus propósitos.

*“Lo que con mucho trabajo se obtiene, más se ama”*

Isabel

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTAS DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
CAPÍTULO I. IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENROLLADORES DE HOJAS (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) ASOCIADOS CON FRUTILLAS (ROSACEAE) CULTIVADAS EN MÉXICO .....	8
1.1 RESUMEN .....	8
1.2 ABSTRACT.....	9
1.3 INTRODUCCIÓN .....	10
1.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
1.4.1 Sitio de muestreo y recolecta de material vegetal.....	12
1.4.2 Identificación de especies .....	12
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
1.5.1 Especies identificadas .....	14
1.5.2 Daños .....	17
1.6 CONCLUSIONES .....	23
CAPÍTULO II. TORTRÍCIDOS ASOCIADOS CON ARÁNDANO .....	24
2.1 RESUMEN .....	24
2.2 ABSTRACT.....	25
2.3 INTRODUCCIÓN .....	26
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
2.6 CONCLUSIONES .....	40
CAPÍTULO 3. A NEW SPECIES OF <i>Eucalantica</i> (LEPIDOPTERA, YPONOMEUTIDAE) POSES POTENTIAL CONCERNS ON BLUEBERRY INDUSTRY IN MEXICO .....	41
3.1 RESUMEN .....	41
3.2 ABSTRACT.....	42

3.3 INTRODUCTION .....	43
3.4 MATERIALS AND METHODS.....	44
3.5 RESULTS AND DISCUSSION .....	45
3.6 CONCLUSIONS.....	48
CONCLUSIONES GENERALES.....	50
LITERATURA CITADA .....	51
ANEXOS.....	61



## **LISTAS DE CUADROS**

Cuadro 1. Superficie sembrada de frutillas en México y porcentaje que aporta cada estado. .... 3

### **CAPÍTULO I**

Cuadro 1. Tortricidos identificados en huertos de zarzamora, frambuesa y fresa en Guanajuato y Michoacán, México..... 15

### **CAPÍTULO II**

Cuadro 1. Tortricidos emergidos en diferentes áreas agrícolas. Especies de tortricidos asociados con arándano cultivado. .... 30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aumento de la superficie sembrada de frutillas en una década.....	4
Figura 2. Exportación de frutillas. ....	5

### CAPÍTULO I

Figura 1. Daños causados por enrolladores de hojas en frutillas.....	18
Figura 2. A y B. <i>Amorbia cuneana</i> , Tangancícuaro, Michoacán. C y D. <i>Argyrotaenia montezumae</i> , Peribán, Michoacán. E y F. <i>Platynota</i> sp., Los Reyes, Michoacán. ....	22

### CAPÍTULO II

Figura 1. Adulto macho y genitalia. (a-b). <i>Amorbia cuneana</i> ; (c-d) <i>Argyrotaenia montezumae</i> ; (e-f) <i>Platynota stultana</i> .....	37
Figura 2. Daños de tortricidos en arándano. (a). <i>A. cuneana</i> enrollando hojas apicales. (b) racimo floral consumido por <i>A. montezumae</i> . (c) alimentación de larva en frutos. (d) muerte apical causado por <i>P. stultana</i> .....	38
Figura 3. Adulto macho y genitalia. (a-b) <i>Templemania sarothrura</i> ; (c-d) <i>Bonagota</i> poss. <i>mexicana</i> ; (e-f) <i>Zomaria interruptolineana</i> . ....	39

### CAPÍTULO III

Figure 1. <i>Eucalantica nestori</i> n. sp. ....	47
Figure 2. Damage caused by <i>Eucalantica nestori</i> n. sp. in blueberries .....	49

## INTRODUCCIÓN GENERAL

En México se le denomina frutillas a la fresa (*Fragaria* spp.), frambuesa (*Rubus idaeus*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*) y arándano (*Vaccinium* spp.) (González-Razo *et al.*, 2019). La superficie sembrada de este grupo es de 35,074.52 hectáreas, distribuidas en 21 entidades federativas. De acuerdo con las estadísticas del SIAP (2022), el mayor porcentaje lo ocupa la fresa (34.03 %) seguido de zarzamora y frambuesa con 27.05 y 24.92 %, respectivamente, finalmente el arándano con una superficie del 14.00 % del total nacional. Este último tiene la mejor relación beneficio-costos (González-Ramírez *et al.*, 2020). Se exporta la mayor parte de la producción de frutillas a países americanos, asiáticos y europeos, por lo que es un importante generador de divisas y fuentes de empleo (SIAVI, 2021).

En los últimos once años la superficie sembrada de frutillas incrementó en más del 100 %, pero también ha aumentado la afectación por plagas y enfermedades que conllevan a elevados costos de manejo, en su mayoría especies exóticas (Martínez *et al.*, 2014; Juárez-Gutiérrez *et al.*, 2015; Ortiz *et al.*, 2020). Los artrópodos conforman cerca del 80 % del total del reino Animalia; en la clase Insecta el orden Lepidoptera está dentro de los cuatro órdenes más diversos (Martin-Piera *et al.*, 2000); se han descrito 155 000 especies aproximadamente (Heppner, 2002; Llorente-Bousquets *et al.*, 2014) y en México solo se conoce el 61 %. Este orden agrupa especies de importancia agrícola nativas o exóticas y que son una amenaza en la producción de alimentos en el mundo (Liebhold *et al.*, 2016).

Principalmente especies de la familia Tortricidae se han reportado afectando la producción de frutillas en el mundo (Brown, 2008) aunque Noctuidae, Geometridae e Yponomeutidae también albergan especies que se alimentan de estos cultivos. En México, únicamente se ha documentado a los lepidópteros *Amorbia cuneana*, *Argyrotaenia montezumae* en zarzamora (Juárez-Gutiérrez *et al.*, 2015; Ortiz *et al.*, 2020) y *Duponchelia fovealis* (Rosales-Escareño *et al.*, 2021) en arándano. Es evidente que las frutillas son de gran interés económico en nuestro país, por tanto, es necesario identificar a los lepidópteros que están asociados con estos cultivos. En el contexto del manejo integrado de plagas, la identificación de especies es primordial para establecer tácticas de combate que permitan mantener a las poblaciones por debajo de su umbral de daño económico.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades de las frutillas

Los frutos denominados frutillas, berries, bayas, frutas finas o frutos del bosque incluyen a la fresa (*Fragaria* spp.), frambuesa (*Rubus idaeus*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*) [Rosaceae] y arándano (*Vaccinium* spp.) [Ericaceae] (González-Razo *et al.*, 2019; González-Ramírez *et al.*, 2020). Se caracterizan por su reducida vida de anaquel, sabor dulce acidulado, colores brillantes y alto contenido nutrimental y antioxidante (Giampieri *et al.*, 2012; Skrovankova *et al.*, 2015; Olas, 2018). Estos factores han contribuido para el rápido crecimiento de su producción y comercialización en todo el mundo (González-Razo *et al.*, 2019).

El género ***Rubus*** agrupa alrededor de 400 cultivares comerciales en el mundo (Clark y Finn, 2011), las frambuesas y zarzamoras son representativas de este género. Sus frutos son polidrupas, verdes en estado inmaduro y a mediada que maduran se tornan rojo y morado, respectivamente (Hummer *et al.*, 2017). Se desarrollan en zonas templadas, pero tienen una amplia capacidad de adaptación a condiciones ambientales (Eyduran *et al.*, 2008; Muratalla-Lúa *et al.*, 2012).

El género ***Fragaria*** comprende 23 especies, incluida la fresa comercial (*Fragaria x ananassa*) (Rousseau-Gueutin *et al.*, 2009). Es una de las frutas de mayor aceptación mundial, por su consumo fresco, congelado o industrializado (Kessel, 2012). El cultivo se adapta a varios climas, pero las altas temperatura tienen un impacto negativo sobre su reproducción (Gamboa-Mendoza *et al.*, 2019).

Finalmente el género ***Vaccinium*** comprenden 450 especies en el mundo (Hurkova *et al.*, 2019; Tundis *et al.*, 2021). Las especies cultivadas son originarias del hemisferio Norte (Rodríguez-Saona *et al.*, 2019). En este contexto, el arándano azul (*Vaccinium* spp.) es considerado una de las frutas más saludable debido al valor nutritivo y actividad antioxidante (Li *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2017). El cultivo de arándano se está desarrollando dinámicamente, especialmente en las regiones cálidas, templadas, subtropicales y tropicales del mundo, incluido México (Koshovyi *et al.*, 2021; SIAP, 2021).

## Importancia económica de las frutillas

Las frutillas se producen en sistema convencional y orgánico, juntas suman una superficie sembrada de 35,074.52 hectáreas, distribuidas en 21 entidades federativas. Aunque el 88 % de la producción se concentra en Michoacán, Jalisco y Baja California (Cuadro 1) (SIAP, 2021). El orden de importancia según la superficie sembrada es fresa, zarzamora, frambuesa y arándano, aunque la relación beneficio costo es mayor en arándano respecto a las demás (González-Ramírez *et al.*, 2020). Según cifras de la Asociación Nacional de Exportadores de Berries (ANEBERRIES), el sector genera más de 450,000 empleos directos en el país (El Economista, 2022).

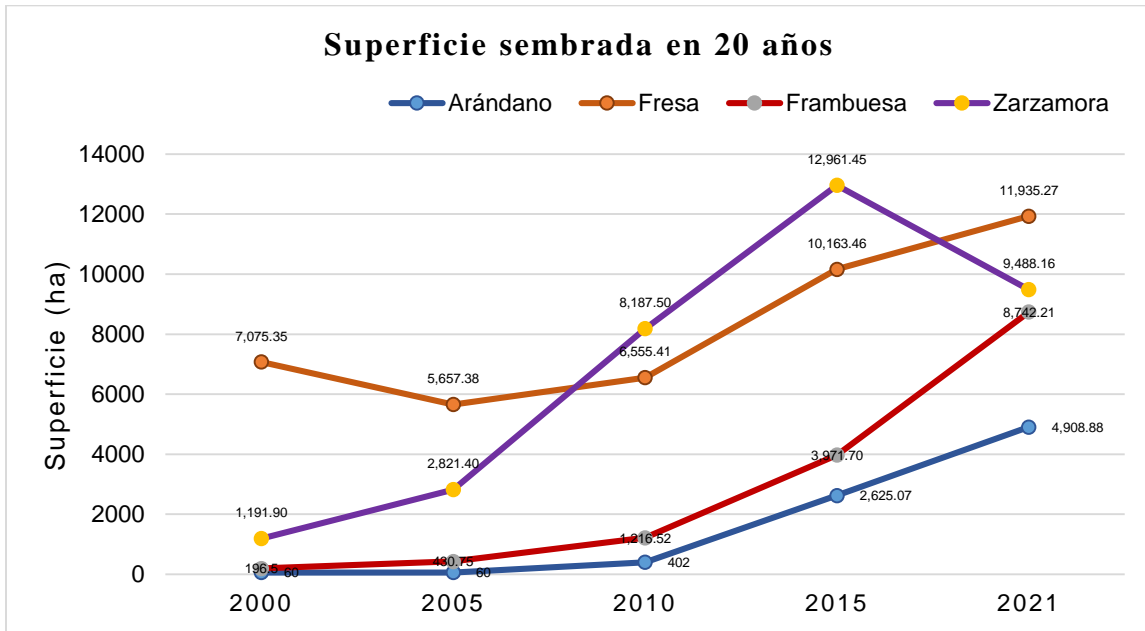
Cuadro 1. Superficie sembrada de frutillas en México y porcentaje que aporta cada estado.

Estado	Superficie sembrada				Superficie total (ha)	(%) nacional
	Zarzamora*	Frambuesa*	Arándano**	Fresa*		
Michoacán	8,321.50	1,161.00	761.50	7,290.73	17,534.73	49.99
Jalisco	811.59	6,445.83	2,502.33	145.00	9,904.75	28.24
Baja California	88.00	911.50	282.00	2,088.65	3,370.15	9.61
Guanajuato	26.70	116.60	133.00	1,720.60	1,996.90	5.69
Sinaloa			725.00	18.62	743.62	2.12
México	17.20	15.70	15.30	365.15	413.35	1.18
Colima	157.50	2.00	244.00		403.50	1.15
Puebla	42.60	85.92	229.25	11.35	369.12	1.05
BC Sur				157.00	157.00	0.45
Aguascalientes				66.50	66.50	0.19
Morelos	14.00			9.00	23.00	0.07
Zacatecas				22.12	22.12	0.06
Veracruz				22.00	22.00	0.06
Sonora			12.00		12.00	0.03
Tlaxcala	1.00	1.00		7.00	9.00	0.03
Oaxaca				8.30	8.30	0.02
Cdmx	4.57	2.66			7.23	0.02
Nayarit			4.50		4.50	0.01
Querétaro	2.50				2.50	0.01
Chihuahua				1.75	1.75	0.00
San Luis Potosí				1.50	1.50	0.00
Hidalgo	1.00				1.00	0.00
<b>Total</b>	<b>9,488.16</b>	<b>8,742.21</b>	<b>4,908.88</b>	<b>11,935.27</b>	<b>35,074.52</b>	<b>100.00</b>

Año agrícola: \*\*2019, \*2021

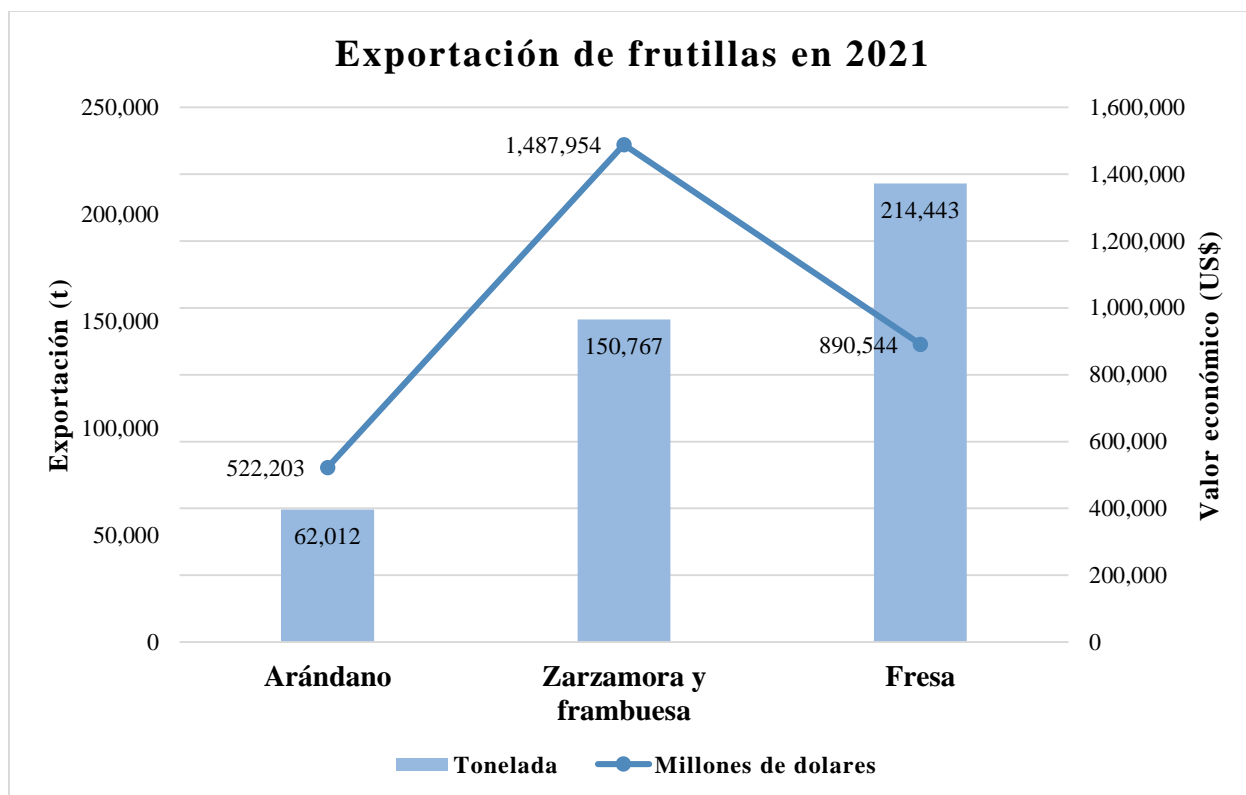
En los últimos once años la superficie sembrada del grupo de frutillas, se incrementó en un 114 % en México. En 2010 la superficie sembrada de este grupo fue de 16 mil 300 hectáreas y en

2021 llegó a 35 mil hectáreas (Figura 1) (SIAP, 2021). Las principales razones que explican crecimiento constante de estos cultivos es su elevada rentabilidad, el rápido retorno de la inversión, el uso intensivo de mano de obra, la versatilidad de los frutos para su consumo y las grandes posibilidades de exportación (González-Razo *et al.*, 2019).



**Figura 1.** Aumento de la superficie sembrada de frutillas en una década. Elaboración propia, con datos del SIAP, 2021.

El país exporta entre el 60 y 80 % de su producción (FIRA, 2016) como fruta fresca, congelada y mermelada. En 2021 se exportaron 427,222 toneladas a 27 países, con un valor aproximado de 2,900 millones de dólares (Figura 2). Entre los principales destinos se encuentra Estados Unidos de América, Países Bajos, Canadá, Italia, Arabia Saudita, Reino Unido, Emiratos Árabes, Alemania, Kuwait, Bélgica, Chile, Japón, Rusia, Francia, España, entre otros (SIAVI, 2021).



