



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

Facultad de Ciencias Agrarias

MONOGRAFÍA DE ESPECIALIZACIÓN

“CICLO DE VIDA Y PLAN DE ACCION SOBRE LA PLAGA *Lobesia botrana* (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) ADOPTADO EN MENDOZA, ARGENTINA”

ESPECIALIZACIÓN EN VITICULTURA

HUGO DANIEL CARMONA TORRES

Director: Dr. Ing. Agr. Pablo H. Pizzuolo

Co-Director: Dr. Ing. Agr. Rodrigo J. López Plantey

MENDOZA, 2023

Dedicado a mis padres Marcelo y Elba por el ejemplo y por los hermanos que me han dado.

A mis abuelos Cándido, Rafaela, Ceferino y Carmen por la maravillosa gran familia que formaron y por quienes tengo admiración y los mejores recuerdos.

AGRADECIMIENTOS

A los doctores ingenieros agrónomos Pablo Pizzuolo y Rodrigo López Plantey, Director y co-Director respectivamente, por la dedicación profesional y humana que recibí para poder concretar el presente trabajo.

Al ingeniero agrónomo y amigo Omar David Romero por todo el apoyo que me brindó en Mendoza durante el cursado del posgrado.

RESUMEN

La “polilla europea de la vid”, *Lobesia botrana* Den et Schiff, es una plaga cuarentenaria en diversos países vitivinícolas del mundo. Hasta 2010 no se encontraba presente en la Argentina. Se supone que ingresó al país desde Chile a través del alquiler de cosechadoras mecánicas probablemente indebidamente sanitizadas. Luego de un par de años, el lepidóptero proliferó a tal punto que afectó una cantidad importante de hectáreas de viñedos en Mendoza. La zona afectada por la plaga fue declarada en estado de contingencia y puesta en cuarentena por la autoridad competente. Su dispersión, detectada por la presencia de adultos en trampas colocadas a tal fin, ha sido muy rápida en los oasis de Mendoza. La plaga ha ocasionado un impacto en el sistema productivo vitivinícola y en la calidad de la uva tanto para consumo en fresco como para vinificación. Como medidas de control, el gobierno nacional y el provincial adoptaron un programa de prevención y erradicación, basado en el manejo integrado de plagas (MIP) utilizando la técnica de confusión sexual (TCS) junto a insecticidas aplicados por vía terrestre y aérea. En paralelo, junto a otras instituciones se iniciaron ensayos con la técnica del insecto estéril (TIE), estudios sobre posibles predadores, parasitoides y entomopatógenos para poder integrar a futuro al programa de control. A pesar de la fuerte intervención y de los esfuerzos realizados por personal técnico de las provincias y de la nación, no se pudo evitar que la plaga siguiera avanzando. Los actuales resultados ponen en evidencia la necesidad de seguir con estudios en laboratorio y a campo, como abarcar también grandes áreas continuas de trabajo para conformar bloques homogéneos en donde se controlen las poblaciones de la plaga de manera completamente coordinada.

Palabras clave: plaga cuarentenaria; parasitoide; manejo integrado; *Vitis vinífera*; Argentina

ABSTRACT

The "European grapevine moth," *Lobesia botrana* Den et Schiff, is considered a quarantine pest in many wine-producing countries around the world. Until 2010, it was not present in Argentina. It is believed to have entered the country from Chile through the rental of mechanical harvesters, likely inadequately sanitized. After a couple of years, the lepidopteran proliferated to such an extent that it affected a significant number of vineyard hectares in Mendoza. The affected area was declared an emergency zone and placed under quarantine by the competent authority. The dispersión of the "European grapevine moth", detected by the presence of adults in traps set for this purpose, has rapidly spread across the oases of Mendoza. The pest has significantly impacted one the wine production and the quality of grapes, both for fresh consumption and for winemaking. The national and provincial governments adopted a prevention and eradication program based on integrated pest management (IPM), using the technique of mating disruption (MD) in conjunction with the application of insecticides via both terrestrial and aerial methods. In parallel, with other institutions, experiments involving the sterile insect technique (SIT), studies on potential predators, parasitoids, and entomopathogens were initiated with the aim of integrating them into future control programs. Despite strong intervention and efforts by technical personnel from the provinces and the nation, it was not possible to prevent the pest from continuing to advance. The current results highlight the need to continue laboratory and field studies, as well as to establishment of large continuous work areas to create coordinated blocks for pest populations control.

Keywords: quarantine pest; parasitoid; integrated pest management; *Vitis vinifera*; Argentina.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.General del trabajo	1
1.2.Marco teórico.....	1
Origen y distribución mundial	1
Taxonomía.....	5
Importancia agronómica.....	7
2. BIOECOLOGÍA.....	8
2.1. Caracteres Morfológicos.....	8
Huevo	9
Larva.....	10
Pupa	10
Adulto	11
2.2. Ciclo biológico	12
Primera Generación.	13
Segunda Generación.	15
Tercera generación.	16
2.3. Comportamiento Sexual.....	17
3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA BIOLOGÍA DEL INSECTO	18
3.1. Temperatura.....	18
3.2. Humedad Relativa, Precipitación y Viento.	18
3.3. Fotoperíodo	19
3.4. Cambio Climático.....	19
4. RELACIÓN PLANTA E INSECTO	20
5. SERVICIOS AGROECOSISTÉMICOS: ACCIÓN DE ORGANISMOS NATURALES SOBRE LA PLAGA	21
6. MANEJO INTEGRADO de <i>Lobesia botrana</i>	22
6.1. Monitoreo	22
Curvas de vuelo	22
Modelos	24
6.2. Manejo con insecticidas de síntesis.....	26
Plaguicidas autorizados en la Argentina.....	26

Resistencia a Insecticidas	29
Efectos Secundarios y Subletales de los Insecticidas	29
6.2. Manejo de la confusión sexual.....	30
6.4. Manejo Biológico	33
Controladores biológicos.....	33
Biocidas	35
6.5. Manejo Mediante Macho Estéril.....	36
6.6. Manejo Cultural	37
6.7. Consideraciones.....	38
7. PROGRAMAS DE MANEJO DE <i>Lobesia botrana</i>	38
7.1. Caso Chile y E.E.U.U.	38
7.2. Caso Argentina.....	39
Cronología del proceso de detección, monitoreo, y manejo de <i>L. botrana</i> en Mendoza, Argentina.	40
8. AVANCES Y EXPERIENCIAS DE ESTUDIO DE <i>L. botrana</i> EN MENDOZA, ARGENTINA	47
9. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN	50
REFERENCIAS	52
Citas bibliográficas	52
Artículos y Sitios Web.....	57
Informes periodísticos	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hospederos cultivados de <i>L. botrana</i>	4
Tabla 2: Hospedantes silvestres para <i>L. botrana</i>	5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>L. botrana</i> .(a) adulto, (b) huevo,(c) huevo cabeza negra, (d) larva (e) pupa. Fuente: Claudio Ioratti.	9
Figura 2: Adulto de <i>L. botrana</i> . Fuente: SENASICA.	12
Figura 3; Daños causados por <i>L. botrana</i> . A. En inflorescencias por primera generación. B. En bayas verdes por segunda generación. C,D y E en bayas maduras por tercera generación. Fuente : Claudio Ioratti.	15
Figura 4: Difusor pasivo de feromona. Fuente: SENASA.	32
Figura 5: Distribución de <i>L. botrana</i> entre 2010 y 2016 basada en capturas simples y múltiples de polillas en los oasis norte y este de Mendoza, Argentina. Fuente ISCAMEN..	43
Figura 6: Evolución de capturas de <i>L. botrana</i> desde 2010 a 2013. Histograma con los cuatro vuelos. Primer vuelo (rojo), segundo vuelo (naranja), tercer vuelo (amarillo) y cuarto vuelo (blanco). (ISCAMEN, 2023).	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1. General del trabajo

La “polilla europea de la vid”, *Lobesia botrana* Den et Schiff, es una plaga cuarentenaria que hasta 2010 no se encontraba presente en Argentina y que se supone ingresó al país desde Chile. En un par de años, este lepidóptero proliferó provocando serios daños en viñedos de Mendoza declarados en estado de contingencia y cuarentena.

El objetivo del trabajo fue relevar la información inherente al plan de acción que sobre la plaga *Lobesia botrana* adoptó Mendoza y otras provincias vitivinícolas argentinas junto a la Nación con miras al manejo integrado racional. Para poder cumplir con el objetivo planteado se realizó una revisión de textos científicos de diverso grado de complejidad publicados a nivel internacional, nacional y local. Se hizo una reseña de la difusión de la polilla europea de la vid en el mundo, las características del insecto, su ciclo biológico en distintas regiones, su dinámica poblacional y los daños económicos que ocasiona. Se describen las herramientas de manejo empleadas en zonas vitivinícolas a nivel mundial y la utilizada en la provincia de Mendoza. Se exponen conclusiones tendientes a integrar reflexivamente el trabajo.

El presente trabajo se realiza para la obtención del título de “Especialista en Viticultura”, carrera de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

1.2. Marco teórico

Origen y distribución mundial

Lobesia botrana, es una plaga paleártica occidental que recientemente se ha extendido a Sudamérica (SENASICA, 2022). Considerada como la plaga más importante de la vid y sobre la que más tratamientos químicos se realizan para reducir sus daños (Pérez Marin *et al.*, 1995). En 1776 fue descrita por Denis & Schiffmüller en Austria como *Phalaena Tortrix botrana* atacando plantas de vid y en una maleza de nombre *Daphne gnidium* L., la cual se cree es su hospedante primario. Sin embargo, es sólo sobre *Vitis vinifera* que completa su desarrollo

(González, 2010; Benelli *et al.*, 2023a). Fue señalada por primera vez como plaga en Austria en 1800 en plena revolución agrícola (Torres-Vila, 1995a), por lo que su adaptación a la vid ha de considerarse relativamente reciente (Benelli *et al.*, 2023a).

Desde mediados del siglo XIX a principios de XX comienza a extenderse desde viñedos cercanos a Viena en Austria hacia Alemania (1854), Rusia (1865), Hungría (1869), Italia (1873), España (1879), Suiza (1880), Francia (1890), Portugal y Luxemburgo (1908), entre otros países (Torres-Vila, 1995a; González, 2010; Benelli, *et al.*, 2023a).

La importancia de la plaga generó a principios del siglo XX una misión científica de 5 años en todos los viñedos franceses reuniendo a destacados entomólogos, como Paillot, Picard, Feytaud y Marchal (Benelli, *et al.*, 2023a)

En la actualidad este microlepidóptero se encuentra presente también en África (Argelia, Egipto, Eritrea, Etiopía, Kenia, Libia y Moroco) y Asia (Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Irán, Irak, Israel, Jordania, Kazajistán, Líbano, Siria, Turquía). Otros países en los cuales se menciona su presencia son Tayikistán, Turkmenistán, Uzbekistán, Albania, Bielorrusia, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Chipre, República Checa, Checoslovaquia, Grecia, Lituania, Macedonia, Malta, Moldavia, Montenegro, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, Suiza, Ucrania,. Sin embargo, no se especifica el año de su detección en dichos países (SENASICA, 2022).

La plaga estuvo ausente en Sudamérica hasta el año 2008, cuando el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) de Chile la detectó en su territorio (González 2008; SAG, 2010). Su identificación fue corroborada en Estados Unidos (E.E.U.U.) por el experto en Tortricidos, Dr. John W. Brown (COSAVE, 2017).

Por ello en el 2009 el Gobierno de Argentina, a través del SENASA, declaró la alerta fitosanitaria e implementó medidas de prevención. Como parte de estas medidas de precaución se puso en marcha una red oficial de monitoreo con trampas específicas de atracción sexual, distribuidas a lo largo de las principales zonas productoras de vid del país (SENASA, 2009; Carmona Torres, 2009). En la primavera de ese año se emite una alerta fitosanitaria por la detección de un adulto de *L. botrana*, y posteriormente otros 2 hallazgos tienen lugar en Mendoza en octubre (COSAVE, 2017). Los E.E.U.U. no quedan exentos, pues en el 2009, específicamente al Norte de California, se tiene la primera aparición de la polilla europea de la vid pero esto no trasciende sino hasta el 2010 donde es interceptada nuevamente en San Joaquín y Santa Clara (**FAO 2009**; Varela *et al.*, 2010; COSAVE, 2017;

Herrera, 2019). Aunque no está claro si *L. botrana* se introdujo en California directamente desde Europa Occidental o indirectamente a través de Chile (Benelli *et al.*, 2023a).

En febrero de 2010, se detectaron en trampas ejemplares adultos de la polilla en dos predios próximos a Maipú, Mendoza (Herrera, 2019). Por tal motivo, se intensificó la red de vigilancia, con el objeto de delimitar su dispersión. Se declaró la emergencia fitosanitaria mediante la Resolución SENASA N° 122/2010 del 3 de marzo de 2010, con el objetivo de contener y controlar la plaga (SENASA, 2010a). Con el inicio de la campaña 2010/11, se aprobó e implementó el Programa Nacional de Prevención y Erradicación de *L. botrana* conforme a la Resolución N° 729/ 2010 (SENASA, 2010b). Hoy para la Argentina es una plaga de importancia cuarentenaria bajo control oficial (SENASA, 2023).

En Dinamarca se ha reportado como interceptada y en Japón actualmente no se encuentra (SENASICA, 2022), al igual que Escandinavia y el norte de Rusia (Benelli, *et al.*, 2023a). En el 2016 E.E.U.U. declaró para California la erradicación de la plaga (NAPPO, 2016).

Lobesia botrana, es un insecto con un amplio rango de hospedantes, que incluyen plantas cultivadas y silvestres. Según SENASICA (2022) reportan más de 30 especies de vegetales sensibles, entre ellas especies cultivadas (**Tabla 1**) y silvestres (**Tabla 2**).

Tabla 1: Hospederos cultivados de *L. botrana*

<i>Actinidia chinensis</i> Planch (Actinidiaceae)	Kiwi
<i>Dianthus spp</i> L. (Caryophyllaceae)	Clavel
<i>Diospyros kaki</i> Thunb (Ebenacea)	Caqui o p�rsimo
<i>Olea europea</i> subsp. <i>europea</i> L. (Oleaceae)	Olivo europeo
<i>Punica granatum</i> L. (Punicaceae)	Granado
<i>Prunus amygdalus</i> L. (Rosaceae)	Almendro
<i>Prunus avium</i> L. (Rosaceae)	Cerezo
<i>Prunus salicina</i> Lindl. (Rosaceae)	Ciruelo japon�s
<i>Prunus dom�stica</i> L. (Rosaceae)	Ciruelo
<i>Prunus speciosa</i> L. (Rosaceae)	Endrino
<i>Ribes nigrum</i> L. (Grossulariaceae)	Zarzaparrilla negra
<i>Ribes rubrum</i> L. (Grossulariaceae)	Grosello rojo
<i>Ribes uva-crispa</i> L. (Grossulariaceae)	Grosella europea

Tabla 2: Hospedantes silvestres para *L. botrana*

<i>Arbutus unedo</i> L. (Ericaceae)	Madroño
<i>Berberis vulgaris</i> L. (Berberidaceae)	Agracejo
<i>Clematis vitalba</i> L. (Ranunculaceae)	Vitalba
<i>Cornus mas</i> L. (Cornaceae)	Cornejo macho
<i>Cornus sanguinea</i> L. (Cornaceae)	Cornejo rojo
<i>Daphne gnidium</i> L. (Thymelaeaceae)	Torvisco
<i>Daphne laureola</i> L. (Thymelaeaceae)	Laureola
<i>Drimia maritima</i> (Asparagaceae)	Cebolla almorana
<i>Hedera helix</i> L. (Araliaceae)	Hiedra común
<i>Ligustrum vulgare</i> L. (Oleaceae)	Aligustre
<i>Lonicera tatarica</i> L. (Caprifoliaceae)	Madreselva
<i>Menispermum canadense</i> L: (Menispermaceae)	Zarzaparrilla de Arce
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> L. Planch (Vitaceae)	Parra virgen
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Lamiaceae)	Romero
<i>Rubus caesius</i> L. (Rosaceae)	Zarza pajera
<i>Rubus fruticosus</i> L. (Rosaceae)	Zarzamora
<i>Thymelaea hirsula</i> (Thymelaeaceae)	La boalaga
<i>Vivurnum lantana</i> (Caprifoliaceae)	Árbol caminante
<i>Ziziphus jujuba</i> (Rhamnaceae)	Azufaifa común
<i>Syringa vulgaris</i> L. (Oleaceae)	Lila común

Taxonomía

La clasificación taxonómica de *L. botrana* de acuerdo a la Organización Europea y Mediterránea de Protección de Plantas (EPPO) (2022) es la siguiente:

Reino: Animalia. Phylum: Arthropoda. sub Phylum: Hexapoda. Clase: Insecta. Orden: Lepidoptera. Género: *Lobesia*. Especie: *Lobesia botrana* Denis y Schiffermüller.i

La familia Tortricidae es una de las más grandes de los llamados microlepidópteros, con 11.365 especies descritas (Gilligan *et al.*, 2018). Su nombre deriva del latín *Tortus*, que significa retorcido, aludiendo al comportamiento de la mayoría de las larvas del taxón de torcer las hojas para formar un refugio. Las diversas especies que integran la familia tiene distribución cosmopolita, sin embargo, se encuentra fuertemente representada en regiones templadas y tropicales (Herrera, 2019). La mayoría de los miembros presentan hábitos crepusculares o nocturnos, muchas de ellas son importantes plagas agrícolas (Cubillos Vallejos, 2011; Herrera, 2019).

En su trabajo Herera (2019) agrega que hay tres tortricidos que son plaga de la vid: *L. botrana* Den. et. Schiff. y *Eupoecilia ambiguella* Hübner, que se alimentan de racimos florales y frutos, mientras que la tercera, *Sparganothis pilleriana* Den. et. Schiff., se alimenta tanto de racimos florales, frutos, como de brotes y hojas.

La familia Tortricidae presenta dos subfamilias de importancia económica: Olethreutinae y Tortricinae. Dentro de la primera, se destacan tres especies que causan graves pérdidas en frutales de pepita, carozo y uva vinífera: la polilla de la manzana: *Cydia pomonella* (L.), la polilla oriental de los frutales: *Grapholita molesta* (Busck), y la polilla europea de la vid: *Lobesia botrana* (Denis & Schifermüller) (Cubillos Vallejo, 2011).

El género *Lobesia* incluye más de 110 especies en todo el mundo (Gilligan *et al.*, 2018). En la actualidad, la ciencia ya ha descrito completamente para *L. botrana* su genoma mitocondrial (Benelli *et al.*, 2023a).

L. botrana fue descrito por primera vez por Denis & Schiffermüller (1775) como *Tortrix botrana*. Posteriormente, fue reportado por otros autores con diferentes nombres, incluyendo *Tortrix vitisana* (Jacquin 1786), *Tortrix romaniana* (Costa 1840), *Eudemis rosmarinana* (Millière 1866), *Coccyx botrana* (von Praun 1869), *Polychrosis botrana* (Ragonot 1894), y *Policrosis botrana flavosquamella* (Dufrane 1960) (Benelli *et al.* 2023a). También como *Lobesia rosmariana*, *Paralobesia botrana*, *Penthina vitivorana* (Packard 1860) *Tortrix reliquana* (Treitschke 1835) y *Tinea reliquana* (Hubner 1816) (Senasica, 2016). Luchi y Scaramozzino (2018a) agregan a la lista anterior los nombres de *Noctua romani* (Costa 1940); *Cochylis vitisana* (Audouin 1942); *Cochylis botrana* (Herrich-Schaffer 1843)); *Grapholita botrana* (Heinemann 1863) y *Eudemis botrana* (Frey 1880).

