



Chile  
en marcha



## **INFORME FINAL PROYECTO**

**“Generación de sistemas de alertas de establecimiento, desarrollo y control oportuno de *Lobesia botrana* en la Región de Atacama”**

**Código BIP: 30486379**

**Proyecto Financiado con Recursos del Fondo de Innovación  
para la Competitividad de Asignación Regional FIC del  
Gobierno Regional de Atacama**



Chile  
en marcha



## Contenido

1. EQUIPO DE TRABAJO .....	3
2. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA .....	3
3. ESTADO DEL ARTE .....	4
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
4.1. General.....	6
4.2. Específicos .....	6
5. ANTECEDENTES BIOLÓGICOS DE LOBESIA BOTRANA (DENIS & SCHIFFERMÜLLER) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) .....	7
6. ACTIVIDADES EJECUTADAS Y COMPONENTES OBTENIDOS .....	15
6.1. ESTUDIO AGROCLIMÁTICO DE HUERTOS VITÍCOLAS .....	15
6.1.1. ANÁLISIS POR SECTOR.....	18
6.1.2. HORAS ADVERSAS PARA EL DESARROLLO DE L. BOTRANA.....	22
6.2. INFLUENCIA DE FACTORES ABIÓTICOS COMO TEMPERATURA, HUMEDAD, FOTOPERIODO DE CUATRO COMUNAS DE LA REGIÓN DE ATACAMA, EN EL DESARROLLO DE L. BOTRANA 24	
6.2.1. BIOCÁMARAS.....	24
6.3. DESARROLLO DE SOFTWARE INTERACTIVO PARA DETERMINACIÓN DE PROBABILIDAD DE ESTABLECIMIENTO DE L. BOTRANA Y MAPAS DE RIESGO .....	30
6.3.1. Probabilidad establecimiento de <i>L. botrana</i> por comuna.....	35
6.4. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.....	39
6.4.1. Taller de capacitación para profesionales PNLB Atacama para dar a conocer los alcances del proyecto.....	39
6.4.2. Influencia de los factores climáticos como temperatura, humedad y fotoperiodo en el desarrollo biológico de <i>L. botrana</i> .....	40
6.4.3. Interpretación de mapas de riesgo y uso de software interactivo para determinación probabilidad de establecimiento de <i>L. botrana</i> en Atacama .....	43
6.5. MANEJO DE L. BOTRANA EN ÁREA EXTENSA A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE CONFUSIÓN SEXUAL 44	
7. CONCLUSIONES .....	52



Chile  
en marcha



## 1. EQUIPO DE TRABAJO

**Claudio Salas Figueroa.** Director, coordinador de actividades en campo y laboratorio, elaboración de material de divulgación técnica.

**Nancy Vitta Palacios.** Director alterno.

**Vianka Rojas Hinojosa.** Ayudante investigación en agroclimatología. Instalación, mantención y evaluación de estaciones de monitoreo de variables climáticas dispuestas en campo.

**Jessenia Zlatar Talavera.** Investigador, establecimiento y evaluación de estaciones meteorológicas, elaboración de diagnóstico, confección de informes técnicos, apoyo técnico en actividades de extensión.

**Magdalena Lagües Barrera.** Administrativo, seguimiento financiero proyecto. Confección de informes financieros.

## 2. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA

Durante el año 2008, el escenario fitosanitario del rubro vitícola chileno se vio fuertemente afectado por el ingreso de *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller) (Lepidoptera: Tortricidae). Los efectos que tiene *L. botrana* en la producción de vides son efectos productivos directos por la destrucción de la fruta por las larvas, generando además pudriciones. Por otra parte, también se han establecido medidas cuarentenarias por parte de los mercados de destinos de la uva de mesa que están libres de esta plaga, afectando los costos de producción, tanto a nivel de campo como en postcosecha.

Al momento de su detección, se estableció a nivel nacional un programa de control oficial (PCOLB), ejecutando por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), principal entidad fiscalizadora en el área fitosanitaria de Chile, determinando la obligatoriedad de control químico en caso de detectarse su presencia, con el objetivo de erradicar esta plaga del territorio nacional de un periodo de seis años. Sin embargo, aún con las medidas establecidas por la autoridad fitosanitaria chilena, no fue posible contener su dispersión dentro del territorio nacional, encontrándose distribuida desde la Región de Atacama hasta la Región de Bío Bío.

Desde el comienzo del establecimiento del Programa de Control Oficial (PCOLB) en Chile, las capturas de *L. botrana* en la Región de Atacama han sido reducidas en comparación a las registradas en la zona Central. Así por ejemplo desde 2008 hasta 2016 en la Región de Atacama han sido capturados 90 machos, en cuanto en la región del Maule sólo durante la temporada 2015-2016 fueron capturados 462.658 individuos, aun cuando la superficie cultivada con vid no difiere grandemente entre ambas regiones. Lo anterior hace suponer que las características climáticas y agroecológicas propias de la Región de Atacama impiden el establecimiento y normal desarrollo de la plaga, siendo probable que los individuos



Chile  
en marcha



capturados en la red de monitoreo dispuesta por el SAG provengan de frutas frescas importadas desde regiones del centro sur.

Por la relevancia económica que tiene la producción vitícola para la región de Atacama como principal zona de producción temprana, es necesario el estudio de los patrones de desarrollo de esta plaga en cada una de sus generaciones, considerando la interacción de humedad, fotoperiodo, temperatura y agroecología propias de las zonas vitícolas de los Valles de Copiapó y Huasco. Lo anterior permitiría determinar si bajo las condiciones agroclimáticas y agroecológicas de la Región de Atacama hacen posible que *L. botrana* se desarrolle, además de establecer un sistema de alerta de tipo regional mediante la confección de mapas de riesgo de establecimiento de la plaga permitiendo determinar si la región de Atacama, o sectores específicos pueden ser considerados como inapropiados para el establecimiento y desarrollo de este insecto

### 3. ESTADO DEL ARTE

Por la relevancia económica, que tiene para Chile, *Lobesia botrana*, es necesario el estudio de sus patrones de desarrollo en cada una de sus generaciones, considerando la interacción de factores como humedad, distribución geográfica, fotoperiodo, fenología de la vid y localidad, lo que permitirá establecer un Sistema de Alerta Regional, para programar las actividades de manejo reduciendo el riesgo económico que implica para la Región de Atacama la presencia de esta plaga cuarentenaria en uva.

Los trabajos de Battisti et al, 2005; Pavan et al, 2006; Martin Vertedor et al, 2010, indican que en Europa la polilla del racimo está produciendo crías adicionales en comparación con décadas pasadas, lo cual es asociado al incremento de las temperaturas. Sin embargo, investigaciones recientes (Dagatti & Becerra, 2015) muestran que las diferencias solo en temperatura no explican el comportamiento generacional de esta plaga, citando como componentes adicionales el fotoperiodo y la humedad a la que está sometida esta plaga (Roditakis & Karandinos, 2001).

Además de la influencia general de los factores climáticos sobre las poblaciones de *L. botrana*, ciertos efectos particulares como días de altas temperaturas y baja humedad relativa influyen negativamente en huevos de *L. botrana* deshidratándolos debido a su gran sensibilidad a ambos factores (Coscollár, 1981). Estos antecedentes son respaldados por estudios de laboratorio llevados a cabo por Balachowky, (1966) donde se registró que la mortalidad de huevos aumentaba progresivamente por encima de 22° C y por debajo de 18° C, en mayor medida cuanto más débil era la humedad. Por su parte, por encima de 30° C este mismo autor determinó que la mortalidad aumentaba muy rápidamente.

En España fue demostrado que a causa de temperaturas elevadas disminuyó el tiempo de desarrollo larvario y como consecuencia hubo reducción del tamaño de los adultos. Esto es de gran importancia porque esta condición podría afectar negativamente el potencial reproductivo de *L. botrana* (Torres et al., 1996).



Chile  
en marcha



Otro factor que tiene influencia en el desarrollo de *L. botrana* corresponde al fotoperiodo, siendo comprobado que el valor del fotoperiodo a que están sometidos los huevos de una generación tiene una influencia decisiva sobre la entrada en diapausa de dicha generación y en el potencial reproductivo de los adultos (Torres et al., 1996; Dagatti & Becerra, 2015).

El sistema de alerta de la plaga, empleado hasta ahora en Chile por el SAG, se han dado combinando dos factores: 1) Modelos de grados días acumulados desarrollado por el SAG. Este modelo fue desarrollado principalmente con información de capturas de las regiones centrales. Actualmente se encuentra en su etapa de validación y ajuste. 2) Seguimiento de la biología de la plaga en terreno en estaciones de monitoreo, en la cual se corrobora el estado de desarrollo de la plaga mencionado en el punto 1.

Las trampas de feromonas entregan información útil sobre la población de machos, pero por sí solas parecen no proporcionar toda la información para determinar el establecimiento efectivo en una zona geográfica acotada. Por otra parte, estudios a nivel mundial, indican que la relación entre el porcentaje de daño de bayas de uva por larvas y la captura de machos en trampas con feromona es baja, como lo es para otras especies de tortricidos (Hoffman et al., 1992).