**Figura 2.** Exportación de frutillas. Elaboración propia, con datos del SIAVI, 2022.

### Orden Lepidoptera en la agricultura

Los Arthropoda conforman cerca del 80 % del total del reino Animalia; este último registra más de 1 550 000 especies (Zhang, 2015). El orden Lepidoptera está dentro de los cuatro órdenes más diversos (Martin-Piera *et al.*, 2000); se han descrito 155 000 especies aproximadamente, aunque las estimaciones oscilan entre 255 000 (Kristensen *et al.*, 2007). En México se describen 23 familias que agrupan a 14 507 especies, pero se estima que pueden existir 23 742 (Heppner, 2008; Llorente-Bousquets *et al.*, 2014), es decir, sólo se conoce el 61 %. El nombre lepidóptero (*Lepidos-escama, pteron-ala*) significa alas con escamas, es una generalización del taxón. Este orden es de importancia económica (Triplehorn y Johnson, 2005). Son importantes como herbívoros, polinizadores y como alimento para numerosos taxones (Fox *et al.*, 2021). Las especies de lepidópteros son las plagas más importantes de los principales cultivos anuales y perennes, bosques y productos almacenados en todo el mundo (FAO/IAEA, 1998). En la última década, numerosas especies de plagas de insectos invasoras han surgido y siguen emergiendo como una amenaza para la producción de alimentos y la salud de los ecosistemas, como consecuencia del

comercio mundial y el cambio climático (Levine y D'Antonio, 2003; Liebhold *et al.*, 2016). Los lepidópteros incluyen plagas de insectos clave que requieren control para evitar pérdidas significativas en muchos sistemas de cultivo en regiones templadas, subtropicales y tropicales del mundo (Vreysen *et al.*, 2016).

### **Lepidópteros asociados a las frutillas**

En Estados Unidos de Norteamérica, país de origen de la mayoría de los cultivares de arándano, entre el 30 y el 50% de las especies de insectos plaga son lepidópteros (Molina, 1998). En ese sentido *Argyrotaenia franciscana*, *Choristoneura rosaceana*, *Grapholita packardii* (Tortricidae), *Noctua pronuba* (Noctuidae), *Itame (Macaria) argillacearia* (Geometridae), entre otras, son especies que se alimentan de fresa, zarzamora, frambuesa y arándano (Ramanaidu *et al.*, 2011; Gerdeman *et al.*, 2019; Kaur, 2022). Recientemente una especie de la familia Yponomeutidae puede ser una amenaza en la producción arándano (Ruiz y Jae, 2023 en prensa).

### **Familia Tortricidae**

La familia Tortricidae es de los grupos más diversos de microlepidópteros, se divide en tres subfamilias: Tortricinae, Olethreutinae y Chlidanotinae, las dos primeras son de importancia agrícola (Regier *et al.*, 2012). Incluye aproximadamente 11,500 especies y 1,787 géneros (Gilligan *et al.*, 2018; Gilligan *et al.*, 2020). Olethreutinae incluye especies con hábitos oligófagos y las larvas generalmente barrenan frutos, tallos, raíces y brotes. Esta subfamilia es considerada de mayor importancia en la agricultura. Tortricinae tienen hábitos polífagos y generalmente son enrolladores de hojas (Gilligan y Epstein, 2014). La recopilación de Brown *et al.* (2008) presenta 97 especies asociadas con el género *Rubus*, 52 con *Fragaria* y 102 con *Vaccinium*. Algunos de los géneros asociados con frutillas son *Clarkeulia*, *Argyrotaenia*, *Platynota*, *Grapholita*, entre otras (Rocca y Brown, 2013; Gilligan y Epstein, 2014).

### **Familia Yponomeutidae**

El número de especies de la familia Yponomeutidae en el mundo es incierto, Llorente-Bousquets *et al.* (2014) cita 1,841, mientras que Heppner (2008) refiere 395 especies. En América del Norte se conocen alrededor de 80 especies en 11 géneros (Zoology, 2022). Se clasifica en tres subfamilias: Saridoscelinae, Yponomeutinae y Cedestinae. Las larvas generalmente son



esqueletizadoras y minadoras de hojas, se alimentan de flores y barrenan bulbos (Heppner, 2008; Zoology, 2022). Especies de esta familia han sido reportadas en plantaciones de arándano tal es el caso de Sohn (2020) que dio a conocer a *Saridoscelis sphenias* Meyrick, 1894 como una plaga en los cultivos de arándano de Corea. Actualmente *Eucalantica nestori* n. sp. plantea posibles preocupaciones en la industria del arándano en México (Ruiz y Jae, 2023 en prensa).

).

# CAPÍTULO I. IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENROLLADORES DE HOJAS (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) ASOCIADOS CON FRUTILLAS (ROSACEAE) CULTIVADAS EN MÉXICO

## 1.1 RESUMEN

Las frutillas son productos agrícolas de gran interés económico para México y su producción ha aumentado durante los últimos años. Sin embargo, los cultivos se ven afectados por tortrícidos enrolladores de hojas. De agosto de 2019 a abril de 2021 en Michoacán y Guanajuato, México se realizó un estudio para determinar especies de tortrícidos asociados con zarzamora (*Rubus* spp. L.), frambuesa (*Rubus idaeus* L.) y fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.); así como su distribución altitudinal. En 12 huertas ubicadas en esos estados se recolectaron brotes, hojas y flores con presencia de larvas. Las especies se identificaron por medio de genitalia masculina y fueron determinadas taxonómicamente como *Amorbia cuneana* (Walsingham, 1879), *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham, 1914) y *Platynota* sp. (Walker, 1859), halladas en altitudes de 1290 a 2372 m, aunque posiblemente puedan habitar en otras altitudes con presencia de plantas hospedantes. Las especies más abundantes fueron *A. cuneana* y *A. montezumae*. Generalmente, estos tortrícidos prefieren alimentarse de partes vegetativas jóvenes, pero se desconoce el impacto económico que causan. Cabe mencionar que el número de especies encontradas es inferior a las reportadas en otros países, pero es necesario ampliar el área de estudio a otras regiones productoras de frutillas para conocer una mayor distribución y diversidad.

**Palabras clave:** altitud, daño, frambuesa, fresa, genitalia, tortrícidos, zarzamora.

## 1.2 ABSTRACT

Berries are agricultural products of great economic interest for Mexico, and their production has increased in recent years. However, the crops are affected by tortricid leafrollers. From August 2019 to April 2021 in Michoacán and Guanajuato, Mexico, a study was conducted to determine species of tortricids associated with blackberries (*Rubus* spp. L.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.), as well as their altitudinal distribution. In 12 orchards located in these states, shoots, leaves, and flowers infested by larvae were collected. The species were identified by male genitalia and were determined taxonomically as *Amorbia cuneana* (Walsingham, 1879), *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham, 1914) and *Platynota* sp. (Walker, 1859), found at altitudes from 1290 to 2372 m, although they may inhabit other altitudes where host plants grow. The most abundant species were *A. cuneana* and *A. montezumae*. Generally, these tortricids prefer to feed on tender vegetative parts, but the economic impact they have is not known yet. It is worth mentioning that the number of species found is lower than those reported in other countries, but it is necessary to broaden the study area to other berry-producing regions to determine whether their diversity and distribution is wider

**Key words:** altitude, damage, raspberry, strawberry, genitalia, tortricids, blackberry.

### 1.3 INTRODUCCIÓN

Los frutos denominados frutillas, frutas finas o berries incluyen al arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), zarzamoras (*Rubus* spp. L.), frambuesa (*Rubus idaeus* L.) y fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.). Las tres últimas pertenecen a la familia Rosaceae, la cual es de distribución cosmopolita y con mejor adaptación en climas templados (Rzedowski, 2021). Los estados del país que concentran la mayor producción de estas frutillas son: Michoacán Jalisco, Baja California y Guanajuato, principalmente (SIAP, 2021). México se sitúa entre los primeros cinco países productores de frutillas en el mundo (FAO-FAOSTAT, 2021), en el país la producción ha aumentado durante los últimos quince años y ha favorecido la brecha comercial de exportaciones a más de 20 países, en 2020 rebasó los \$ 1, 989 millones de dólares (SIAVI, 2021). En el grupo de las frutillas al igual que en otros cultivos existen plagas que limitan su producción y comercialización.

La familia Tortricidae incluye a diversos microlepidópteros, dividida en tres subfamilias Tortricinae, Olethreutinae y Chlidanotinae (Gilligan y Epstein, 2014), que juntas agrupan aproximadamente a 11,500 especies y 1,787 géneros (Gilligan *et al.*, 2018; Gilligan *et al.*, 2020). Muchos tortricidos son plagas agrícolas importantes en el mundo, Zhang (1994) estimó la existencia de 687 especies, mientras que Gilligan y Epstein (2014) reportan 700 especies. Se estima que hay un gran número de especies aún por registrar. La distribución de la familia es cosmopolita, aunque se adapta mejor a los climas templados, tropicales y subtropicales (Meijerman y Ulenberg, 2000). En general, las especies de la subfamilia Tortricinae tiene hábitos polífagos, mientras que la mayoría de las Olethreutinae tiene hábitos oligófagos; se alimentan de aproximadamente 12,000 plantas, incluyendo cultivos hortícolas, frutícolas, ornamentales y forestales (Hill, 1987; Brown *et al.*, 2008). Los tortricidos, comúnmente son conocidos como enrolladores de hoja, por el hábito que presentan las larvas al alimentarse del follaje, producir seda y resguardarse en éste mientras se alimentan. Aunque, también se les encuentra defoliando o barrenando brotes, flores y frutos de diversas especies vegetales, aunque este último es de mayor importancia (Brown *et al.*, 2008; Cubillos, 2011).

Algunas especies de estos microlepidópteros son de gran importancia económica, sus daños pueden inducir pérdidas significativas de producción (Akbarzadeh, 2012) y otras especies tienen importancia cuarentenaria y económica para países con recursos agrícolas, incrementando los

costos relacionados con su control (Julian *et al.*, 2008; Kumar *et al.*, 2015). Gilligan *et al.* (2020) indican que del número total de lepidópteros introducidos en América del Norte el 23-30 % corresponde a tortricidos.

Entre los hospedantes de los enrolladores se reportan a especies de la familia Rosaceae, como el género *Rubus* y *Fragaria* sp. (McQuillan, 1992; Brown *et al.*, 2014, 2019) con registros de su asociación en regiones de Australia, Asia, Europa y Norteamérica, generalmente (Brown *et al.*, 2008). La recopilación de Brown *et al.* (2008) da a conocer que 97 especies de tortricidos se asocian con *Rubus* spp. y 52 especies con *Fragaria* spp. a nivel global.

El conocimiento de la diversidad es fundamental en la investigación faunística (Luis-Martínez *et al.*, 2020). El conocimiento de la fauna de un área es útil para conocer la distribución geográfica de la especie, su asociación con sus hospedantes y biogeografía ecológica (Arita y Rodríguez, 2001). Monteagudo-Sabaté *et al.* (2001) consideran que uno de los componentes más importantes en la determinación de especies es la altitud. Numerosos estudios muestran la estrecha asociación entre cambios altitudinales y cambios en la composición y diversidad de especies de insectos en un área. Estudios realizados sugieren dos patrones generales entre la asociación de la altitud y riqueza de especies, tal es el caso de Sanders (2005) que considera que la mayor diversidad de especies sucede en altitudes bajas; aunque, en contraste los estudios de McCoy (1990) sostienen que la mayor riqueza se presenta en altitudes medias.

A pesar de la diversidad de tortricidos reportados en frutillas en otras regiones del mundo y de la importancia económica de las frutillas en el país, el conocimiento de la interacción de este grupo de insectos y plantas es escaso en México; únicamente trabajos de López *et al.* (2014); Martínez *et al.* (2014); Juárez-Gutiérrez *et al.* (2015) han reportado a *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham, 1914) y *Amorbia cuneana* (Walsingham, 1879) en zarzamora (*Rubus idaeusalis*). Mientras que Tejeda-Reyes *et al.* (2020) reportó a *A. montezumae* en fresa (*Fragaria x ananassa*). En todo el mundo, los ecosistemas se están transformando a un ritmo acelerado, por lo que la determinación de especies en áreas inexploradas es una prioridad.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue identificar a las especies de tortricidos que se alimentan de frutillas de la familia Rosaceae a lo largo de un gradiente altitudinal de 1290 a 2337 msnm en Michoacán y Guanajuato, México.

## 1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.4.1 Sitio de muestreo y recolecta de material vegetal

El estudio se realizó de agosto de 2019 a abril de 2021 en Michoacán y Guanajuato, México (Cuadro 1). Los cultivos comerciales muestreados fueron zarzamora (*Rubus* spp.) variedad Tupy y brazos, frambuesa (*Rubus idaeus* L.) variedad Meerker y fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) variedad Camino Real. Los huertos se ubican en altitudes de 1290 a 2337 msnm, temperatura promedio anual de 21 °C, climas semicálidos y templados, con base en la clasificación de García (1988). En cada huerto se muestreó 1 ha de cultivo y se recolectaron brotes y hojas con evidencia de larvas de enrolladores. Se tomaron de 3 a 12 partes vegetales en cada fecha de muestreo, dependiendo de la abundancia de larvas. La fase fenológica en la que se encontraron los cultivos fue: desarrollo vegetativo, floración y fructificación.

Los órganos vegetales infestados se cortaron de una longitud de 10 a 15 cm. Cada parte vegetal se acondicionó de manera individual en un vaso de plástico No 4. con agua y esponja hidrófila. Posteriormente, se introdujo en una “jaula plástica” construida con dos vasos de plástico de 1 L de capacidad y unidos por la arista; el vaso de la parte superior con tela organza en su base. Cada muestra se etiquetó con datos de colecta. El material recolectado se transportó al Laboratorio de Entomología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, ahí se mantuvo a una temperatura de  $25 \pm 2$  °C,  $60 \pm 20$  % de humedad relativa y un fotoperiodo de 12:12 h (luz/oscuridad) hasta la emergencia del adulto.

### 1.4.2 Identificación de especies

Los adultos fueron separados por sexo y morfotipos, fijados y etiquetados. Los especímenes se identificaron por comparación de genitales masculinas; con ilustraciones, literatura y claves taxonómicas de Obraztsov (1961), Mackay (1962), Phillips-Rodriguez y Powell (2007), Razowski *et al.* (2008), Trematerra y Brown (2004), Brown (2013), Gilligan y Epstein (2014) y Gilligan *et al.* (2018). Además, fueron corroborados por los taxónomos especialistas en Tortricidae Dr. John W. Brown (Museo Nacional de Historia Natural de Washington) y Dr. Jason Dombroskie (Colección de insectos de la Universidad de Cornell). Las genitales se fotografiaron con un Photomicroscope III Carl Zeiss® (Carl Zeiss, Alemania). Las larvas y adultos de las

especies halladas se ubican en la Colección Entomológica del Instituto de Fitosanidad (CEAM), Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

## 1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.5.1 Especies identificadas

Se recolectaron 255 partes vegetales con larvas, el 85, 10 y 5 % correspondió a zarzamora, frambuesa y fresa, respectivamente. Se determinaron tres especies de tortricídeos: *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham) (Tortricinae: Archipini), *Amorbia cuneana* (Walsingham, 1879) y *Platynota* sp. (Walker, 1859) (Tortricinae: Sparganothini). *Amorbia cuneana* fue la especie más abundante en ambos cultivos, por encima del 60 % del total de especies encontradas durante el periodo de estudio. Las diferentes especies se encontraron distribuidas en todas las altitudes estudiadas, desde 1290 a 2337 msnm, no obstante, se observó que *A. montezumae* fue más abundante en altitudes mayores a 2000 m. En el Cuadro 1 se presenta el número de adultos emergidos en cada sitio y por hospedante.



**Cuadro 1.** Tortrícidos identificados en huertos de zarzamora, frambuesa y fresa en Guanajuato y Michoacán, México.

Estado	Municipio	Cultivo	Altitud msnm	Coordenada s	Especie	Parte vegetal	Fecha de muestreo	
Michoacán	Los Reyes		1290	19.5944, - 102.4885	<i>Platynota</i> sp. (1♂)	Brote foliar	9-IX-2019	
					<i>Amorbia cuneana</i> (6♂, 5♀)	Brote foliar	02-X-2019	
					<i>Amorbia cuneana</i> (3♂)	Brote foliar	15-X-2019	
	Peribán	Zarzamora	1372	19.5510, - 102.4609	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂)	Hojas	02-X-2019	
							16-X-2019	
	Tangancícuaro	Zarzamora	1702	19.8986, - 102.1939	<i>Amorbia cuneana</i> (2♂)	Brote foliar	20-XI-2019	
					<i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♂)	Hojas	02-IX-2019	
							01-X-2019	
		Frambuesa		1739	19.8589, - 102.2109	<i>Amorbia cuneana</i> (3♂, 3♀)	Brote foliar	15-X-2019
						<i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♂)	Hojas	18-XI-2019
								18-XI-2019
	Maravatío	Zarzamora	1707	19.8903, - 102.1794	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♂)	Brote foliar	15-X-2019	
					Hojas	18-XI-2019		
		2030	19.8911, - 100.3578	-----**	Brote foliar	18-X-2019		
					Hojas	22-XI-2019		
Zarzamora	2031	19.8920, - 100.3564	<i>Amorbia cuneana</i> (1♂, 1♀)	Brote foliar	04-XII-2019			
			<i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♀, 3♂)	Hojas	18-X-2019			

Estado	Municipio	Cultivo	Altitud msnm	Coordenadas	Especie	Parte vegetal	Fecha de muestreo
	Villa Madero	Zarzamora	1650	19.4160, - 101.2307	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂)	Hojas	17-X-2019 22-XI-2019 02-XII-2019
			2337	19.3832, - 101.3235	<i>Amorbia cuneana</i> (2♀, 2♂)	Brote foliar	17-X-2019 22-XI-2019
					<i>Argyrotaenia montezumae</i> (3♀, 2♂)	Hojas	02-XII-2019
Guanajuato	Jaral del Progreso	Frambuesa	1723	20.4199, - 101.0595	<i>Amorbia cuneana</i> (2♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♀)	Brote foliar	30 IX- 2020 14-IV-2021
	Victoria de Cortázar		1729	20.3421, - 101.0287	<i>Amorbia cuneana</i> (2♀,3♂) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♀)	Brote foliar	30-IX-2020 14-IV-2021
	Jaral del Progreso	Fresa	1724	20.3756, - 101.0501	<i>Amorbia cuneana</i> (1♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♀, 1♂)	Hojas	30-IX-2020 14-IV-2021

\*entre paréntesis el número de adultos emergidos.