Así como fue clasificada con diversos nombres científicos según los investigadores que la estudiaron, existe también una variedad importante de nombres comunes o vulgares con los cuales se la menciona. Probablemente esta diversidad se asocie a su amplia distribución a nivel mundial (SENASICA, 2022). Entre los nombres comunes más conocidos se pueden mencionar eudémis, eudémis de la vigne, insect du midi, tordeuse de la grape, ver de la grape y ver du raisin en Francia, tignoletta della vite en Italia, bekreuzter traubenwickler en Alemania y grape vine moth, grape berry moth o grape leafroller european grapevine moth, grape fruit moth, grape moth, en los países anglosajones. Muchos de los apelativos señalados hacen alusión también a *Eudemis ambiguella* dada la facilidad de confusión de ambas en estado larvario (Torres-Vila, 1995a). COSAVE (2017) y SENASICA (2022) también mencionan como nombres comunes a: palomilla europea de la vid; polilla del racimo de la vid; arañuelo de la vid, barrenillo de la vid, gusano de la vid, hilandero de la vid, polilla de las vides y polilla del racimo.

Importancia agronómica

Lobesia botrana, es considerada la plaga más importante que afecta a la vid y contra la que más tratamientos químicos hay que realizar para reducir daños en todas las zonas peninsulares así como en la mayor parte de las europeas y representa una grave amenaza (Pérez Marín *et al*, 1995). En Siria, Croacia, Eslovenia, Serbia y Rusia, se reportan pérdidas causadas por este insecto de más de un tercio de la producción. En Israel se registran daños del 40-50% en uvas de mesa y del 80% en uvas para vino. Los costos derivados para su manejo son altos ya que es difícil de controlar y erradicar (Herrera, 2019). En E.E.U.U. las pérdidas en las exportaciones en el 2008 de estos frutos se estimaron en 2,7 billones de dólares en estados bajo cuarentena y en 5,7 billones de dólares en California (APHIS-USDA, 2010).

Para Argentina es de vital importancia su control por ser el séptimo productor mundial de vino y décimo primer exportador (OIV, 2022), con una superficie cultivada de 207.047 ha, distribuidas en 23.090 viñedos a lo largo de 19 provincias. Del área total cultivada en Argentina, el 71 % está en la provincia de Mendoza, 20 % en San Juan, 4% La Rioja 2 % Salta y el 3 % restante en 15 provincias vitivinícolas menores (INV, 2022a). Del total de la superficie, el 92,3 % corresponden a viñedos con vides aptas para elaboración de vinos y mostos, el 7,6 % para uvas de mesa y pasas (INV, 2022a). Las bodegas argentinas exportaron vinos en 2022 por un total de 2.657.040 hl, representando 950 millones de dólares (INV, 2022b).

Si bien no hay cifras oficiales de organismos técnicos gubernamentales sobre la merma que la plaga afecta a la producción, productores y entidades vitivinícolas han manifestado en medios de prensa importantes mermas de rendimiento que van desde un 10 al 70 % dependiendo las zonas, y de un promedio general del 30 % (Explícito 2016; Fuentes, 2015; Sitio Andino, 2016; Gobierno de Mendoza, 2018c; Manini, 2022), quizás confundiendo porcentajes de rindes con porcentajes de hectáreas donde se ha detectado a *L. botrana*. Sin embargo, las cifras oficiales de cosecha no registran esos niveles de merma promedio (INV, 2022c).

Como daño indirecto está la posibilidad, producto del ataque de *L. botrana* a los frutos, que se produzca la podredumbre del racimo, originada principalmente por *Botrytis cinerea* (Becerra et al., 2015) y que afectan en mayor magnitud la calidad del vino, uva y pasa producida (Mendoza, 2011).

2. BIOECOLOGÍA

2.1. Caracteres Morfológicos

Lobesia botrana, tiene cuatro estados de desarrollo durante su ciclo: huevo, larva, pupa y adulto (**Figura 1**).



Figura 1. *L. botrana*. (a) adulto, (b) huevo.(c) huevo cabeza negra.(d) larva.(e) pupa. Fuente: Claudio Ioaratti.

Huevo

Esta estructura es plana, de forma lenticular y ligeramente elipsoidal (0,65 - 0,90 mm de longitud por 0,45 - 0,75 mm de ancho). Posee una micrópila, que se encuentra en el extremo del huevo y su función es lograr un adecuado intercambio gaseoso (respiración). La unión del huevo al sustrato está asegurada por una sustancia pegajosa secretada por las glándulas coletéricas (Benelli *et al.*, 2023a). Presenta una coloración blanco - amarillenta, es translúcido, con reflejos iridiscentes. El corión protector le otorga un aspecto macroscópico liso, aunque posee una fina reticulación poligonal especialmente en los bordes y en torno a la micrópila (Torres-Vila, 1995a). La convexidad del huevo aumenta a medida que se desarrolla el embrión y afecta a toda la superficie superior, excepto al borde, que permanece plano (Benelli *et al.*, 2023a).

Durante el desarrollo embrionario, el corion translúcido revela la larva en crecimiento que eventualmente muestra dos puntos rojos donde estará la cabeza, mientras que el cuerpo, doblado sobre sí mismo, es de color más claro que la yema que lo rodea. Al final del desarrollo embrionario el huevo se oscurece por el lado donde se encuentra la cabeza negra (Benelli *et al.*, 2023a), conocida como “huevo cabeza negra” (González, 2010).

Larva

En periodo metamórfico del insecto pasa por V (5) estadios larvales. Las características de las larvas de *L. botrana* son considerados de gran valor taxonómico (Benelli *et al.*, 2023a).

La larva neonata alcanza una dimensión de aproximadamente 1 mm de longitud. Tiene la cabeza y el escudo protorácico de color negro y el cuerpo de color amarillo claro (Herrera, 2019). El tórax y el abdomen tienen cerdas relativamente largas, especialmente en la región posterior del cuerpo. La quetotaxia de la larva recién nacida es idéntica a la de la larva madura (Benelli *et al.*, 2023a). En los estadios larvales siguientes las dimensiones de los individuos pueden alcanzar valores entre 10 a 15 mm de longitud en su madurez (González, 2010).

En los estadios larvarios el exoesqueleto de la superficie dorsal y ventral del cuerpo, a excepción de la cabeza y el pronoto, es rugoso debido a la presencia de diminutos tubérculos rematados en cortas y finas cerdas (Herrera, 2019; Benelli, *et al.*, 2023a). En los estadios siguientes la cabeza y el escudo son de color pardo más claro y el cuerpo de color variable, de amarillo verdoso a violeta oscuro (Herrera, 2019).

En el último estadio larval, la cabeza es ligeramente alargada, de color marrón avellana, a veces verde o gris, con antenas cortas, retráctiles y triarticuladas en la región anterior de la cabeza (Benelli *et al.*, 2023a). El ancho de la cápsula de la cabeza, así como la longitud de la mandíbula, sirven para discernir las etapas larvarias (Benelli *et al.*, 2023a). Las patas de la larva son fuertes y relativamente pequeñas. Las pseudopatas están presentes en los segmentos abdominales III, IV, V, VI y X. El peine anal tiene de 6 a 8 dientes (Benelli *et al.*, 2023a). La descripción del último estado larvario de *L. botrana* está basada en el estudio de la quetotaxia de ejemplares criados en condiciones de laboratorio, una recopilación con registros de hospederos y el aporte de nuevas citas (Cepeda & Cubillos, 2011).

A partir del último estadio de desarrollo la larva, deja de alimentarse y se ubica en un lugar apropiado para pasar a pupa. Gracias a las glándulas de secreción que posee la larva teje un capullo sedoso fusiforme de color blanquecino, en cuyo interior se produce la metamorfosis (Herrera, 2019).

Pupa

La pupa es de color blanco, verde o azulada cuando recién está formada, luego pasa a un color pardo oscuro. Está envuelta por un capullo blanquecino fusiforme de textura sedosa

(González, 2010). Su cambio de color se relaciona a los procesos de quitinización de la cutícula. Su tamaño y peso son mayores en la hembra (macho 4- 7 mm; hembra 5- 9 mm) (Torres-Vila, 1995a). Los sexos en este estado pueden ser diferenciados, por la posición de los primordios genitales, que se sitúan en el segmento abdominal IX en el macho y VIII en la hembra (COSAVE, 2017; Herrera, 2019; Benelli *et al.*, 2023). El orificio genital del macho se encuentra entre dos pequeñas prominencias laterales (Torres-Vila, 1995a; COSAVE, 2017).

El carácter morfológico que permite una fácil y fiable discriminación en este estadio del insecto radica en el vértice del último segmento abdominal (cremáster), que en *L. botrana* termina con una superficie en forma de abanico y está dotado de 8 cerdas grandes en forma de gancho, 4 dorsales y 4 latero-dorsales (Benelli *et al.*, 2023a).

Cuando la emergencia es inminente, la crisálida, mediante movimientos abdominales, ayudada por las espinas dorsales y los ganchos caudales, perfora el capullo y libera al adulto. (COSAVE, 2017). La emergencia se acompaña de la proyección de un meconio blanco verdoso, usualmente expulsado en mayor cantidad por los machos. La exuvia queda fijada exteriormente por el cremaster (Torres-Vila, 1995a).

Adulto

Es un lepidóptero de aproximadamente 10-13 mm de envergadura alar y 6- 8 mm de longitud en reposo. Su tamaño, no obstante, depende mucho de la calidad del substrato nutritivo a lo largo del estado larvario (Torres-Vila, 1995a; COSAVE, 2017; Benelli *et al.*, 2023a).

Las ornamentaciones en mosaico de las alas anteriores (pardo-rojo-azul) contrastan con la coloración grisácea más o menos uniforme de las alas posteriores, ocultas en posición de reposo, y el diseño de alas es similar (González, 2010). A lo largo del borde del 2º par de alas se dispone una fila de flecos de color gris. Los sexos se diferencian tanto por su morfología como por su comportamiento.

Los machos, al igual que en el estado de pupa, son más pequeños, presentan un abdomen estrecho, poseen un peine anal de escamas modificadas y movimientos ágiles y nerviosos cuando se les molesta (Torres-Vila, 1995a; COSAVE, 2017). La forma de la válvula genital del macho juega un papel taxonómico importante, son relativamente simples y tienen un sáculo bien diferenciado y un ápice redondeado; el uncus es bífido y el vinculum tiene forma de U y está fuertemente esclerificado (Benelli *et al.*, 2023a).

En las hembras, el último uroterguito termina en dos papilas anales cubiertas de setas cortas y densas. La bursa copulatoria es larga, claviforme, claramente bilobulada en el ápice y tiene un signo alargado y rugoso (Benelli *et al.*, 2023a). En las hembras de muchos lepidópteros, la glándula de feromonas sexuales se encuentra entre el VIII y el IX urotergito, justo debajo de la membrana intersegmentaria (Benelli *et al.*, 2023a).

Se ha descrito un mutante melánico derivado de laboratorio cuya herencia está regulada por un gen recesivo no ligado al sexo (Torres-Vila *et al.*, 1996b).



Figura 2: Adulto de *L. botrana*. Fuente: SENASICA.

2.2. Ciclo biológico

Lobesia botrana es capaz de desarrollarse sobre un gran número de especies vegetales agrestes y cultivadas, dada su extensa polifagia (Torres-Vila, 1995a). Es una especie polivoltina, pudiendo tener de 1 a 4 generaciones al año, dependiendo de la temperatura y el fotoperíodo. Estos últimos parámetros, influyen sobre la inducción de diapausa y la tasa de desarrollo, respectivamente. Por lo tanto, el largo del ciclo puede variar (INIA-SAG, 2008; González, 2010; Becerra, 2016). El período de incubación del huevo es en promedio de 7-10 d, el estado de larva de 20-30 d y el de pupa de 10-12 d. Los adultos presentan una actividad máxima durante el crepúsculo: vuelo, llamada, acoplamiento, puesta y alimentación. Pueden mostrar cierta actividad al alba o en días nublados (González, 2010).

Las hembras son usualmente monándricas pero varios factores pueden promover acoplamientos múltiples (Torres-Vila *et al.*, 1997). Al contrario, los machos son predominantemente poligínicos (Torres-Vila, *et al.*, 1995b).

Se ha demostrado que la actividad de vuelo de las hembras en laboratorio se concentra a las 6 h alrededor del inicio de la escotofase. Asimismo, en laboratorio con una dieta artificial y un crepúsculo simulado de 1 h, las larvas son más activas durante el período nocturno (Benelli *et al.*, 2023a). Los adultos se mueven en un radio de entre 80 a 100 m durante su vida. Las distancias de vuelo de más de 300 m son poco frecuentes, aunque el viento, según su velocidad, puede llevarlos más lejos (Benelli *et al.*, 2023a).

Fotoperíodos de 8 a 12 h durante al menos la mitad de la etapa de huevo-larva inducen la diapausa en las larvas para luego pupar (Roditakis & Karandinos, 2001). La integral térmica acumulada determina el número de generaciones por año y puede variar desde 1 en Rumania hasta 3 o 4 en España, Grecia, Creta, Italia y la antigua Yugoslavia. Incluso puede alcanzar una quinta generación en Turkmenistán (Coscollá, 1997). En Argentina se cita 4 generaciones (Silva *et al.*, 2013 ; Dagatti & Becerra, 2015; Speed Agro, 2020). Sin embargo, se presume un aumento del voltinismo para *L. botrana* dado el escenario de calentamiento global (Benelli *et al.*, 2023a).

A continuación, se describe el típico ciclo de vida trivoltino que puede observarse en vid:

Primera Generación.

El primer vuelo del año proviene de individuos que pasan el invierno como pupa en estado de diapausa (González, 2010; Silva *et al.*, 2013) y comienza en Mendoza en setiembre con un máximo de vuelo a mediados de octubre (Silva *et al.*, 2013; Dagatti y Becerra, 2015). Los machos emergen en promedio algunos días antes que las hembras (protandría) y la puesta de huevos comienza de 1 a 3 d después del apareamiento (Benelli *et al.*, 2023a).

La primera generación en Mendoza se da a finales de octubre y en noviembre (Silva *et al.*, 2023; Dagatti y Becerra, 2015) y dura de 4 a 6 semanas (ISCAMEN 2018) y coincide con la floración de la vid (50 % de flores abiertas) de acuerdo a variedades de la vid y los oasis de la provincia (Herrera, 2019; IDR, 2023).

Las hembras del 1er vuelo ponen huevos en las brácteas, botones florales y muy raramente, en el raquis de las inflorescencias, en los brotes y en las hojas de las plantas de

vid. La superficie lisa de los botones florales estimula la puesta de huevos (Torres-Vila, 1995a; González, 2010). Las hembras colocan los huevos en forma separada y más raramente en grupos de 2 a 3. Este es un comportamiento típico de la subfamilia Oletreutinae (COSAVE 2017; Herrera 2019). Los huevos eclosionan 7–10 d después de la oviposición y pasan por cinco fases de desarrollo embrionario (embrión visible, ojos visibles, mandíbulas visibles, cabeza marrón/oscura, y cabeza negra) (Torres-Vila, 1995a; Herrera 2019; Benelli *et al.*, 2023a).

La larva neonata emerge perforando el huevo en uno de los polos con sus mandíbulas y recién nacidas caminan hasta 24 h (dependiendo de la radiación solar y la temperatura) en busca de un lugar adecuado para asentarse, por ello se la suele llamar “etapa errática” (Benelli *et al.*, 2023a). En esta, se alimentan de las inflorescencias, devoran total o parcialmente cierto número de botones florales, flores y granos a los que, además, unen por medio de hilos sedosos formando glomérulos (González, 2010); se alimentan de los primordios estaminales y del gineceo (**Figura 3 A**). En correspondencia con la muda, donde cambia de estadio larval (ecdisis) forma nuevos glomérulos, comprometiendo mayor cantidad de flores (Herrera, 2019). En la medida que cambian de estadio larval forman nuevos envoltorios sedosos. Transcurridos los cinco estadios larvales forma la pupa fuera de las inflorescencias, preferentemente en las hojas, para luego emerger el adulto y reanudar el ciclo (González, 2010; Herrera, 2019; Benelli *et al.*, 2023a).

El nuevo adulto excreta un meconio de color blanco verdoso, que suele ser más abundante en los machos que en las hembras. La exuvia pupal permanece adherida al capullo (Benelli *et al.*, 2023a). La duración del estado larval es de 20 a 28 días y la del estado de pupa es de 12 a 14 días (Benelli *et al.*, 2023a).



Figura 3. Daños causados por *L. botrana*. A. En inflorescencias por primera generación. B. En bayas verdes por segunda generación. C, D y E en bayas maduras por tercera generación. Fuente : Claudio Ioratti.

Segunda Generación.

El segundo vuelo se desarrolla en Mendoza entre fines de noviembre y la primera decena de diciembre (Dagatli & Becerra, 2015). En el segundo vuelo, las hembras colocan sus huevos sobre las bayas inmaduras (verdes), en las zonas más sombreadas de los racimos, a mediados de noviembre (González, 2010). Las larvas emergentes realizan una perforación en la inserción peduncular o en el punto de contacto de dos bayas. A medida que cambian de estadio perforan otros granos que unen mediante hilos sedosos refugiándose en el interior de los granos vacíos (**Figura 3 B**) (Herrera, 2019).

Los grupos dispersos de bayas atacadas (focos) se vuelven de color púrpura y luego de color marrón oscuro con excrementos y seda visibles y son el síntoma más claro del daño de las larvas en las bayas inmaduras (Benelli et al., 2023a).

El comportamiento defensivo típico de la larva es el de huida, con violentos culebros hacia atrás, pero si son levemente hostigadas con un objeto punzante a través del orificio de

penetración en las bayas, sacan bruscamente la cabeza e incluso intentan bloquearlo con las mandíbulas (Torres-Vila, 1995a; COSAVE, 2017).

El desarrollo larvario requiere una mayor integral térmica que en primera generación, alrededor de 255 °C-día en base 10, debido a la menor riqueza en nitrógeno en las bayas (Benelli *et al.*, 2023a), para luego pupar siguiendo las mismas pautas que en primera generación. La pupa requiere para su desarrollo una integral térmica análoga a la de la primera generación (COSAVE, 2017; Benelli *et al.*, 2023a).

Cuando las condiciones climáticas son adecuadas, las uvas dañadas pueden ser colonizadas por especies de hongos, incluyendo *Aspergillus spp* y especialmente *Botrytis cinerea* que puede causar daños cualitativos y cuantitativos severos (Benelli *et al.*, 2023a).

Tercera generación.

El tercer vuelo suele empezar en Mendoza, Argentina, a finales de enero y las larvas se desarrollan durante febrero (Dagatti & Becerra, 2015). En este ciclo, la postura se realiza sobre las bayas en envero o en maduración (Torres-Vila, 1995a; González, 2010). Las larvas penetran en las bayas y se alimentan de ellas causando un daño directo, pérdidas de cosecha y disminución de la calidad de la uva (Herrera, 2019). En esta ocasión, las larvas perforan las uvas más superficialmente que en la segunda generación alimentándose principalmente de su hollejo, a su vez pueden incrementar la incidencia y la severidad de la podredumbre gris del racimo ocasionada por *B. cinerea* (González, 2010; Benelli *et al.*, 2023a). La fermentación del jugo perdido por las heridas, rico en azúcar, actúa como atrayente de *Drosophila sp.*, cuyas larvas favorecen la manifestación de la enfermedad podredumbre ácida de la vid (Torres-Vila 1995a; Benelli *et al.*, 2023a). Estas heridas producidas en los frutos constituyen la puerta de entrada a hongos de los géneros *Botrytis*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, entre otros, que provocan podredumbres. En uva de mesa sus ataques desmejoran la presentación y calidad de sus racimos (Herrera, 2019; Agroproductores, 2021).

Cuando la baya atacada se deseca y la larva alcanza un tamaño adecuado, suele buscar refugio en el interior del hollejo, asegurando con seda a los circundantes, para evitar su caída. Desde este emplazamiento de protección, se alimenta de las bayas próximas, pudiendo cambiar de ubicación una o varias veces (COSAVE, 2017). Las larvas pupan bajo la ritidomis, los tutores o rodrigones, pero no en las partes verdes de la planta (González, 2010; Benelli *et al.*, 2023a) (**Figura 3 C, D, E**).

Temperaturas primaverales y estivales anormalmente elevadas aceleran los procesos y es posible que se inicie un cuarto vuelo parcial, o total, cuya descendencia se pierde ante los rigores invernales, por falta de tiempo y condiciones apropiadas para completar una nueva generación y alcanzar el estado diapausante (Torres-Vila, 1995a). El insecto pasa el invierno como pupa en diapausa desde el otoño hasta la primavera (Benelli *et al.*, 2023a).