Hay varios modelos de días grados en la literatura europea que difieren en la cantidad de unidades de calor acumuladas necesarias para cada etapa del ciclo de vida de *L. botrana*. Esto debido a que se utilizan métodos de cálculos de grados días con temperaturas umbrales estándar y no se consideran otros parámetros meteorológicos y geográficos que puedan influir en el desarrollo de la plaga en las distintas zonas afectadas de Chile.

Dado estos antecedentes, la presente propuesta busca desarrollar modelos de alerta adaptados a las condiciones climáticas y ecológicas de la región de Atacama, orientados a determinar condiciones óptimas para establecimiento, desarrollo y control de *L. botrana*.

#### Referencias Bibliográficas

Battisti A, Stastny M, Buffo E and S Larsson (2006) A rapid altitudinal range expansion in the pine processionary moth produced by the 2003 climatic anomaly. *Global Change Biology* 12: 662–67

Coscollár, R. 1997. La polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana* Den. y Schiff.). Generalitat Valenciana, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación, Valencia, 613 pp.

Hoffman CJ, Dennehy TJ and, JP Nyrop, 1992. Phenology, monitoring, and control decisión components of the grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae) risk assessment program in New York. *J. Econ. Entomology*. 85, 2218–2227.



Chile  
en marcha



Martin-Vertedor D, Ferrero-Garcia JJ and Torres-Vila LM (2010) Global warming affects phenology and voltinism of *Lobesia botrana* in Spain. *Agricultural and Forest Entomology* 12: 169–176.

Pavan F., Floreani C., Barro P., Zandigiaco P. and L. Dalla Montà .2010. Influence of the grape –growing area on the phenology of *Lobesia botrana*. *Bull. Insectol.*, 59 : 105-109.

#### 4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

##### 4.1. General

- Desarrollar modelos de alerta adaptados a las condiciones climáticas y ecológicas de la Región de Atacama, orientados a determinar condiciones óptimas para establecimiento, desarrollo y control de *Lobesia botrana*.

##### 4.2. Específicos

- Determinar la influencia de factores abióticos como temperatura, humedad, fotoperiodo de las comunas de Tierra Amarilla, Copiapó, Vallenar y Alto del Carmen, en el desarrollo de *Lobesia botrana*.
- Generar mapas de riesgo de ingreso y desarrollo de *Lobesia botrana* en las distintas zonas vitícolas de la Región de Atacama.
- Confeccionar un modelo de alerta para prever el potencial de desarrollo de *Lobesia botrana* bajo las condiciones climáticas y ecológicas de las comunas con mayor superficie vitícola a saber: Tierra Amarilla, Copiapó, Vallenar y Alto del Carmen.
- Transferencia de resultados.



Chile  
en marcha



## 5. ANTECEDENTES BIOLÓGICOS DE LOBESIA BOTRANA (DENIS & SCHIFFERMÜLLER) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)

Nancy Vitta, INIA La Platina

### Antecedentes generales

La polilla europea de la vid *Lobesia botrana*, es una polilla polífaga, que se desarrolla en plantas de varias familias. Este tortricido sufre de dos a cuatro generaciones en Europa, y generalmente tres en el área de Burdeos (Delbac et al, 2010). *L. botrana* completa 2–3 generaciones anualmente en el sur de Europa, aunque el número de generaciones varía de una en el norte de Europa a tanto como cinco en Asia Central. Hay al menos tres y posiblemente cuatro generaciones en Chile (González, 2008). Hasta la fecha, es una de las plagas de viñedos más nocivas en los países productores de vid europeos y mediterráneos. Los daños se centran en los racimos y permiten el inicio de varias infecciones por hongos como *Botrytis cinerea* (Persoon: Fries) (Sclerotiniaceae), se pudren las uvas a mediados de temporada y aumenta la severidad del moho gris en la cosecha o pudrición de aspergillus negro (*Aspergillus niger* y *Aspergillus carbonarius*) productores de ocratoxina A. Estas infecciones a menudo están relacionadas con la actividad de alimentación larval de *L. botrana* (Delbac et al, 2010). Sus larvas se alimentan de flores de vid y bayas, con una diapausa facultativa y un número variable de generaciones por año, dependiendo de la temperatura y el fotoperíodo (Pavan et al., 2014).

Por lo general, se informa como trivoltina en áreas mediterráneas, aunque, en los años más cálidos, una cuarta generación parcial ha sido reportada. Los primeros adultos de *L. botrana* aparecen en la primavera y luego son seguidos por la primera generación de larvas que se alimentan de inflorescencias y brotes; en el norte de Italia, esto ocurre entre mayo y junio (Cafarra et al, 2012).

En Chile fue oficialmente detectada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) hacia comienzos de abril 2008 cuando el insecto se encontraba en su tercera fase generacional. La mayor información sobre la fenología del daño causado por esta especie se ha reunido mediante observaciones y evaluaciones de los programas de monitoreo conducidos principalmente sobre la vid vinífera y uva de mesa por las respectivas autoridades fitosanitarias y otros centros de vigilancia (González, 2015).

Seguendo a Hannemann (1961), Balachowshy (1966) y Gómez Bustillo (1979), podemos situar sistemáticamente a *Lobesia Botrana* Denis&Schifferrmüller (1776), como sigue:

<b>Reino</b> .....	<b>ANIMAL</b> (sensu Linnaeus, 1758)
<b>Filo</b> .....	<b>ARTROPODA</b> (Siebol, 1946)
<b>Clase</b> .....	<b>INSECTA</b> (Linnaeus, 1735)
<b>Subclase</b> .....	<b>PTERIGOGENEA</b> (Brauer, 1885)
<b>Superorden</b> .....	<b>MECOPTEROIDEA</b> (Tillyard, 1926)

<b>Orden</b> .....	<b>LEPIDOPTERA</b> (Linnaeus, 1746)
<b>División</b> .....	<b>HETERONEURA</b> (Tillyard, 1918)
<b>Suborden</b> .....	<b>DITRYSA</b> (Borner, 1939)
<b>Superfamilia</b> .....	<b>TORTRICOIDEA</b> (Comstock, 1924)
<b>Familia</b> .....	<b>TORTRICIDAE</b> (Stephns, 1829)
<b>Subfamilia</b> .....	<b>OLETHREUTINAE</b> (Washington, 1897)
<b>Tribu</b> .....	<b>OLETHREUTINI</b> (Obrastsov, 1946)
<b>Genero</b> .....	<b>LOBESIA</b> (Guenee, 1845)
<b>Especie</b> .....	<b>BOTRANA</b> (Denis&Schifferrmüller, 1776),

Fuente: Coscollá, 1997

## Descripción

### Huevo

Los huevos son depositados individualmente sobre superficies lisas de ramilletes florales y, posteriormente, los correspondientes a las siguientes dos generaciones son puestos también aisladamente sobre las bayas, y en ningún caso en placas ovíferas conteniendo varias de estas unidades (González, 2015). El huevo de *L. botrana*, es elíptico, aplanado, y ligeramente convexo. Cada huevo mide aproximadamente 0,65–0,90 mm de largo por 0,45–0,75 mm de ancho. Cuando son recién puestos, los huevos son translúcidos de color blanco cremoso (Figura 1), tornándose amarillo pálido, a medida que envejece, el color blanco cremoso iridiscente del huevo se vuelve amarillo (Figura 2) y luego se ennegrece observándose la cabeza de la larva en desarrollo, aunque la incubación dura, normalmente, solo unos pocos días (Figura 3) (Gilliant et al, 2011; Varela et al, 2010). El paso siguiente es la eclosión o salida de la larva (Figura 4). Tras haber emergido la larva y abandonado el huevo, de este queda solo el caparazón o huella redondeada y nacarada, produciéndose la eclosión a los 7-9 días desde la ovipostura (Figura 5) (Coscollá, 1997, González, 2015). El umbral de temperatura más bajo para el huevo, el desarrollo larval y pupal es aproximadamente es de 8°C (Gilliant et al, 2011). Las hembras depositan los huevos de primera generación por separado o en grupos de dos o tres en yemas, pedicelos y flores; los de la segunda y tercera generación depositan solo huevos en bayas de uva individuales (Gilligant et al, 2011).



Figura 1, 2, 3, 4 y 5. 1) Huevo blanco cremoso. 2) Huevos amarillos. 3) Huevo cabeza negra. 4) Eclosión larva. 5) Huella redondeada y nacarada (Fuente: Laboratorio Entomología, INIA, La Platina)

## Larva

La larva pasa por cinco estados larvarios: estado I (0,9-1,0 mm), estado II (1,9-3,0 mm), estado III (4,5-5,0 mm), estado IV (6,0-7,0 mm) y estado V (10,0-11,0 mm).

La larva que sale del huevo tras la eclosión (larva neonata) mide 0,9-1,0 mm de longitud, siendo su cápsula cefálica de color negro y el cuerpo blanquecino y delgado, provisto de pelos, proporcionalmente muy largos (Figura 6) (Coscollá, 1997) y el escudo protorácico más pálido que el resto del cuerpo (Gilliant et al, 2011). Las larvas más viejas tienen cabeza más clara de color marrón amarillento con un borde oscuro en el borde posterior (más cercano a el cuerpo) del escudo protorácico (segmento detrás de la cabeza) (Figura 7). Las larvas jóvenes tienen cuerpos bronceados (Figura 8) (Varela et al, 2010).