\*\*las larvas recolectadas no completaron su desarrollo a estado adulto.

### 1.5.2 Daños

Los enrolladores de hojas, *A. cuneana* y *A. montezumae* ovipositan en masas de forma ovalada-aplanada con más de 100 huevos; estas masas se localizaron sobre el haz de las hojas y cerca de la nervadura central. *A. cuneana* cubre la masa de huevos con una secreción blanca, que se extiende más allá de la masa (Figura 1A). Mientras que *A. montezumae* los oviposita superpuestos y sin ninguna cubierta visible. Al eclosionar los huevos, las larvas se dispersan activamente en búsqueda del sitio de alimentación. Puesto que las larvas se encuentran de forma aislada en la misma planta y en el cultivo, y con base en nuestras observaciones, es evidente que existe canibalismo entre larvas de *A. cuneana* en condiciones de campo y en el laboratorio (Espino-Herrera *et al.* 2012).

Las larvas de ambas especies se alimentan de hojas jóvenes y en desarrollo (Figura 1B). Unen con seda los bordes laterales de las hojas (Figura 1C) y forman un refugio construido con hojas empalmadas en donde se pueden observar algunas perforaciones pequeñas (Figura 1D y E) u hoja enrollada en forma de “empanada” (Figura 1F). Únicamente se encuentra una larva en cada refugio, de donde se alimenta, se protege y tiene lugar la formación de la pupa.

Brown *et al.* (2008) da a conocer que 97 especies de tortricidos en el mundo que se asocian con el género *Rubus* spp. y 52 especies con *Fragaria* spp., por tanto, las tres especies halladas en zarzamora, frambuesa y fresa en altitudes de entre los 1290 a 2337 m constituyen sólo el 2 % de la riqueza de especies de Tortricidae en estos hospedantes en México. Estos resultados representan un número muy inferior a las 25 y 24 especies de microlepidópteros reportados en el continente americano asociadas con *Rubus* y *Fragaria*, respectivamente (Hill, 1987; Brown *et al.*, 2008).



**Figura 1.** Daños causados por enrolladores de hojas en frutillas. A. Masa de huevos de *A. cuneana* en zarzamora. B. *A. montezumae* en brote de frambuesa. C. Seda en hoja producida por larva. D y E. Hojas plegadas con larva al interior. F. Hoja enrollada hacia el haz.

Los registros de *Amorbia* spp., *Argyrotaenia* spp. y *Platynota* spp. en cultivos agrícolas en México son escasos. Por citar los trabajos de Juárez-Gutiérrez *et al.* (2015) quienes dan a conocer la presencia de *A. cuneana* en zarzamora (*Rubus* sp.) en Michoacán, mientras que Urías-López

(2008) refiere a esa misma especie en aguacate (*Persea americana*) en Nayarit. Por su parte Rosas y Villegas (2008) revelan que *Argyrotaenia* sp. se alimenta de follaje y frutos en plantas de aguacate de Nayarit y Michoacán. *Argyrotaenia montezumae* también ha sido reportada en zarzamora (López *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2014; Barreto *et al.*, 2016), en fresa (Tejeda-Reyes *et al.*, 2020) y tejocote (*Crataegus mexicana*) (Tejeda-Reyes *et al.*, 2021). Varela-Fuentes *et al.* (2009) determinaron la presencia de *Platynota rostrana* (Walker, 1863) alimentándose de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck) y limón italiano (*Citrus limon*) en Tamaulipas. Mientras que, Bautista *et al.* (2014) reportaron que *Platynota* n. sp. se alimenta de *Opuntia* spp. en el Estado de México.

En el caso de los adultos de *Amorbia* son de las palomillas más grandes de tortricidos de América del Norte, generalmente se distinguen por un patrón de alas anteriores difuso (Powell y Brown, 2012) y por la fenestra en los segmentos dorsales abdominales (Phillips-Rodriguez y Powell, 2007), 2-6 para *A. emigratella* y una sola en el segmento 2 para *A. cuneana* (Gilligan y Epstein, 2014). Pero se hace imprescindible recurrir a estructuras más específicas para su identificación. La genitalia masculina de *A. cuneana* y *A. emigratella* son similares; sin embargo, caracteres como la expansión basal del uncus menos pronunciado en *A. emigratella*, y la mitad distal ligeramente más ancha de la valva y la articulación de la base del uncus con el dorso del tegumen distinta en *A. cuneana* (Figura 2AB), son de gran utilidad para separar a estas dos especies (Powell y Brown, 2012).

En esta investigación *A. cuneana* fue hallada en 10 de los 12 huertos muestreados alimentándose de brotes foliares de frambuesa y zarzamora, y hojas de fresa, en altitudes de 1290 a 2337 m, lo que coincide con Juárez-Gutiérrez *et al.* (2015) quienes refieren a *A. cuneana* alimentándose de hojas de zarzamora y Powell y Brown (2012) quienes reportan a este género en altitudes de 2500 msnm en California, EUA. Mientras que la mayor riqueza de especies de *Amorbia* se reportan en elevaciones de 500 -1500 m (Phillips-Rodriguez y Powell, 2007). Gilligan y Epstein (2014) destacan que este tortricido se ha registrado alimentándose de 34 géneros de plantas ubicados en 25 familias, incluido el género *Rubus* spp. como cultivos de importancia económica. Asimismo, la recopilación de Brown *et al.* (2008) revela que ninguna especie de *Amorbia* se había registrado en *Fragaria* spp., también la literatura de Powell y Brown (2012) y Gilligan y Epstein (2014), ratifican dicha información. En este sentido se comprende que este es

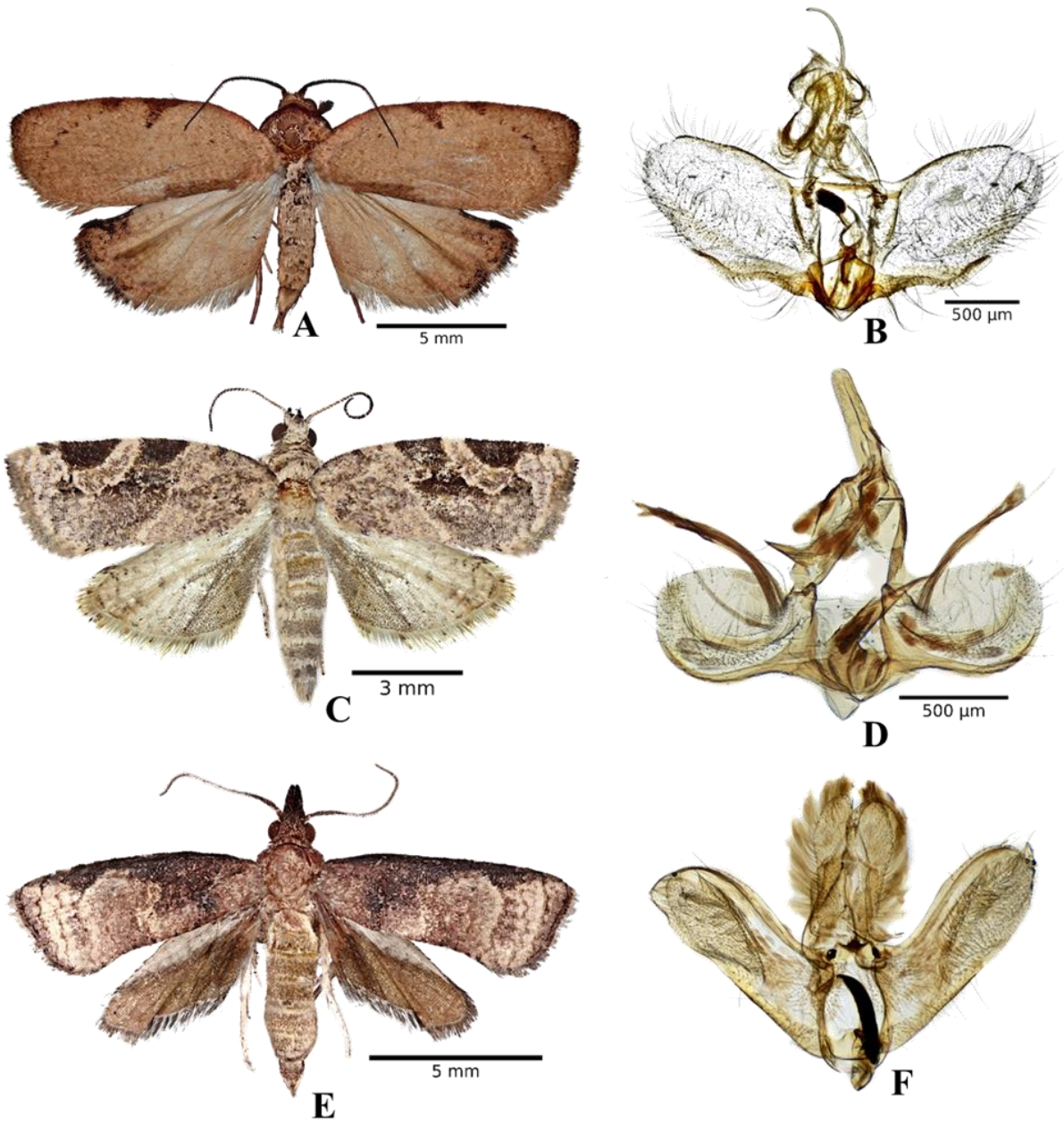
el primer reporte de la asociación de *A. cuneana* con fresa (*F. × ananassa*), cuyas larvas se encontraron enrollando hojas jóvenes de fresa en Jaral del Progreso, Guanajuato. No obstante, es importante mencionar que únicamente se encontraron ocho larvas en la zona de estudio, de las cuales sólo una llegó a estado adulto. Por lo anterior, en nuestros resultados *F. × ananassa* puede considerarse como hospedante marginal por el bajo número de larvas. Aunque, diversos estudios demuestran que los insectos se pueden adaptar e incorporar nuevas plantas en su alimentación, aunque inicialmente se presenten en poblaciones bajas (Gassmann *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2015; Messina *et al.*, 2020). Los autores sugerimos aumentar el área de estudio y periodicidad de muestreo en regiones productoras de fresa con la finalidad de conocer su asociación con otras especies de insectos.

Por su parte, el género *Argyrotaenia* Stephens agrupa alrededor de 88 especies descritas en el mundo (Razowski, 1996; Powell, 1983; Powell *et al.*, 1995) de las cuales 64 especies ocupan hábitats desde Canadá hasta Argentina (Obraztsov, 1961; Brown, 1999), región con la mayor riqueza de especies. La identificación de *Argyrotaenia* se basa en caracteres externos y genitalia, principalmente; *A. montezumae* evidencia un adeago ligeramente capitado, *cornuti* con puntas de gruesas, y *coecum penis* dilatado y ligeramente curvado hacia abajo (Figura 2CD), (Obraztsov, 1961). Los hallazgos de *A. montezumae* coinciden con lo que argumenta López *et al.* (2014) en tanto que Martínez *et al.* (2014) y Barreto *et al.* (2016) reportan a esta especie en cultivos de zarzamora (*Rubus* sp.) ubicados en altitudes de 1350 m en Zamora, Michoacán. Asimismo, se ratifica que *A. montezumae* se alimenta de hojas de fresa (*F. x ananassa*) como lo indicó Tejeda-Reyes *et al.* (2020) quienes reportaron a esta especie en Zamora, Michoacán en una altitud de 1583 msnm. Se alude a que, en nuestra área de estudio, *A. montezumae* se presentó en el 83 % de las huertas estudiadas, encontrándose en altitudes de hasta 2337 msnm en cultivos de zarzamora, frambuesa y fresa. Por tanto, es indudable que esta especie se encuentra en áreas productoras de frutillas en México.

Finalmente, el género *Platynota* incluye a 33 especies descritas y distribuidas en el continente americano y de hábitos polípagos (Powell y Brown, 2012). En nuestros resultados, se reporta que, de una hoja de zarzamora enrollada y con presencia de larva, emergió un macho adulto de *Platynota* sp. (Figura 2EF), por tanto, se corrobora que el género *Rubus* es hospedante de *Platynota* tal y como lo indicó Gilligan y Epstein (2014); aunque, es necesario ampliar el área de

estudio para tener más información. Debido al escaso número de especímenes emergidos, resulta complicado aseverar de qué especie se trata, por tanto, se dejó a nivel de género. Cabe destacar que varias especies de este género no han sido descritas a pesar de su riqueza faunística en América Central (Brown, 2013).

En nuestros resultados extendemos la distribución de *A. cuneana* y *A. montezumae* a 2337 msnm, sin descartar la posibilidad de encontrarlas en altitudes menores o mayores mientras haya plantas hospedantes, puesto que los tortricidos tienen mejor adaptación a los climas templados, tropicales y subtropicales (Meijerman y Ulenberg, 2000), climas que coinciden con las regiones productoras de frutillas en el país. Además, podemos suponer que pueden existir otras especies de tortricidos asociados con frutillas, como *Apotoforma* sp. que se halló alimentándose de brotes vegetativos, flores, y frutos tiernos de zarzamora en Coatepec, Veracruz, México (Ruiz, 2019), aunque en nuestra investigación no se encontró a esta especie a pesar de que la altura de ese lugar coincide con la altitud más baja de este estudio. Podemos resumir que aún hay varias especies por describir, puesto que Morón y Terrón (1988) estimaron que en México pudieran existir 1500 especies de tortricidos, en su mayoría no descritas, por lo que se especula que, debida sus hábitos de alimentación, las frutillas pueden ser hospedantes importantes.



**Figura 2.** A y B. *Amorbia cuneana*, Tangancícuaro, Michoacán. C y D. *Argyrotaenia montezumae*, Peribán, Michoacán. E y F. *Platynota* sp., Los Reyes, Michoacán.



## 1.6 CONCLUSIONES

Se identificaron tres especies de tortricidos *A. cuneana*, *A. montezumae* y *Platynota* sp. asociadas con fresa, frambuesa y zarzamora en regiones productoras de Michoacán y Guanajuato, México, en altitudes de 1290 a 2337 m. Las primeras dos especies fueron de mayor abundancia en los tres cultivos, mientras que *Platynota* sp. únicamente fue observada en zarzamora. Las tres especies se agrupan en la subfamilia Tortricinae, cuya característica principal es un comportamiento como enrolladores de hojas y hábitos polípagos. En las tres especies de plantas cultivadas, ambas especies se asociaron únicamente con brotes y hojas tiernas. En este estudio no se cuantificaron las pérdidas y daños por su alimentación. En estudios posteriores se deben diseñar medidas de manejo para este grupo de insectos, así como determinar las pérdidas económicas que provocan en la producción de frutillas en México.

## CAPÍTULO II. TORTRÍCIDOS ASOCIADOS CON ARÁNDANO

### 2.1 RESUMEN

En México el arándano (*Vaccinium* spp.) se ubica entre los tres principales productos agrícolas más exportados. Desde su apertura comercial, su superficie sembrada aumenta cada año, lo que indiscutiblemente refleja su importancia económica en el país. Por lo anterior, resulta importante identificar a los tortrícidos que están asociados con este cultivo y que son o puedan convertirse en plaga. De 2019 a 2021 se hicieron recolectas de material vegetal infestado con larvas de tortrícidos, en los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Puebla, México. Durante las recolectas también se observaron los daños que provocan las larvas en el cultivo. Al emerger los adultos se disectaron para su identificación a través de genitalia. Se identificaron seis especies *Amorbia cuneana*, *Argyrotaenia montezumae*, *Platynota stultana*, *Templemania sarothrura*, *Bonagota poss. mexicana* y *Zomaria interruptolineana* asociadas con hojas, flores y frutos. Estas especies son consideradas como el primer reporte de su asociación con este cultivo. Es necesario extender los sitios de muestreo hacia otros estados productores y evaluar su nivel de daño económico.

Palabras clave: tortrícidos, *Vaccinium*, identificación, genitalia, daño.

## 2.2 ABSTRACT

In Mexico, blueberries (*Vaccinium* spp.) are among the three most exported agricultural products. Since its commercial opening, its planted area has increased every year, which undoubtedly reflects its economic importance in the country. Therefore, it is important to identify the Tortricidae that are associated with this crop and that are or may become pests. From 2019 to 2021, collections of plant material infested with Tortricidae larvae were made in the states of Guanajuato, Jalisco, Michoacán and Puebla, Mexico. During the collections, the damage caused by the larvae on the crop was also observed. When the adults emerged, they were dissected for identification through genitalia. Six species *Amorbia cuneana*, *Argyrotaenia montezumae*, *Platynota stultana*, *Templemania sarothrura*, *Bonagota* poss. *mexicana* and *Zomaria interruptolineana* were identified associated with leaves, flowers and fruits. These species are considered as the first report of their association with this crop. It is necessary to extend the sampling sites to other producing states and evaluate their level of economic damage.

Key words: Tortricidae, *Vaccinium*, identification, genitalia, damage.