2.3. Comportamiento Sexual.

Las hembras atraen a los machos a través de feromonas que liberan desde una glándula ubicada en el abdomen (Torres-Vila *et al.*, 2002; Benelli *et al.*, 2023b).

La hembra de *L. botrana* es usualmente monándrica, entre el 70-100 % de los individuos se aparean sólo una vez en su vida tanto en campo como en el laboratorio (Torres-Vila *et al.*, 2005). Sin embargo, la tasa de poliandria aumenta con el tamaño de la hembra a lo largo de la temporada. Al contrario, los machos, son predominantemente poligínicos (Torres-Vila *et al.*, 2005).

El volumen de espermátóforos se correlaciona positivamente con el tamaño del macho y su historial de apareamiento. En general, las hembras prefieren aparearse con machos que proporcionen espermátóforos más grandes ya que los espermátóforos pequeños pueden afectar negativamente la fecundidad de las hembras (Torres-Vila *et al.*, 2019).

Las hembras de *L. botrana* son proovigénicas y ponen alrededor del 20-40% de sus huevos en los primeros días después del apareamiento, luego la producción de huevos disminuye progresivamente con la edad (Benelli *et al.*, 2023a).

Los machos se sienten más atraídos por las feromonas secretadas por las hembras vírgenes respecto a las hembras poliándricas que se han ya apareado una vez (Benelli *et al.*, 2023a).

El (E,Z)-7,9-dodecadienil acetato (E7,Z9-12:Ac) es el componente principal de la mezcla de feromonas sexuales que libera *L. botrana* y el único detectado en hembras. Estos compuestos son por sí solos, suficientes para atraer a los machos. Hay al menos otros cuatro compuestos menores: (E,Z)-7,9- dodecadien-1-ol (E7,Z9-12OH), acetato de (Z)-9-dodecenilo (Z9-12:Ac), acetato de (E)-9-dodecenilo (Z9-12:Ac) y acetato de 11-dodecenilo (11-12:Ac) presentes cuya función debe aún verificarse (Benelli *et al.*, 2023a).

L. botrana tiene actividad sexual al anochecer en un tiempo de entre 2 a 4 h (Lucchi *et al.*, 2018b), detectando los machos la feromona sexual a través de neuronas olfativas

ubicadas en las antenas y vuelan con patrón zigzagante hacia una fuente de olor y localizando así las hembras (Benelli *et al.*, 2023a).

3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA BIOLOGÍA DEL INSECTO

3.1. Temperatura

La temperatura es la variable meteorológica que más incide en el desarrollo de *L. botrana* (Torres-Vila, 1996a; Benelli *et al.*, 2023a). Un informe de SENASICA (2022) refiere que el rango de temperaturas para el desarrollo de *L. botrana*, está entre 10-30 °C como mínima y máxima, respectivamente. Las condiciones óptimas para la palomilla europea de la vid son temperaturas de 26 a 29 °C, y una humedad relativa del 40-70%. Temperaturas por debajo de 8 °C y mayores a 34 °C ocasionan la muerte de larvas.

Las primaveras calurosas y la sequía destruyen los huevos, larvas y las pupas (Coscollá *et al.*, 1986). La temperatura del anochecer afecta directamente el vuelo, el apareamiento y la puesta de huevos de los adultos (Benelli *et al.*, 2023a). En las hembras, la temperatura puede regular el desarrollo ovocitario y la producción de huevos, que alcanzan un máximo a una temperatura en torno a los 22°C (Torres-Vila, 1995a). Temperaturas elevadas actuando sobre el huevo y/o sobre la oruga, pueden inducir dormancia en la crisálida dando adultos más pequeños y afectando su potencial reproductivo (Torres-Vila, 1995a; Benelli *et al.*, 2023a).

En un informe del COSAVE publicado en el 2017 se explica que el mecanismo de inhibición de la diapausa, todavía no es bien conocido pero infiere que interviene decisivamente la temperatura media de final del invierno e inicio de primavera en la manifestación de la misma. Entre otras características se puede mencionar que las pupas en diapausa pueden soportar temperaturas más bajas que las pupas que no están en diapausa.

3.2. Humedad Relativa, Precipitación y Viento.

Las humedades relativas extremas pueden causar la muerte de huevos y crisálidas, sin embargo, resultan menos afectadas las orugas. En adultos determina la actividad y longevidad, especialmente si no disponen de agua líquida (Coscollá *et al.*, 1986; Torres-Vila, 1995a). Las lluvias abundantes y los fríos primaverales resultan perjudiciales para la evolución

del insecto, así como, el viento y la lluvia afectan la oviposición de las hembras, la vida de las orugas y la actividad de los adultos al afectar su vuelo (Torres-Vila, 1995a; Savopoulou-Soultani *et al.*, 1998).

3.3. Fotoperíodo

La mayor duración de la fotofase puede incrementar la fecundidad de la hembra (Savopoulou-Soultani y Tzanakakis, 1979; Torres-Vila, 1995a). Reditakis y Karandinos (2001) investigaron los efectos de varios fotoperíodos diarios y no diarios y de la temperatura, experimentados por huevos y larvas, sobre la inducción de la diapausa pupal llegando a la conclusión que períodos de luz de 8 a 12 h de duración durante al menos la mitad de la etapa de huevo-larva inducen la diapausa en las larvas para pasar al estadio de pupal. El crepúsculo determina el ciclo diario de la actividad de los adultos (González, 2010; Luchi *et al.*, 2018b).

3.4. Cambio Climático.

En general, las vides responden a calentamiento global con una brotación, floración, envejecimiento y cosecha más temprana. A su vez los intervalos entre las etapas fenológicas mencionadas, son más cortos generando consecuencias en la sincronía en el desarrollo de las plantas de vid y sus respectivas plagas insectiles (Reineke & Thiéry 2016).

El cambio climático global, particularmente el aumento general de las temperaturas promedio, influyen en la fisiología, fenología, voltinismo y rangos de distribución de *L. botrana*. Al ser una especie multivoltina, se puede esperar que debido a las temperaturas más altas del invierno y principios de la primavera, los adultos emerjan antes de las pupas hibernantes, logrando una generación adicional por año (Reineke & Thiéry 2016; Benelli *et al.* 2023a). En España y en Portugal las poblaciones muestran un cuarto vuelo adicional completo (Benelli *et al.*, 2023a), al igual que en Argentina (Speed Agro, 2020).

Nuevos estudios indican que la plaga se desplazará significativamente hacia el norte en el hemisferio norte. El cambio climático hará que *L. botrana* sea más débil ante el ataque de parasitoides al disminuir la reserva de lípidos en las larvas (Benelli *et al.*, 2023a).

Castex y colaboradores (2018) plantearon que las relaciones tritróficas (planta hospedante, plaga y enemigo natural) son particularmente importantes en el contexto de agricultura sostenible porque están en el corazón del control integrado de plagas, por lo tanto los cambios en el clima a futuro influyen en esas relaciones.

Varios lepidópteros Tortricidae están adaptados para resistir inviernos fríos y secos y son conocidos por ser capaces de sobrevivir a bajas temperaturas invernales de -22°C. Climas templado e inviernos húmedos cuando se combinan son catastróficos en particular para aquellos insectos que hibernan como pupas debido a una mayor virulencia de hongos entomófagos o antagonistas bacterianos (Reineke & Thiéry, 2016).

4. RELACIÓN PLANTA E INSECTO

Como se mencionó anteriormente *L. botrana* es un lepidóptero polífago tanto de plantas silvestres como cultivadas (Coscollá 1997; González, 2010; Ioriatti *et al.*, 2011) que debido a su fenología o al tipo de frutos de las plantas hospedante, no puede completar todo su ciclo de vida anual en algunas de ellas (Torres-Vila *et al.*, 2012). Si lo hace en el arbusto *D. gnidium* L. y desde el cual *L. botrana* se trasladó a la vid (**Maher y Thiéry, 2006**).

La planta hospedante influye en el tamaño de la hembra, característica que a su vez, se correlaciona positivamente con la fecundidad, el tamaño del huevo y la longevidad (Torres-Vila *et al.*, 1995b). También influye el tamaño del macho sobre la longevidad, el número y tamaño de espermátóforos a lo largo de la vida. (Torres-Vila *et al.*, 1995b). Se ha observado, además, que *L. botrana* prefiere las uvas afectadas por la pudrición porque mejora la alimentación de las larvas y aumenta la fecundidad de las hembras (Benelli *et al.*, 2023a).

Hay otros tortricidos que pueden coexistir con *L. botrana* especialmente en la etapa larvaria: *E. ambiguella* (cochylis), *Argyrotaenia ljungiana* (Thunberg) (eulia), *Sparganothis pilleriana* (Denis & Schiffermüller) (vine pyral) (Bovey 1966) y *Paralobesia viteana* (Clemens), plaga importante de la vid en el este de América del Norte (Rufus *et al.*, 2012).

La planta hospedante, su defensa inmunitaria, la variedad y la fenología de la vid, influyen en la supervivencia de las larvas y tamaño de los adultos de *L. botrana* (Torres-Vila *et al.*, 2012). También la planta huésped, la composición química de la superficie de la fruta y el contenido de azúcar, influyen en el comportamiento de oviposición de las hembras de *L. botrana* y se ha encontrado un detector de fructosa específico en el ovopositor de las hembras (Benelli *et al.*, 2023).

También se han identificado compuestos orgánicos volátiles emitidos por la vid que actúan como atrayentes para *L. botrana* en el reconocimiento de plantas hospedantes (Tasin *et al.*, 2005).

Otros tipos de compuestos volátiles que pueden influir sobre el insecto son olores asociados a microorganismos que determinan la calidad del alimento de la planta hospedante para las larvas. Estos olores podrían usarse para desarrollar nuevos sistemas de monitoreo o control (Larsson Herrera *et al.*, 2020).

Los adultos de *L. botrana* se sienten atraídos por los olores volátiles emitidos por fuentes potenciales de alimentos, en particular azúcares y sustancias nitrogenadas (Benelli *et al.*, 2023a). Probablemente existen también diversas sustancias volátiles producidas por algunas variedades de uva que pueden atraer en mayor o menor medida al insecto.

Markheiser y colaboradores (2020) sugieren que las hembras tienen la capacidad de percibir compuestos orgánicos volátiles no solo por las antenas sino también a través del ovipositor que podría atraerlos o repelerlos para la puesta de huevos. Estamos todavía lejos de comprender cuál es la mezcla de olores que atrae a las hembras (Benelli *et al.*, 2023a).

Las condiciones son más favorables para la plaga si el sistema de conducción de la vid es en parral y con variedades de brotación temprana (Speed Agro, 2020). El conocimiento resumido anteriormente destaca la necesidad de incrementar las investigaciones sobre estos temas, para una mejor comprensión de la dinámica de la población de *L. botrana* (Benelli *et al.*, 2023a).

5. SERVICIOS AGROECOSISTÉMICOS: ACCIÓN DE ORGANISMOS NATURALES SOBRE LA PLAGA

Ante los actuales desafíos sanitarios y medioambientales, la viticultura está directamente relacionada con la necesidad de reducir el uso de pesticidas (Charbonnier *et al.*, 2020). En viñedos con cobertura verde las especies vegetales que coexisten entre las hileras pueden hospedar insectos que proporcionan importantes servicios agroecosistémicos como reguladores de las poblaciones de fitófagos y otros como polinizadores (López Plantey, *et al.*, 2018). Por ello es necesario establecer estrategias de MIP que favorezcan el incremento y la conservación de los enemigos naturales como servicios agroecosistémicos, como nuevos estudios que identifiquen las distintas especies de artrópodos fitófagos y benéficos que contribuyen al conocimiento de la artropofauna del cultivo de la vid (Holgado *et al.*, 2018).

Hay una variedad de organismos que interactúan con *L. botrana* en la naturaleza y potencialmente regulan su abundancia, ocupación y dinámica de población como varios depredadores. Ha sido observada la influencia de murciélagos, pájaros, arañas, insectos,

parasitoides y microorganismos entomopatógenos como virus, procariontes, hongos, protozoos y nematodos (Torres-Vila, 1995a). Los insectos depredadores pertenecen a los órdenes Dermaptera, Hemiptera, Neuroptera, Diptera y Coleoptera; mientras que entre los arácnidos se incluyen las arañas de las familias Clubionidae, Theridiidae, Thomisidae, Linyphiidae y Salticidae (Araneae) (Torres-Vila, 1995a ; Coscollá, 1997)).

Los servicios naturales de control de plagas proporcionados por los murciélagos se han demostrado en otros cultivos y se mencionan como una forma de reducir el uso de pesticidas (Charbonnier *et al.*, 2020). Estos servicios de control de plagas proporcionados por los murciélagos, que tienen dieta insectívora nocturna, son muy importantes y pueden ser predadores de plagas de la vid (Baroja *et al.*, 2019; Charbonnier *et al.*, 2020).

López PLantey *et al* (2018) citan en viñedos de Mendoza, Argentina, a la chinche depredadora *Zelus renardii* (Kolenati) (Hemiptera), un heteróptero de reciente introducción en el país desde Chile, proponiendo que la explosión de sus poblaciones puede ser un hecho beneficioso para eventuales plagas de los viñedos.

6. MANEJO INTEGRADO DE *Lobesia botrana*

6.1. Monitoreo

Curvas de vuelo

Las curvas de vuelo son representaciones gráficas que registran en las ordenadas el número de polillas macho capturadas en las trampas y en las abscisas la fecha en la que se realizó la captura. Estas curvas muestran los ciclos que presenta la polilla durante un período de tiempo, que corresponde a una campaña completa (desde el primer vuelo hasta la cosecha de la vid (Silva *et al.*, 2013).

Para determinar el momento oportuno de tratamiento y realizar una estrategia de lucha adecuada es necesario seguir la evolución del vuelo de adultos de cada generación mediante trampas de feromonas sexuales para el monitoreo, información que se complementa con observaciones en campo sobre la evolución de la puesta y la eclosión de huevos (Comunidad Autónoma de La Rioja, 2023).

El monitoreo no sólo es útil para determinar la presencia de la plaga y seguir la evolución de la población sino también para verificar la eficacia de los métodos de control

químico y con feromonas, obtener los períodos de actividad diaria y optimizar la liberación de feromonas sintéticas a través de dispositivos de aerosol automatizados (Benelli *et al.*, 2023b).

Dagatti y Becerra (2015), concluyeron que en Mendoza, Argentina, el 1er vuelo ocurre en octubre con un promedio de 204,05 $\pm$ 10,73 grados día, el 2do vuelo ocurre en diciembre con un promedio de 728,34 $\pm$ 41,95 grados día, el 3er vuelo se produce en enero con una media de 1329,08 $\pm$ 151,35 grados día, y el 4º vuelo a mediados de febrero con una media de 1721,84 $\pm$ 116,63 grados día. La investigación se basó ajustando el modelo de Touzeau (1981), que utiliza los grados días (GD) con un umbral mínimo de desarrollo de 10 °C, que es la temperatura mínima por debajo de la cual el desarrollo de *L. botrana* se interrumpe (Dagatti & Becerra, 2015). El método de GD se basa en la suma de las acumulaciones diarias de temperatura, para luego transformarlas en GD y relacionarlas con las fechas de vuelo estacional de adulto, posturas de huevos, diferentes estados y estadios. Este estudio corroboró un cuarto vuelo en Mendoza, tal como lo definieron anteriormente, en una investigación también basada en GD Silva y colaboradores (2013).

Rexhaj y Shahini (2017), mediante el seguimiento de la población de *L. botrana* utilizando feromonas sexuales, determinaron en Albania que la polilla europea de la vid presenta tres generaciones al año. Estimaron la incidencia media y la gravedad ponderada de la infestación por esta plaga clave de la vid, y el momento de intervención con *B. thuringiensis* que se basa precisamente en la curva de vuelo de los adultos de *L. botrana*.

El monitoreo puede estar dirigido a seguir al insecto en distintas etapas de su desarrollo. El conteo de huevos es un método confiable, pero no ha dado resultados prácticos todavía (Markheiser *et al.*, 2020). El seguimiento de la evolución de las larvas es fundamental durante la primera generación, cuando éstas construyen nidos visibles en las inflorescencias y el daño es limitado. En la segunda y tercera generación, el monitoreo de los huevos es crucial para prevenir el daño, mientras que el monitoreo de las larvas es relevante sólo para evaluar los niveles de infestación (Benelli *et al.*, 2023b).

La búsqueda de pupas, que se esconden en las hojas, la corteza o el suelo, no es un método factible para estimar poblaciones. El adulto es la única etapa que se puede muestrear pasivamente usando trampas de feromonas. Estas permiten atraer a los machos de la especie, pero no a las hembras (Benelli *et al.*, 2023b).

Otra metodología de monitoreo consiste en usar señuelos de alimento que se basan en la fermentación de soluciones que contienen azúcar. Uno de los inconvenientes de este

método está asociado con la pegajosidad de la solución de azúcar, la poca selectividad y la necesidad de recarga periódica (Ioriatti *et al.*, 2011).

La electrónica y la informática están allanando el camino para desarrollar dispositivos de monitoreo automatizados, basados en sensores infrarrojos, sensores de audio y clasificación basada en imágenes y desarrollos recientes, incluido el aprendizaje automático y el internet de las cosas (Lima *et al.*, 2020).

Brindan dos beneficios sobre las trampas manuales tradicionales: alta resolución temporal y acceso a la red, indicando entre otras cosas, la hora del día en que la plaga está activa. Este parámetro puede ser de suma utilidad para cronometrar los difusores automáticos de feromonas (puffer) con lo cual se reducirían los costos en las feromonas (Benelli *et al.*, 2023b). Por ejemplo, el conocimiento de que los machos de *L. botrana* vuelan durante un período de 1 a 3 horas a partir de la puesta del sol podría ser usado como un dato de entrada al sistema informático, lo cual permitiría sincronizar los emisores de feromonas (Lucchi *et al.*, 2018b).

Asimismo, otro sistema de monitoreo que podría ser interesante en el futuro es el que utiliza trampas de “golpes de ala”. Éstos codifican el aleteo de una polilla que cruza una matriz de sensores ópticos led, pudiendo detectar con claridad el momento en el cual los insectos se encuentran en vuelo (Faria *et al.*, 2021).

Modelos

Los modelos buscan simular la evolución de los diferentes estados de desarrollo del insecto, mediante el empleo de modelos matemáticos, establecidos en base a información de tipo biológico e integrando para su funcionamiento información de tipo climático (Torres-Vila, 1995a). Hoy en día, los modelos fenológicos, fisiológicos y preventivos son fundamentales en el manejo integrado de plagas (Benelli *et al.*, 2023b). Se han utilizado modelos fenológicos para determinar el mejor momento para la aplicación de insecticidas. Estos evalúan la relación entre las capturas de *L. botrana* en las trampas de feromonas y las acumulaciones de grados-día (Touzeau 1981; Gallardo *et al.*, 2009).

Hay modelos fisiológicos que incluyen parámetros ambientales y de historia de vida (Benelli *et al.*, 2023b). Sin embargo, los modelos basados en la acumulación de grados-día, tienen la ventaja de ser más simples de desarrollar y más fáciles de usar por los productores. Estos deben de ser validados localmente, porque las integrales térmicas varían debido a diferencias

lógicas atribuibles al paso del tiempo y a las distintas localizaciones geográficas (Gallardo *et al.*, 2009, Silva *et al.*, 2013, Dagatti & Becerra, 2015). Es importante obtener registros de datos durante varios años para conocer la modalidad de instalación del insecto en la región (Silva *et al.*, 2013).

Varios investigadores han propuesto modelos predictivos del desarrollo de *L. botrana* basados en la relación entre temperatura y la tasa de desarrollo (Benelli *et al.*, 2023b). La aplicación de estos modelos a una determinada área geográfica puede ser de gran utilidad aunque requiera de ajustes a las condiciones locales como lo demostraron Flores y Azin (2016) en Mendoza, Argentina. Reineke y Thiéry (2016) también han estudiado el desarrollo de modelos fenológicos basados en temperatura tanto para la vid como para *L. botrana* los cuales pueden contribuir a comprender el impacto del cambio climático en la fenología de estos organismos. Sin embargo, es importante destacar, que el uso de estos modelos no reemplaza la necesidad de programas comunes de monitoreo ni de establecer umbrales económicos para el manejo de la plaga (Benelli *et al.*, 2023b).