La larva madura mide 10,0–11,0 mm de largo y varía en color de amarillo claro a marrón pálido, dejando ver, en ocasiones (transparencia) el contenido intestinal. Cabeza de color marrón, escudete torácico color marrón más oscuro que la cabeza (Figura 9) (Coscollá, 1997), (Gilliant et al, 2011). Las larvas de quinto estadio hacen girar un capullo de seda blanco grisáceo en el que pupan (Figura 10). El color de larva variara de acuerdo a la alimentación (González, 2015). La larva en su estado completo de desarrollo es de color verdoso amarillento, a veces algo marrón o grisáceo.



Figura 6, 7, 8, 9 y 10. 6) Larva neonata. 7) Larva más vieja cabeza más clara de color marrón amarillento. 9) Larva joven. 9) Larva madura. 10) Larva de quinto estadio hacen girar un capullo de seda blanco grisáceo para el proceso de pupación (Fuente: Laboratorio Entomología, INIA, La Platina)

Las larvas de *L. botrana* dañan la uva alimentándose de flores, brotes y frutas. Las larvas de primera generación se alimentan de los botones florales, lo que resulta en rendimientos reducidos, mientras que las larvas de segunda y tercera generación se alimentan de uvas maduras, respectivamente. Los umbrales económicos para *L. botrana* en uva varían con las condiciones climáticas, tipo de uva (vino o mesa) y cultivar (Gilliant et al, 2011).

La primera generación se desarrolla en inflorescencias (antófago); larvas forman el llamado glomérulo o nido (Figura 11). Las siguientes generaciones se desarrollan en bayas (carpófago). En viñedos, *L. botrana* hiberna a la etapa pupal debajo de la corteza exfoliante y en grietas del tronco y cordones (Ioratti et al, 2011).



Figura 11. Formación de glomérulos por larvas de *L. botrana* (Fuente: Laboratorio Entomología, INIA, La Platina)

El desarrollo larval completo es de aproximadamente 20–28 días o 170 grados-días para larvas alimentándose de flores y 225 días-grado para la alimentación de larvas en bayas. Individuos sin diapausa de la primera y segunda generación pupan en hojas enrolladas o inflorescencias atadas con seda (Gilliant et al, 2011). La generación de primavera de *L. botrana* generalmente no tiene importancia económica directa, excepto en fructificación sobre cultivares de vino. Larvas de generaciones carpófagas reducen la producción de bayas, pero el daño es causado principalmente por las consiguientes infecciones fúngicas y bacterianas. Cultivares con racimos compactos de uva se ven más afectados; la segunda generación es más dañina para la maduración de variedades temprana, mientras que la tercera generación que lo es para las variedades de maduración tardía (Ioratti et al, 2011).

### Pupa

Las pupas se esconden en las cortezas de las plantas de vid, en los pliegues de las hojas, refugios en los racimos o en el suelo. Están siempre envueltas por un capullo sedoso, blanco, fusiforme y continuo de forma que constituye una envoltura completa que no deja ver la crisálida; únicamente tiene una imperceptible discontinuidad por donde debe salir el adulto y que está formada por dos labios aplicándose exactamente uno sobre otro (Coscollá, 1997). La pupa es alargada y de color marrón oscuro, midiendo 5,0-6,0 mm de longitud por 1,6-1,7 mm de ancho (Figura 12). Como muchos tortricidos, la pupa es inicialmente marrón verdoso y luego marrón oscuro. La longitud promedio de las pupas machos y hembras de 5, 5 mm y 7,0 mm, respectivamente (Gilligan et al, 2011).



Figura 12. Diferencia de colores de pupas de *L. botrana* (Fuente: Laboratorio Entomología, INIA, La Platina).

Las pupas pueden diferenciarse (Figura 13) macho y hembra. El macho presenta 4 segmentos abdominales y la hembra 3 segmentos. Se pueden observar claramente los ojos, antenas, alas y segmentos abdominales. Generalmente la pupa hembra es de mayor tamaño el macho.

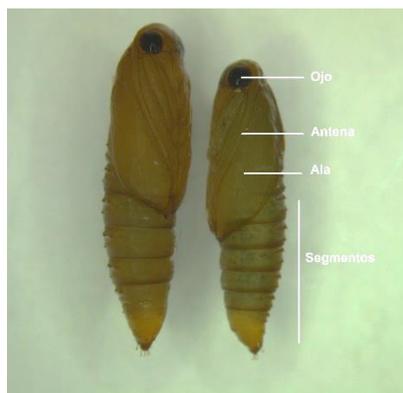


Figura 13. Pupa *L. botrana*. Izq. Pupa hembra. Der. Pupa macho.

*L. botrana* pasa el invierno en estado de pupa bajo la corteza o el ritidomo de la vid (Figura 14), encerrada dentro de un capullo de color blanco. En primavera, en coincidencia con la brotación y floración de la vid, comienzan a emerger los adultos provenientes del estado de pasaje invernal.



Figura 14. Pupa *L. botrana* en ritidomo de vid (Fuente: Laboratorio Entomología, INIA, La Platina)

Aunque las pupas estén en diapausa (estado fisiológico de inactividad), todo el invierno, su intensidad respiratoria va variando a lo largo del periodo invernal, aumentando al transcurrir el tiempo. Si embargo el hecho más notable durante la fase de hibernación es la elevada mortalidad natural que sufre el insecto. Las causas son variadas, además de una predación apreciable, pero difícil de cuantificar, actúa sobre todo el parasitismo, actuación de patógenos fúngicos y a otras causas desconocidas (Coscollá, 1997). El desarrollo completo de pupas en aproximadamente 12–14 días, o 130 días de grado, para ciclo sin diapausa. La diapausa de individuos del tercero o posteriores generaciones pupan debajo de la corteza, en el suelo, o debajo de la hojarasca; los adultos emergen la siguiente primavera (Gilliant et al, 2011).

### Adulto

Pequeña polilla de 6,0-0,8 mm de largo y de unos 11,0 a-13,0 mm de envergadura alar (Figura 15), presentando ambos sexos un diseño dorsal provisto de una banda transversal en el par de alas anteriores, que se visualiza al encontrarse las alas en reposo plegadas sobre el cuerpo (González, 2015). Los machos carecen de un pliegue costal del ala anterior, el ala posterior es blanquecina con una periferia marrón, mientras que el ala trasera femenina es completamente marrón (Gilliant et al, 2011). Este primer par de alas termina con un fleco

color marrón. Este aspecto jaspeado es muy característico, que hace a los adultos inconfundibles (Coscollá, 1997).



Figura 15. Adultos *L. botrana* (Fuente: Laboratorio Entomología, INIA, La Platina)

### Biología y desarrollo

La emergencia de los imagos y/o adultos de las pupas invernantes tiene lugar en primavera, en función de las condiciones climáticas, las que varían según zona y año, las fechas de aparición de los adultos también podrán ser más o menos procesos según zonas y años. Por otro lado, esta salida primaveral de adultos es muy escalonada ya que según la fecha de pupación y el lugar de invernación la influencia climática será diferente (Coscollá, 1997). Los vuelos de primera generación pueden comenzar cerca del brote y continuar por cuatro a cinco semanas; los machos comienzan a emerger aproximadamente una semana antes que las hembras. Los adultos viven de una a tres semanas, vuela al anochecer (por encima de 12,2°C), y aparearse en vuelo (1 a 6 días después de la emergencia). Las hembras generalmente se aparean una vez en su vida. La puesta de huevos comienza de uno a dos días, después del apareamiento, cada hembra puede llegar a poner entre 80 a 160 huevos. Los huevos de primera generación son colocados individualmente en superficies planas cerca o dentro de flores en el racimo, la eclosión se produce de 7 a 11 días (Varela et al, 2010). La duración del periodo de incubación, es decir, la evolución del proceso de embriogénesis, esta fuertemente influida por la temperatura; la supervivencia de los huevos está influida por acción combinada de la humedad y la temperatura. En esta primera generación, teniendo en cuenta que las irregularidades condiciones climáticas primaverales no son la óptimas para el huevo, el periodo de incubación suele durar una semana o algo más. La larva neonata de 1,0 mm de longitud aproximadamente, es muy ágil. Larvas juntas o individuales en las flores forman "nidos" antes y durante la floración. Estos glomérulos están formados por la agrupación de varias flores o botones florales desecados, incluso, aunque es mas raro, pequeñas bayas recién formadas y atacadas, junto con los excrementos del insecto y pequeños detritus vegetales unidos por la malla de hilos sedosos segregados por la larva (Coscollá, 1997).