## 2.3 INTRODUCCIÓN

El arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) y arándano ojo de conejo (*Vaccinium ashei* Reade) (Ericaceae) son las principales especies cultivadas en Sudamérica y Norteamérica, incluido México (Pescie y López, 2007; Rocca y Brown, 2013). En nuestro país las primeras plantaciones comerciales de arándano fueron reportadas en Puebla en 1995 y 1999 (Martínez-Cruz, 1996; SIAP, 2021). En 2007 comenzó el crecimiento acelerado de su producción y actualmente se siembra en 10 entidades (SIAP, 2021). En el mundo, México ocupa el quinto lugar como productor de arándano con 50,293 t (FAOSTAT, 2022). Es la frutilla con mayor valor económico en el país, con mayor beneficio-costo del grupo de frutillas y destinado generalmente a la exportación (González-Ramírez, 2020). Diversas plagas han sido reportadas en México afectando al cultivo; sin embargo, los trabajos relacionados con tortricidos son escasos.

Los tortricidos comúnmente conocidos como “enrolladores de hoja”, son considerados plagas de las frutillas y varias especies atacan a los arándanos cultivados en diferentes regiones del mundo (Ahmad *et al.*, 2002; Rocca *et al.*, 2013). Los tortricidos son una de las familias más diversas de microlepidópteros. Los daños de los tortricidos pueden inducir pérdidas totales de producción, restricciones cuarentenarias, importancia económica por los excesivos costos para su control (Kumar *et al.*, 2015) e invasión en áreas libres (Gilligan *et al.*, 2020). El hábito que presentan las larvas es alimentarse del follaje, producir seda y resguardarse en ella mientras se alimentan. También se encuentran defoliando o barrenando brotes, flores y frutos de diversas especies vegetales (Brown *et al.*, 2008; Cubillos, 2011). La familia Tortricidae agrupa aproximadamente a 11,500 especies y 1,787 géneros (Gilligan *et al.*, 2018; Gilligan *et al.*, 2020), de las cuales 700 especies son consideradas de interés agrícola (Gilligan y Epstein, 2014). En México, pueden existir 1,500 especies de esta familia, en su mayoría no descritas (Morón y Terrón, 1998). A la fecha los microlepidópteros reportados como plagas de cultivos agrícolas son *Talponia batesi* (Nava *et al.*, 2000), *Cydia caryana*, *Cydia pomonella* (Bautista, 2006), *Platynota rostrana* (Varela-Fuentes *et al.*, 2009), *Choristoneura rosaceana* (Bautista *et al.*, 2011), *Cryptasasma perseana* (Gilligan *et al.*, 2011), *Platynota* n. sp. (Bautista *et al.*, 2014), *Argyrotaenia montezumae* (Martínez *et al.*, 2014), *Amorbia cuneana* (Juárez-Gutiérrez *et al.*, 2015), *Grapholita packardi* (Salinas-Castro *et al.*, 2018) y *Templemania millistriata* (Tejeda-Reyes *et al.*, 2021) y ninguna de estas ha sido asociada con la producción de arándano en el país. A nivel mundial se reportan 102

especies de tortricidos asociados con el género *Vaccinium*, de las cuales 32 especies se reportan en Norteamérica (Brown *et al.*, 2008).

El conocimiento de la diversidad de especies en un área es útil para conocer su distribución geográfica, su asociación con sus hospedantes y biogeografía ecológica (Arita y Rodríguez, 2001; Luis-Martínez *et al.*, 2020), además, la determinación de especies en áreas inexploradas es una prioridad. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo por objetivo la identificación de tortricidos en el cultivo de arándano. Es importante señalar que la identificación es el primer paso para tener resultados exitosos y esperados en un manejo integrado de plagas.

## 2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.4.1 Sitios de recolecta

Las recolectas se realizaron en cultivos comerciales de arándano alto (*V. corymbosum*) y arándano ojo de conejo (*V. ashei*) en los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Puebla, México, de octubre de 2019 a diciembre de 2021. Las variedades estudiadas generalmente fueron Biloxi, Stella, Rocío, en desarrollo vegetativo, floración y fructificación. En cada huerto se muestreó 1 ha a través de un muestreo aleatorio simple. Cada unidad de muestra estuvo compuesta por brotes, flores o frutos infestados con larva de lepidóptero. Cada parte vegetativa se etiquetó e individualizó en vasos de plástico y se transportó al laboratorio de Entomología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, ahí se desarrolló la larva hasta adulto a una temperatura de  $25 \pm 2$  °C,  $60 \pm 20$  % de humedad relativa y un fotoperiodo de 12:12 h (luz/oscuridad).

### 2.4.2. Identificación de especies

Al emerger los adultos fueron fotografiados, fijados con alfileres y etiquetados. Los especímenes fueron identificados por comparación fotográfica y literatura que en cada especie se menciona. Las palomillas macho se disectaron y se extrajo la genitalia por medio de la metodología básica (Robinson, 1976; Padwal *et al.*, 2018). Se analizaron y fotografiaron con un Photomicroscope III Carl Zeiss® (Carl Zeiss, Germany). La identificación de especies fue corroborada con especialistas del taxón Ph. D. John Brown del Museo Nacional de Historia Natural, Washington, DC y Ph. D. Jason J. Dombroskie de la Universidad de Cornell, USA.

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 825 partes vegetales con larvas de tortricidos y emergieron 174 adultos. Se identificaron seis especies *Amorbia cuneana*, *Argyrotaenia montezumae*, *Platynota stultana*, *Bonagota* poss. *mexicana*, *Zomaria interruptolineana* y *Templemania sarothrura*. En altitudes de 1502 a 2408 msnm se encontró al menos una especie de microlepidóptero (Cuadro 1). Líneas abajo se describen las especies halladas en la presente investigación.

### Subfamilia Tortricinae

#### *Amorbia cuneana* (Walsingham, 1879) (Figura 1a-b)

Se criaron 56 adultos (35♂, 21♀) de *A. cuneana* (Cuadro 1). La identificación se basó en la descripción de genitalia masculina, con los caracteres morfológicos específicos: mitad distal de la valva ligeramente más ancha y la diferencia en la articulación de la base del uncus con la dorsal del tegumen. Machos con alas anteriores de color marrón a cremoso, manchas oscuras en el área costal y manchas o puntos transversales bien definidos. Sin ocelos y con fenestra en el dorso del II segmento abdominal (Phillips-Rodriguez y Powell, 2007; Powell y Brow, 2012; Gilligan y Epstein, 2014). Corroborado con las características de larvas (Mackay, 1962).

Hospedantes: es una especie polífaga, se alimenta aproximadamente de 10 familias, incluida la familia Ericaceae (Powell y Brow, 2012; Gilligan y Epstein, 2014); sin embargo, no se había documentado su asociación con especies del género *Vaccinium* spp. Por lo anterior, nuestro hallazgo se puede considerar el primer reporte de *A. cuneana* en arándano cultivado.

Distribución: Estados Unidos y México (Juárez-Gutiérrez *et al.*, 2015; CABI, 2022).

Observaciones: en nuestro estudio se observó que esta especie se alimenta de hojas jóvenes (Figura 2a) y en menor proporción de inflorescencias. Las larvas son caníbales y sobreviven en follaje seco. Además, *A. cuneana* y *P. stultana* comparten el mismo hábitat al encontrarse en el mismo brote, pero de hojas independientes.

**Cuadro 1.** Tortrícidos emergidos en diferentes áreas agrícolas. Especies de tortrícidos asociados con arándano cultivado.

Estado	Municipio	Altitud msnm	Coordenadas	Especie
Jalisco	Zapotlán el grande	1632	19°42'05.9"N 103°32'12.5"W	<i>Amorbia cuneana</i> (4♂, 5♀)
	Zapotiltic	1502	19°37'36.5"N 103°28'22.4"W	<i>Amorbia cuneana</i> (8♂, 3♀) <i>Platynota stultana</i> (3♂) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♀)
Michoacán	Tangancícuaro	1723	19°52'17.3"N 102°11'01.4"W	-----**
		1725	19°52'14.5"N 102°12'57.4"W	<i>Amorbia cuneana</i> (4♂, 3♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♀)
	Peribán	1900	19°26'26.1"N 102°25'54.0"W	<i>Amorbia cuneana</i> (2♂, 1♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (14♂, 12♀)
		1800	19°27'03.3"N 102°26'25.1"W	<i>Amorbia cuneana</i> (1♂) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (11♂, 12♀)
	Acuitzio	2270	19°30'00.0"N 101°16'22.3"W	<i>Amorbia cuneana</i> (1♂, 1♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂, 1♀)
		2300	19°28'52.7"N 101°16'36.8"W	<i>Amorbia cuneana</i> (5♂, 2♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (6♂, 7♀) <i>Templemania sarothrura</i> (1♂)
		2146	19°25'26.7"N 101°17'33.8"W	<i>Amorbia cuneana</i> (4♂, 3♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (7♂, 9♀)
	Villa Madero	2408	19°22'19.8"N 101°20'38.5"W	<i>Amorbia cuneana</i> (2♀) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (2♂, 8♀)
		2337	19°23'00.9"N 101°19'25.1"W	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂)
	Guanajuato	Celaya	1770	20°37'02.9"N 100°47'06.0"W
Cortazar		1740	20°30'29.6"N 100°55'42.7"W	<i>Amorbia cuneana</i> (3♂, 2♀) <i>Platynota stultana</i> (1♂)



Estado	Municipio	Altitud msnm	Coordenadas	Especie	
Puebla	Zacatlán	2174	19°59'18.7"N 97°58'01.9"W	<i>Templemania sarothrura</i> (1♂)	
		1847	20°01'01.9"N 97°55'41.9"W	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂, 2♀) <i>Bonagota</i> poss. mexicana (2)	
		2020	19°59'45.6"N 97°57'23.8"W	<i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂, 1♀) <i>Zomaria interruptolineana</i> (2♂)	
		2020	19°59'47.4"N 97°56'24.2"W	<i>Bonagota</i> poss. mexicana (1) <i>Argyrotaenia montezumae</i> (1♂, 1♀) <i>Templemania sarothrura</i> (1♂) <i>Zomaria interruptolineana</i> (2♂)	
		2015	20°00'15.4"N 97°56'12.8"W	<i>Bonagota</i> poss. mexicana (1) <i>Templemania sarothrura</i> (1♂) <i>Bonagota</i> poss. mexicana (1)	

\*entre paréntesis número de adultos emergidos.

*Argyrotaenia montezumae* (Walsingham, 1914) (Figura 1c-d)

Se criaron 101 adultos (46♂, 55♀) y los datos de su captura se pueden observar en el Cuadro 1. La identificación de esta especie se basó en la comparación de imágenes de la genitalia masculinas y descripción morfológica. Se distingue por una valva corta, redondeada-triangular; adeago ligeramente capitado; *cornuti* con puntas ensanchadas, *Coecum penis* dilatado y ligeramente curvado hacia abajo (Obraztsov, 1961; Brown, 1999; Trematerra y Brown, 2004).

Hospedantes: existen registros de su alimentación en especies de las familias Malvaceae, Asteraceae, Pinaceae, Rosaceae, Liliaceae y Lauraceae (McClay *et al.*, 1995; López, 2009, 2014; Brown *et al.*, 2008; Tejeda-Reyes, 2021). Su asociación con la familia Ericaceae y particularmente con el género *Vaccinium* es desconocida, por tanto, los autores consideramos que este es el primer reporte de *A. montezumae* alimentándose de arándano cultivado (*V. corymbosum* y *V. ashei*) en México.

Distribución: Brasil, Estados Unidos, Guatemala, Honduras y México (Obraztsov, 1961; The Natural History Museum, 2022).

Observaciones: las larvas se alimentan de hojas, brotes, flores y frutos. Se alimentan de las inflorescencias y pueden consumir por completo el racimo (Figura 2b). Los frutos son afectados desde recién cuajados a maduros. Pueden o no consumir la pulpa por completo, cuando es consumida en su totalidad los frutos tienen la apariencia de pasa (Figura 2c). La afectación de esta especie puede ser confundida por los síntomas que ocasiona *Botrytis cinerea*.

*Platynota stultana* (Walsingham, 1884) (Figura 1e-f)

Únicamente cuatro especímenes ♂ de *P. stultana* fueron criados de las áreas de muestreo (Cuadro 1). Hemos confirmado la identificación mediante la descripción morfológica de genitalia masculina y figuras (Miller, 1995; Powell y Brown, 2012; Brown, 2013; Groenen y Baixeras, 2013 quienes señalan que esta especie se diferencia por la transtilla densamente cubierta de espinas grandes distribuidas uniformemente; juxta con una excavación en forma de V en la parte media y *Phallus* fuertemente curvado. Los machos tienen una zona más oscura en la base de las alas, con una zona más pálida en la mitad distal. Palpos labiales largos y dispuestos hacia adelante.

Hospedantes: se registran 27 familias de plantas hospedantes, incluyendo hortalizas, frutales, forestales y ornamentales. Entre las especies de importancia económica destacan: pimiento (*Capsicum annuum*), cítricos (*Citrus* spp.), algodón (*Gossypium hirsutum*), aguacate (*Persea americana*), maíz (*Zea mays*), melocotón (*Prunus persica*), uva (*Vitis vinifera*), entre otras (Powell, 1983; Gilligan y Epstein, 2014). Después de una búsqueda exhaustiva, se cita por primera vez al arándano (*V. corymbosum*) como planta hospedante del enrollador de hojas (*P. stultana*).

Distribución: España, Estados Unidos y México (Groenen y Baixeras, 2013; CAB International, 2022).

Observaciones: las larvas de *P. stultana* se encontraron infestando brotes apicales. Con base en nuestro análisis, el daño se reconoce por muertes apicales (Figura 2d), posiblemente la larva corta el punto de crecimiento para refugiarse y de ahí salir a alimentarse.

*Templemania sarothrura* (Felder & Rogenhofer, 1875) (Figura 3a-b)

Los adultos emergidos se compararon con las ilustraciones de morfología externa del Catálogo Mundial de Tortricidae (T@RTS)! (Gilligan *et al.*, 2018).

Distribución: México (Razowski y Becker, 2011).

Hospedantes: desconocido. Este es el primer reporte de esta especie en *Vaccinium* cultivado.

Observaciones: las larvas de *T. sarothrura* se alimentan de flores y brotes tiernos de arándano. Se evidencia la presencia de seda en las partes donde se refugia la larva. En octubre y julio se hallaron las larvas.

*Bonagota* poss. *mexicana* (Razowsky y Becker, 2000) (Figura 3c-d)

Cinco especímenes fueron criados (Cuadro 1). Este se identificó por ilustraciones y descripción. Se caracteriza por tener la valva extremadamente alargada y ensanchada en la parte media; cabeza gris negruzca, con manchas negras; alas anteriores de color blanco, con matices grisáceos y oscuros, con grupos de escamas de color ocre; ala anterior con celda discal marcada con manchas negras; termen gris, con algunas manchas negras en la mitad apical; ala posterior de color pardo (Razowski y Becker, 2000; Brown y Razowski, 2003).

Distribución: México (Razowski y Becker, 2000). Aunque el género se distribuye por los trópicos del nuevo mundo desde Uruguay hasta Estados Unidos (Brown y Razowski, 2003).

Hospedantes: el género se asocia con 12 familias, entre las de interés agrícola destaca Fabaceae, Rosaceae, Rutaceae y Vitaceae (Brown y Passoa, 1998). Nuestros hallazgos sugieren que la familia Ericaceae y particularmente *Vaccinium* es hospedante de *Bonagota*, de manera que se considera como el primer reporte de esta asociación especie-hospedante.

Observaciones: las larvas fueron recuperadas de brotes apicales con hojas plegadas y presencia de telaraña, en octubre y junio.

Subfamilia Olethreutinae

*Zomaria interruptolineana* (Fernald, 1882) (Figura 3e-f)

Cuatro especímenes fueron criados en *V. ashei* (Cuadro 1). La identificación se hizo con las descripciones y figuras (Heinrich, 1926; Miller, 1987; Razowski y Becker (2016), PBase (1999-2022). Para su determinación se consideró la superficie exterior de la valva que carece de setas espinosas y en su parte media basal la presencia de un proceso delgado y densamente espinado. Además de otras características citadas por los mismos autores.

Distribución: Estados Unidos y Canadá (BAMONA, 2022).