El conocimiento de la distribución espacial de las poblaciones de *L. botrana* es importante para un umbral de intervención. Las inspecciones directas de plantas a campo y los umbrales de intervención ayudan a los agricultores a decidir si usan insecticidas y cuando realizar las aplicaciones (Speed Agro, 2020; Benelli *et al.*, 2023b).

Para tener estrategias efectivas para el control de *L. botrana* es necesario desarrollar herramientas que sirvan de apoyo a los programas de muestreo y el momento de aplicaciones de insecticidas, debiendo los servicios de extensión y técnicos consultores realizar evaluaciones de huevos y larvas para estimar el nivel de infestación (Benelli *et al.*, 2023b).

Pascualli y colaboradores (2022), para superar la falta de datos que hay sobre la función mortalidad, estimaron la misma a partir de datos de campo, y el método de estimación permite determinar sus coeficientes teniendo en cuenta el error de medición de las observaciones.

Estos modelos tienen enfoques muy prometedores para pronosticar la infestación si brindan resultados cualitativos confiables o son fácilmente ajustables a otras condiciones locales (Benelli *et al.*, 2023b).

6.2. Manejo con insecticidas de síntesis

Plaguicidas autorizados en la Argentina

El SENASA ha autorizado para su uso en el país a los plaguicidas clorantraniliprole, indoxacarb, spinetoram, metoxifenocida, novaluron, benzoato de emamectina y un formulado a base de Lambda-cyhalotrina con Clorantraniliprole. Entre otros productos se mencionan los bioinsecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* variedad kurstaki, y *Beauveria bassiana*, así como la feromona E/Z-7,9 dodecadenil acetato y el extracto de ajo (contenido mínimo de alicina) está aprobado como repelente de uso complementario con los productos previamente mencionados (SENASA, 2023; ISCAMEN, 2023).

A pesar de la aplicación generalizada de la técnica de confusión sexual con feromonas y las recientes restricciones en el uso de insecticidas, *L. botrana* todavía se maneja con este último tipo de productos en amplias superficies en todo el mundo (Benelli *et al.*, 2023b).

En los programas de control de plagas que se basan en el empleo de insecticidas, se han incorporado algunas herramientas que mejoran la racionalidad en el uso de estos principios activos de síntesis química. Entre estas mejoras se puede mencionar la determinación del momento de aplicación basado en el empleo de trampas de captura de insectos, uso de modelos de pronóstico y en inspecciones visuales (Speed Agro, 2020; Benelli *et al.*, 2023b). El número de aplicaciones por año quedará supeditado estrictamente a la densidad de población, el cultivo (es decir, uvas para vino o de mesa) y los niveles de daños económicos relacionados (Speed Agro, 2020).

En Argentina para realizar las aplicaciones foliares de productos destinados al control de la polilla de la vid, se consideran las alertas emitidas por el SENASA (Gobierno de Argentina, 2023). Este organismo, basándose en datos recopilados por estaciones de monitoreo considerando la fenología del cultivo, proporciona alertas que orientan a los productores en la implementación de medidas fitosanitarias (SENASA, 2010b). La primera alerta se emite cuando los racimos florales del cultivo son visibles, alcanzando entre 5 y 7 centímetros de tamaño (Gobierno de Argentina, 2023). La segunda alerta se lanza cuando los racimos muestran bayas verdes, aproximadamente del tamaño de una arveja (Gobierno de Argentina, 2020).

En el caso específico de *L. botrana*, es común establecer un umbral de daño alto para la primera generación, especialmente en cultivares de vid con abundantes inflorescencias, mientras que en la segunda y la tercera generación, que se consideran las más destructivas,

se fija un umbral de daño más bajo. Este último suele ser de 1 a 15 % de racimos infestados (Benelli *et al.*, 2023b). En el caso específico de Mendoza, con un 3 % de glomérulos verificados a campo, el control deberá ser más agresivo en el segundo vuelo, a principios de noviembre (Speed Agro, 2020).

Los tratamientos con insecticidas generalmente se programan en la fase fenológica de la vid de pre-cierre y luego del envero de racimos. Estos tienen como objeto controlar a huevos o larvas de primer estadio (Coscollá, 1997).

A continuación, se mencionan los productos mayormente empleados en la actualidad para el control químico de *L. botrana*:

Los insecticidas selectivos como los reguladores del crecimiento de insectos, incluidos los inhibidores de la síntesis de quitina, los agonistas de la hormona juvenil y los agonistas de la hormona de la muda o compuestos aceleradores de la muda, son productos efectivos a bajas concentraciones. Además, son potencialmente menos peligrosos para especies no objetivo como mamíferos y ácaros depredadores, en consecuencia, se han considerado como una alternativa a varios compuestos convencionales (Tirello *et al.*, 2013; Herrera, 2019).

El piriproxifeno afecta el crecimiento y desarrollo (mimético de la hormona juvenil) (IRAC, 2023) atacando al sistema hormonal endocrino y perturba el proceso de pupación y el desarrollo embrionario en huevos recién puestos (Benelli *et al.*, 2023b). No está autorizado para *L. botrana* en Argentina (SENASA, 2010; ISCAMEN, 2023) y si en Chile (SAG, 2023), Perú (Gobierno de Perú, 2023) y en la Unión Europea (UE, 2023).

El flufenoxuron y lufenuron, actúan también sobre el crecimiento y desarrollo inhibiendo la síntesis de la quitina (IRAC, 2023) y aplicados sobre la primera generación de larvas de *L. botrana*, demostró ser eficaz reduciendo significativamente la población de la segunda generación (Pavan *et al.*, 2014). Sin embargo no están autorizados para *L. botrana* en Argentina (SENASA, 2023; ISCAMEN 2023) y Chile (SAG, 2023). Actualmente son sustancias activas no aprobadas en Unión Europea (Gobierno de España, 2024). Lufenuron si está permitido para su aplicación en vides en Perú (Gobierno de Perú, 2023).

El indoxacarb es un insecticida de la clase química de las oxadiazinas, el cual actúa inhibiendo la entrada de iones de sodio en las células nerviosas de los insectos objetivo, con el consecuente bloqueo del sistema nervioso de los mismos (CIATI, 2022). Sin embargo, recientemente al solicitarse la renovación de la molécula activa de indoxacarb en la UE, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) consideró elevado el riesgo a largo plazo

para los mamíferos silvestres, en particular para mamíferos herbívoros pequeños y por lo tanto no se renovó la aprobación de la sustancia activa (CIATI, 2022).

El metoxifenozone es una hidracilhidracina que actúa sobre el crecimiento como agonista del receptor de ecdisona (IRAC, 2023). Es efectivo después de la ingestión o el contacto con las larvas. Éste induce en los insectos que se encuentran en ese estadio a mudar de manera prematura. El producto tiene además, actividad ovicida. Cuando se administra por vía oral a adultos reduce la fecundidad y fertilidad del insecto pero no su longevidad (Sáenz de Cabezón Irigaray *et al.*, 2005; Benelli *et al.*, 2023b). Al ser un ovicida eficaz, sería interesante revisar la estrategia clásica de control químico basada en insecticidas neurotóxicos dirigidos a las larvas de *L. botrana*. (Benelli *et al.*, 2023b). Las pulverizaciones de metoxifenozone para la segunda y tercera generación se deben aplicar durante el pico de vuelo, para cubrir el período de oviposición y eclosión de huevos. (Sáenz de Cabezón Irigaray *et al.*, 2005).

El clorantropilprole actúa sobre el sistema nervioso y muscular con modo de acción como agonista de la modulación de recepción de la rianodina (IRAC, 2023). Muy usado en MIP, alcanzó un alto nivel de toxicidad para las larvas de *L. botrana* en el laboratorio y fue muy efectivo en viñedos causando a campo mortalidad de huevos, no afectando al ácaro depredador *Amblyseius* (*Neoseiulus*) *californicus* (McGregor) y a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) (Benelli *et al.*, 2023b).

El benzoato de emamectina es una lactona macrocíclica que a través de su ingestión afecta el sistema nervioso y muscular actuando sobre los moduladores alostéricos (moléculas receptoras) del canal de cloro dependiente de glutamato (principal neurotransmisor excitatorio del cerebro) (IRAC, 2023). Es efectivo a concentraciones muy bajas (Boselli *et al.*, 2008). Es considerado inofensivo para los enemigos naturales y se puede usar previo a la cosecha por su breve periodo de carencia (Liguori *et al.*, 2010).

El Spinetoram actúa sobre el sistema nervioso como modulador alostérico del receptor nicotínico de la acetilcolina excitando el sistema nervioso (IRAC, 2023). Para Varela y colaboradores (2010), el Spinetoram es cuestionado porque puede ser tóxico para parasitoides himenópteros. Sin embargo, aplicado sobre vides para controlar la segunda generación de larvas, tiene una eficacia similar a la de metoxifenocida y clorantropilprole (Forte *et al.*, 2014).

Los productos a base de *Bacillus thuringiensis* se utilizan comercialmente contra la *L. botrana* tanto en manejo integrado de plagas como en viticultura orgánica (Herrera *et al.*,

2016). Actúan sobre el sistema digestivo de insectos como disruptores microbianos de la membrana digestiva (IRAC, 2023).

La exploración de nuevos productos naturales generados por los simbioses de los nematodos entomopatógenos, como bacterias pertenecientes a los géneros *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, puede contribuir al desarrollo de nuevas herramientas para el control de *L. botrana*. Sin embargo, es necesaria una adecuada evaluación a campo de estos microorganismos. (Benelli *et al.*, 2023b).

Resistencia a Insecticidas

Hay muy pocos informes de resistencia a insecticidas para *L. botrana*, incluida la resistencia a indoxacarb en Italia y Turquía, y resistencia a piretroides y spinosad en poblaciones del insecto en Grecia, y recientemente de Turquía (Benelli *et al.*, 2023b).

Una de las principales dificultades para realizar bioensayos para evaluar respuestas a plaguicidas en *L. botrana*, es la crianza lenta y elaborada de cepas recolectadas en el campo. Es esperable que en un futuro próximo se incremente el número de ensayos vinculados a esta temática dada la escasez de moléculas disponibles para estrategias de control más adecuadas (Benelli *et al.*, 2023b).

Efectos Secundarios y Subletales de los Insecticidas

Se han realizado investigaciones para estudiar el efecto de los insecticidas en la producción y liberación de feromonas y en la detección y orientación de las feromonas sexuales por parte de los machos (Navarro-Roldan *et al.*, 2019). Sin embargo, es muy escaso aún hoy el conocimiento sobre el impacto de las dosis subletales de insecticidas en el monitoreo y control de semioquímicos en condiciones de semi-campo y de campo (Benelli *et al.*, 2023b).

Gavara y colaboradores (2022) clasifican los mecanismos implicados en la TCS contra plagas en competitivos o no competitivos. En el caso de los mecanismos competitivos, los machos son capaces de responder a las señales de las hembras porque no están alterados fisiológicamente. En este caso, la disrupción es el resultado de la competencia entre hembras y difusores. Los mecanismos no competitivos, resulta de un efecto sobre la composición de la señal o de alteraciones fisiológicas en la hembra o el macho e influyen, en la desensibilización y el camuflaje, cuando la hormona de una hembra se vuelve imperceptible debido a su

combinación con la hormona liberada. Para medir la respuesta de los insectos ante la fuente de olor, hoy se realizan experimentos electrofisiológicos como la técnica del electroantenograma (EAG) (Chaparro & Molina, 2021).

No es claro aún, si la TCS es competitiva o no en *L. botrana*, porque la exposición prolongada a una gran concentración de feromonas reduce las respuestas antenales y de vuelo (Gavara *et al.*, 2022).

Una reducción en la atracción generada por la hembra asociada a una disminución en la concentración del atrayente, podría hacer que los señuelos de feromonas artificiales sean más atractivos que las hembras, y en consecuencia, aumentaría la eficiencia de las trampas de monitoreo y de interrupción de apareamiento. Por lo tanto, las dosis de insecticidas subletales pueden generar sinergia en la interrupción del apareamiento, pero al mismo tiempo pueden sobrestimar los recuentos de población (Benelli *et al.*, 2023b). De igual manera un deterioro de detección y respuesta a feromonas en los machos podría potenciar la interrupción de apareamiento no competitivo y aumentar su atracción a los difusores porque tienen más tasa de emisión que las hembras (Benelli *et al.*, 2023b).

Los efectos subletales de los insecticidas pueden afectar notoriamente el manejo integrado de la plaga influyendo, directa o indirectamente, sobre la fenología de emergencia de adultos, la protandria y la resistencia de los parasitoides a través del sistema inmunitario de las larvas y otras estrategias de defensa (Thiéry *et al.*, 2018).

6.3. Manejo de la confusión sexual

El desarrollo de la Técnica de Confusión Sexual (TCS), data de la década de los 60, y puede definirse como la perturbación de la atracción sexual de los machos hacia las hembras, provocada por la impregnación del aire de forma homogénea con la feromona específica, difundida a partir de numerosos puntos de emisión (Torres-Vila, 1995a). La consecuencia es una reducción de la tasa de acoplamientos en la población, una fuerte disminución de la cantidad de individuos y por lo tanto una reducción de los daños ocasionados al cultivo y la producción. (Torres-Vila, 1995a). La técnica es preventiva y el producto que se utiliza es inocuo para la fauna auxiliar y los seres humanos. (Torres-Vila, 1995a; Benelli *et al.*, 2023b).

La puesta a punto del método de confusión sexual para *L. botrana* se inició prácticamente tras la síntesis de la feromona y su producción en cantidad suficiente (Torres-Vila, 1995a). Los conocimientos acumulados en los siguientes años, junto con una mejor

comprensión del comportamiento reproductivo del insecto, han posibilitado que la efectividad actual sea satisfactoria y al menos análoga a la conseguida con el uso de insecticidas de síntesis química (Torres-Vila, 1995a).

Las feromonas sexuales pueden ser producidas por los dos sexos, pero en *L. botrana* sólo se han descrito en la hembra, aunque existen evidencias que señalan su existencia en el macho (Torres-Vila, 1995a; Tasin, 2005). Estos metabolitos posibilitan la orientación a larga distancia del macho ayudando a la localización de la hembra, el cortejo y el acoplamiento (Torres-Vila, 1995a; Benelli *et al.*, 2023b). La molécula química que tiene la acción atrayente hacia los machos fue descrita en 1973 (Torres-Vila 1995a). El principal compuesto de la feromona de *L. botrana* y que se utiliza comercialmente es el acetato de (E,Z)-7,9-dodecadienilo (Becerra, 2016; Speed Agro, 2020) .

Las primeras pruebas de TCS contra *L. botrana* se llevaron a cabo en Francia, y en Italia. Hoy en día se aplica en aproximadamente 300.000 ha de viñedos europeos, es decir, alrededor del 6-7% del área total de cultivo de vid (Benelli *et al.* 2023b). Esta técnica es uno de los métodos de biocontrol más efectivos utilizados contra *L. botrana*, en grandes áreas y a largo plazo, por su alta selectividad y un impacto ambiental negativo muy bajo (Speed Agro, 2020; Benelli *et al.*, 2023b). No genera resistencia, ni perturba a otras especies.

El tratamiento por TCS ha consistido típicamente en difusores pasivos aplicados manualmente (pequeños recipientes de plásticos llenos o impregnados con feromona) desplegados en el campo a altas densidades. Sin embargo, existen otros tipos de difusores, los de aerosol automáticos programables, que han demostrado una eficiencia similar a densidades muy bajas, 2 a 5 unidades por ha (Gavara *et al.*, 2022).



Figura 4: Difusor pasivo de feromona. Fuente: SENASA.

La dispersión de la feromona en el ambiente se consigue a través del empleo de emisores o difusores. Estos son diseñados de manera diferente según la marca comercial, pero básicamente son dispositivos que llevan en su interior la feromona en forma líquida, para ser emitida y volatilizada al medio ambiente del cultivo en forma progresiva. La duración de esta emisión puede ser de hasta 6 meses. Dependiendo de la formulación, se colocan de 200 a 500 difusores por ha, antes del inicio del primer vuelo estacional, porque el despliegue tardío provocará problemas de control (Benelli *et al.*, 2023b). Para Argentina las dosis recomendadas de feromonas varían de acuerdo a la marca comercial si es en forma de difusores, aerosol, sólida o líquida (SENASA, 2023). Experiencias en Mendoza aconsejan en general con alta presión de plaga, el empleo de 350 difusores por ha para la marca Rack 2 Plus (Becerra 2016), y otras experiencias entre 350 a 500 difusores por ha, en caso de usar puffer 3 por ha y de feromona floable 70 cc por ha (Speed Agro; 2020 ; Azin & Bartolucci, s.f.)

Cuando hay poblaciones del insecto muy elevadas, la eficiencia de la TCS resulta baja dado que se producen encuentros aleatorios por choques directos de polillas dentro de la nube de feromonas, por lo que igualmente se produce la cópula, y por lo tanto se genera descendencia y posteriormente los daños al cultivo. En estos casos la TCS debe ser acompañada con el empleo de insecticidas de síntesis química, por lo menos en el primer vuelo (Speed Agro, 2020; Azin & Bartolucci, s.f.). Para evaluar la efectividad del sistema de confusión sexual, se debe instalar trampas de feromonas para el monitoreo de la plaga, con

observaciones semanales para seguir el movimiento de los adultos dentro y fuera de la nube de feromonas (Becerra, 2016; Phytoma-España, 2023)

Una vez que la metodología se encuentra en funcionamiento, la ausencia de capturas de machos en las trampas permite verificar su correcto funcionamiento (Speed Agro, 2020).

Los dosificadores deben distribuirse uniformemente en el viñedo y deben fijarse a los sarmientos cubiertos de follaje para protegerlos de la exposición directa al sol y de las altas temperaturas. Se debe colgar el doble de difusores a lo largo de los bordes del viñedo para compensar la pérdida de concentración de feromonas en esas áreas (Asin & Bartolucci (s.f.); ISCAMEN 2018; Speed Agro, 2020; Benelli *et al.*, 2023). No obstante, sigue siendo crítico desarrollar y comercializar formulaciones más efectivas, más económicas y más fáciles de implementar (Benelli *et al.*, 2023b). Nuevas formulaciones en aerosol pueden liberar feromonas a intervalos de tiempo programados. Estos dispositivos activos requieren un número mucho menor de unidades por hectárea (3 a 5) porque liberan microgotas de líquido que flotan en el aire y se evaporan. Estos difusores se pueden ajustar fácilmente para liberar feromonas durante las horas en que los machos vuelan en busca de su pareja, entre las 21:00 y 23:00 lo que brinda una alternativa rentable y baja los costos de aplicación (Benelli *et al.*, 2023b).

La extensión de áreas bajo TCS en todo el mundo es una opción actual muy eficiente para el manejo de *L. botrana*. Los resultados prometedores obtenidos en California (NAPPO, 2016), sugieren que un proyecto a gran escala podría ser altamente efectivo (ISCAMEN, 2023).

6.4. Manejo Biológico

Se incluyen aquí los métodos de control que se basan en el uso racional y dirigido de los enemigos naturales, empleados hasta la fecha en *L. botrana*. (Torres-Vila, 1995a).

Controladores biológicos

La fisiología de *L. botrana*, le permite desarrollar una cierta inmunidad a parasitoides por alimentarse de muchas plantas hospedantes además de vides (Tasin, 2005), lo que aumenta su respuesta inmune. Esto podría explicar el mantenimiento de la polifagia (Benelli *et al.*, 2023b).

Como tendencia general, la tasa de parasitoidización de huevos y larvas es mayor en las dos primeras generaciones de *L. botrana* y disminuye en la generación de hibernación, que se ve afectada principalmente por parasitoides de larvas y pupas (Benelli et al., 2023b).

La mayoría de las especies asociadas con *L. botrana* (>95%) son himenópteros parásitos pertenecientes a las familias *Braconidae*, *Chalcididae*, *Elasmidae*, *Eulophidae*, *Ichneumonidae*, *Pteromalidae* y *Trichogrammatidae*, o pertenecen a dípteros *Tachinidae* (Torres-Vila, 1995a; Benelli et al., 2023). Los himenópteros aptos para ser criados en masa para liberación posterior en el viñedo son *Trichogramma spp* y *Campoplex capitator* Aubert (Salgado Navarro, 2021).