En condiciones óptimas de 26,7° C a 29,4° C y 40% a 70% de humedad relativa, el desarrollo larvario se completa en 20 a 30 días. Las pupas se forman dentro de los capullos en el racimo de flores, en un lóbulo doblado de una lámina de la hoja, debajo de la corteza, o en grietas del suelo. Los adultos emergen 6 a 14 días después de la pupación. El racimo generalmente está infestado con múltiples larvas que se alimentan individualmente dentro de las bayas. Las larvas se alimentan con la fruta de mejor calidad (fruta madura o fruta infestada de *Botrytis cinerea*) por lo que llegan a crecer de tamaño más grande, por lo que los adultos su vida es

más larga que yacen más grandes cantidad de huevos. Por lo tanto, las generaciones posteriores de la temporada tienen el potencial de causar mayor daño a los cultivos que las primeras generaciones de la temporada. En otoño, noches más largas que 11 horas durante el desarrollo de huevos y / o larvas inician la diapausa. Una pupa diapausa resiste temperaturas más bajas que una pupa sin diapausa y puede tolerar incluso los inviernos más fríos del norte de Europa. A comienzos de febrero, durante el desarrollo posterior a la diapausa, antes de la emergencia del adulto, las pupas pueden morir a temperaturas inferiores 7,8°C (Varela et al, 2010).

Bajo condiciones locales *Lobesia* presenta un ciclo de tres generaciones anuales, la última con densidad poblacional muy variable y con periodos de vuelo incluso prolongados hasta el inicio de otoño. El número de generaciones está determinado por una combinación de varios factores incluyendo fotoperiodo, temperatura en relación al umbral de desarrollo y microclima junto con la baja humedad, latitud y tipo de alimentación (González, 2015).

En los últimos tres años, INIA desarrolló en conjunto con el SAG un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), titulado “Desarrollo de modelos de alerta para el control de *Lobesia botrana* en Chile” Código PYT -2015-0097, que se basó en la construcción del Modelo de desarrollo de la plaga obtenido en Laboratorio, determinándose la temperatura umbral mínima y máxima de desarrollo de la polilla de la uva en Chile correspondiendo a 8,98°C y 27,4°C respectivamente y la acumulación de GD para originar una generación de 629GD (Cuadro 1); desarrollo del Modelo Fenológico en condiciones de campo utilizando jaulas para el seguimiento de los estados inmaduros en los racimos y trampas en base a feromonas para machos y solución de vino y agua para hembras y simulación de los parámetros de Tabla de Vida, obtenidos en laboratorio y en campo, para finalmente construir el modelo a utilizar en el sistema de alerta de la plaga.

**Cuadro 1.** Acumulación térmica o grados día de para pasar de un estado a otro en *Lobesia botrana* según Modelo desarrollado por INIA (Proyecto FIA)

<b>Estado de desarrollo</b>	<b>Acumulación térmica (expresada en grados días)</b>
Desarrollo Huevo	108
Desarrollo larvario	420
Desarrollo pupal	52
Adulto preoviposición	49
<b>Total ciclo</b>	<b>629</b>



Chile  
en marcha



Otro Proyecto desarrollado por INIA, financiado por Iniciativas de Fomento Integradas (IFI) -Chile Frutícola Código 16IFI-66070 “Establecimiento e implementación de una plataforma de alerta para *Lobesia botrana*”, donde se validó e implementó un sistema de alerta temprana para el control de *L. botrana* en uva de mesa, se capacitó a productores en el uso de la plataforma, mediante la realización de un piloto en sala acondicionada para el trabajo en línea con la plataforma, se elaboró una propuesta para extrapolar la plataforma a otras especies y plagas presentes considerando los requerimientos necesarios para su implementación y aquellas acciones que permiten reaccionar con la celeridad que amerita la irrupción de nuevas plagas desde los diferentes organismos públicos y o privados disponibles y se difundieron y validaron los resultados obtenidos, procurando la construcción de relaciones de colaboración entre los actores involucrados.

## Literatura

1. Caffarra, A., Rinaldia, M., Eccela, E., Rossib, V. y Pertota, I. 2012. Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 148: 89– 101.
2. Coscollá, R. 1997. La polilla del racimo (*Lobesia botrana* Den y Schiff). Editorial Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, España.
3. Delbac, L., Lecharpentier, P. and Thiery, D. 2010. Larval instars determination for the European Grapevine Moth (Lepidoptera:Tortricidae) based on the frequency distribution of head-capsule widths. *Crop Protection*, 29: 623–630.
4. Gilligan, T., Epstein, M., Passoa., Powell, J., Sage, O. and Brown, J. 2011. Discovery of *Lobesia botrana* ([Denis & Schiffermüller]) in California: An Invasive Species New to North America (Lepidoptera: Tortricidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 113(1):14-30.
5. González, R. 2015. *Lobesia botrana* (D. &S.) y otras polillas de la vid en Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N°22. 170 p.
6. Pavan, F., Bigot, G., Cargnus, E. and Zandigiacomo, P. 2014. Influence of the carpophagous generations of the European grapevine moth *Lobesia botrana* on grape bunch rots. *Phytoparasitica*, 42:61–69.
7. Varela, L., Smith, R., Cooper, M. and Hoenisch, R. 2010. European grapevine moth, *Lobesia botrana*, in Napa Valley vineyards. *Practical Winery and Vineyard*.
8. Ioratti, C., Anfora, G., Tasin, M., De Cristofaro, A., Witzgall, P. and Lucchi, A. 2011. Chemical Ecology and Management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 104 (4): 1125-1137.

## 6. ACTIVIDADES EJECUTADAS Y COMPONENTES OBTENIDOS

### 6.1. ESTUDIO AGROCLIMÁTICO DE HUERTOS VITÍCOLAS

Un total de siete estaciones meteorológicas iMetos fueron dispuestas en diversos puntos de la región de Atacama (Figuras 16 y 17). La información registrada fue utilizada como base para reproducir, mediante biocámaras con control de temperatura, humedad y fotoperiodo, las condiciones climáticas de sitios seleccionados de la región de Atacama, con el objetivo de determinar la influencia de éstos, en el desarrollo biológico de *L. botrana*. El detalle de la disposición de cada una de éstas se expone en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Información y disposición de cada una de las estaciones establecidas para la ejecución del proyecto.

Nombre de la Estación	Ciudad	Serie	Proveedor	Longitud	Latitud	Elevación
Callegari	Copiapó	1205031	ENTEL	-70,31991	-27,39387	402,2
Amolana	Copiapó	0120502C	MOVISTAR	-69,99584	-27,95286	1124,6
Frutícola Atacama	Copiapó	0120501E	ENTEL	-70,2715	-27,54259	561,1
Alicia Andrade	Copiapó	1205026	ENTEL	-70,29635	-27,40461	426,8
Bodega	Copiapó	1205007	ENTEL	-70,38023	-27,33765	332,6
Pons	Copiapó	012045F7	ENTEL	-70,32475	-27,37056	389,9
Ferronort	Vallenar	0120501A	ENTEL	-70,76776	-28,57256	372,5

Figura 16. Distribución de las estaciones meteorológica en la Provincia de Copiapó