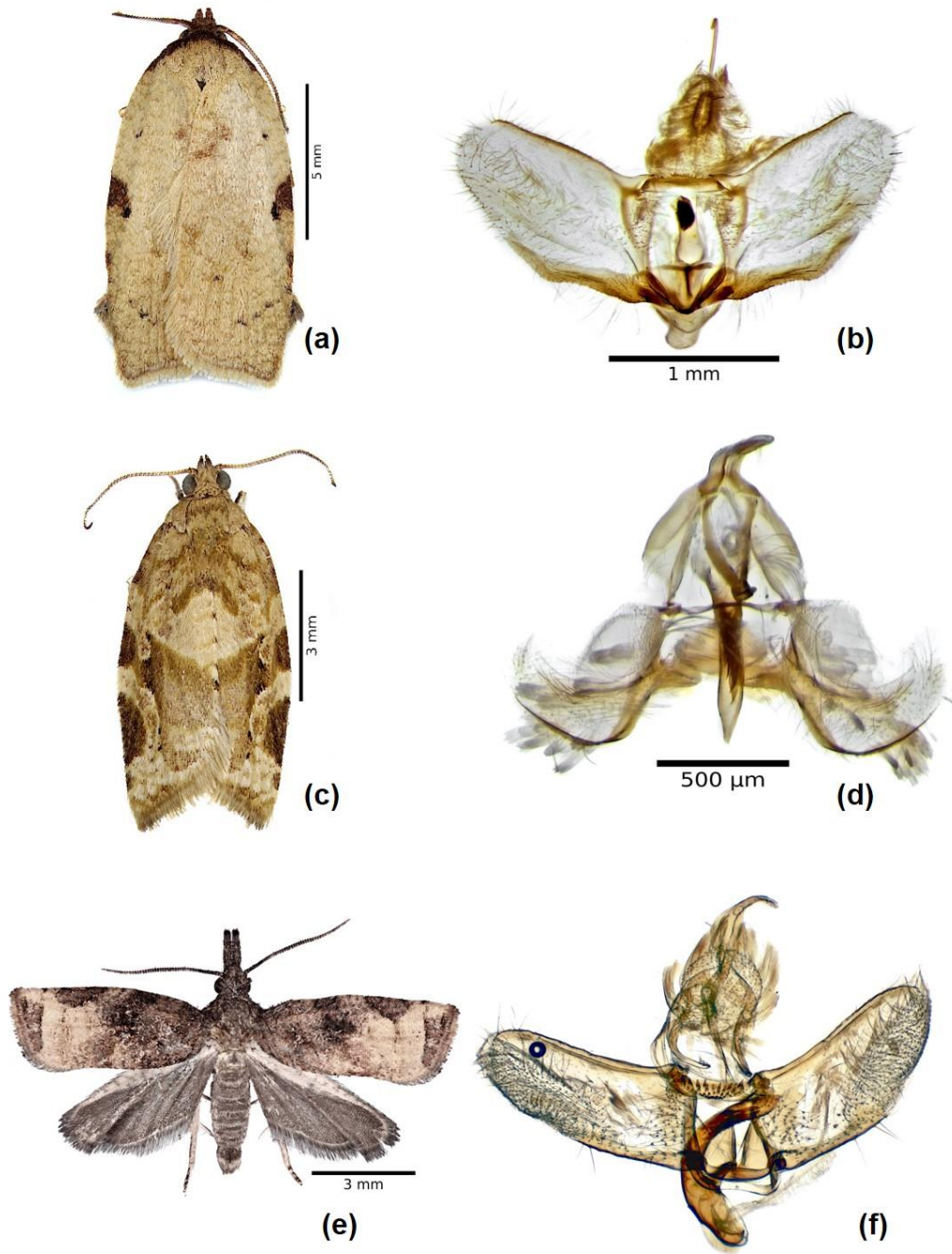
Hospedantes: se trata de una especie oligófaga, ya que su presencia se registra en especie de la familia Sapotaceae y en cuatro especies de Ericaceae, incluido el género *Vaccinium* (Brown, 2008). No obstante, nuestros resultados sugieren que este es el primer reporte de esta especie en México sobre arándano cultivado.

Observaciones: se percibió la existencia de telaraña en brotes vegetativos e inflorescencias en octubre, abril y mayo.

Las especies cultivadas de *Vaccinium* son originarias del hemisferio Norte (Rodríguez-Saona *et al.*, 2019). A 15 años del crecimiento acelerado de la producción de arándano, México se ha convertido en uno de los principales proveedores en el mercado mundial (SIAP, 2021; FAOSTAT, 2022). En las plantaciones comerciales de arándano mexicano se han reportado plagas exóticas importantes como importantes como *Drosophila suzukii* (Moreno *et al.*, 2015; Ruiz-

Galván *et al.*, 2022), *Scirtothrips dorsalis* (Ortiz *et al.*, 2020), *Dasineura oxycoccana* (Toledo-Hernández *et al.*, 2021) y *Duponchelia fovealis* (Rosales-Escareño *et al.*, 2021). Posiblemente existe poca evidencia de la entomofauna en este cultivo, debido a que es relativamente nuevo en el país. Como puede apreciarse, el estudio faunístico de lepidópteros es escaso y prácticamente nulo en la familia Tortricidae. Los autores consideramos que *A. cuneana*, *A. montezumae*, *P. stultana*, *T. sarothrura*, *B. poss. mexicana* y *Z. interruptolineana* se documentan por primera vez en arándano cultivado (*V. corymbosum*, *V. ashei*), en consecuencia, representan el primer reporte de su asociación. Es posible que estas especies puedan habitar en arándano silvestre u otros hospedantes y a través de adaptaciones evolutivas se alimenten de arándano comercial, tal como sucede en otras especies (Gassmann *et al.*, 2006; Messina *et al.*, 2020). Diversos estudios indican que a medida que los insectos herbívoros expanden sus rangos geográficos, es probable que encuentren nuevos entornos, incluidas nuevas plantas hospedantes potenciales exóticas o nativas y que conllevan a una adaptación rápida (Jahner *et al.*, 2011; Renault *et al.*, 2018; Freedman *et al.*, 2020). Además, si la planta provee de alimento en diferentes fases fenológicas, difícilmente habrá un cambio de huésped (Zhang *et al.*, 2015). En nuestro estudio se asevera que *A. cuneana* y *A. montezumae*, fueron las especies más abundantes, son insectos que se alimentan de hojas, flores y frutos, por consiguiente son plagas potenciales en arándano debido a su presencia en todo el ciclo de cultivo. Aunque en nuestra investigación *P. stultana* no se observó en flores y frutos, existen reportes que indican daños en estas partes vegetativas en otros cultivos, dando origen a pérdidas significativas (Aliniaze y Stafford, 1972; Atkins *et al.*, 1957). En este orden *B. salubricola* es plaga importante en manzanos de Brasil (Brown y Razowski, 2003). A pesar de que la densidad de *P. stultana*, *T. sarothrura*, *B. poss. mexicana* y *Z. interruptolineana* fue baja, alimentándose de partes vegetativas y de distribución limitada, no se descarta la posibilidad de que se conviertan en especies importantes y extender su distribución a otras zonas productoras. Se ha demostrado que los insectos pueden adaptarse e incorporar nuevas plantas como alimento, aunque inicialmente las poblaciones serán bajas (Messina *et al.*, 2020). Cabe mencionar que, no todas las larvas recolectadas alcanzaron el estado adulto, posiblemente por su mortalidad natural, factores climáticos, parasitoides o alguna aplicación de insecticida previo a la recolección. Debido a que la superficie de arándano aumenta cada año, esto puede favorecer la dispersión de microlepidópteros; se sugiere que en futuros estudios faunísticos se haga un inventario más amplio cubriendo todos los estados productores de arándano en el país. Lo anterior favorecerá en revelar posiblemente

otras especies así como una distribución más amplia de las especies reportadas en el presente escrito. También consideramos importante realizar estudios de impacto de daño económico de estas especies. Existe desconocimiento de hospedantes, hábitos, biología y daños de *T. sarothrura*, *B. poss. mexicana* y *Z. interruptolineana*, por lo que es indudable que se requiere realizar investigación en estas áreas. Lo anterior es útil para establecer programas y tácticas de control para mantener a las poblaciones por debajo de los umbrales de daño económico.

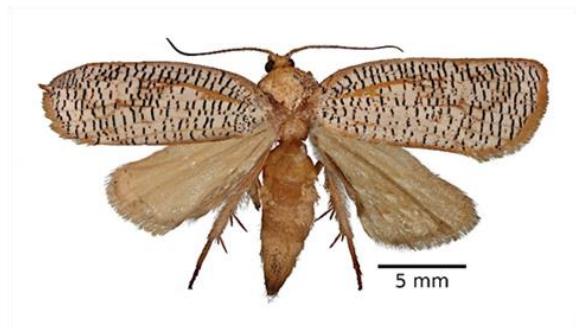


**Figura 1.** Adulto macho y genitalia. (a-b). *Amorbia cuneana*; (c-d) *Argyrotaenia montezumae*; (e-f) *Platynota stultana*.



**Figura 2.** Daños de tortricidos en arándano. (a). *A. cuneana* enrollando hojas apicales. (b) racimo floral consumido por *A. montezumae*. (c) alimentación de larva en frutos. (d) muerte apical causado por *P. stultana*.

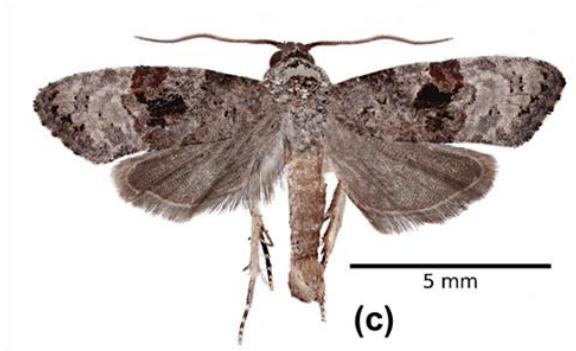




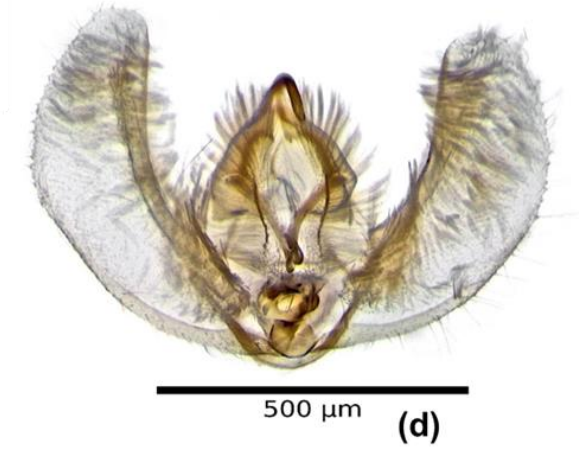
(a)



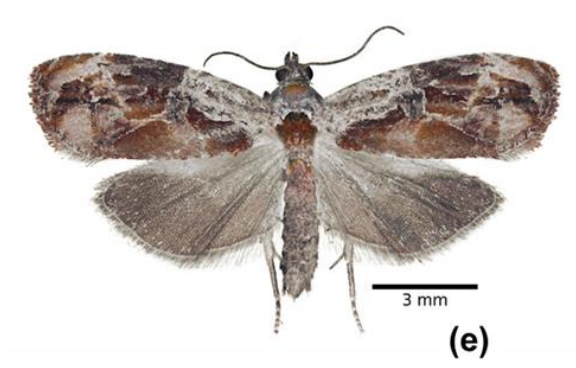
(b)



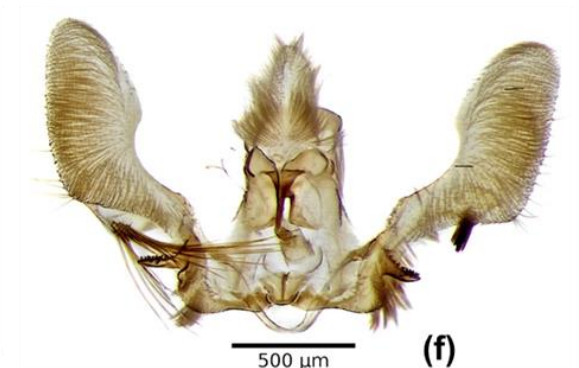
(c)



(d)



(e)



(f)

**Figura 3.** Adulto macho y genitalia. (a-b) *Templemania sarothrura*; (c-d) *Bonagota* poss. *mexicana*; (e-f) *Zomaria interruptolineana*.

## 2.6 CONCLUSIONES

Se identificaron seis especies de tortricidos *A. cuneana*, *A. montezumae*, *P. stultana*, *T. sarothrura*, *Bonagota* poss. *mexicana* y *Z. interruptolineana* en arándano, todas son consideradas como el primer reporte de su asociación con este cultivo.

Con base en los resultados obtenidos, consideramos que el aumento en la superficie sembrada de arándano en diferentes ecosistemas es un factor relacionado con la diversidad de especies de tortricidos, que pudieran estar adaptándose a los cultivos comerciales y que pudieran estar distribuidas en otros estados productores.

**CAPÍTULO 3. A NEW SPECIES OF *Eucalantica* (LEPIDOPTERA, YPOMEUTIDAE)  
POSES POTENTIAL CONCERNS ON BLUEBERRY INDUSTRY IN MEXICO**

**3.1 RESUMEN**

En México, el arándano (*Vaccinium* spp.) es de los principales productos agrícolas que se destinan para exportación y cada año aumenta su superficie sembrada. La entomofauna es poco conocida en este cultivo, por ser relativamente nuevo en el país. De 2020 a 2021, en cinco huertos de Zacatlán, Puebla, se realizaron recolectas de brotes y flores de arándano. Los brotes evidenciaron larvas, seda, excretas, barrenamiento, marchitez y muerte. Éstos se mantuvieron en confinamiento y bajo condiciones controladas hasta la emergencia de adultos. Las palomillas se describieron morfológicamente con caracteres externos y genitalia del macho y hembra. Se identificó como *Eucalantica nestori* n. sp. Nuestro resultado es la primera evidencia científica de esta especie en plantaciones de arándano. Aún se desconocen los impactos de daño económico de ésta especie, se sugiere dar seguimiento a las poblaciones y ampliar las áreas de muestreo a otros estados.

### 3.2 ABSTRACT

In Mexico, blueberry (*Vaccinium* spp.) is one of the main agricultural products destined for export and its planted area is increasing every year. The entomofauna is little known in this crop, as it is relatively new in the country. From 2020 to 2021, blueberry shoots and flowers were collected in five orchards in Zacatlán, Puebla. The shoots showed evidence of larvae, silk, excreta, borer, wilting and death. These were kept in confinement and under controlled conditions until adult emergence. The moths were described morphologically with external characters and genitalia of the male and female. They were identified as *Eucalantica nestori* n. sp. Our result is the first scientific evidence of this species in blueberry plantations. The economic damage impacts of this species are still unknown, it is suggested to follow up the populations and expand the sampling areas to other states.

### 3.3 INTRODUCTION

The yponomeutid genus *Eucalantica* was designated by Busck (1904) with the type species, *Calantica polita* Walsingham, 1881. The genus was originally associated with Yponomeutinae in respect of its similarity to *Niphonympha* Meyrick, 1914. Lately, it was transferred to Saridoscelinae (Lewis and Sohn, 2015). *Eucalantica* is similar to *Saridoscelis*, the type genus of Saridoscelinae, in its trophic associations with Ericaceae, but differs from the later in the lacks of the large male sternite VIII and the fringed sensilla on the socii. *Eucalantica* currently comprises seven species exclusively in the New World (Sohn and Nishida 2011).

Powell and Opler (2009) first mentioned the existence of *Eucalantica* in the high-elevation forests of Mexico. This species was described as *E. vaquero* Sohn, the only Mexican member of the genus to date (Sohn and Nishida 2011). Given the vast mountain-systems of Mexico, additional species of *Eucalantica* must be hidden. Blueberries, the major larval host of *Eucalantica* are popularly cultivated in Mexico and the fruit production increases every year (Wu and Guan 2021). This may favor the expansion of the moths. In fact, we found a new species of *Eucalantica* damaging the leaves of blueberries cultivated in the Atzingo and Xoxonacatla areas. In the present article, the species is described and its pest status is discussed.

### 3.4 MATERIALS AND METHODS

Adults and larvae of the moth species were obtained from the Rabbit Eye type of blueberry plants (*Vaccinium ashei* Reade) in the farms of the Atzingo and Xoxonacatla area (19°59' ~20°01' N, 97°58' ~ 97°55'W, elevation ranges 1,800 to 2,200 m), the municipality of Zacatlán, the state of Puebla, Mexico. The climate of the region is temperate and subhumid with a mean annual temperature between 12 and 18°C. The dominant vegetation of the inventory sites are conifer forests and mountain mesophyll forests (Rzedowski, 1978). Each shoot was conditioned individually in a num. 4 plastic cup with water and sponge. A “plastic cage” constructed with two 1-L plastic cups joined at the edges was later introduced. The upper cup had organza fabric on the bottom. Each sample was labeled with collection data. The collected material was transported to the Entomology Laboratory of the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, State of Mexico, where they were kept at a temperature of 25±2 °C, 60 ± 20 % relative humidity and photoperiod of 12:12 h (light/dark) until adult emergence.

Slide specimens of genitalia were prepared following to technic of Sohn and Nishida (2011). Pinned specimens were examined, using a stereoscope (Olympus SZX7). Slide-mounted specimens were examined and photographed, using a microscope (Olympus CX23) combined with a digital camera (Nikon D5500) through an adapter. Terms for genitalia and other morphologies follow Klots (1970) and Sohn and Nishida (2011). Verbatim label data are given only for the primary type. Types are deposited in the institutions: the Gongju National University of Education, Gongju, South Korea (GJUE); the Plant Health Institute of the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Mexico (PHIM); and the United States Museum of Natural History, Washington DC, USA (USMN).

### 3.5 RESULTS AND DISCUSSION

#### Results

##### Taxonomy

##### Family Yponomeutidae

##### Subfamily Saridoscelinae

*Eucalantica nestori* n. sp. Ruiz et Sohn, n. sp. (Figures 1 and 2) Types. Holotype – male, “HOLOTYPE | Eucalantica | nestori | R. & S. 2023” [red label], “Atzingo, Puebla | 5/08/2021 | Arándano | Isabel Ruiz Galván”, “Eucalantica sp. | Lepidoptera | Yponomeutidae ♂ [handwritten]”, USNM. Paratypes (2♂10♀) – 1♀, same data to holotype, [GSN] SJC-1377, GJUE; 1♀, Puebla, Zacatlán, Atzingo (19°59'N; 97°58'W, alt. 2174 m), 10 viii 2020 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 2♀, ditto, 29 iv 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 1♂, ditto, 5 viii 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 2♀, ditto (19°59'N 97°57'W, alt. 2020m), 29 iv 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 1♂4♀, ditto, 30 iii 2021 (IR Galván & O Rodríguez), on blueberries, PHIM; 1♀, Puebla, Zacatlán, Xoxonacatla (20°00'N 97°56'W, alt. 1847m) 30 iii 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 1♀, ditto (20°01'N 97°55'W, alt. 1847m), 30 iii 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 1♂, ditto (20°00'N 97°55'W, alt. 1847m) 19 v 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 1♂1♀, ditto (19°59'N 97°56'W, alt. 2020m), 6 vi 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM; 1♂, ditto, 6 vii 2021 (O Rodríguez) on blueberries, PHIM; 4♀, ditto, 5 viii 2021 (IR Galván), on blueberries, PHIM.