Benelli y colaboradores en 2023 evaluaron tres especies de *Trichogramma* (*T. cacaeciae* Marchal, *T. embriophagum* (Hartig) y *T. dendrolimi* Matsumura) en laboratorio y en campo para el manejo de *L. botrana* y *E. ambiguella*, con diferentes tasas de parasitoidización de huevos que oscilaron entre el 22,5 % y el 83,3 % respectivamente. Estos resultados contrastantes han llevado a un fracaso en el uso de estos enemigos naturales para el control de *L. botrana* y la investigación aún está en curso.

Campoplex capitator mostró tasas de parasitoidización de *L. botrana* interesantes. Tiene un rango de hospedantes limitado a unos pocos tortricidos que se alimentan de vides. Su crianza es difícil porque, como en otros icneumonidos, los fallos de apareamiento desplazan rápidamente la proporción de sexos hacia los machos. Sin embargo, un proyecto conjunto entre la Universidad de Pisa (Italia) y SAG (Chile) condujo a la cría masiva de *C. capitator*, seguida de su liberación para fines de manejo de *L. botrana* en Chile (Salgado Navarro, 2021). Los resultados aún deben evaluarse por completo, ya que la aparición de covid-19 truncó el trabajo. Sin embargo, esta especie todavía se considera uno de los parasitoides más prometedores para el manejo de *L. botrana*. (Benelli et al., 2023b)

También surgieron otros tres candidatos, a saber, *Dibrachys microgastri* (Bouché) (= *Dibrachys cavus* (Walker)) (Hymenoptera: Pteromalidae) (Coscollá 1980; Benelli et al., 2023), *D. affinis* Masi, 1907 (Coscollá 1980; Torres-Vila, 1995a; Benelli et al., 2023) y *Phytomyptera nigrina* (Meigen) (Diptera: Tachinidae) (Benelli et al., 2023). Coscollà en 1980 identificó a *D. microgastri* como un parasitoide adecuado de *L. botrana* en la zona vitivinícola valenciana y la mosca taquínida *P. nigrina* representa un importante endoparasitoide polífago para el control natural de *L. botrana* en Toscana (Italia) (Benelli et al., 2023b),

El uso exitoso de enemigos naturales como técnica de control de plagas requiere esfuerzos importantes. En este sentido la viticultura también tiene que evolucionar hacia

prácticas más respetuosas con el medio ambiente, favoreciendo a las poblaciones de enemigos naturales de *L. botrana*. Esta estrategia se presenta como una vía prometedora para el futuro control biológico (Benelli *et al.*, 2023b).

Bioplaguicidas

Se incluyen aquí los virus, bacterias, hongos y protozoos que causan enfermedades a *L. botrana*. (Torres-Vila, 1995a).

Bacterias

El empleo de *Bacillus thuringiensis* es un método de control satisfactorio que se dispone y resulta tan efectivo como los insecticidas convencionales. Su uso se ha generalizado a escala industrial en los últimos años en el control de los lepidópteros en general y de *L. botrana* en particular. La infección bacteriana ocurre también naturalmente en muchos casos (Torres-Vila, 1995a). El insecto ha sido exitosamente controlado usando ciertas cepas de *B. thuringiensis*. La mayoría de estas cepas tienen una mezcla de hasta ocho proteínas Cry diferentes, que aporta una gran diversidad de toxinas con actividad insecticida (Ruíz de Escudero *et al.*, 2006). Ninguna cepa comercial utilizada para el control de *L. botrana* contiene todas las proteínas más activas, como Cry1Ab, Cry2Ab y Cry9C. Esta combinación en una cepa en particular es probable que resulte altamente eficaz como bioinsecticida para su uso en el control de la polilla europea del racimo de la vid. (Ruíz de Escudero *et al.*, 2006).

Hongos

El uso de hongos entomopatógenos como estrategia de control de lepidópteros podría ser una herramienta alternativa para utilizar en un planteo de manejo integrado de plagas. El uso de este tipo de herramienta tiene varias ventajas, entre otras, evita la selección de individuos resistentes (López Plantey *et al.*, 2019).

Cytromices glaber Whem, *Verticillium heterocladium* Penz., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., *Beauveria densa* (Link) Fries y *Spicaria* (= *Isaria*) *farinosa* var. *verticilloides* (Vuil.) Fron., son hongos que causan mortalidad a las pupas invernantes de *L. botrana* (Torres-Vila, 1995a).

López Plantey y colaboradores en 2019 demostraron aislando varias cepas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium robertsii* de la zona vitivinícola Argentina que eran capaces

de infectar larvas de *L. botrana*. A su vez confirmaron que ambas especies se adaptaron a las condiciones específicas del viñedo estudiado. Asimismo, Altimira y colaboradores en 2019 y 2022 propusieron el uso de cepas de *B. pseudobassiana* durante el receso vegetativo para controlar las pupas invernates de modo de reducir el número de adultos en el siguiente vuelo. Aguilera-Sammaritano y colaboradores en 2018 evaluaron el uso de *M. anisopliae* para el manejo de diferentes etapas de desarrollo de *L. botrana*, mostrando un 85 % de mortalidad de pupas y adultos y un 75 % de mortalidad de larvas en el laboratorio, y hasta el 91 % a campo. El hongo microsporidio *Pleistophora lingerie* Paillo también ha sido mencionado infectando a la polilla europea de los racimos (Torres-Vila, 1995a).

Nematodos

Steinernema feltiae (Filipjev), *S. carpocapsae* Weiser, *S. riojaense* n. sp. y *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar), son nemátodos que en estudios de laboratorio fueron capaces de matar larvas y pupas de *L. botrana*, siendo *S. carpocapsae* la más eficiente (Benelli et al, 2023b).

Protozoos

Torres-Vila (1995a) cita también al microsporidio *Pleistophora legeri* Pailot, un protozoo que afecta específicamente a *L. botrana*. Este microsporidio recibe su nombre por las pequeñas esporas que produce (Becerra et al., 2015).

Virus

Enemigos naturales como los virus se han estudiado muy pocos. Existe una referencia de *Baculovirus orana* de 1986 con resultados de mortalidad sobre *L. botrana* entre 60 y 100% (Torres-Vila, 1995a; Becerra et al., 2015).

6.5. Manejo Mediante Macho Estéril

Existe un interés creciente en el desarrollo de la técnica del insecto estéril (TIE) como parte de la estrategia de manejo de *L. botrana* debido a su estatus de plaga en todo el mundo y la necesidad de erradicarla especialmente cerca de las áreas urbanas (FAO-IAEA, 2022). Durante los últimos diez años, han sido numerosos los intentos por poner a punto la TIE. Se ha trabajado sobre el desarrollo de métodos de crianza en masa y posterior liberación en el campo de los insectos tratados (FDF, 2015, 2016). Los estudios se han realizado a nivel de proyecto piloto y se complementaron con evaluaciones de competitividad, dispersión,

longevidad y supresión de la población a pequeña escala durante toda una temporada (Simmons *et al.*, 2021a ; Taret *et al.*, 2021).

L. botrana tiene un sistema de apareamiento monándrico en el que aproximadamente el 80% de las hembras se aparean una vez y solo el 20% se aparean más de una vez (Torres-Vila *et al.* 2002). En Chile, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), inició un proyecto piloto para desarrollar la TIE para *L. botrana*. Lograron producir 100.000 o más polillas por semana criadas con una dieta artificial (SAG, 2019).

A pesar de lograr buenos ejemplares irradiados, en Chile, la TIE no arrojó resultados satisfactorios debido a la alta población de polillas silvestres. La liberación de polillas estériles no alcanzó la proporción adecuada para lograr un control efectivo. Sin embargo, se observó una alta calidad en los insectos estériles. Se detectó que éstos ejemplares fueron capaces de volar hasta 800 m y vivir hasta 10 días (Simmons *et al.*, 2021a; Benelli *et al.*, 2023b).

En Argentina se inició un programa de liberación piloto y cría masiva a menor escala en cooperación con el programa chileno (Taret *et al.*, 2021).

6.6. Manejo Cultural

Para Torres-Vila (1995a) las prácticas culturales en el viñedo pueden afectar indirectamente a las poblaciones de *L. botrana*, pero en ningún caso han supuesto un medio de control efectivo. Sin embargo, se sostiene que amontonar tierra sobre los troncos de las plantas y eliminar de la corteza con guantes, pueden matar a las pupas que hibernan (Benelli *et al.*, 2023b),

La cosecha completa de frutos en viñedos, en especial los abandonados eliminando restos de racimos en invierno, la captura masiva con trampas de luz que atrapan adultos en recipientes con aceites o sustancias pegajosas., trampas alimenticias para atraer las mariposas hacia recipientes con líquidos donde se ahogan y pintado de las cepas con lechadas de cal o con sulfato de cobre, son algunas prácticas que ayudan para evitar el resguardo y la propagación de *L. botrana* (Becerra, 2016: ISCAMEN, 2023).

El manejo adecuado de flora silvestre, como intercalar cultivos o asociarlos con coberturas, aumenta la diversidad de plantas y artrópodos y esto puede mejorar la regulación natural de la polilla. La cobertura del suelo nativo aumentó el parasitoidismo en un 50%, en comparación con los viñedos con suelo desnudo (Benelli *et al.*, 2023b).

6.7. Consideraciones

Es claro que la clave para el manejo de la plaga está en la prevención de la introducción y/o dispersión de *L. botrana*, resultando a futuro menos costosa que la batería de medidas que deben sincronizarse en un plan de erradicación (Speed Agro, 2020). Por ello es vital que los artículos que entran, se mueven y/o egresan de un área delimitada debido al riesgo del traslado de la plaga, deben estar sujetos a reglamentaciones o procedimientos fitosanitarios (SAG, 2008; SENASA, 2023). Se consideran artículos reglamentados a la fruta fresca, material de propagación vegetativo y subproductos de la vid, maquinaria agrícola usada, elementos y transportes utilizado en la cosecha y acarreo en la producción vitivinícola, los vehículos particulares, transporte de cargas y pasajeros (SENASA, 2023).

Como necesidades futuras de gestión e investigación, Reineke y Thiéry en 2016, sostienen que nuevos estudios deben incluir datos sobre interacciones tritróficas (vid, plaga y enemigos naturales) supuestamente modificadas en los viñedos a la hora de predecir los impactos del cambio climático sobre los insectos que causan plagas en la vid. Además, los modelos de población existentes deben vincularse adecuadamente a varios escenarios de cambio climático y extenderse a las interacciones tritróficas relacionadas con las plantas de vid.

Es un compromiso de los técnicos hacer evidentes los costos ocultos y externalidades de distintas estrategias de control de plagas, como así también, diseñar alternativas de menor impacto ambiental para que puedan ser implementadas por productores de diferentes estratos económicos (Mendoza *et al.*, 2014).

7. PROGRAMAS DE MANEJO DE *Lobesia botrana*

7.1. Caso Chile y E.E.U.U.

Luego de la detección en 2008 en la Región Metropolitana de Chile, se inició un programa nacional de control para el manejo de *L. botrana*. Esto se logró mediante el despliegue de un programa de monitoreo de plagas en las áreas de producción de uva. Las medidas mayormente implementadas consistieron en la aplicación de TCS en toda el área, tratamientos insecticidas y controles regulatorios para las áreas de producción de uva. Se aplicaron tratamientos obligatorios en áreas dentro de los 500 m de una captura positiva con una cuarentena establecida dentro de los 3 km del hallazgo (SAG, 2015).

El período pico de detecciones proyectadas de *L. botrana*, elaborada por el sector privado, fue para la temporada de 2016-2017 (ASOEX, 2015) y desde entonces ha habido una

disminución significativa en las detecciones de polillas adultas en uvas del 60 % en el ciclo 2021/2022 (Coagra, 2022).

En EEUU se estableció un plan de erradicación que incluyó un programa de vigilancia, restricciones al movimiento de material vegetal y equipo, múltiples medidas de control, investigación y desarrollo de metodologías eficientes para el área afectada y un programa muy importante de divulgación de información a los agricultores (Simmons *et al.*, 2021b). El programa de control logró que las poblaciones disminuyeran drásticamente con el tiempo. En 2016, tras dos años sin detección, la plaga fue declarada erradicada (NAPO 2016; Simmons *et al.*, 2021b).

7.2. Caso Argentina

Se estableció aquí una alerta fitosanitaria para prevenir el ingreso de la plaga (SENASA 2009; Carmona Torres, 2009). Con su detección en 2010, Argentina estableció un programa nacional de control oficial para la prevención y erradicación de *L. botrana* y una red de trampeo de vigilancia (SENASA 2010a; 2010b). En Mendoza se ubicaron zonas de tratamiento del programa en función del grado de infestación y se establecieron protocolos para el transporte de uva dentro de cada zona. El programa proporcionó fondos para pagar pesticidas y entrega de emisores de feromonas para pequeños y medianos productores de uva. Las feromonas se aplicaron utilizando difusores atados a mano, pulverizaciones con máquinas y pulverizaciones aéreas. Las medidas de cuarentena incluyeron la restricción del movimiento de uvas y otros materiales que podría hospedar a la plaga, cubrir con lonas o telas los envíos de uvas a granel para evitar que las larvas dejen los envíos infestados, la destrucción de los desechos de la elaboración del vino y la eliminación de la fruta restante después de la cosecha (ISCAMEN, 2023).

A partir de 2010 se detectó *L. botrana* en las provincias de San Juan, Entre Ríos, Salta y Neuquén y se iniciaron programas de control en dichas provincias. Las medidas de control adicionales incluyeron un proyecto piloto para desarrollar y evaluar el uso de la TIE y las liberaciones del agente de control biológico clásico *C. capitator*. Desde el inicio del programa, para 2021 las provincias de Entre Ríos y Salta han logrado el estado de área libre de la plaga después de dos años sin detecciones (Gobierno de Salta 2021; SENASA 2021). Desde que en el año 2022 se detectara *L. botrana* en San Patricio del Chañar, Neuquén (Diario de Río Negro, 2022; Infocampo, 2022)), a junio del 2024 el SENASA no detectó al insecto en dicha localidad, logrando también el estado de área libre de la plaga (Realidad Económica, 2024).

Así mismo, las regiones vitivinícolas del norte, este y centro de Mendoza han logrado reducciones en las capturas de polillas de alrededor del 50% además, en las regiones vitivinícolas del sur de la provincia se han registrado poblaciones muy bajas (ISCAMEN, 2023). *L. botrana* todavía está presente en las áreas de cultivo de uva de la provincia de San Juan (SENASA, 2021; Pérez, 2023).

Cronología del proceso de detección, monitoreo, y manejo de *L. botrana* en Mendoza, Argentina.

Año 2009.

Teniendo la conformación de presencia de *L. botrana* en Chile, Argentina, como parte de medidas de prevención, implementó una red oficial de monitoreo con trampas específicas de atracción sexual, distribuidas a lo largo de las principales zonas productoras de vid del país (SENASA 2009).

Temporada 2010-2011.

El 3 de marzo de 2010 el SENASA reconoce que Mendoza tiene *L. botrana*, declarando la emergencia fitosanitaria en todo el territorio nacional con respecto a esta plaga. El 7 de octubre del año 2010 se crea el Programa Nacional de Prevención y Erradicación de *L. botrana* (PNPyELb) (SENASA, 2010b). Se declaró la emergencia agropecuaria en la provincia con una red de 2.434 trampas, que fueron monitoreadas en conjunto por el ISCAMEN, y en forma parcial junto al SENASA. Se denominó captura simple cuando al realizar una lectura en trampas se encuentra un ejemplar de *L. botrana* y captura o detección múltiple cuando hay más de un ejemplar (ISCAMEN, 2023).

Como parte del Programa Nacional de Prevención y Erradicación de *L. botrana* (SENASA, 2010), se implementó un sistema de vigilancia de la plaga, mediante el análisis de los datos obtenidos de las lecturas de las trampas con feromonas. Esta medida, proporcionó la información necesaria para generar, delimitar e informar las áreas bajo cuarentena y aquellas bajo plan de contingencia.

Se define a Área Reglamentada por presencia de la plaga, como aquella en la cual los artículos reglamentados que entran, se mueven y/o egresan de la misma están sujetos a reglamentaciones (fruta fresca, material de propagación vegetativo y subproductos de la vid, maquinaria agrícola usada, elementos y transportes utilizado en la cosecha y acarreo en la

producción vitivinícola y los vehículos particulares, transporte de cargas y pasajeros (ISCAMEN, 2011).

Se denominó “Áreas Bajo Cuarentena” aquellas comprendidas dentro de un radio de un 1 kilómetro a partir de una detección múltiple, incluyendo los establecimientos alcanzados parcialmente por la misma, debiendo los propietarios de los predios dar cumplimiento a las medidas fitosanitarias obligatorias (ISCAMEN 2023).

La Dirección Nacional de Protección Vegetal fue facultada además para disponer las medidas mínimas a aplicar por parte de los productores para el control químico de la plaga, y los momentos y frecuencia de aplicación de la información que surja de las estaciones de monitoreo, especificando que cada productor o responsable técnico del establecimiento, deberá desarrollar una estrategia de control químico utilizando productos agroquímicos registrados en el SENASA para tal fin (SENASA, 2010b).

En el programa intervienen organismos públicos y privados. Para la provincia de Mendoza, el organismo encargado es el Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria (ISCAMEN, 2011).

Temporada 2011-2012.

Se realizó la lectura y mantenimiento semanal de 5.700 trampas ubicados en el Oasis Norte, Este, Centro y Sur. El trampeo demostró la continuidad de la presencia de la plaga, y el Gobierno de Mendoza amplió el área de aplicación, considerando a la provincia como Área Reglamentada (ISCAMEN, 2013).

Sólo se permitió el traslado de uva de una zona a otra una vez realizado el proceso de obtención de mosto libre de restos sólidos, permitiendo la presencia de orujos solamente en las uvas tintas. Se estableció que la carga de uva debe estar protegida con malla. El principal objetivo de dichas medidas es disminuir la cantidad de nuevos puntos de detección de la plaga, acompañando a la lucha que se efectúa mediante aplicaciones en las áreas donde se detecta la presencia del insecto (ISCAMEN, 2013). Se mantiene la obligatoriedad de realizar los controles fitosanitarios por parte de los productores (SENASA, 2010). El tratamiento de fumigación con Bromuro de Metilo fue requisito para que la uva de mesa pueda salir de Mendoza a otras provincias (ISCAMEN, 2013).

Durante esta campaña el PNPYELb asistió a 2800 pequeños productores con la entrega de 19.800 litros de productos fitosanitarios para el control de la plaga en 18.000 ha, y

se aplicó la TCS en 1.600 ha, de las cuales 600 fueron coordinadas por SENASA (Canal Agrositio, 2012).

Temporada 2012-2013.

El SENASA e ISCAMEN, presentaron los lineamientos de la Campaña 2012-2013 del Programa de Prevención y Erradicación de *L. botrana* y manteniendo estricto control sobre los focos en cuarentena, idénticas medidas culturales, el tratamiento con bromuro de metilo para uvas que salgan de la provincia y las mismas condiciones de obligatoriedad respecto al control de la plaga (SENASA, 2012).

Temporada 2013-2014.

Con una red de trapeo de 6.250 unidades se prosiguió con la aplicación de la TCS en los cuatro oasis que conforman la zona de producción de vid en Mendoza. En este ámbito, y en cuanto a la estrategia de control, el ISCAMEN asumió una postura técnica diferente a la propuesta por el SENASA, proponiendo que la lucha contra la plaga sea únicamente la utilización de la TCS, basado en que la vitivinicultura en Mendoza se ha desarrollado prácticamente sin la aplicación de agroquímicos (ISCAMEN, 2014).

En ese sentido adquirió feromonas para ser entregados a los productores (ISCAMEN, 2014), insumos provistos por dos multinacionales: la alemana BASF y la japonesa Shin-Etsu (Flores, 2022). Se brindaron más capacitaciones a productores, se continuó con el control del movimiento de la uva entre zonas, y las aplicaciones de bromuro de metilo para tratamiento cuarentenario de la fruta (ISCAMEN, 2014).

Temporada 2014-2015.