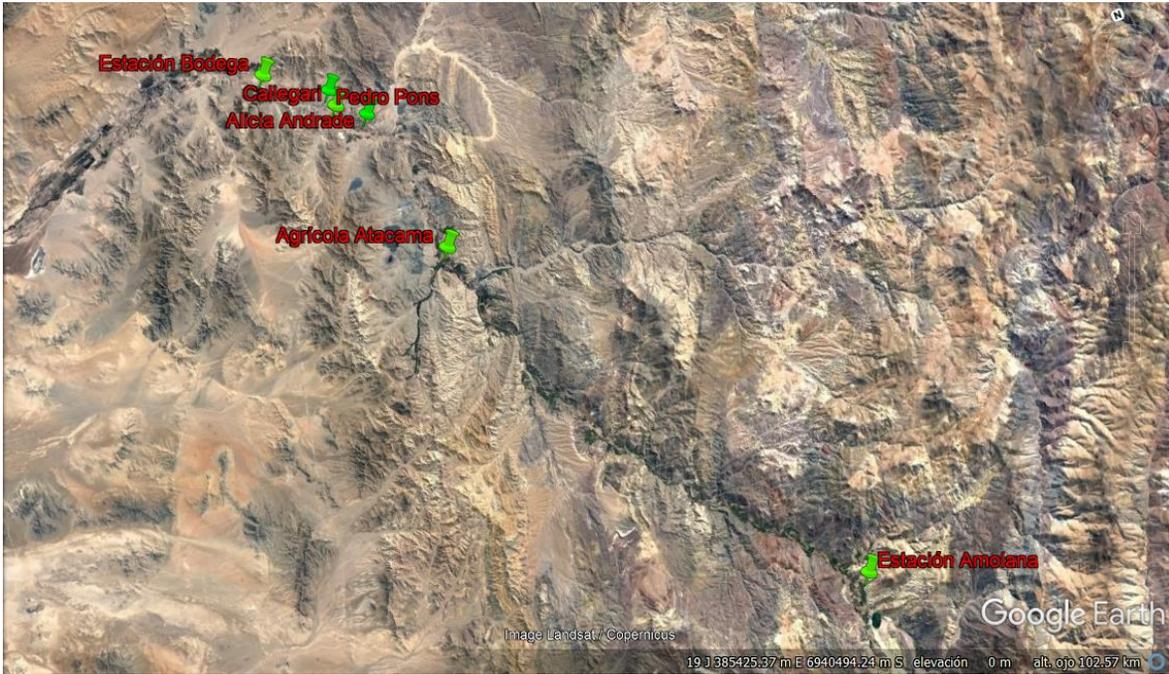
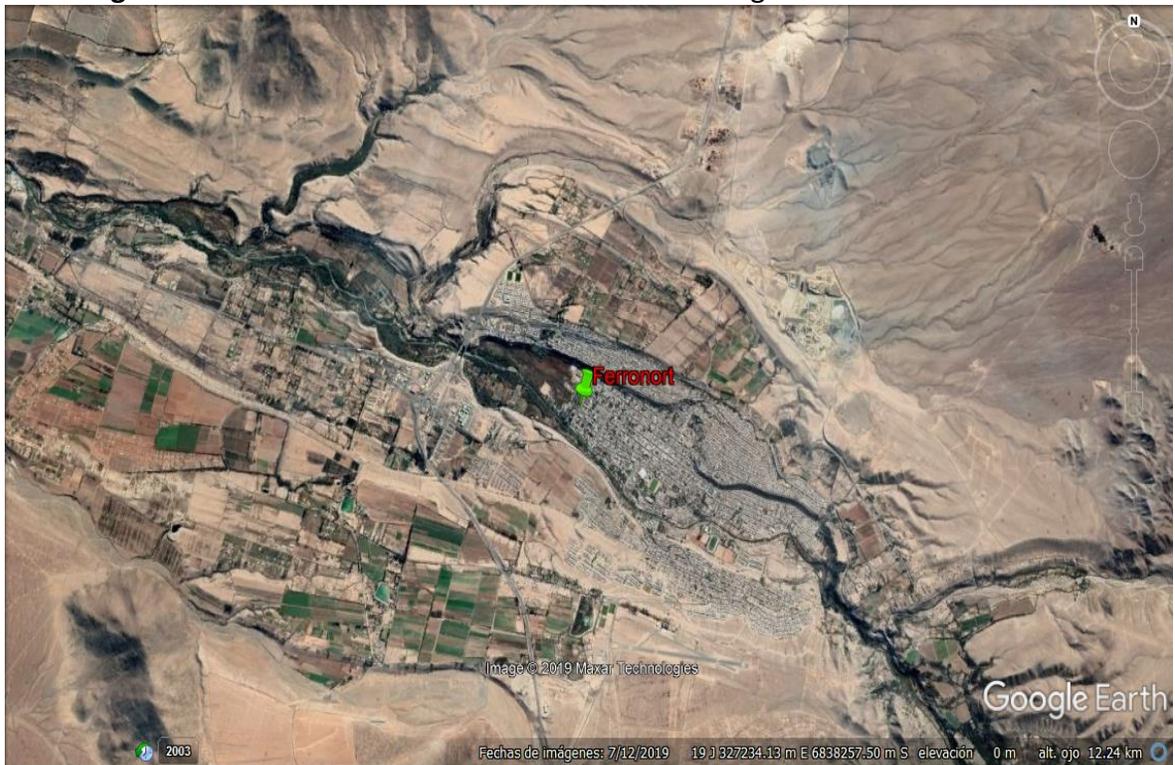


Figura 17. Distribución de las estaciones meteorológica en la Provincia de Huasco



Las estaciones meteorológicas establecidas poseían sensores de temperatura, humedad y fotoperiodo (Figura 18), los cuales fueron dispuestos en huertos urbanos y comerciales de uva de mesa con antecedentes de capturas de *L. botrana*, selección que se realizó en forma conjunta con el SAG.

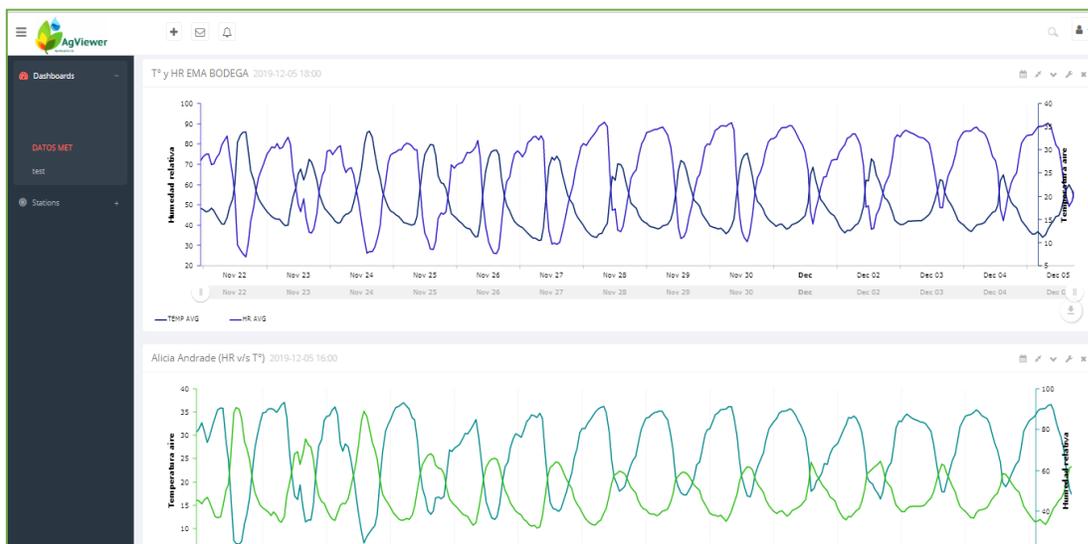
Dichos sensores fueron ubicados en la parte aérea de una planta seleccionada al azar dentro del huerto y la información generada fue enviada de forma remota a los servidores de INIA, los cuales fueron insumo para realizar los estudios bioecológicos y la generación del software de probabilidad de establecimiento.

**Figura 18.** Estaciones meteorológicas y componentes



Cada una de las estaciones dispuestas en campo poseía un plan de datos que transmitían remotamente la información a través del software AgViewer permitiendo analizar en tiempo real las variables climáticas de forma individual o realizar comparaciones entre estaciones generando gráficos (Figura 19) y planillas Excel.

**Figura 19.** Curvas de temperatura y humedad relativa Software AgViewer



### 6.1.1. ANÁLISIS POR SECTOR

Temperatura:

A comparar cada una de las temperaturas promedio registradas en las estaciones iMetos, se evidencia una tendencia térmica bastante similar entre las estaciones Pons, Callegari, Alicia Andrade, Bodega, Ferronor y Frutícola Atacama (Figura 19). A diferencia de la tendencia térmica observada en estas estaciones, Amolana registró temperaturas promedio más altas durante toda la serie temporal en análisis, con mayor amplitud en el periodo invernal (Figura 19).

Si bien la estación Alicia Andrade registró temperaturas altas sobre la tendencia observada en la mayor parte de las estaciones, éstas se dieron sólo en un periodo de tiempo acotado comprendido entre septiembre y octubre.

Las altas temperaturas registradas en el periodo invernal en la estación Amolana (Figura 6) podrían significar alteraciones biológicas en insectos diapausantes como *L. botrana* pudiendo alterar su voltinismo.

Humedad Relativa:

La tendencia registrada al analizar la humedad relativa promedio por sector no difiere de lo observado para el caso de temperatura. De esta forma las estaciones Pons, Callegari, Alicia Andrade, Bodega, Ferronor y Frutícola Atacama registraron humedades relativas similares



Chile  
en marcha



entre sí durante la serie temporal en estudio (Figura 20). Por su parte Amolana destacó por la baja humedad relativa registrada evidenciándose humedades absolutas incluso menores a  $1 \text{ g/m}^3$  (Figura 20).

La baja humedad relativa registrada en Alicia Andrade durante los primeros meses de la serie temporal (Figura 20) se debió a fallas en el sensor de humedad relativa y no a condiciones propias.