**Diagnoses.** This species is similar to *Eucalantica polita* (Walsingham) in the overall appearance but it differs from the later in the smaller size (the wingspan of *E. polita*: 5.5–8 mm) and the presence of the pale-reddish brown forewing fringe (white in *E. polita*), the distally broader valve and the larger projection above the sacculus in the male genitalia.

**Description.** Head – Vertex white, intermixed with dark grayish brown scales anterolaterally; frons pale brownish gray, darkened laterally. Antenna 3/4 as long as forewing; scape white; basal seven flagellomeres white dorsally; rest flagellomeres annulated with white. Labial palpus porrect; 1 st palpomere pale grayish brown; 2 nd palpomere denser distad, 4x longer than 1 st palpomere, white dorsally, dark grayish brown ventrally; 3 rd palpomere as long as 2 nd

palpomere, white dorsally, dark grayish brown ventrally, with triangular scale-tuft. Thorax – Patagium, tegula and mesonotum white. Foreleg lustrous; coxa and femur white laterally, pale grayish brown mesally; tibia and tarsomeres dark grayish brown. Midleg lustrous; coxa white; femur white, tinged with pale grayish brown distally; femur dark grayish brown dorsally, white ventrally; tarsomeres dark grayish brown. Hindleg lustrous white. Forewing length 5.1–5.6 mm, lustrous white, narrowly round apically; costa grayish brown in basal 2/5; discal spot black; dorsal patch present in distal half of dorsal margin, expanded at anterior 1/5, reddish brown, accompanied with black scales above anterior expansion; terminal area dot-lined with few black scales; fringe pale reddish brown. Hindwing lustrous gray, darkened to apex; fringe pale gray. Abdomen – Terga and sterna lustrous white (Figura 1a-d).

Male genitalia (Figura 1d) – Uncus short-linguiform, with subconical tubercle posterolaterally; socius 5x longer than uncus, elongate, digitate, with a row of 4 ventral spines terminally; spines on socius gradually smaller distad. Tegumen parallel-sided, slightly narrowed in distal 1/3; subscaphium bulged and granulate ventrad. Valva gradually enlarged distad, broadly round apically, hairy on distal and ventral areas; costa narrow, enlarged in basal 1/4; saccular margin evenly rounded; sacculus narrow, gradually enlarged to base; a small semielliptical mound above basal 1/8 of saccular margin. Saccus 2/3 as long as socius, elongate, slightly dilated in apex. Phallus 2x longer than saccus, slender, weakly sinuate; cornutus absent.

Female genitalia – Sternite VIII sclerotized, with a shallow, semielliptical, setose humps posterolaterally. Papilla analis semirectangular, dilated dorsally, setose. Apophysis posterioris 4x longer than apophysis anterioris excluding basal Y-fork. Minute thorns on area around humps of sternite VIII. Antrum subquadrate, concave posteromarginally, with minute thorns on internal wall. Ductus bursae 1/4 as long as corpus bursae, narrow; bulla seminalis long-obovate. Corpus bursae half size of bulla seminalis, oval; signum absent.

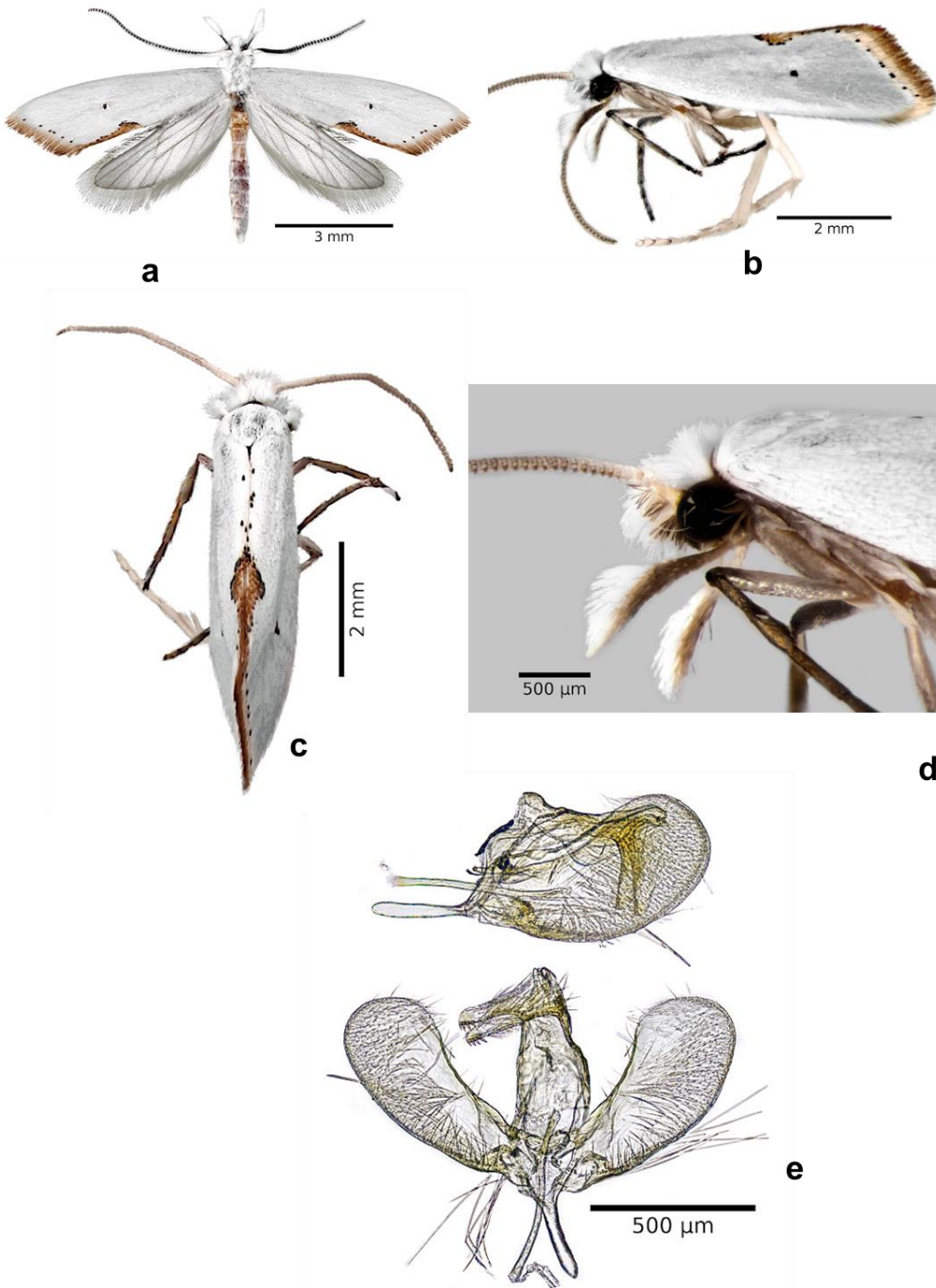
Distribution. Mexico (Puebla).

Host plant. *Vaccinium ashei* Reade (Ericaceae)

Remarks. This new species has been found only from a small area of the Puebla State in Mexico. An expanded inventory on blueberry farms in other states may reveal the broader distribution of the species than depicted in the present article. Another congener, *E. vaquero* Sohn



widely occurs in the Arizona of United States and the Veracruz of Mexico. This species seems associated with blueberry family, likewise other congeners but its host plants remain unknown.

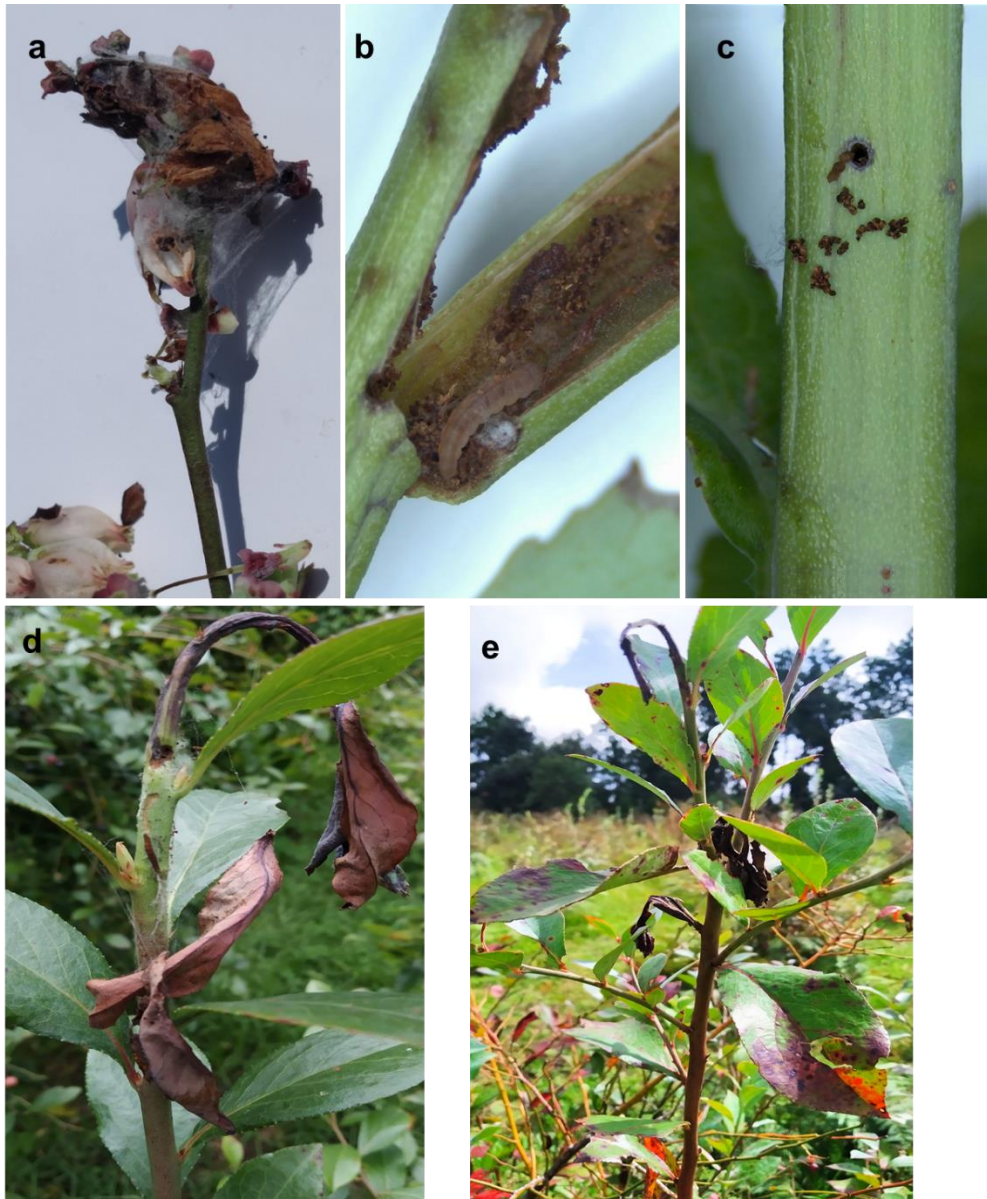


**Figure 1.** *Eucalantica nestori* n. sp. **a.** Seven flagellomeres white dorsally; discal spot black the forewing; hindwing, darkened to apex. **b.** Foreleg tibia and tarsomeros dark grayish brown; Hindleg lustrous white. **c.** dorsal patch reddish brown, accompanied with black scales. **d** Vertex White intermixed with dark grayish brown scales anterolaterally. **e** male genitalia.

### 3.6 CONCLUSIONS

Commercially available species of blueberries are not native in Mexico but Canada and United states (Rodriguez-Saona *et al.*, 2019). Mexico became one of the major suppliers for blueberries in the world market, as the planted acreages of the shrubs has continuously increased since 2009 (SIAP, 2019). Blueberries are produced mainly from Central and north of Mexico, including Jalisco, Michoacán and Sinaloa (Wu and Guan, 2021). The type locality of *Eucalantica nestori* n. sp. is not far from those states. In the Mexican blueberry plantations, a few major pest insects, including *Scirtothrips dorsalis* Hood [Thysanoptera] and *Dasineura oxycoccana* (Johnson) [Diptera], have been known (Ortiz *et al.*, 2020; Toledo-Hernández *et al.*, 2021). These two pests are regarded as invasive species in Mexico. *Eucalantica nestori* n. sp. is the first lepidopteran pest on blueberries in Mexico. There is no evidence that the moth species originated elsewhere than Mexico yet. This point seems interesting, given blueberries are a relatively new crop in the country (Wu and Guan, 2021). It is possible that *Eucalantica nestori* n. sp. was originally associated with wild blueberries in Mexico and secondarily transferred to cultivated relatives. Larvae of *Eucalantica nestori* n. sp. were observed almost all year around. The *Eucalantica* species was found in all the sampled plantations in the surveyed region but the economic damage it causes is still unknown. On the infested blueberries, they feed on young shoots and flowers, except in the months of hibernation when the foliage is reddish and soon later dropped. The larvae primarily feed on leaves, leaving only the leaf skeletons. Silken net produced by the larva for protection can be seen among the leaves. The nest can be confused with ones of tortricids associated with blueberries. The silken web of the larva can often be expanded to flowers. In such cases, the larvae feed on the pistil and stamens and completely destroy the whole flowers (Figure 2a). Because they are borers, most of the damage is observed in young vegetative buds (Figure 2b). The infested shoots show initially wilting of stems and leaves, followed by a color change to reddish brown and finally necrosis. The shoots then bend into a cane shape and remain on the plant for several months (Figure 2c, d). The damaged shoots have an average length of 5 to 12 cm, and in the lower part a circular orifice can be observed where the larva enters and exits and where its excreta are expelled (Figure 2e). When the larva is fully developed, it leaves the shoot and seeks a refuge for pupation in the leaves nearby. The pupa develops inside a silken cocoon. Given its attack on the reproductive parts of blueberries, *Eucalantica* brings a great concern on the

fruit production. Although the outbreaks of the moth pest have not taken place yet, continuous population monitoring and search for its natural enemies may be needed.



**Figure 2.** Damage caused by *Eucalantica nestori* n. sp. in blueberries: (a) destruction of flowers and leaves agglomerated by silk; (b) interior of the bored stem and excreta; (c) larva entry and exit orifice and excreta; (d) shoot with dry leaves on the cane-shape of withering stem with a larva; (e) shoots adhered to the plant after the moth has emerged.

## CONCLUSIONES GENERALES

Se identificaron siete especies de tortricidos en frutillas *A. cuneana*, *A. montezumae*, *P. stultana*, *Platynota sp.*, *Templemania sarothrura*, *Bonagota poss. mexicana* y *Zomaria interruptolineana*. Las primeras cuatro especies halladas en todas las frutillas, mientras que las últimas tres únicamente en arándano ojo de conejo (*V. ashei*) en Puebla.

*Amorbia cuneana* y *A. montezumae* son las especies más abundantes y más distribuidas en las zonas productoras de frutillas. También son las especies que hasta el momento pueden considerarse de mayor importancia por el daño que hacen en las flores y frutos de arándano. Además de encontrarse durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

Los cultivos de zarzamora y arándano fueron los que tuvieron mayor diversidad de especies.

Se documenta por primera vez la asociación de *A. cuneana*, *A. montezumae*, *P. stultana*, *Platynota sp.*, *Templemania sarothrura*, *Bonagota poss. mexicana* y *Zomaria interruptolineana* en arándano y *A. cuneana* en fresa.

Se hace la descripción morfológica de la nueva especie *Eucalantica nestori* n. sp. y se presentan evidencias de daño en arándano.

## LITERATURA CITADA

- Ahmad M, Hollingworth, RA, Wise JC. 2002. Broad-spectrum insecticide resistance in obliquebanded leafroller *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) from Michigan. *Pest Manag. Sci.*, 58(8): 834–838.
- Akbarzadeh SGH. 2012. Population abundance of grape berry moth, *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermuller) (Lep., tortricidae) and its related crop damage in orumieh vineyards. *J. Entomol. Res.*, 4(14): 91-102.
- Aliniaze MT, Stafford EM. 1972. Notes on the Biology, Ecology, and Damage of *Platynota stultana* on Grapes. *J. Econ. Entomol.* 65(4): 1042–1044.
- Arita H, Rodríguez P. 2001. Ecología Geográfica y Macroecología. En: Llorente Bousquets J, Morrone JJ (Eds.) *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos & aplicaciones*. Ciudad de México, México: Facultad de Ciencias, UNAM, 63-80.
- Atkins EL, Frost M, Anderson LD, Deal AS. 1957. The "Omnivorous leaf roller," *Platynota stultana* Wlsh., on cotton in California: nomenclature, life history, and bionomics (Lepidoptera, Tortricidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 50(3): 251–259.
- BAMONA. Butterflies and Moths of North America. En línea: <https://www.butterfliesandmoths.org/> (Consultado 25 septiembre 2022).
- Barreto O, Martínez AM, Vinuela E, Figueroa JI, Rebollar A, Chavarrieta JM, Valdez JM, Lobit P, Pineda S. 2016. Biological Parameters of *Argyrotaenia montezumae* (Lepidoptera: Tortricidae) and Influence of the Oviposition Substrate Color on Fecundity. *Ana. Entomol. Soc. Soy.*, 109(5): 671-677.
- Bautista MN. 2006. *Insectos Plaga, Una Guía Ilustrada para su Identificación*. 1erª ed.; Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México, pp. 72-83.
- Bautista MN, Chavarin PC, Lopez BE. 2011. Primer reporte del enrollador de bandas oblicuas, *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae), en manzano en el Ejido Vista Hermosa, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Act. Zool. Mex. (n.s.)*, 27(3): 819–824.
- Bautista MN, Vargas MH, Ramirez AS and Perez PR. 2014. First Report of the *Platynota* n. sp. (Lepidoptera: Tortricidae) Genus in Prickly Pear (*Opuntia* spp.) in the Municipality of Villa Milpa Alta, Mexico DF, Mexico. *Southwest. Entomol.*, 39(2): 379-381.
- Brown JW, Passoa S. 1998. Larval foodplants of eulini (Lepidoptera: Tortricidae): from *Abies* to *Vitis*. *Pan-Pac Entomol.*, 74, 1–11.
- Brown JW. 1999. Five new species of *Argyrotaenia* (Tortricidae: Archipini) from Mexico and the Southwestern United States. *J Lepid Soc.*, 53(3): 114-125.
- Brown JW, Razowski J. 2003. Description of *Ptychocroca*, a new genus from Chile and Argentina, with comments on the *Bonagota* Razowski group of genera (Lepidoptera: Tortricidae: Euliini). *Zootaxa*, 303(1): 1–31.