En este ciclo la red de monitoreo estuvo integrada por 6.800 puntos de trapeo, con 1 trampa/20 ha de cultivo. El ISCAMEN priorizó el empleo de los emisores para implementación de la TCS, entregando a propietarios la cantidad suficiente para lograr una densidad de 350 difusores/ha (Azin, 2020).

En noviembre de 2015 se sancionó la Ley Nacional 27.277, cuyo objetivo fue lograr la financiación del programa contra *L. botrana*. En la misma se estableció que el Gobierno Nacional entregara a los productores vitivinícolas los emisores de feromona para la implementación de la TCS o bien los insumos necesarios para el empleo de alguna técnica de lucha contra la plaga, quedando a cargo de los beneficiarios los gastos operativos para la colocación y mantenimiento de los emisores (SENASA, 2015).

Temporada 2015-2016.

La red de monitoreo fue de 4.500 puntos de trampeo en los cuatro oasis de la provincia, e ISCAMEN definió como prioritario el vínculo con los productores y organizaciones vitivinícolas para avanzar hacia la toma de conciencia y el control sobre el daño que produce esta plaga (Speed Agro, 2020).

La dinámica de dispersión de la plaga desde 2010 al 2016 fue veloz ya que no había ninguna normativa que estableciera un programa estricto sino que solamente se obligó al productor a que hiciera los controles fitosanitarios necesarios por estar ubicada su propiedad en área bajo cuarentena (Speed Agro, 2020). En el año 2016 se perdió aproximadamente el 30% de la producción por razones sanitarias y el mal manejo de la plaga en años anteriores, esto equivale a un total de 1.500 millones de dólares (Gobierno de Mendoza, 2018c).

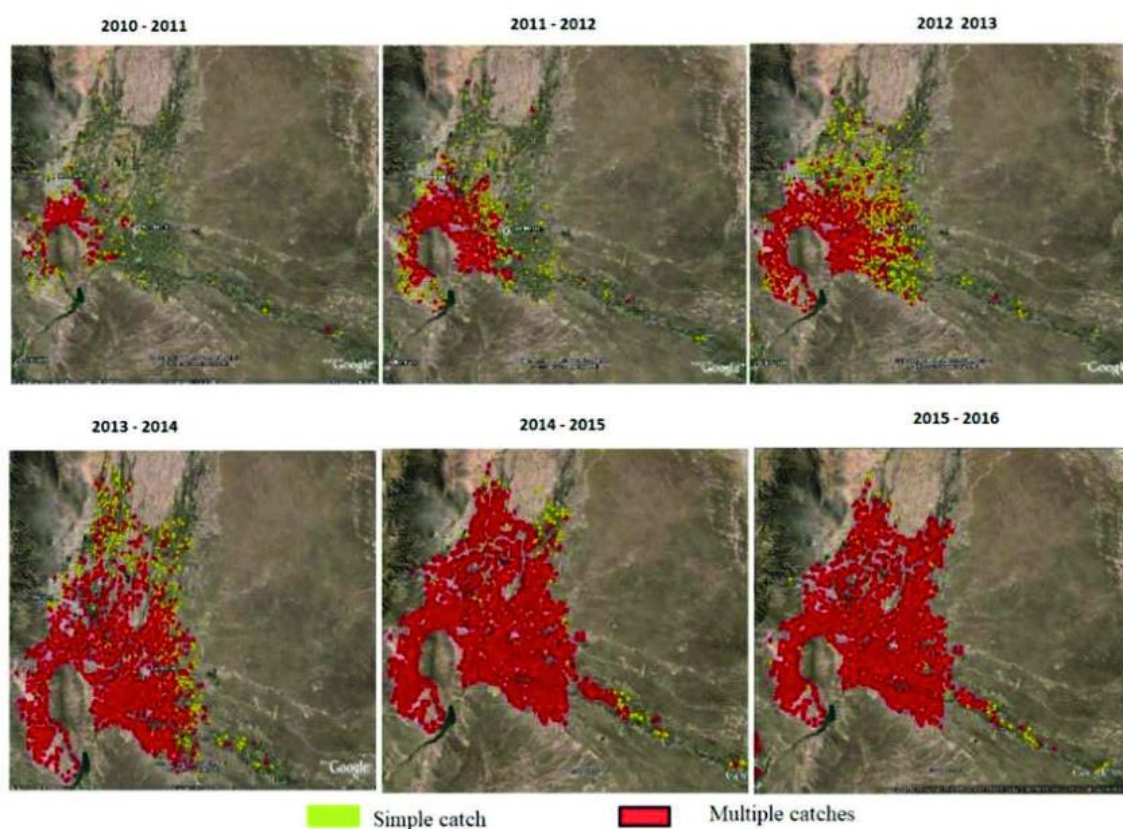


Figura 5: Distribución de *L. botrana* entre 2010 y 2016 basada en capturas simples y múltiples de polillas en los oasis norte y este de Mendoza, Argentina. Fuente ISCAMEN.

Temporada 2016-2017.

Bajo una red de monitoreo de 3.865 puntos, para el ciclo 2016/2017 se trabajó sobre 130.925 ha de cultivo de vid, 11.304 propiedades correspondientes a 8.320 productores, entregando insumos (feromonas y fitosanitarios) para cubrir 85.100 ha, 6.977 propiedades y 5.037 productores. Las aplicaciones aéreas formaron parte de las medidas de lucha adoptadas durante esa temporada. Para llevar adelante esta técnica se emplearon productos de bajo impacto ambiental como Clorantraniliprole y *Bacillus thuringiensis* (ISCAMEN, 2017).

Temporada 2017-2018.

Se prosiguió la lucha contra *L. botrana* con la misma estrategia que la temporada anterior. Para la campaña 2017/2018 hubo un descenso del 65 % en los niveles de detección de la plaga comparado con la anterior campaña. Desempeñaron un rol fundamental las barreras sanitarias internas en el control de las condiciones de transporte de aquellos elementos que favorecen la migración de la plaga. (ISCAMEN, 2018).

Temporada 2018-2019.

En la campaña 2018/2019 la Provincia de Mendoza contaba ya con la Ley 9076/18, que aseguraba la financiación del Programa de lucha contra la polilla europea de la vid con fondos asignados por los estados nacional, provincial y el sector productivo, a través de una contribución obligatoria especial de los productores vitícolas de más de 10 hectáreas (Gobierno de Mendoza, 2018b). La adquisición de los difusores de feromonas fue por licitación (Gobierno de Mendoza, 2018a). Se bonificaron hasta 10 hectáreas a todos los productores vitícolas de Mendoza, lo que significó, que un 70% de los viticultores estuvieron exentos del pago para financiar los insumos y servicios del programa (Gobierno de Mendoza, 2018a).

En 2018 técnicos del Departamento de Agricultura de EE. UU. visitaron Mendoza, y se firmó un convenio con el objeto de intercambiar saberes y experiencias sobre el control de la plaga *L. botrana* (Gobierno de Mendoza, 2018b; Speed Agro, 2020). Para el mes de noviembre de 2018 Mendoza había logrado reducir a un 95% la plaga en función de las capturas en trampas del primer vuelo (Gobierno de Mendoza, 2019, Hernández, 2019). Tras el exitoso control, técnicos argentinos del ISCAMEN expusieron en California en 2019 (Hernández, 2019; Mendoza Post, 2019;).

No hay un antecedente de una campaña que abarque más de 165 mil hectáreas de cultivo y con casi 70 mil hectáreas alcanzadas, es una de las mayores superficies bajo la técnica de confusión sexual en el mundo, con una asistencia a 4.500 productores, en el marco de un programa de manejo integrado, minimizando de esta manera un impacto ambiental

negativo (Gobierno de Mendoza, 2018c). La tarea se consolidó con los comunicados de avisos de alertas de aplicación en momentos oportunos y con pulverizaciones aéreas en zonas puntuales (Hernández, 2019). Se destaca que Estados Unidos pudo declarar la erradicación de la plaga en 2016 actuando sobre 16.000 ha, mientras que en Mendoza se trató un área casi diez veces mayor. Esta diferencia subraya la magnitud de la tarea realizada en la región (Speed Agro, 2020).

Temporada 2019-2020 y 2020-2021.

Habiéndose alcanzado luego de las temporadas 2017/2018 y 2018/2019 una reducción en los niveles de detecciones de hasta el 95%, las temporadas 2019/2020 y 2020/2021 se caracterizaron por ser de menor envergadura respecto a las anteriores (ISCAMEN, 2021). Si bien se siguió con el manejo integrado de plagas, no se contó con los suficientes recursos financieros para seguir optimizando la lucha contra *L. botrana* (Speed Agro, 2020). No obstante, el ISCAMEN realizó la primera liberación a campo de insectos estériles de *L. botrana* siguiendo la implementación del TIE (Gobierno de Mendoza, 2020).

Temporada 2021-2022.

Buscando mayor eficiencia en el manejo integrado de la plaga, ISCAMEN en 2021, compró 100 “trampas inteligentes” que facilitan la captura de datos y agilizan la toma de decisiones. Este tipo de trampas se instalan en el campo y recolectan, en forma diaria, datos de temperatura y humedad, cada una hora, y toman una fotografía del estado del piso adhesivo que posee la trampa. Con estos datos, a través de un software asistido por inteligencia artificial, se detecta el número de insectos capturados de la plaga a controlar (Diario Los Andes 2021). En 10 campañas, Mendoza tuvo una red de trampeo permanente con 4.000 trampas tipo delta, distribuidas sobre la base de un sistema de grillado provisto por SENASA. Esto permitió estimar los niveles de presión de plaga para cada zona (ISCAMEN, 2021).

Temporada 2022-2023.

Próximo al inicio de la temporada 2022/2023 hubo una demora en la llegada de fondos nacionales para afrontar la campaña y problemas para adquirir la feromona por inconvenientes en la importación. Fue una temporada que costó 10,4 millones de dólares, contra el mayor presupuesto de 17 millones del ciclo 2017/2018 (Flores, 2023). El operativo de control 2022/2023 tras cuatro etapas de intervención, marcadas por la estrategia del MIP, arrojó resultados positivos en cuanto a capturas de *L. botrana*. La red de detección permitió

constatar que las capturas se redujeron aproximadamente un 40% respecto del primer vuelo de la plaga en comparación con la campaña anterior y del 65 % comparando el segundo vuelo (Gobierno de Mendoza, 2023). El programa esa temporada estuvo basado en cuatro pilares: asistencia con difusores de feromonas, en 24.499 ha, correspondientes a 1.417 propiedades; entrega en mano de insecticidas para el control de la primera generación de *L. botrana*, en 25.000 ha, llegando a 1.500 propiedades, manejadas tanto en forma orgánica como convencionales; servicio de tratamientos aéreos con productos específicos y de bajo impacto ambiental en 124.550 ha. Las etapas de control se definieron considerando las zonas más críticas para cada oasis productivo. El objetivo fue alcanzar el mayor impacto posible sobre las poblaciones de *L. botrana* mediante el empleo de la TCS en áreas amplias y continuas de control (ISCAMEN, 2023).

Asimismo, herramientas como el Servicio de Tratamientos Aéreos se priorizaron sobre cultivos en estado de abandono o con importante descuido fitosanitario, de los oasis Norte y Este, comunicando las acciones con antelación al sector productivo y municipios.

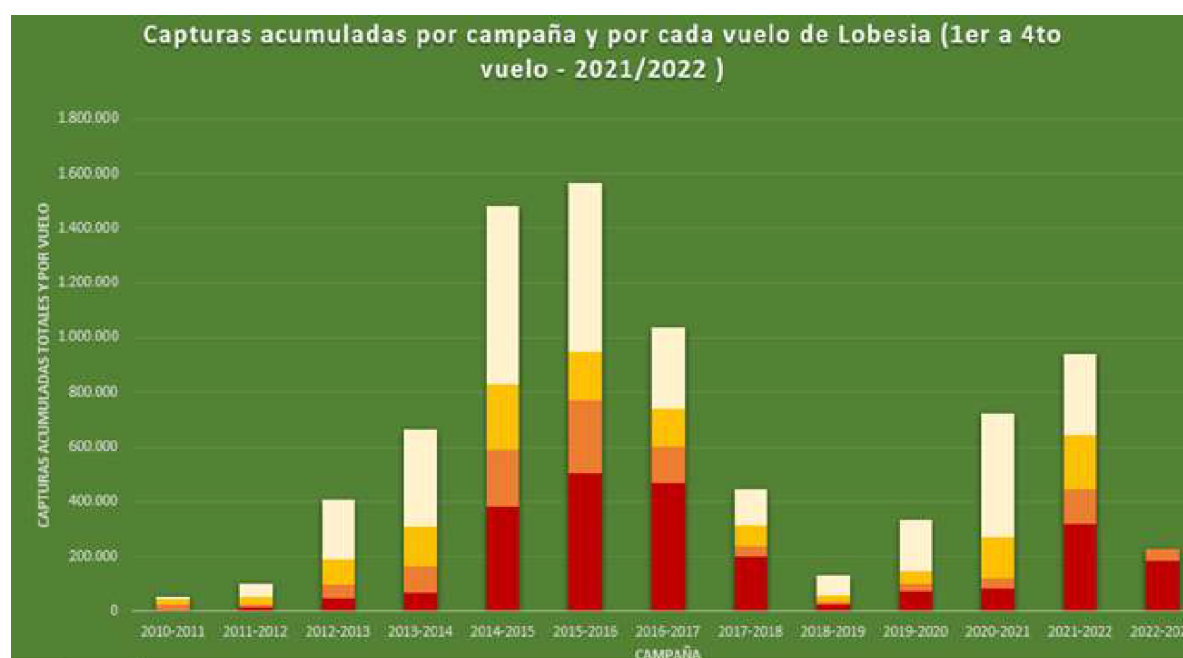


Figura 6. Evolución de capturas de *L. botrana* desde 2010 a 2023. Histograma con los cuatro vuelos. Primer vuelo (rojo), segundo vuelo (naranja), tercer vuelo (amarillo) y cuarto vuelo (blanco). (ISCAMEN, 2023).

Para un plan de "sostenimiento o mantenimiento" de la plaga, se requería un mínimo de feromonas e insecticidas equivalente a la cobertura de 40.000 ha para la campaña

2022/2023, siendo un óptimo la cobertura de aproximadamente 65.000 ha con TCS para alcanzar los mejores resultados. En virtud de la disponibilidad de insumos del mercado local, se adquirió una cantidad equivalente de 8.574.832 unidades de difusores de feromonas, considerando una densidad de uso de 350 unidades/ha. También se adquirieron plaguicidas para cultivos tradicionales y orgánicos (ISCAMEN, 2023).

La estrategia desde lo técnico debió ser fuertemente acompañada con herramientas de comunicación y capacitación. La TCS resultó clave para la disminución de las poblaciones del insecto. La definición de las áreas tratadas respondió además a los niveles de detecciones acumuladas durante la campaña anterior. Una vez definidas las áreas (bloques de aplicación), se conformó un cronograma de tratamientos ajustado a la etapa fenológica de los cultivos en cada área (ISCAMEN, 2023).

Preocupa el financiamiento para la próxima temporada, por cuanto la ley nacional que financiaba el programa de combate y erradicación de *L. botrana* venció en 2022 y el SENASA informó que en 2023 está trabajando en una nueva ley nacional que sustituya la sancionada en noviembre de 2015 (Flores, 2023). Un aliciente es que el Gobierno de Mendoza en julio de 2023 oficializó un aporte 750 millones de pesos para la próxima campaña (Diario El Sol, 2023), y el pasado mes de agosto, el ISCAMEN y el INTI firmaron un convenio para desarrollar a futuro la síntesis de feromonas, insumo clave para el control de la plaga *L. botrana* (MendoVoz, 2023; Enolife, 2023).

8. AVANCES Y EXPERIENCIAS DE ESTUDIO DE *Lobesia botrana* EN MENDOZA, ARGENTINA

Herrera y colaboradores (2016) realizaron en Mendoza, Argentina, un método práctico de cría en laboratorio, produciendo, a través de una dieta artificial, ejemplares de *L. botrana*, para determinar la duración de cada etapa de desarrollo y el porcentaje de mortalidad de los estados del insecto. El ciclo de la polilla europea, bajo las condiciones del insectario, tuvo una duración de huevo hasta la muerte del adulto de 31,27 $\pm$ 2,36 d. El periodo de incubación de huevos fue 2,82 $\pm$ 0,14 d, el de larva 13,63 $\pm$ 1,37 d, pupa 6,57 $\pm$ 0,22 d y los adultos sobrevivieron 8,25 $\pm$ 0,64 d. El método ajustado, permitió que el insecto transcurriera todas las etapas del desarrollo, además, el costo de producción resultó bajo. Simultáneamente al ajuste del método de cría el grupo de trabajo estudió diversos parámetros biológicos de la plaga a partir de tablas de vida desarrolladas en laboratorio, herramienta básica para elaborar estrategias de control (Herrera *et al.* 2016). Becerra (2016) aconsejó utilizar un programa de

MIP para reducir eficientemente la población del insecto. Mencionó, además, que para cumplir ese objetivo era clave una identificación adecuada de la plaga, evaluación de sus daños, y el conocimiento de su bioecología.

Investigaciones de INTA Mendoza determinaron que los ensayos que combinaron la utilización de feromonas de confusión sexual con insecticidas resultaron ser los que menores porcentajes de daños presentaron (Becerra, 2016). El uso de insecticidas biológicos es efectivo pero su residualidad es baja y necesita de un ajuste minucioso de la acidez del caldo de aplicación y la dosis de empleo (Becerra, 2016). Tiene como ventajas ser útiles para el control de la última generación ya que hay seguridad de no dejar residuos en vinos además de ser apropiado para un manejo orgánico del viñedo (Speed Agro, 2020). .

Herrera en (2019) evaluó, en laboratorio, la toxicidad (efectos letales y subletales) de los insecticidas metoxifenocida, clorantraniliprole, novaluron y *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki sobre los estados larvales y adulto de la polilla europea de la vid. Se estudiaron los efectos toxicológicos de los insecticidas sobre diferentes estados de desarrollo del insecto a través de distintas vías de exposición. En ensayos de inmersión de huevos el metoxifenocida, clorantraniliprole y novaluron no mostraron efecto ovicida ni embrionocida. Sin embargo, *B. thuringiensis* var. Kurstaki, tuvo un marcado efecto ovicida/embrionocida. Metoxifenocida, clorantraniliprole, novaluron y *B. thuringiensis* var. Kurstaki en ensayos tópicos sobre larvas produjeron efecto anti alimentario, dando lugar a pupas de bajo peso. Las hembras emergentes mostraron baja capacidad reproductiva. Aplicado vía tópica sobre pupas, *B. thuringiensis* var. Kurstaki permitió el desarrollo pupal hasta el estado de imago. Los productos restantes detuvieron el desarrollo en la etapa pre imaginal.

En Mendoza la aplicación de la TIE comenzó a estudiarse en lepidópteros en la bioplinta perteneciente a ISCAMEN. Cabe mencionar que la bioplinta citada tiene una vasta experiencia en la producción de machos estériles de *Ceratitis capitata* (Gobierno de Mendoza, 2021). En 2019, en Mendoza, se realizó un encuentro internacional con el objeto de desarrollar la TIE para polilla de la vid y otros lepidópteros (Gobierno de Mendoza, 2019). *Lobesia botrana* tiene una tasa de esterilidad más baja que *C. capitata* y aplicaciones altas de radiación deforman a los machos e impiden un vuelo normal que les permita competir con los adultos silvestres (Speed Agro, 2020). Por el contrario, el uso de una dosis baja no logra la esterilidad total, en consecuencia, queda un porcentaje de machos fértiles (Speed Agro, 2020). Queda claro entonces, que por el momento la TIE es útil sólo si se pretende disminuir

la densidad de la población de *L. botrana*, pero nunca para eliminar la plaga (Speed Agro, 2020).

Se ha visto en Mendoza que las aplicaciones tanto aéreas como terrestres son eficaces en el primer y segundo vuelo de la plaga. El segundo vuelo es la última oportunidad de control químico que tenemos en la temporada. Los insecticidas están actuando sobre huevos y larvas y no la dinámica de adultos (Speed Agro, 2020). Está demostrado que las mejores acciones de control han sido sobre las primeras generaciones del insecto. A partir de la tercera generación de la plaga (mes de enero para Mendoza) las aplicaciones de plaguicidas químicos pierden eficacia debido a que las larvas de *L. botrana* se encuentran en áreas del racimo donde no es posible alcanzarlas.. Además, la aplicación de insecticidas en este momento podría dejar residuos tóxicos en niveles no permitidos por la legislación y consecuentemente impedir la comercialización de los productos o subproductos elaborados con esa materia prima. (ISCAMEN, 2023).