Figura 19. Temperatura promedio por estación meteorológica, Atacama 2018

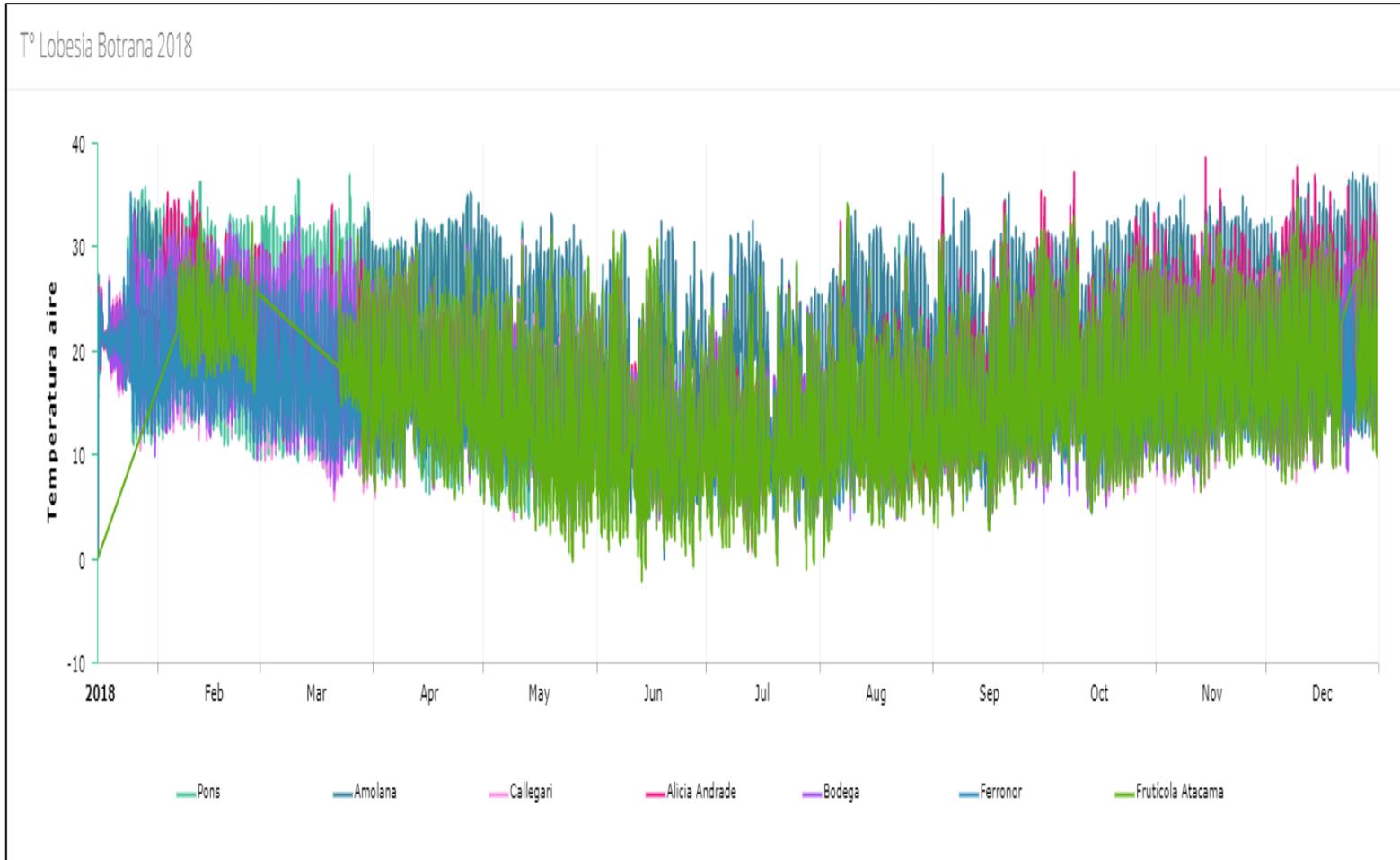
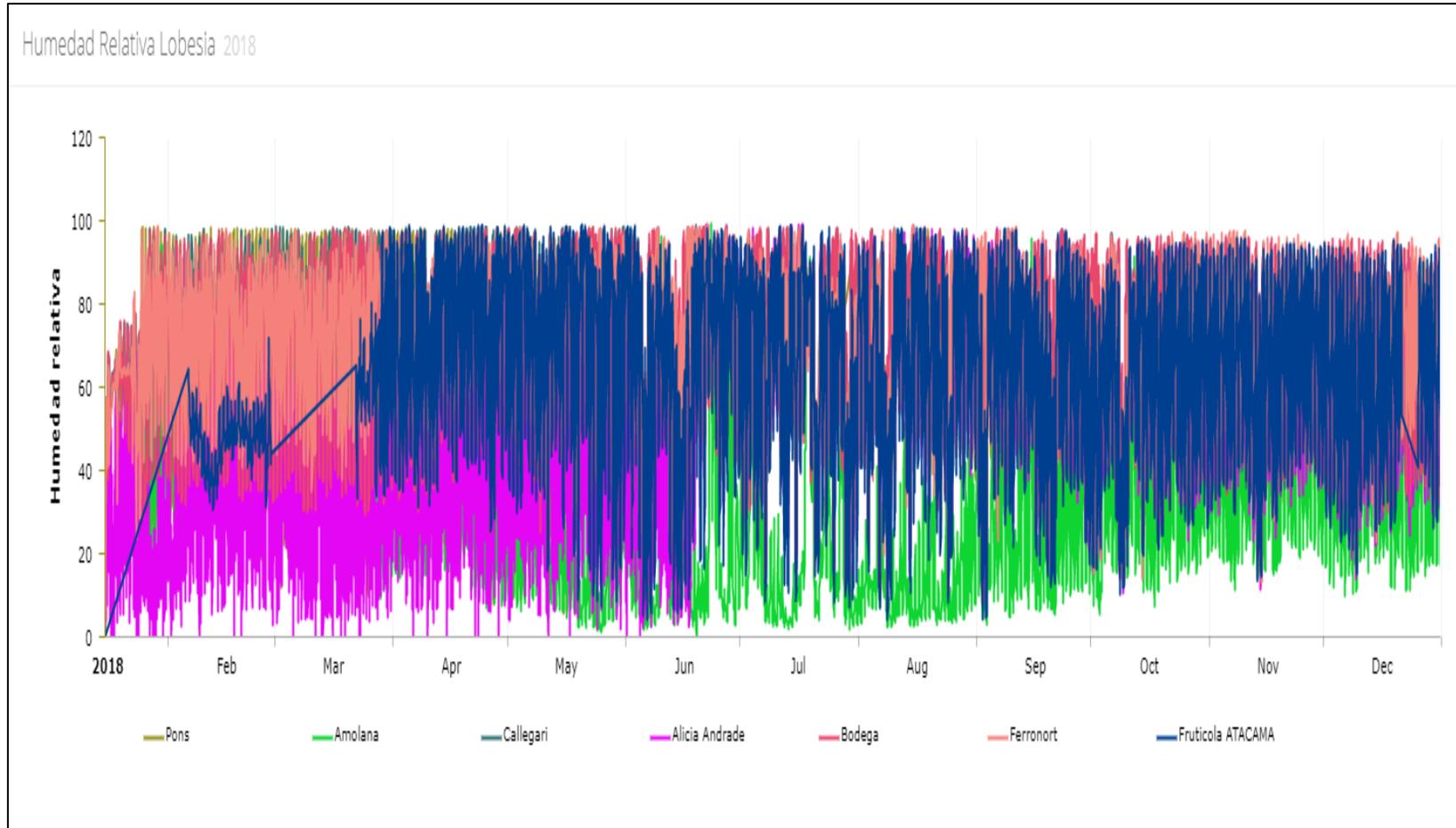


Figura 20. Humedad relativa promedio por estación meteorológica, Atacama 2018



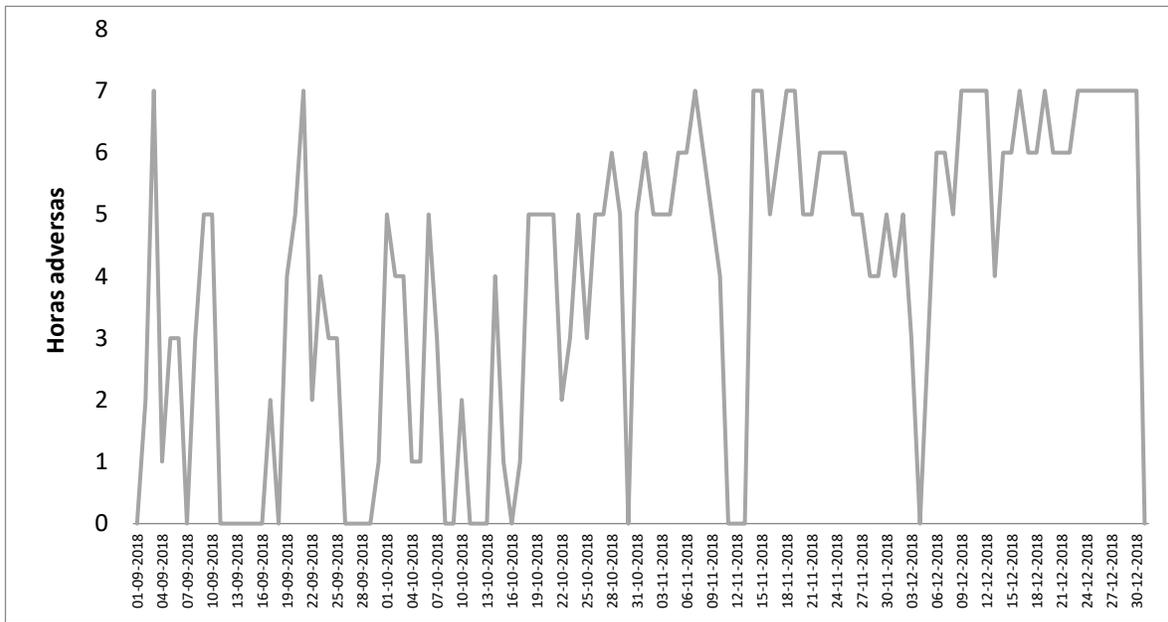
### 6.1.2. HORAS ADVERSAS PARA EL DESARROLLO DE *L. BOTRANA*

Con la información obtenida en las estaciones meteorológicas y considerando que el desarrollo biológico de *L. botrana* se altera al coincidir temperaturas sobre los 30°C y humedades relativas inferiores a 40%, se calculó para tres sectores del Valle de Copiapó las horas adversas para *L. botrana* para el periodo septiembre-diciembre coincidente con la primera y segunda generación de *L. botrana*. Los resultados se exponen a continuación:

#### a. Amolana

Entre el periodo comprendido entre el 01-09-2018 y el 31-12-2018, el sector Amolana acumuló 477 horas adversas para el desarrollo de *L. botrana* registrando acumulaciones diarias entre 0 y 7 (Figura 21). Destaca en el análisis diciembre como el mes con mayor proporción de horas adversas para el periodo en análisis (37%) seguido por el mes de noviembre (32%). Destacó además de la gran cantidad de horas adversas acumuladas en estos meses, la constancia diaria de acumulación que se observó especialmente a partir del 6-12-2018 (Figura 21).