- Brown JW, Robinson G, Powell JA. 2008. Food plant database of the leafrollers of the world (Lepidoptera: Tortricidae) (Version 1.0). Disponible en línea: <http://www.tortricid.net/foodplants.asp> (Consultado: junio 2022).
- Brown JM. 2013. Two new neotropical species of *Platynota* with comments on *Platynota stultana* Walsingham and *platynota xylophaea* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 115(2): 128-139.
- Brown JW, Copeland RS, Aarvik L, Miller SE, Rosati ME, Luke Q. 2014. Host records for fruit-feeding Afrotropical Tortricidae (Lepidoptera). *Afr. Entomol.*, 22(2): 343–376.
- Brown JW, Dyer LA, Villamarín-Cortez S, Salcido D. 2019. New larval host records for Tortricidae (Lepidoptera) from an Ecuadorian Andean cloud forest. *Insecta Mundi* 0720: 1-12.
- Busck A. 1904. Tineid moths from British Columbia. *Proc US Natl Mus.*, 27:745–778.
- CAB International. Disponible en línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/41858> (consultado 24 septiembre 2022).
- Clark JR, Finn CE. 2011. Blackberry Breeding and Genetics. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 5(1): 27-43.
- Cubillos VGE. 2011. Caracterización taxonómica del último estado larvario de *Proeulia auraria* (Clarke) y *Proeulia chrysopteris* (Butler) (Lepidoptera: Tortricidae). Tesis de Licenciatura, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- El Economista. 2022. Reportan déficit de jornaleros en cultivos de berries. En línea: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Reportan-deficit-de-jornaleros-en-cultivos-de-berries-20220705-0003.html> (Consultado: septiembre 2022).
- Espino-Herrera AM, Chavarrieta-Yáñez JM, Martínez-Castillo AM, Figueroa-De la Rosa JI, Rodríguez-Enríquez CL, Rebollar-Alviter Á, Pineda-Guillermo S. 2012. Canibalismo de larvas de *Amorbia* sp. expuestas a la parasitación por *Apanteles* sp. y supervivencia de este parasitoide. En: Sansinenea R, Zumaquero RJL, Del Rincón CMC (Ed.). XXXV Congreso Nacional de Control Biológico, Puebla (Puebla), noviembre de 2012. © Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 106-110.
- Eyduran SP, Eyduran E, Khawar KM, Agaoglu S. 2008. Adaptation of eight American blackberry (*Rubus fruticosus* L.) cultivars for Central Anatolia. *Afr. J. Biotechnol.*, 7(15): 2600-2604.
- FAO/IAEA. 1998. Evaluation of Lepidoptera population suppression by radiation induced sterility Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting. FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Penang, Malaysia, 28 May–2 June 1998.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Cultivos. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (consultado 12 junio 2022).

- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2016. Panorama Agroalimentario Berries 2016. En línea: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200633/Panorama\\_Agroalimentario\\_Berries\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200633/Panorama_Agroalimentario_Berries_2016.pdf) (Consultado de agosto de 2022).
- Fox R, Dennis EB, Harrower CA, Blumgart D, Bell JR, Cook P, Davis AM, Evans-Hill LJ, Haynes F, Hill D, Isaac NJB, Parsons MS, Pocock MJO, Prescott T, Randle Z, Shortall CR, Tordoff GM, Tuson D, Bourn NAD. 2021. The State of Britain's Larger Moths 2021. Butterfly Conservation, Rothamsted Research and UK Centre for Ecology & Hydrology, Wareham, Dorset, UK.
- Freedman MG, Jason C, Ramírez SR, Strauss SY. 2020. Host plant adaptation during contemporary range expansion in the monarch butterfly. *Evolution*, 74(2): 377–391.
- Gamboa-Mendoza AP, Delgadillo-Martínez J, Almaraz-Suárez JJ, Robledo-Paz A, Alarcón A. 2019. Respuesta de *Fragaria mexicana* y comunidades microbianas rizosféricas al aumento de temperatura. *Rev. Biol. Trop.*, 67(1): 94-106.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Larios, México, 217 págs.
- Gassmann AJ, Levy A, Tran T, Futuyma DJ. 2006. Adaptations of an insect to a novel host plant: a phylogenetic approach. *Functional Ecology*, 20: 478-485.
- Gerdeman B, Hollis SG, Coslor C. 2019. Select lepidopteran pests in red raspberry and blueberry. Washington Estate University. <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2093/2019/12/MothMania.pdf> (consultado: octubre 2022).
- Giampieri F, Tulipani S, Alvarez-Suarez JM, Quiles JL, Mezzetti B, Battino M. 2012. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1): 9-19.
- Gilligan TD, Brown JW, Hoddle MS. 2011. A new avocado pest in Central America (Lepidoptera: Tortricidae) with a key to Lepidoptera larvae threatening avocados in California. *Zootaxa*, 3137: 31–45.
- Gilligan TM, Epstein EM. 2014. Tortricids of Agricultural Importance. Interactive Keys developed in Lucid 3.5. Disponible en: <http://idtools.org/id/leps/tortai/tortricidae.html> (consultado 10 junio 2022).
- Gilligan TM, Baixeras J, Brown JW. 2018. T@RTS: Online World Catalogue of the Tortricidae (Ver. 4.0). <http://www.tortricid.net/catalogue.asp> (consultado: septiembre 2022).
- Gilligan TM, Brown JW, Baixeras J. 2020. Immigrant Tortricidae: Holarctic versus Introduced Species in North America. *Insects* 11(9): 594.
- González-Ramírez MG, Santoyo-Cortés VH, Arana-Coronado JJ, Muñoz-Rodríguez M. 2020. The insertion of Mexico into the global value chain of berries. *World Dev. Perspect.* 20: 100240.

- González-Razo FJ, Rebollar RS, Hernández MJ, Morales HJL, Ramírez AO. 2019. Situación actual y perspectivas de la producción de berries en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 44: 260-272.
- Groenen F, Baixeras J. 2013. The “Omnivorous Leafroller”, *Platynota stultana* Walsingham, 1884 (Tortricidae: Sparganothini), a new moth for Europe. *Nota lepid.*, 36: 53–55.
- Heinrich C. 1926. Revision of the North American moths of the subfamilies Laspeyresiinae and Olethreutinae. *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 132: 1–216.
- Heppner JB. 2008. Ermine Moths (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: Capinera, J.L. (eds) *Encyclopedia of Entomology*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6\\_3661](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_3661).
- Hill DS. 1987. *Agricultural Insect Pests of Temperate Regions and Their Control*. CUP Archive, Cambridge University Press, Reino Unido, 659 p.
- Hummer KE. 2017. Blackberries: an introduction. *Blackberries and their Hybrids. Crop Production Science in Horticulture*. 26(1): 152–167.
- Hurkova K, Uttl L, Rubert J, Navratilova K, Hajslova J. 2019. Cranberries versus lingonberries: A challenging authentication of similar *Vaccinium* fruit. *Food Chemistry*, 284(30): 162–170.
- Jahner JP, Bonilla MM, Badik KJ, Shapiro AM, Forister ML. 2011. Use of exotic hosts by Lepidoptera: widespread species colonize more novel hosts. *Evolution*, 65(9): 2719–2724.
- Juárez-Gutiérrez AC, Martínez AM, Figueroa JI, Rebollar AA, Aguilera PMM, Pineda S 2015 Registro del enrollador de las hojas, *Amorbia cuneana* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae), en zarzamora en Rancho Huatarillo, Peribán, Michoacán. *Act. Zool. Mex.* (n.s.), 31(2): 341-343.
- Julian JW, Seavert CF, Olsen JL. 2008. Orchard economics: the costs and returns of establishing and producing hazelnuts in the Willamette Valley. EM 8748-E. Oregon State University, Extension Service, Corvallis, OR.
- Kaur N. 2022. Blueberry-Leafroller. *Pacific Northwest Insect Management Handbook*. © Oregon State University. En línea: <https://pnwhandbooks.org/sites/pnwhandbooks/files/insect/chapterpdf/small-fruit.pdf> (consultado octubre 2022)
- Kessel DA. 2012. Mejora genética de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.), a través de métodos biotecnológicos. *Cultivos Tropicales*, 33(3): 34-41.
- Klots AB. 1970. Lepidoptera. In: Tuxen SL (ed) *Taxonomist’s Glossary of Genitalia in Insects*. Munksgaard, Copenhagen, pp. 115–130.
- Koshovyi O, Granica S, Piwowarski JP, Stremoukhov O, Kostenko Y, Kravchenko G, Krasilnikova O, Zagayko A. 2021. Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Leaves Extract and Its Modified Arginine Preparation for the Management of Metabolic Syndrome—Chemical Analysis and Bioactivity in Rat Model. *Nutrients*. 13(8): 2870.



- Kristensen NP, Scoble MJ, Karsholt O. 2007. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*, 1668: 699-747
- Kumar S, Neven LG, Zhu H, Zhang R. 2015. Assessing the Global Risk of Establishment of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) using CLIMEX and MaxEnt Niche Models. *J. Econ. Entomol.*, 108(4): 1708-19.
- Levine JM, D'Antonio CM. 2003. Forecasting biological invasions with increasing international trade. *Conserv Biol.*, 17(1): 322–326.
- Lewis JA, Sohn JC. 2015. Lepidoptera: Yponomeutoidea I (Argyresthiidae, Attevidae, Praydidae, Scythropiidae, and Yponomeutidae). In: Landry B (ed) *World Catalogue of Insects*, Volume 12. Brill, Leiden. pp 253.
- Li C, Feng JYang Huang W, Xiao-Ting A. 2012. Composition of Polyphenols and Antioxidant Activity of Rabbiteye Blueberry (*Vaccinium ashei*) in Nanjing. *J. Agric. Food Chem.* 61(3): 523–531.
- Li D, Lia B, Yan M, Xiyun Sun, Lina Y, Menga X. 2017. Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries. *J. Food Compos. Anal.*, 62: 84–93.
- Liebhold AM, Berc L, Brockeroff EG. 2016. Eradication of invading insect populations: from concepts to applications. *Annu Rev Entomol.*, 61: 335–52.
- Llorente-Bousquets J, Vargas-Fernández I, Luis-Martínez A, Trujano-Ortega M, Hernández-Mejía BC, Warren AD. 2014. Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Rev. Mex. Biodivers.*, Supl. 85: S353–S371.
- López I, Pineda S, Figueroa JI, Sánchez JA, Martínez AM, Williams RN, Rebollar AA. 2014. Identification, Parasitoids, and Population Dynamics of a Blackberry Leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) from Michoacan, Mexico. *Southwest. Entomol.* 39(3): 503–510.
- López CI. 2009. Identificación, dinámica poblacional y parasitoides de dos lepidópteros plaga de zarzamora, *Rubus fruticosus* L. en tres regiones productoras del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Luis-Martínez A, Sánchez GA, Ávalos-Hernández O, Salinas-Gutiérrez JL, Trujano-Ortega M, Arellano-Covarrubias A, Llorente-Bousquets J. 2020. Distribución y diversidad de Papilionidae y Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) en la Región Loxicha, Oaxaca, México. *Rev. biol. Trop.*, 68 (1): 139–155.
- Mackay MR. 1962. Larvae of the North American Tortricinae (Lepidoptera: Tortricidae). Entomology Research Institute Research Branch, Canada Department of Agriculture Ottawa. Ontario. *Can. Entomol. (Suppl.)*, 28: 1-182.

- Martin-Piera F, Morrone JJ, Melic A. 2000. Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica, Sociedad Entomológica Aragonesa, 326 pp.
- Martínez AM, Barreto-Barriga O, Pineda S, Rebollar AA, Chavarrieta JM, Figueroa JI. 2014. Parasitoides asociados a los enrolladores de hojas de zarzamora *Argyrotaenia montezumae* Walsingham y *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae), en Michoacán, México. Act. Zool. Mex. (n.s.), 30(3): 553–563.
- Martínez-Cruz I. 1996. Detección de insectos plaga en blueberry (*Vaccinium ashie*, R) en Zacatlán, Pue. México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México.
- McClay AS, Palmer WA, Benneti DD, Pullen KR. 1995. Phytophagous Arthropods Associated with *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae) in North America. Environ. Entomol., 24(4): 796–809.
- McCoy E. 1990. The Distribution of Insects along Elevational Gradients. Oikos 58(3): 313–322.
- McQuillan PB. 1992. A checklist of the Tasmanian tortricid moths (Lepidoptera: Tortricidae) and their host-plant relationships. Pap. proc. R. Soc., 126: 77–89.
- Meijerman L, Ulenberg SA. 2000. Arthropods of Economic Importance: Eurasian Tortricidae. [https://eurasian-tortricidae.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus\\_ng/app/views/introduction/topic.php?id=3386&epi=164](https://eurasian-tortricidae.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus_ng/app/views/introduction/topic.php?id=3386&epi=164) [consultado junio 2022].
- Messina FJ, Lish MA, Springer A, Gompert Z. 2020. Colonization of Marginal Host Plants by Seed Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae): Effects of Geographic Source and Genetic Admixture. Environ. Entomol., 49(4): 938–946.
- Meyrick E. 1914. Exotic Microlepidoptera, Vol 1, Part 4. Taylor and Francis, London. pp 161–192.
- Miller S. 1995. *Platynota stultana*, the Omnivorous Leaf-Roller, Established in the Hawaiian Islands (Lepidoptera: Tortricidae). Bishop Mus. Occas. Pap., 42: 36–39.
- Miller WE. 1987. Guide to the Olethreutine Moths of Midland North America (Tortricidae). United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 660. 104 p.
- Molina JM. 1998. Lepidópteros asociados al cultivo del arándano en Andalucía Occidental. Bol. San. Veg. Plagas, 24: 763–772.
- Montegaudo-Sabaté D, Luis-Martínez A, Vargas-Fernández I, Llorente-Bousquets J. 2001. SHILAP Revista lepidopterológica, 29(115): 2007–237.
- Moreno CG, Rodríguez VB, Sánchez GJA, Arredondo BHC. 2015. Trampeo y Registro del Parasitoide *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) sobre *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) en México. Southwest. Entomol., 40(1): 199–203.

- Morón MA, Terrón RA. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología AC. Sociedad Mexicana de Entomología. México, D.F 393 p.
- Muratalla-Lúa A, Jaen-Contreras D, Arévalo-Galarza L. 2012. La producción de frambuesa y zarzamora en México. *Agroproductividad*, 6(5): 1-10.
- Nava DC, Osada KS, Rendón SG, Ayala EV. 2000. Organismos asociados a chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en Michoacán, México. *Agrociencia*, 34(2): 217–226.
- Obraztsov NS. 1961. Descriptions of and Notes on North and Central American Species of *Argyrotaenia*, with the Description of a New Genus (Lepidoptera, Tortricidae). American museum of natural history central park west at 79 th street, New York 24, N.Y. No. 2048. 42 págs.
- Olas B. 2018. Berry Phenolic Antioxidants – Implications for Human Health? *Front Pharmacol.*, 9: 78.
- Ortiz JA, Infante F, Rodriguez D, Toledo-Hernandez RA. 2020. Discovery of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) in blueberry fields of Michoacán, Mexico. *Fla Entomol.*, 103(3): 408–410.
- Padwal KG, Kumar SS, Kumar SS. 2018. Dissection and slide mounting technique for male and female genitalia of *Leucinodes orbonalis*. *J. Ent. Res.*, 42(2): 259–262.
- PBase. 1999-2022. En línea: <https://pbase.com/> (Consultado 25 septiembre 2022).
- Pescie MA, Lopez CG. 2007. Inducción floral en Arándano Alto del Sur (*Vaccinium corymbosum*). *RIA*, 36(2): 97–98.
- Phillips-Rodriguez E, Powell JA. 2007. Phylogenetic relationships, systematics, and biology of the species of *Amorbia* Clemens (Lepidoptera: Tortricidae: Sparganothini). *Zootaxa*, 1670 (1): 1-109.
- Powell JA. 1983. Tortricoidea. In: Hodges RW. (Ed.) Check list of the lepidoptera of America north of Mexico. E. W. Classey, Ltd., and Wedge Entomological Research Foundation, London. 31-42.
- Powell JA, Razowski J, Brown JW. 1995. Tortricidae: Tortricinae. In: Heppner JB (Ed.) Atlas of Neotropical Lepidoptera, checklist: part 2, Hyblaeoidea-Pyraloidea-Tortricoidea. Association for Tropical Lepidoptera. Scientific Publishers, Gainesville, Florida. 138–150.
- Powell JA, Opler PA. 2009. Superfamily Yponomeutoidea. Moths of Western North America. University of California Press, Berkeley, pp. 104–113.
- Powell JA, Brown JW. 2012. Tortricoidea, Tortricidae (part): Tortricinae (part): Sparganothini and Atteriini. In: Hodges, R. W. *et al.* (eds.), The Moths of North America, fascicle 8.1. Wedge Entomological Research Foundation, Washington, DC, 229 p.
- Powell JA. 1983. Expanding geographical and ecological range of *Platynota stultana* in California (Lepidoptera: Tortricidae). *Pan-Pac Entomol.*, 59(1-4): 233–239.