Algunas formulaciones especiales de feromonas pueden ser aplicadas en forma aérea. Generalmente esta aplicación es eficaz cuando se realiza en el transcurso de la segunda quincena de noviembre y hasta los primeros días de diciembre inclusive, provocando el efecto buscado de la confusión sexual de los machos de *L. botrana* mientras transcurre el segundo ciclo de adultos de la temporada. En el caso que la persistencia del producto fuera lo suficientemente larga, podría actuar sobre el tercer ciclo de la plaga (ISCAMEN, 2023). Esta metodología de aplicación tiene la ventaja de actuar sobre el insecto en viñedos no tratados por los propietarios o en aquellos que se encuentren en estado de abandono (Speed Agro, 2020; ISCAMEN, 2023). En la temporada 2022-23 se realizó en la provincia de Mendoza la aplicación de feromonas utilizando la metodología mencionada. La experiencia incluyó el tratamiento de una superficie de 15.900 ha con el producto fitosanitario SPLAT Lobesia FL, a razón de 1,1 Kg por ha, con una densidad de impactos cercana a los 3.000 puntos/ha de modo de asegurar una correcta distribución y duración del producto en el campo (ISCAMEN, 2023). .

En el caso de aplicar las feromonas mediante el uso de difusores no se deben colocar menos de 20 mg/ha/hora del producto, lo cual significa emplear al menos 350 difusores/ha (Speed Agro, 2020). En este tipo de aplicación se debe tener en cuenta la pendiente del terreno y la dirección predominante de los vientos, debiéndose reforzar las zonas altas y aquellas por las cuales ingresa el viento. Es menester, además, cuidar el efecto bordura, esto

significa que es conveniente colocar en los bordes al menos, el 10% del total de los difusores en los 20 primeros metros de todos los bordes del cultivo. Los difusores se instalan sobre los elementos de poda (cargador y/o pitón), nunca en el alambre. Estos elementos deben quedar a la sombra, protegidos del sol directo (ISCAMEN, 2018). El aumento en el número de difusores por hectárea no implica un mejor control, solo genera aumento de costos (Speed Agro, 2020). El éxito de la TCS se evalúa con el monitoreo de trampas y debe ser cotejado con un relevamiento de daños dado que puede haber migración de hembras copuladas provenientes de fincas vecinas o encuentros casuales (Speed Agro, 2020).

Tener en cuenta que el daño secundario que la plaga ocasiona está relacionado al desarrollo de podredumbres en los racimos (Aguilera Sammaritano *et al.*, 2018; Herrera, 2019). En consecuencia, disminuir la incidencia de dichas podredumbres tiene que ver con aplicar en el manejo del viñedo medidas que favorezcan la aireación de la canopia y de los racimos (ISCAMEN, 2023). También debe evitarse el uso excesivo de bioestimulantes y fertilizantes nitrogenados además de manejar el riego de forma racional. En el momento de la cosecha debe evitarse dejar racimos en el cultivo porque éstos favorecen el desarrollo del insecto (ISCAMEN, 2023).

9. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

A pesar de la metodología del plan y de los esfuerzos realizados por personal técnico de las provincias vitivinícolas y de la nación, no se ha podido evitar que la plaga siga avanzando en Mendoza, encontrándose en la Provincia de San Juan con daños considerables y con el peligro latente que se extienda a otras provincias vitivinícolas del país.

En Mendoza, según especialistas hay más de 52.000 ha que presentaron daños, con pérdidas de producción que van del 5% al 70%, según comunicaciones periodísticas en medio de difusión masivos locales, con un promedio de 30%. Se estima que la superficie afectada con la polilla llega al triple desde su introducción.

Desde el punto de vista técnico el control integrado empleado ha funcionado sobre la plaga. Sin embargo, los actuales resultados ponen en evidencia la necesidad de contar con el financiamiento adecuado en tiempo para la compra de insumos y abarcar grandes áreas continuas de trabajo. De este modo se pueden conformar bloques homogéneos en donde se controlan las poblaciones de la plaga de manera completamente coordinada. Sin las acciones

directas ejecutadas en el marco de planes de control coordinados por el programa oficial, la plaga vuelve a incrementar sus poblaciones de forma acelerada.

La erradicación de *L. botrana* resulta un objetivo alcanzable para la provincia de Mendoza, aplicando planes de control durante campañas sucesivas sobre grandes áreas de cultivo, contemplándose como parte de dicho Plan el empleo de franjas de avance (haciendo uso de la técnica de confusión sexual y de aplicaciones sumamente oportunas de insecticidas específicos) que permitan extinguir las poblaciones del insecto mientras que en el resto del territorio se continúa suprimiendo la plaga (en donde la misma está presente) y protegiendo el territorio en donde la misma ya ha sido erradicada como gran parte del Oasis Sur de la provincia.

REFERENCIAS

Citas bibliográficas

- Aguilera Sammaritano, J. A., Deymié Terzi, M.C., Herrera, M., Vazquez, F., Cuthbertson, Andrew G. S., Lopez Lastra, C., Lechner, B. E (2018). El hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para la polilla europea de la vid, *Lobesia botrana* Den. y Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) y su efecto en el hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea*. Editorial: Springer Heidelberg. Revista: *Revista egipcia de control biológico de plagas* ISSN: 2536-9342.
- Altimira, F., de la Barra, N., Rebufel, P., Soto, S., Soto, R., Estay, P., Tapia, E. (2019). Potential biological control of the pupal stage of the European grapevine moth *Lobesia botrana* by the entomopathogenic fungus *Beauveria pseudobassiana* in the winter season in Chile. *BMC Research Notes*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4584-6>.
- Altimira, F., de la Barra, N., Godoy, P., Roa, J., Godoy, S., Vitta, N., & Tapia, E. (2022). *Lobesia botrana*: A biological control approach with a biopesticide based on entomopathogenic fungi in the winter season in Chile. *Insects*, 13(1), 8. <https://doi.org/10.3390/insects13010008>.
- Baroja, U., Garin, I., Aihartza, J., Arrizabalaga-Escudero, A., Vallejo, N., Aldasoro, M., & Goiti, U. (2019). Pest consumption in a vineyard system by the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219265>
- Benelli, G., Lucchi, A., Amfora, G., Bagnoli, B., Botton, M., Campos-Herrera, R., Carlos, C., Daugherty, M.P., Gemenio, C., Harari, A.R. Hoffmann, C., Ioriatti, C., Lopez Plantey, R.J., Reineke, A., Ricciardi, R., Roditakis, E., Simmons, G., Tay, W.T., Torres-Vila, L.M., Vontas, J., & Thierry, D. (2023a). European grapevine moth , *Lobesia botrana*. Biology and ecology; *Entomologia Generalis*. Pt I Vol 43 (2023). Issue 2, 261-280. DOI:10.1127/entomologia/2023/1837
- Benelli Benelli, G., Lucchi, A., Amfora, G., Bagnoli, B., Botton, M., Campos-Herrera, R., Carlos, C., Daugherty, M.P., Gemenio, C., Harari, A.R. Hoffmann, C., Ioriatti, C., Lopez Plantey, R.J., Reineke, A., Ricciardi, R., Roditakis, E., Simmons, G., Tay, W.T., Torres-Vila, L.M., Vontas, J., & Thierry, D (2023b). Prevention and management. *Entomologia Generalis*. Pt II Vol. 43 , (2023), Issue 2, 281-304. Published online 28 April 2023. DOI:10.1127/entomología/2023/1947
- Becerra, V. (2016). *Lobesia botrana* “Polilla de la vid”. Manejo de la plaga. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/becerravioleta-mayo16-inv-lobesia.pdf>
- Becerra, V.C., Herrera, M.E., González, M.F., Mendoza, G.B., & Dagatti, C. (2015). Vid: *Lobesia botrana* Den et Schiff. (Pollilla europea del racimo). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/828>
- Boselli, M., Scannavini, M., Cavazza, F., & Franceschelli, F. (2008). Evaluation of efficacy of a new Active ingredient, Emamectin benzoate, against the grape moth, *Lobesia botrana*. *Giornate Fitopatologiche*, 1, 175–180
- Castex, V., Beniston, M., Calanca, P., Fleury, D., & Moreau, J. (2018). Pest management under climate change: The importance of understanding tritrophic relations. *The Science of the Total Environment*, 616-617, 397–407. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.027>
- Cepeda, D., & Cubillos, G. (2011). Descripción del último estado larvario y recopilación de registros de hospederos de siete especies de Tortricidos de importancia económica en Chile (Lepidoptera: Tortricidae). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382011000100004
- Coscollá, R. (1980). Aproximación al estudio del parasitismo natural sobre *Lobesia botrana* Den. y Schiff. en las comarcas vitícolas Valencianas. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 6, 5–15.
- Coscollá, R., Sánchez, J., & Beltrán, V. (1986). Estudio preliminar sobre mortalidad de huevos de *Lobesia botrana* Den. y Schiff. por efecto de altas temperaturas y bajas humedades relativas en laboratorio. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 12, 3–7.

- Coscollá, R. (1997). *La polilla del racimo de la vid (Lobesia botrana Den. y Schiff.)*. Valencia: Conselleria De Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://dialnet.unirioja.es>.
- Cubillos Vallejos, G. (2011). Caracterización taxonómica del último estado larvario de *Proeulia auraria* (Clarke) y *Proeulia chrysopteris* (Butler) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE). (Tesis de maestría) Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Chile. <https://bibliotecadigital.uchile.cl>
- Chaparro, D., & Molina, J. (2021). Evaluación mediante electroantenograma de la bilateralidad en la respuesta antenal al amonio en adultos de *Rhodnius prolixus*. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia
- Charbonnier, Y., Papura, D, Touzot, o. , Rhouy, N., Sentenac, G., & Rusch, A.(20210). Pest control services provided by bats in vineyard landscapes. Agriculture, Ecosystems & Environment, 306, 107207<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107207>Get rights and content
- Dagatti, C. V., & Becerra, V. C. (2015). Ajuste de modelo fenológico para predecir el comportamiento de *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) en un viñedo de Mendoza, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* [online]. 2015, vol.74, n.3-4, pp.117-122. ISSN 0373-5680. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. Versión impresa* ISSN 0373-5680 *versión On-line* ISSN 1851-7471
- Faria, P., Nogueira, T., Ferreira, A., Carlos, C., & Rosado, L. (2021). AI powered mobile image acquisition of vineyard insect traps with automatic quality and adequacy assessment. *Agronomy (Basel)*, 11(4), 731. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040731>
- Flores, C. A., & Azin, G. (2016). Modelos lineales para pro-nosticar la actividad de vuelo de *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae) en la localidad de Russel, Mendoza, Argentina. XVI Reunión Argentina y VIII Latinoamericana de Agrometeorología (RALDA 2016).<https://www.researchgate.net>
- Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) (2015). Desarrollo de la técnica de insecto estéril (TIE) mediante radiación ionizante, para el control de la plaga cuarentenaria *Lobesia botrana*, técnica amigable y sustentable con el medio ambiente. <https://bibliotecadigital.flia.cl>
- Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF). (2016). FIA aprobó financiar actividades de liberación de *Lobesia*. <http://www.fdf.cl>
- Forte, V., Angelini, E., Crestani, D., Patriarca, E., Ganzini, L., & Pavan, F. (2014). Activity of methoxyfenozide and spinetoram against grapevine moths in north-eastern Italy. *Giornate Fitopatologiche*, 1, 147–156.
- Gallardo, A., Ocete, R., López, M. A., Maistrello, L., Ortega, F., Semedo, A., & Soria, F. J. (2009). Forecasting the flight activity of *Lobesia botrana* (Denis and Schiffermüller) (Lepidoptera, Tortricidae) in Southwestern Spain. *Journal of Applied Entomology*, 133(8), 626–632. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01417.x>
- Gavara, A., Navarro-Llopis, V., Primo, J., & Vacas, S. (2022). Laboratory investigation of pheromone pre exposure in *Lobesia botrana* males indicates minor role of desensitization in the field. *Physiological Entomology*, 47(2), 126–135. <https://doi.org/10.1111/phen.12382>
- González, M. (2010) *Lobesia botrana*: Polilla de la uva. *Revista Enología*, volumen 7, página 2. ISBN/ISSN: 1668-3889
- Gilligan, T. M., J. Baixeras & J. W. Brown. 2018. T@RTS: Catálogo mundial en línea de Tortricidae (Ver. 4.0). <http://www.tortricid.net/catalogue.asp>
- González, R.H. (2008). Biología, desarrollo, caracterización de daños y manejo fitosanitario de la polilla Europea de la vid, *Lobesia botrana* (D&S) (lep, Tortiicidae). Universidad de Chile, Dirección de Extensión, Santiago de Chile. 25 pp. *Entomological Society* 30:287-299
- Herrera, M.E. (2019). Efectividad de insecticidas biorracionales sobre *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). Evaluación de efectos letales y subletales. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Argentina

- Herrera, M.E., Dagatii, C.V. & Becerra, V.C (2016). Método práctico de cría masiva de *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) en condiciones de laboratorio. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 75 (3-4): 160-164, 2016 ISSN 1851-7471).
<http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v75n3-4/v75n3-4a08.pdf>
- Holgado, M., Quiroga, V., López Plantey, R., Carpintero, D., Riquelme, A., Torres Echeverría, M., Segura, M., Balloni, S., Almonacid, A., Llera, J., & Mácola, G. 2018. Manejo integrado de plagas emergentes, inducidas y cuarentenarias (*Lobesia botrana*) en viñedos de Mendoza III etapa: servicios agroecosistémicos. Libro de Resúmenes XXV Jornadas de Investigación. UNCuyo. Mendoza. Argentina.
- Ioriatti, C., Anfora, G., Tasin, M., De Cristofaro, A., Witzgall, P., & Lucchi, A. (2011). Chemical ecology and management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(4), 1125–1137. <https://doi.org/10.1603/EC10443>
- Larsson Herrera, S., Rikk, P., Köblös, G., Szelényi, M. O., Molnár, B. P., Dekker, T., & Tasin, M. (2020). Designing a species selective lure based on microbial volatiles to target *Lobesia botrana*. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63088-3>
- Liguori, R., Correia, R., Thomas, C., Decaudin, B., Cisneros, J., & López, J. A. (2010). Emamectin benzoate (Affirm). a modern insecticide for the control of lepidoptera larvae on fruits, grapes and vegetables crops. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 75(3), 247–253
- Lima, M. C. F., de Almeida Leandro, M. E. D., Valero, C., Coronel, L. C. P., & Bazzo, C.O. G. (2020). "Detección automática y monitoreo de plagas de insectos". *Agricultura*, 10(5), 161. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050161>
- López Plantey, R., Torres Echeverría, M. I., Quiroga, V.N, Riquelme, A..E., Carpintero, D.I, Mácola, G.S., & Holgado, M.G. (2018). Heterópteros predadores en un viñedo en Mendoza, Argentina. *X Congreso Argentino de Entomología 2018*. Facultad Ciencias Agrarias-UNCuyo, CONICET, INTA.
- López Plantey, P. R., Papura, D., Couture, C., Thiéry, D., Pizzuolo, P., Bertoldi, M. V., & Lucero, G. S. (2019). Characterization of entomopathogenic fungi from vineyards in Argentina with potential as biological control agents against the European grapevine moth *Lobesia botrana*. *BioControl*, 64(5), 501–511. <https://doi.org/10.1007/s10526-01909955-z>
- Lucchi, A., & Scaramozzino, P.L. (2018a). *Lobesia botrana* (European grapevine moth). CABI Compendium. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.42794>
- Lucchi, A., Sambado, P., Juan Royo, A. B., Bagnoli, B., & Benelli, G. (2018b). *Lobesia botrana* males mainly fly at dusk: Video camera-assisted pheromone traps and implications for mating disruption. *Journal of Pest Science*, 91(4), 1327–1334. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1002-0>
- Maher, N., & Thiéry, D. (2006). *Daphne gnidium*, a possible native host plant of the European grapevine moth *Lobesia botrana*, stimulates its oviposition. Is a host shift relevant?. *Chemoecology*.16(3),135-144. <https://doi.org/10.1007/s00049-006-0339-7>
- Markheiser, A., Rid, M., Biancu, S., Gross, J., & Hoffmann, C. (2020). Tracking shortrange attraction and oviposition of European grapevine moths affected by volatile organic compounds in a four-chamber olfactometer. *Insects*, 11(1), 45. <https://doi.org/10.3390/insects11010045>
- Mendoza, G. (2011). Daños producidos por *Lobesia botrana* en los viñedos mendocinos. SAVE 2011, Simposio Argentino de Viticultura y Enología, 2011, Mendoza. P. 125.
- Mendoza, G, Sánchez J., Becerra, V. (2014). Impacto ambiental de tres estrategias fitosanitarias para el control de *Lobesia botrana*. *37th World Congress of Vine and Wine and 12th General Assembly of the OIV*, 05009 (2014).DOI: 10.1051/oivconf/201405009.
- Navarro-Roldán, M. A., Amat, C., Bau, J., & Gemeno, C. (2019). Extremely low neonicotinoid doses alter navigation of pest insects along pheromone plumes. *Scientific Reports*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44581-w>.