**Figura 21.** Horas adversas para el desarrollo de *L. botrana*, Amolana, región de Atacama

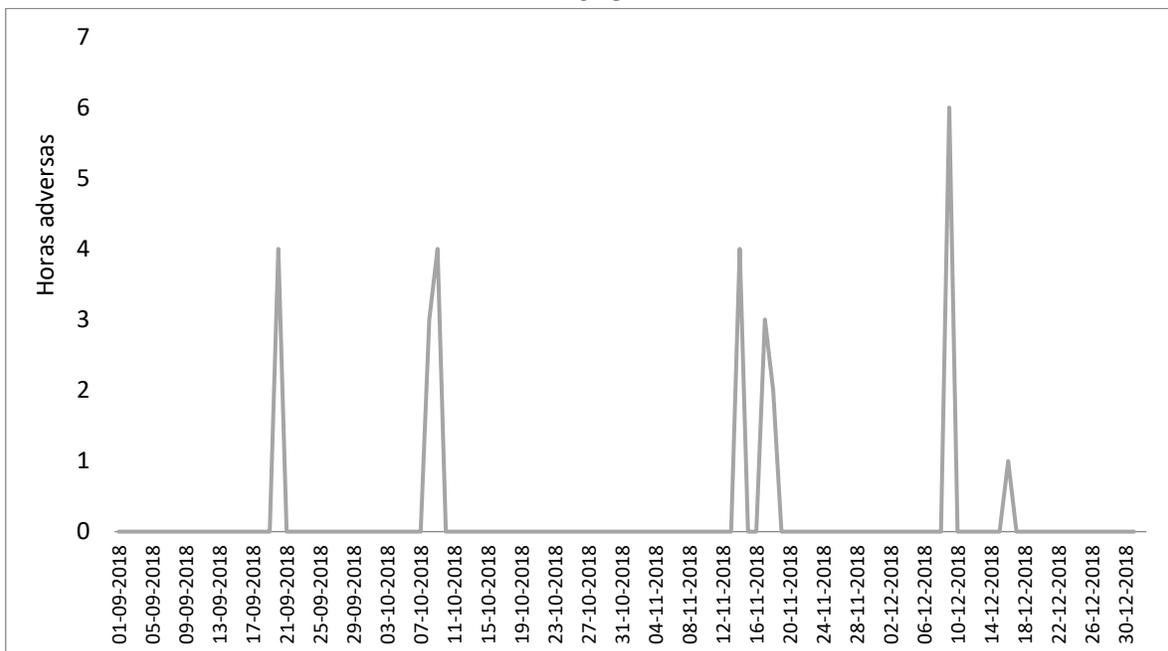


2018

## b. Bodega

Entre el periodo comprendido entre el 01-09-2018 y el 31-12-2018, el sector Bodega acumuló sólo 27 horas adversas para el desarrollo de *L. botrana* registrando acumulaciones diarias entre 0 y 6 (Figura 22). A diferencia de lo registrado en Amolana, la acumulación de horas adversas en este punto se produjo de forma esporádica no existiendo días contiguos con condiciones adversas para el desarrollo de *L. botrana* (Figura 22).

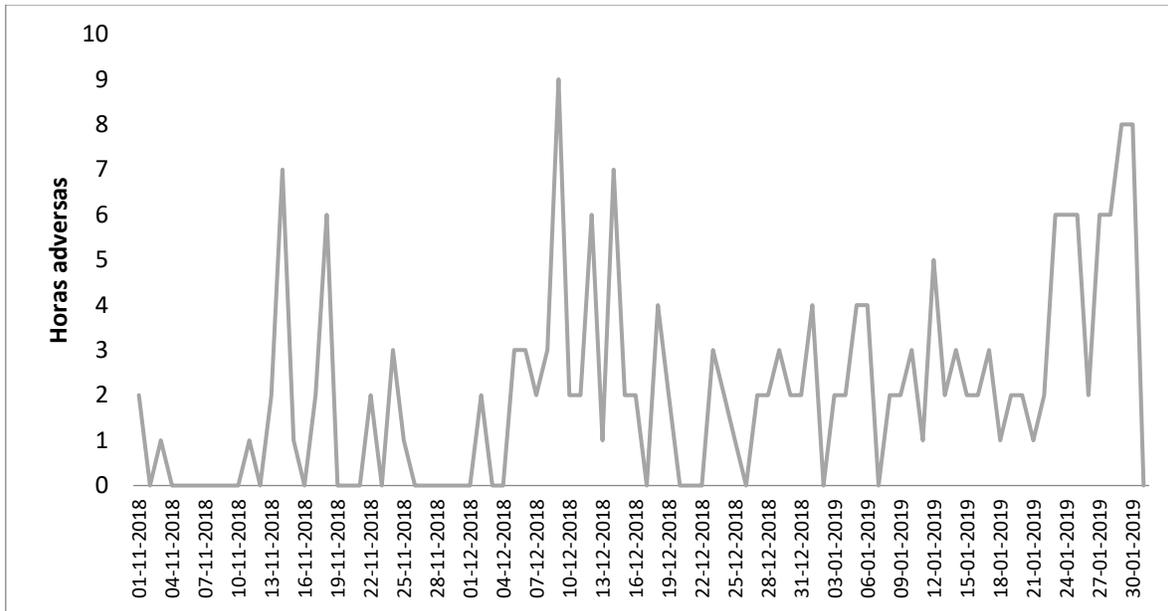
**Figura 22.** Horas adversas para el desarrollo de *L. botrana*, Bodega, región de Atacama 2018



## c. Alicia Andrade

Entre el periodo comprendido entre el 01-11-2018 y el 30-01-2019, el sector Alicia Andrade acumuló 192 horas adversas para el desarrollo de *L. botrana* registrando acumulaciones diarias entre 0 y 9 registrando de esta forma la mayor cantidad de horas adversas en un día (Figura 23). Si bien la acumulación de horas adversas durante la primera quincena de enero y durante la mayor parte del mes de enero se registraron en días contiguos, los valores diarios registrados en dichos periodos no fueron tan altos como los registrados en Amolana.

**Figura 23.** Horas adversas para el desarrollo de *L. botrana*, Alicia Andrade, región de Atacama 2018



## 6.2. INFLUENCIA DE FACTORES ABIÓTICOS COMO TEMPERATURA, HUMEDAD, FOTOPERIODO DE CUATRO COMUNAS DE LA REGIÓN DE ATACAMA, EN EL DESARROLLO DE *L. BOTRANA*

### 6.2.1. BIOCÁMARAS

Con el fin de poder evaluar el desarrollo biológico de *L. botrana* bajo las condiciones agroclimáticas de la región de Atacama, se confeccionaron tres biocámaras autónomas para crianza de *L. botrana* las cuales provean calor o frío, humedad y luz de acuerdo con un programa establecido desde una interfaz en un PC, el cual permite controlar T° con una precisión de 0,1°C, HR con una precisión de 5% e iluminación en hasta 100 niveles de luz visible. La unidad disponía de medición de T° y HR cada 2 seg, y registro del promedio cada 5 min.

El prototipo de biocámaras desarrollada por el proyecto, posee cualidades únicas, pues cuenta con la capacidad de replicar las condiciones de temperatura, humedad y luminosidad en tiempo real, situación inexistente en los equipos que actualmente se encuentra en el mercado, pues éstos pueden cambiar solo un máximo de 10 veces en el día los parámetros recién indicados.

La descripción de los componentes de las biocámaras se expone a continuación:

Gabinete: La cámara consiste en una unidad climática que provee circulación de aire con control de temperatura, humedad e iluminación, y un gabinete de 220 l con puerta de vidrio para las muestras. El gabinete es un freezer de 145 l modificado con doble puerta, la interior de acrílico cristalino (Figura 24).

**Figura 24.** Biocámaras desarrollada durante la ejecución del proyecto.



Software de programación y monitoreo: Es una aplicación para PC con Windows 7 o superior que permite configurar las cámaras y extraer los registros a planilla excel. La configuración permite programar la cámara a temperatura y humedad constantes o a simulación de ciclos diarios. Permite además configurar horas de inicio y término de ciclo de luz.