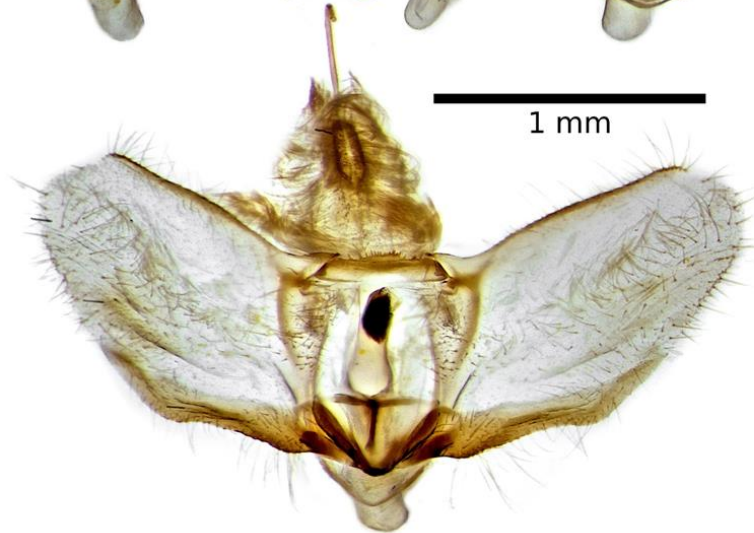
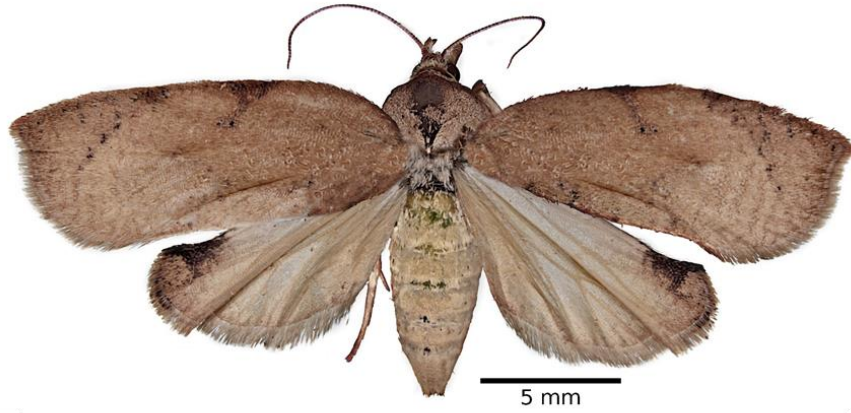
- Powell JA, Brown JW. 2012. The Moths of North America. Fascicle 8.1, Tortricoidea, Tortricidae (Part), Sparganothini and Atteriini. The Wedge Entomological Research Foundation, Washington, 229 p.
- Ramanaidu K, Hardman JM, Percival DC, Cutler GC. 2011. Laboratory and field susceptibility of blueberry spanworm (Lepidoptera: Geometridae) to conventional and reduced-risk insecticides. *Crop Protection*, 30(12): 1643–1648.
- Razowski J. 1996. Tortricidae. In: Karsholt O, Razowski J (Eds.) *The Lepidoptera of Europe. A distributional checklist*. Apollo Books, Stenstrup. pp. 130–157.
- Razowski J, Becker VO. 2000. Revision of the New World Euliini – genus *Bonagota* Razowski, with notes on *Apotomops* Powell et Obraztsov (Lepidoptera: Tortricidae). *Pol. J. Entomol.*, 69(1): 65–76.
- Razowski J, Landry B, Roque-Albelo L. 2008. The Tortricidae (Lepidoptera) of the Galapagos Islands, Ecuador. *Revue Suisse de Zoologie*, 115(1): 185-220.
- Razowski J, Becker VO. 2011. Systematic and faunistic data on Neotropical Tortricidae: Phricanthini, Tortricini, Atteriini, Polyorthini, Chlidanotini (Lepidoptera: Tortricidae). *SHILAP*, 39(154): 161–181.
- Razowski J, Becker BO. 2016. Systematics and faunistics of Neotropical Olethreutini, 1: *Lobesia* Guenée, 1845, *Ophiorrhada* Diakonoff, 1966, *Megalota* Diakonoff, 1966, *Eumarozia* Heinrich, 1926, *Zomaria* Heinrich, 1926 and *Alexiloga* Meyrick, 1922 (Lepidoptera: Tortricidae). *Pol. J. Entomol.*, 85(1): 13–25.
- Regier CR, Brown JW, Mitter C, Baixeras J, Cho S, Cummings PM, Zwick A. 2012. A Molecular Phylogeny for the Leaf-Roller Moths (Lepidoptera: Tortricidae) and Its Implications for Classification and Life History Evolution. *PLoS ONE*, 7(4): e35574.
- Renault D, Laparie M, McCauley SJ, Bonte D. 2018. Environmental adaptations, ecological filtering, and dispersal central to insect invasions. *Annu. Rev. Entomol.*, 63: 345–368.
- Reysen MJB, Klassen W, Carpenter JE. 2016. Overview of technological advances toward greater efficiency and efficacy in sterile insect-inherited sterility programs against moth pests. *Fla. Entomol.*, 99(1): 1–12.
- Robinson GS. 1976. The preparation of slides of lepidoptera genitalia with special reference to the microlepidoptera. *Entomologist's Gazette*, 27: 127–132.
- Rocca M, Brown JW. 2013. New Host Records for Four Species of Tortricid Moths (Lepidoptera: Tortricidae) on Cultivated Blueberries, *Vaccinium corymbosum* (Ericaceae), in Argentina. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 115(2): 167–172.
- Rodriguez-Saona, C, Vincent C, Isaacs R. 2019. Blueberry IPM: Past Successes and Future Challenges. *Ann. Rev. Entomol.*, 64: 95–114.
- Rosales-Escareño, L, Lozano-Gutiérrez J, España-Luna MP, Enriquez-Enriquez D, Balleza-Cadengo JJ. 2021. Primer reporte de *Duponchelia fovealis* (Zeller, 1847) (Lepidoptera:

- Crambidae) en el estado de Aguascalientes, Mexico. Resúmenes del LVI Congreso Nacional de Entomología, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, 10 de septiembre de 2021; pág. 91.
- Rosas GNM, Villegas MJM. 2008. Bionomics of a novel species of *Argyrotaenia* (Lepidoptera: Tortricidae) presents in mexican avocado orchards. *Act. Zool. Mex.* (n.s.), 24(1): 129–137.
- Rousseau-Gueutin M, Gaston A, Ainouche A, Ainouche ML, Olbricht K, Staudt G, Richard L, Denoyes-Rothan B. 2009. Tracking the evolutionary history of polyploidy in *Fragaria* L. (strawberry): new insights from phylogenetic analyses of low-copy nuclear genes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 51(3): 515–530.
- Ruiz MC. 2019. Enrollador de hojas de zarzamora *Apotoforma* sp., y sus agentes de control en Coatepec, Veracruz, México. *Southwest. Entomol.*, 44(3): 689–694.
- Ruiz-Galván I, Quezada-Daniel RMG, Bautista-Martínez N. 2022. First detection of the spotted wing vinegar fly, *Drosophila suzukii* Matsumura, 1931 (Diptera: Drosophilidae), in commercial blueberries in Puebla, Mexico. *Pan-Pac Entomol.*, 98(2): 163–165.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. México, Limusa, pp 432.
- Rzedowski J. 2021. La familia Rosaceae en México. *Polibotánica*, 51: 1–16.
- Salinas-Castro A, Aburto-Aguilar J, Landa-Cadena MG, San Martín-Romero E, Morales-Báez M, Trigos A. 2018. First report of the cherry borer *Grapholita packardi* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) attacking hawthorn fruits (*Crataegus mexicana*) in Veracruz, Mexico. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 77(3): 22–25.
- Sanders N. 2002. Elevational Gradients in Ant Species Richness: Area, Geometry, and Rapoport's rule. *Ecography*, 25(1): 25–32.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Accessed on: 2021-06 26].
- SIAMI (Sistema de Información Comercial Vía Internet). 2021. Estadísticas anuales, Secretaría de Economía. En línea: <http://www.economia-snci.gob.mx/> (consultado octubre 2022).
- Skrovankova S, Sumczynski D, Mlcek J, Jurikova T, Sochor J. 2015. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *Int J Mol Sci.*, 16(10): 24673–24706.
- Sohn JC, Nishida K. 2011. A taxonomic review of *Eucalantica* Busck (Lepidoptera, Yponomeutidae) with descriptions of six new species. *ZooKeys*, 118: 75–96.
- Sohn J. 2020. A New Record of *Saridoscelis sphenias* Meyrick, 1894 (Lepidoptera, Yponomeutidae), the Second Species of Saridoscelinae, from Korea. *Korean Journal of Applied Entomology*, 59(1): 1–4.
- Tejeda-Reyes MA, Rebollar-Alviter A, Valdez-Carrasco JM, Lomelí-Flores JR, González-Hernández H. 2020. First report of *Argyrotaenia montezumae* in strawberry, in Zamora, Michoacan, Mexico. *Southwest. Entomol.*, 45(3): 831–833.

- Tejeda-Reyes MA, Valdez-Carrasco JM, González-Hernández H. 2021. First report of *Argyrotaenia montezumae* y *Templemania millistriata* in hawthorn (*Crataegus mexicana*) in Chiautzingo, Puebla, Mexico. Southwest. Entomol., 46(1): 291-294.
- The Natural History Museum. 2022. Disponible en línea: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/hostplants/search/index.dsml> (consultado: 11 septiembre 2022).
- Toledo-Hernández RA, Mikery O, Ibañez S, Aguilar I, Sánchez D, Rodríguez D. 2021. First record of invasive pest blueberry gall midge, *Dasineura oxycoccana* (Johnson) in Mexico: Molecular and morphological confirmation. Southwest. Entomol., 46(4): 963–970.
- Trematerra P, Brown JW. 2004. Argentine *Argyrotaenia* (Lepidoptera: Tortricidae): Synopsis and descriptions of two new species. Zootaxa, 574(1): 1–12.
- Triplehorn CA, Johnson NF. 2005. Introduction to the study of insects. 7th. Edit. Thomson Brooks/Cole. USA, 805 p.
- Tundis R, Tenuta MC, Loizzo MR, Bonesi M, Finetti F, Trabalzini L, Deguin B. 2021. *Vaccinium* Species (Ericaceae): From Chemical Composition to Bio-Functional Activities. Appl. Sci., 11(12), 5655.
- Uriás-López MA, Salazar-García S. 2008. Poblaciones del gusano telarañero y barrenador de ramas en huertos de aguacate "Hass" de Nayarit, México. Agricultura Técnica en México, 34(4): 431-441.
- Varela-Fuentes S, Brown JW, Silva-Aguirre G. 2009. Registro de *Platynota rostrana* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Tortricidae) en cítricos de México. Act. Zool. Mex. (n.s.), 25(3): 651–654.
- Vreysen MJB, Klassen W, Carpenter JE. 2016. Overview of technological advances toward greater efficiency and efficacy in sterile insect-inherited sterility programs against moth pests. Fla Entomol., 99(1): 1–12.
- Walsingham T. 1881. On some North-American Tineidae. Proc Zool Soc Lond., 1881: 301–325.
- Wu F, Guan Z. 2021. Overview of the Mexican blueberry industry. University of Florida/ IFAS Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FE1106>.
- Zhang B, Segreaves KA, Xue HJ, Nie RE, Li, WZ, Yan XK. 2015. Adaptation to different host plant ages facilitates insect divergence without a host shift. Proc. R. Soc., B 282: 20151649.
- Zhang BC. 1994. Index of economically important Lepidoptera. CAB International, Wallingford, UK. 599 p.
- Zoology. 2022. En línea: [https://www.zoology.ubc.ca/bclepetal/Order%20Lepidoptera%20et%20al%20Text%20Files/order\\_lepidoptera.htm](https://www.zoology.ubc.ca/bclepetal/Order%20Lepidoptera%20et%20al%20Text%20Files/order_lepidoptera.htm) (consultado octubre 2022).

ANEXOS

*Amorbia cuneana*



*Argyrotaenia montezumae*





*Bonagota* poss. *mexicana*



*Platynota stultana*

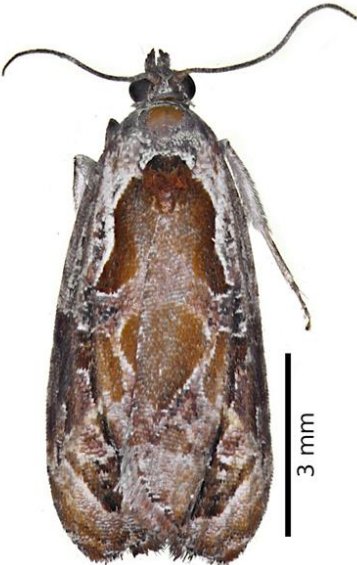


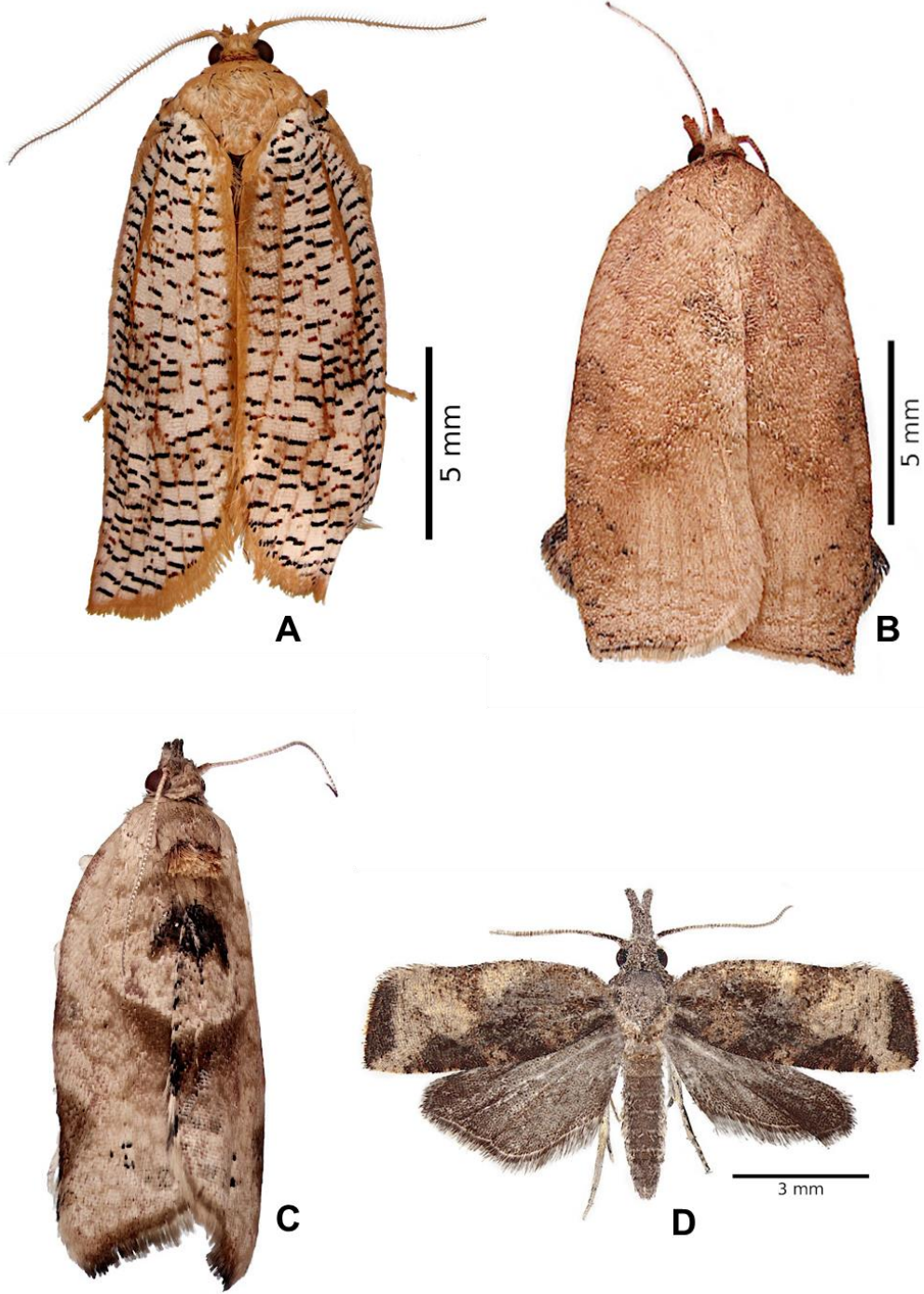
3 mm



500  $\mu$ m

*Zomaria interruptolineana*





**A.** *Templemania sarothrura*. **B** *Amorbia cuneana* (♀). **C** *Argyrotaenia montezumae* (♀). **D.** *Platynota* sp.

*Eucalantica nestori* n. sp.