- North American Protection Plant Organization (NAPPO) (2016). APHIS declara la erradicación de la palomilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*) y elimina todas las áreas bajo cuarentena en California. <https://www.pestalerts.org/espanol/oprDetail.cfm?oprID=678>
- Pascuali, S., Soresina, C., & Marchesini, E. (2022). Mortality estimate driven by population abundance field data in a strage-structured demographic model. The case of *Lobesia botrana*. *Ecological Modeling* 464, 109842. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109842>
- Pavan, F., Cargnus, E., Bigot, G., & Zandigiacomo, P. (2014). Residual activity of insecticides applied against *Lobesia botrana* and its influence on resistance management strategies. *Bulletin of Insectology*, 67(2), 273–280.
- Pérez Marín, J. L., Sáenz, C. O., Ruíz, E. P., Marcos, C. G. A (1995). Un nuevo método de control de la polilla del racimo de la vid: la confusión sexual. *Bol.San. Veg. Plagas*, 21: 627-640.
- Reineke, A., & Thiéry, D. (2016). Grapevine insect pests and their natural enemies in the age of global warming. *Journal of Pest Science*, 89(2), 313–328. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0761-8>
- Rexhaj, F. & Shahini, Sh. (2017). Flying curve, incidence and severity of common grapevine moth, *lobesia botrana* on native cultivar “shesh i zi” in coastal area of Albania. *European Journal of Physical and Agricultural Sciences* Vol. 5 No. 2, 2017 ISSN 2056-5879
- Roditakis, N.E., & Karandinos, M. G. (2001). Effects of photoperiod and temperature on pupal diapause induction of grape berry moth *Lobesia botrana*. *Physiological Entomology*, 26(4), 329–340. <https://doi.org/10.1046/j.0307-6962.2001.00253.x>
- Ruiz de Escudero, I., Estela, A., Escriche, B., & Caballero, P.(2006). Potential of the *Bacillus thuringiensis* toxin reservoir for the control of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae), a major pest of grape plants. *Appl Environ Microbiol.* 2007 Jan;73(1):337-40. doi: 10.1128/AEM.01511-06. Epub 2006 Nov 3. PMID: 17085712; PMCID: PMC1797137
- Rufus, I., Teixeira, L. A. F., Jenkins, P. E., Botero-Garcés, N., Loeb, G. M., & Saunders, M. C. (2012). Biology and management of grape berry moth in North American vineyard ecosystems. In J. B. Noubar, V. Charles, & I. Rufus (Eds.), *Arthropod management in vineyards: pests, approaches, and future directions* (pp. 361–381). Dordrecht: Springer
- Sáenz-de-Cabezón Irigaray, F. J., Marco, V., Zalom, F. G., & Pérez-Moreno, I. (2005). Effects of methoxyfenozide on *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) egg, larval and adult stages. *Pest Management Science*, 61(11), 1133–1137. <https://doi.org/10.1002/ps.1082>
- Salgado Navarro, J. E. (2021). Uso de *Campoplex capitator* (Aubert) (Hymenoptera: Lichneumonidae) como alternativa sostenible para el control biológico de *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae), en áreas urbanas de Chillán. (Tesis de grado). Universidad Católica del Maule. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Chile.
- Savopoulou-Soultani, M., & Tzanakakis, M. E. (1979). Improved fecundity of laboratory-reared *Lobesia botrana* Schi. by changing the light and providing the moths with fresh host plantparts. *Scientific Annals of the School of Agriculture and Forestry (Thessaloniki)*, 22, 78–283.
- Savopoulou-Soultani, M., Milonas, P. G., & Stavridis, D. G. (1998). Role of availability of food to the adult *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in its reproductive performance. *Journal of Economic Entomology*, 91(6), 1341–1348. <https://doi.org/10.1093/jee/91.6.1341>
- Silva, S., Burgardt, M.E., Ohanian, G., San Blas, G., Bergas, V., Buran, M Y Musri, L. (2013, enero). Aplicación del modelo de Touzeau como herramienta para el control y manejo de la “polilla de la vid” *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) en Mendoza. [Conference paper]. Séptimo Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería (EnIDI). San Rafael. Mendoza, Argentina. <https://www.researchgate.net/publicación/282649704>
- Simmons, G.S.; Salazar Sepulveda, M.C.; Fuentes Barrios, E.A.; Idalsoaga Villegas, M.; Medina Jimenez, R.E.; Garrido Jerez, A.R.; Henderson, R.; & Donoso Rizzo, H. (2021a).Development of Sterile Insect Technique for Control of the European Grapevine Moth, *Lobesia botrana*, in Urban Areas of Chile. *Insects* 2021, 12, 378. <https://doi.org/10.3390/insects12050378>
- Simmons, G. S., Varela, L., Daugherty, M., Cooper, M., Lance, D., Mastro, V., ... Johnson, R. (2021b). Area-wide eradication of the invasive European grapevine moth, *Lobesia botrana* in California,

- USA. In J. Hendrichs, R. Pereira, & M. J. B. Vreysen (Eds.), *Area-wide integrated pest management. Development and field application* (pp. 581–596). Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003169239-31>
- Taret, G. A. A., Azin, G., & Vanin, M. (2021). Area-wide management of *Lobesia botrana* in Mendoza, Argentina. In J. Hendrichs, R. Pereira, & M. J. B. Vreysen (Eds.), *Area-wide integrated pest management. Development and field application* (pp. 597–614). Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003169239-32>
- Tasin, Marco. (2005). Sex, wine and chemical communication in grapevine moth *Lobesia botrana*. Tesis de doctorado. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp. 30pp. ISSN 1652-6880
- Thiéry, D., Louâpre, P., Muneret, L., Rusch, A., Sentenac, G., Vogelweith, F., Iltis, F., & Moreau, J. (2018). Biological protection against grape berry moths: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(2), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0493-7>
- Tirello, P., Pozzebon, A., & Duso, C. (2013). The effect of insecticides on the non-target predatory mite *Kampimodromus abersis*: Laboratory studies. *Chemosphere*, 93(6), 1139–1144. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.06.046>
- Torres, V. L. M. (1995a). Un aniversario aciago: dos siglos de historia como plaga de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* Den. y Schiff. Sociedad Española de Entomología Aplicada. <http://www.seea.es/index.php/divulgacion/polilla-del-racimo-de-la-vid>
- Torres-Vila, L. M., Stockel, J., & Roehrich, R. (1995b). Le potentiel reproducteur et ses variables biotiques associées chez le mâle de l'eudémis de la vigne *Lobesia botrana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 77(1), 105–119. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1995.tb01991.x>
- Torres, V.L.M. (1996a). Efecto de la temperatura de desarrollo preimaginal sobre el potencial biótico de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* (Denis y Schiffermüller, [1775]) (Lepidoptera: Tortricidae). *SHILAP Revta. lepid.*, 24: 197-206. <https://www.mapa.gob.es/BSVO-22-02-443-449>
- Torres-Vila, L.M., Stockel, J., & Lecharpentier P. (1996b). A melanic form of the European grape vine moth, *Lobesia botrana* Den. and Schiff. (Lepidoptera, Tortricidae), and its genetic basis. *Agronomie*, 16: 391-397. <https://doi.org/10.1051/agro:19960606>
- Torres-Vila, L.M., Stockel, J., & Rodríguez-Molina, M.C., (1997). Physiological factors regulating polyandry in *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Physiol. Entomol.*, 22: 387-393.
- Torres-Vila, L. M., Gragera, J., Rodríguez-Molina, M. C., & Stockel, J. (2002). Heritable variation for female remating in *Lobesia botrana*, a usually monandrous moth. *Animal Behaviour*, 64(6), 899–907. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2000>
- Torres-Vila, L. M., Rodríguez-Molina, M. C., McMin, M., & Rodríguez-Molina, A. (2005). Larval food source promotes cyclic seasonal variation in polyandry in the moth *Lobesia botrana*. *Behavioral Ecology*, 16(1), 114–122. <https://doi.org/10.1093/beheco/arh138>
- Torres-Vila, L. M., Cruces-Caldera, E., & Rodríguez-Molina, M. C. (2012). Host plant selects for egg size in the moth *Lobesia botrana*: integrating reproductive and ecological trade-offs is not a simple matter. In L. Cauteruccio (Ed.), *Moths: types, ecological significance and control methods* (pp. 145–167). New York: Nova Science Publishers.
- Torres-Vila, L. M., Mendiola-Díaz, F. J., Echave-Sanabria, A. C. (2019). Do male seminal donations shape female post-mating receptivity in a usually monandrous moth? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 73(12), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2776-7>
- Touzeau, J. (1981). Modélisation de l'évolution de l'Eudémis de la Vigne pour la région Midi Pyrénées. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, Ser. II, 16: 26-28.
- Varela, L. G., Smith, R. J., Cooper, M. L., & Hoenisch, R. W. (2010). European +grapevine moth, *Lobesia botrana*, in Napa Valley vineyards. *Practical Winery & Vineyard*, (March/April): 1–5.

Artículos y Sitios Web

- AGROPRODUCTORES. (2021). Palomilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana* Denis y Schiffermüller). <https://agroproductores.com/palomilla-del-racimo-de-la-vid/>.
- ASOEX (2015). Asociación de Exportadores de Frutas de Chile (26 de agosto) "Situación en Chile de la plaga *Lobesia botrana* y su impacto en la fruta de carozo ". *Seminario Internacional de Carozo de Chile*. <https://www.asoe.cl/finish/559-situación-en>
- Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS)-United States Department of Agriculture (USDA). (2010). *Economic impacts of the European grapevine moth (Lobesia botrana) in California*. <https://www.citeseerx.ist.psu.edu/>
- Azin, G, & Bartolucci, A. (s.f.). La polilla del racimo de la vid *Lobesia botrana* Den. et Schiff. ISCAMEN. <https://www.iscamen.com.ar/pdf/lobesia/charlas.pdf>
- Canal Agrositio. (2012, 7 de septiembre). Disminuyó el efecto de la plaga *Lobesia botrana* en vid con respecto al ciclo anterior. <https://www.agrositio.com.ar/noticias>
- CIATI (2022, 17 de febrero). Prohibición del indoxacarb en la Unión Europea (UE). https://ciati.com.ar/%3Farticulos_seccion_3/cat_4/id_140/prohibicion-del-indoxacarb-en-la-union-europea-
- Coagra (2022). *Amenaza a raya: detección de Lobesia botrana disminuye 60% en tres temporadas*. <https://coagra.cl/lobesia-amenaza-a-rama>
- Comisión de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE). (2017). Plan Regional de Vigilancia y control de la polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*). Comité de Sanidad Vegetal del Conosur. <http://www.cosave.org>
- Comunidad Autónoma de La Rioja (2023). Curvas de vuelo de la polilla del racimo. Larioja.org. <https://www.larioja.org/agricultura>
- European and Mediterranean Plant Protection (EPPO). (2022). *Lobesia botrana* (POLYBO). PQREPPPO, Global Database, European and Mediterranean Plant Protection Organization. <https://gd.eppo.int/taxon/POLYBO/distribution>
- Gobierno de Argentina. (2020, 2 de diciembre). *Control del segundo vuelo de Lobesia botrana en la provincia de Mendoza*. [Comunicado de prensa]. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/control-del-segundo-vuelo-de-lobesia-botrana-en-la-provincia-de-mendoza>
- Gobierno de Argentina. (2023, 10 de octubre). *Mendoza: se lanzó el primer alerta para el control de la plaga Lobesia botrana*. [Comunicado de prensa] <https://www.argentina.gob.ar/noticias/mendoza-se-lanzo-el-primer-alerta-para-el-control-de-la-plaga-lobesia-botrana>
- Gobierno de España. (2024). Lista comunitaria de sustancias activas aprobadas, excluidas y en evaluación comunitaria, sustancias de bajo riesgo, sustancias candidatas a la sustitución y lista de sustancias básicas. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/listasustanciasactivasaceptadasexcluidas>
- Gobierno de Mendoza. (2018a, 15 de julio). *Licitan la adquisición de feromonas de control para la Lobesia botrana*. [Comunicado de prensa]. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/lobesia>
- Gobierno de Mendoza. (2018b, 18 de julio). *Operativo Lobesia 18/19: avances para la próxima campaña de control*. [Comunicado de prensa]. <https://www.mendoza.gov.ar/Prensa/Operativo-lobesia>
- Gobierno de Mendoza. (2018c, 13 de diciembre). *En Mendoza se redujo un 95% la plaga Lobesia botrana*. [Comunicado de prensa]. <http://www.mendoza.gov.ar/prensa-iscamen>
- Gobierno de Mendoza. (2019, 21 de octubre). *Evento científico de nivel internacional sobre polilla de la vid se desarrolla en Mendoza*. [Comunicado de prensa]. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/evento-cientifico-de-nivel-internacional-sobre-polilla-de-la-vid-se-desarrolla-en-mendoza>

- Gobierno de Mendoza. (2020, 16 de enero). *Iscamen realizó la primera liberación de insectos estériles de Lobesia botrana*. [Comunicado de prensa].
- Gobierno de Mendoza. (2021, 22 de diciembre). *Exportaciones no convencionales: la Bioplanta del Iscamen incrementó el envío de material biológico a diversos países*. [Comunicado de Prensa]. <https://www.mendoza.gov.ar>prensa>exportaciones->
- Gobierno de Mendoza. (2023, 2 de Febrero). *Polilla de la vid: el operativo de control redujo 40% la plaga en Mendoza*. [Comunicado de prensa]. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/polilla-de-la-vid-el-operativo-de-control-redujo-un-40-la-presencia-de-la-plaga-en-mendoza/>
- Gobierno de Perú. (2023). ANEXO. Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola registrados en noviembre de 2023. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5556044/4938038-plaguicidas-quimicos-de-uso-agricola-registrados-en-noviembre-de-2023>
- Gobierno de Salta (2021, 14 de julio). *Cafayate recuperó el estatus de área libre de “polilla de la vid”*. [Comunicado de prensa]. <https://www.Salta.gov.ar>
- Instituto de Desarrollo Rural (IDR). (2023). *Evolución Fenológica en Vid*. <https://www.idr.or.ar/wp-content/uploads/2023/Informe-Fenología-Vid-2022-pdf>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)-Servicio Agrícola Ganadero (SAG) 2008.INIA-SAG. 2008. Polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*). <http://www.inia.cl/medios/intihuasi/documentos/entomologia/TripticoLobesia.pdf>
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). (2022a). Informe anual de superficie 2022. <http://www.inv.gov.ar/inv.Vinos-informes estadísticos-mercado externo-pdf>
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). (2022b). Informe mensual venta mercado externo-diciembre-2022.<http://www.inv.gov.ar/inv.Vinos-Informes estadísticos-superficie-pdf>
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). 2022c). Informe anual de cosecha y elaboración 2022. <http://www.inv.gov.ar/inv.Vinos-informes estadísticos-elaboración-pdf>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2011). *Memoria anual 2010/2011*. [Informe]. <http://www.iscamen.com.ar>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2013, 27 de julio). *Memoria anual 2011/2012-Iscamen*. [Informe]. <http://www.iscamen.com.ar>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2014). *Memoria anual 2013/2014 ISCAMEN*. <http://www.iscamen.com.ar>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2017). *Memoria 2016/2017*. [Informe].<https://www.iscamen.com.ar>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2018). *Memoria anual 2018*. [Informe] <http://www.iscamen.com.ar>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2021). *Lobesia botrana-ISCAMEN-MENDOZA*. [Informe]. <http://www.iscamen.com.ar-noticia>
- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN) (2023). *Control de Lobesia botrana*. [Informe]. <http://www.iscamen.com.ar>
- Insecticide Resistance Action Committee Argentina (IRAC) (2023). *Clasificación de modo de acción de plaguicidas*. <https://irac-argentina.org/modos-de-acción>
- North American Protection Plant Organization (NAPPO) (2016). APHIS declara la erradicación de la palomilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*) y elimina todas las áreas bajo cuarentena en California. <https://www.pestalerts.org/espanol/oprDetail.cfm?oprID=678>
- Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) (2022). Actualidad de la coyuntura del sector vitivinícola mundial en 2022.OIV Int. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2009, 13 de marzo). *Detection of the European grapevine moth, Lobesia botrana, from California vineyard - new US record*. [Comunicado de prensa]. <https://www.ippc.int/countries/pestreport/2009>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)/ Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) (2022). Manual de Control de Calidad del Producto en la Cría masiva y Liberación de Moscas de la Fruta Estériles. <http://www.iaea.org>
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2008). Plan de contingencia de polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*). https://websag.azurewebsites.net/sites/default/files/plan_de_contingencia_lebesia_botrana.pdf
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2010). SAG lanza estrategia de control para *Lobesia botrana* en huertos de vid para la temporada 2010-2011. <http://www.sag.gob.cl>
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2015). Programa Nacional de Control de *Lobesia botrana*. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/7203_2015.pdf
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG). (2019). SAG comienza la liberación de machos estériles de mosca de la fruta para controlar plagas. <http://www.sag.gob.cl>
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2023). *Lobesia botrana*. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/plaguicidas_autorizados_lobesia_botrana_2023-2024
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2009). Resolución-362-2009-SENASA. <http://www.senasa.gov.ar/>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2010a). Resolución-122-2010-SENASA. <http://www.senasa.gov.ar>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) (2010b). Resolución-729-2010-SENASA. <http://www.senasa.gov.ar/>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2012). *Lobesia botrana: presentación de los lineamientos de la campaña 2012/2013*. [Comunicado de prensa]. <http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica-noticias>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2015). Ley Nacional -27233-2015-Honorable congreso de la Nación. <http://www.senasa.gov.ar-Normativa-ley-nacional>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) (2021). Disposición 670/2021-SENASA. Boletín Oficial de la República Argentina <http://www.boletinoficial.gob.ar>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) (2023). *Lobesia botrana*. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-vegetal/frutales/produccion-primaria/programas-fitosanitarios/lobesia-botrana>
- Servicio de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA). (2016). Ficha técnica N°27 “Palomilla Europea de la Vid (*Lobesia botrana*)”. <http://prod.senasica.gob.mx>
- Servicio de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA). (2022). Ficha técnica “Palomilla Europea de la Vid (*Lobesia botrana*)”. <http://prod.senasica.gob.mx>
- Speed Agro. (2020, Julio, 7). *Lobesia botrana: experiencia del programa implementado en Mendoza. Estado de situación actual*. <https://www.youtube.com/watch>
- Unión Europea (UE). (2023). Reglamento (UE) 2023/1753 de la Comisión de 11 de septiembre de 2023 que modifica los anexos II y III del Reglamento (CE) n.o 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que respecta a los límites máximos de residuos de piriproxifeno en determinados productos (Texto pertinente a efectos del EEE). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/>

Informes periódicos

- Carmona Torres, H. (2009, 14 de agosto). Argentina trabaja para que una plaga no ingrese al país. Edición impresa *Diario de Cuyo*. Suplemento Verde pp. 4 y 5.

Diario de Río Negro. (2022, 11 de noviembre). Preocupación en la región: hallan polilla de la vid en una bodega de San Patricio Del Chañar. <https://www.rionegro.com.ar/sociedad/preocupacion-en-la-region-hallan-la-polilla-de-la-vid-en-una-bodega-de-san-patricio-del-chanar>

Diario Los Andes. (2021, 13 de julio). ISCAMEN incorpora trampas con inteligencia artificial para el control de plagas agrícolas. <http://www.losandes.com.ar-fincas>

El Sol. (2023, 26 de julio). El Gobierno destinará 750 millones de pesos para combatir la “polilla de la vid”. <https://www.elsol.com.ar/mendoza/el-gobierno-destinara-750-millones-de-pesos-para-combatir-la-polilla-de-la-vid>

Enolife. (2023, 1 de septiembre). El INTI ensaya producir feromona sintética contra la polilla de la vid para no tener que importarla. <https://enolife.com.ar/el-inti-ensaya-producir-feromonas-sintetica-contra-la-polilla-de-la-vid/>

Explicito. (2016, 28 de julio). El 80% de la vid de Mendoza está infectada con la polilla de la vid, alertaron técnicos del ISCAMEN. *Explicito*. <https://explicitoonline.com>blog>

Flores, M.A. (2022, 25 de agosto). *Lobesia*: para no importar, prevén producir feromonas en Mendoza. *Sitio Andino*. <https://www.sitioandino.com.ar/economia/lobesia-no-importar-preven-producir-feromonas-mendoza-n5634322>

Flores, M.A. (2023, 10 de junio). Polilla de la Vid: sin ley, ni fondos asegurados para 2023. *Sitio Andino*. <https://www.sitioandino.com.ar/economia/polilla-la-vid-ley-ni-fondos-asegurados-2023-n5654767>

Fuentes, E. (2015, 20 de octubre). Preocupa la gran expansión de una plaga en viñedos mendocinos. *Clarín*. <https://www.clarin.com>Rural-Agricultura>

Hernández, J. (2019, 18 de julio). Tras el exitoso control de *Lobesia botrana* en Mendoza, técnicos argentinos exponen en California. *INFOCAMPO*. <https://www.infocampo.com.ar/tras-el-exitoso-control-de-lobesia-botrana-en-mendoza-tecnicos-argentinos-exponen-en-california/>

Infocampo. (2022, 17 de noviembre). La polilla de la vid apareció por primera vez en Neuquén y se multiplican las tareas de prevención. <https://www.infocampo.com.ar/la-polilla-de-la-vid-aparecio-por-primera-vez-en-neuquen-y-se-multiplican-las-tareas-de-prevencion>

Manini, M. (2022, 12 de marzo). *Lobesia botrana*: casi una de cada tres viñas de Mendoza tiene alta población. *Diario Los Andes*. <https://www.losandes.com.ar>fincas>lobesia-botrana>

MendoPost. (2019, 18 de julio). Técnicos de Mendoza exponen en EEUU sobre el control de la *Lobesia*. <https://www.mendozapost.com>lobesia>

MendoVoz. (2023, 31 de agosto). Nuevo convenio para desarrollar tecnología contra la polilla de la vid. <https://www.mendovoz.com/actualidad/panorama-vitivinicola/2023/8/31/nuevo-convenio-para-desarrollar-tecnologia-contra-la-polilla-de-la-vid-132313>

Phytoma-España. (2023, 23 de marzo). La técnica de confusión sexual se consolida en Navarra. <https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-actualidad/la-tecnica-de-confusion-sexual-se-consolida-en-navarra>

Pérez, E. (2023, 9 de agosto). Arranca en San Juan la guerra a la enemiga de la uva. *Tiempo de San Juan*. <https://www.tiempodesanjuan.com>

Realidad Económica. (2024, 6 de junio). Senasa no detectó *Lobesia botrana* en San Patricio del Chañar. <https://realidadeconomica.com.ar/senasa-no-detecto-lobesia-botrana-en-san-patricio-del-chanar>

Sitio Andino. (2016, 11 de agosto). ¿Por qué la *Lobesia botrana* es un problema enorme para Mendoza?. <https://www.sitioandino.com.ar>Economia>