Chile  
en marcha



Unidad térmica y de control:

Consumo de energía : 600 W máx, promedio entre 150 y 250 W, dependiendo de la temperatura ambiente

Rango de T° programable : 6 a +34 °C Precisión T°:0.1 °C

Rango de HR programable : 20 a 80% para T°>20°C  
40 a 100% para T°<20°C

Precisión HR : 2%

Capacidad de cámara : 145 L

Controles : T°, HR, luces,

Datalogger : Frecuencia de registro cada 5 min, hasta 8 millones de registros  
conteniendo T°, HR, luz visible, tiempo de apertura de puerta exterior.

### 6.2.2. ESTUDIOS BIOLÓGICOS

La crianza de *L. botrana*, se comenzaron a partir de pupas sexadas provenientes del Laboratorio de INIA La Cruz, estas fueron sometidas a ensayos biológicos en biocámaras con las condiciones de tres localidades de la región de Atacama: Bodega, Alicia Andrade y Amolana. El protocolo de desarrollo de los ensayos se expone a continuación:

- Etapa de pupas a adultos: se dispuso 10 machos y 10 hembras de *L. botrana* en cámaras de reproducción, que consisten en vasos de medio litro de PVC provistos de un bebedero de cotonito humedecido. Diariamente, se realizó tanto el recuento de adultos emergidos como la mortalidad de estos.
- Etapa de huevo a larva: Se realizó el conteo diario de huevos dispuestos en el plástico del pote.
- Etapa de larva a pupa: las larvas obtenidas fueron dispuestas en placas Petri con dieta artificial para *L. botrana*.
- Etapa de pupa a adulto: Una vez alcanzado el estado de pupa estas fueron extraídas transferidas a los potes de PVC hasta emergencia de los adultos, momento en el cual se daba inicio nuevamente al ciclo.

### **Duración del ciclo y porcentaje de mortalidad de *L. botrana***

- **Huevos:** en cada una de las biocámaras, se trabajó con cuatro réplicas de 100 huevos de 24h de edad. Cada postura se colocó en placas Petri abiertas. Diariamente se realizó la observación y el registro para determinar la duración media de cada estadio de desarrollo del huevo, a saber: huevo blanco, cabeza amarilla, punta negra, eclosados. Además, se registró los huevos deshidratados.
- **Larvas:** Se trabajó con 100 larvas recién emergidas con cuatro repeticiones, se determinó diariamente cada uno de los estadios larvarios, tomándose como criterio la longitud y la pérdida de la cápsula cefálica para determinar la muda.
- **Pupas:** Se verificó el momento de formación de las pupas, las que fueron extraídas de la dieta artificial e individualizadas en placas Petri para determinar su desarrollo.

Los resultados obtenidos se exponen a continuación:

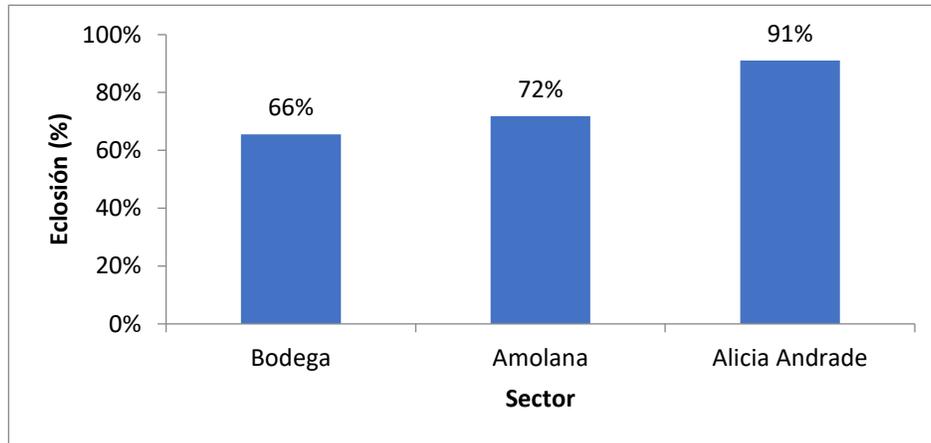
#### a. Desarrollo biológico de huevos

La tasa de eclosión registró diferencias entre los distintos sectores en evaluación (Figura 10). En la biocámara que replicaba las condiciones del sector Alicia Andrade se registró la más alta tasa de eclosión de larvas neonatas de *L. botrana* contrastando con Amolana y Bodega (Figura 25).

La variación porcentual registrada en la eclosión de larvas entre los distintos sectores se asocia a los regímenes de humedad relativa registrada en cada uno de ellos. En el caso de Bodega y Amolana la humedad relativa fue más baja que la registrada en Alicia Andrade (Figura 6) alterando el normal desarrollo de *L. botrana*. Al respecto numerosos estudios bioecológicos aplicados sobre *L. botrana* han concluido que esta especie logra desarrollarse a diversos umbrales térmicos pero que evidencia problemas cuando existen restricciones en la humedad relativa.

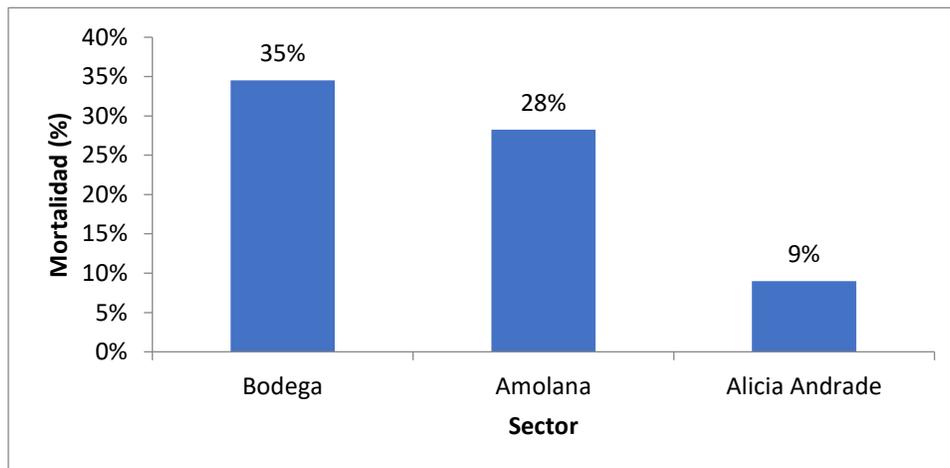
En el caso de Alicia Andrade, por tratarse de un sector urbano estando la trampa dispuesta en una planta ornamental de vid (parronal casero), las condiciones de humedad registradas fueron altas existiendo por tanto condiciones apropiadas para un posible desarrollo de *L. botrana*.

**Figura 25.** Eclosión promedio de huevos de *L. botrana* según sector



La humedad relativa en cada uno de los sectores influyó además en la tasa de mortalidad de huevos de *L. botrana*. Tanto Bodega como Amolana evidenciaron desecamiento de huevos a tasas promedio de 35% y 28% respectivamente (Figura 26). Alicia Andrade registró una mortalidad reducida asociada a una condición de mayor humedad relativa.

**Figura 26.** Mortalidad promedio de huevos de *L. botrana* según sector



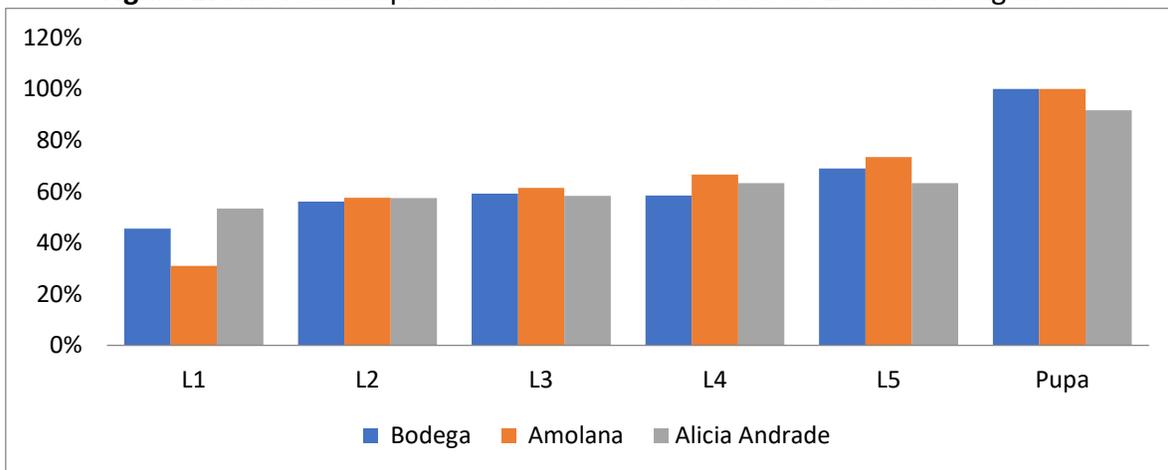
El análisis sobre estadios de larva se expone a continuación.

## b. Desarrollo larval

Las larvas evaluadas en cada una de las condiciones en estudio (sectores) no registraron mayores diferencias entre sí en la tasa de mortalidad a lo largo de su ciclo biológico alcanzando en cada estadio larval tasas de mortalidad superiores al 40% (Figura 12).

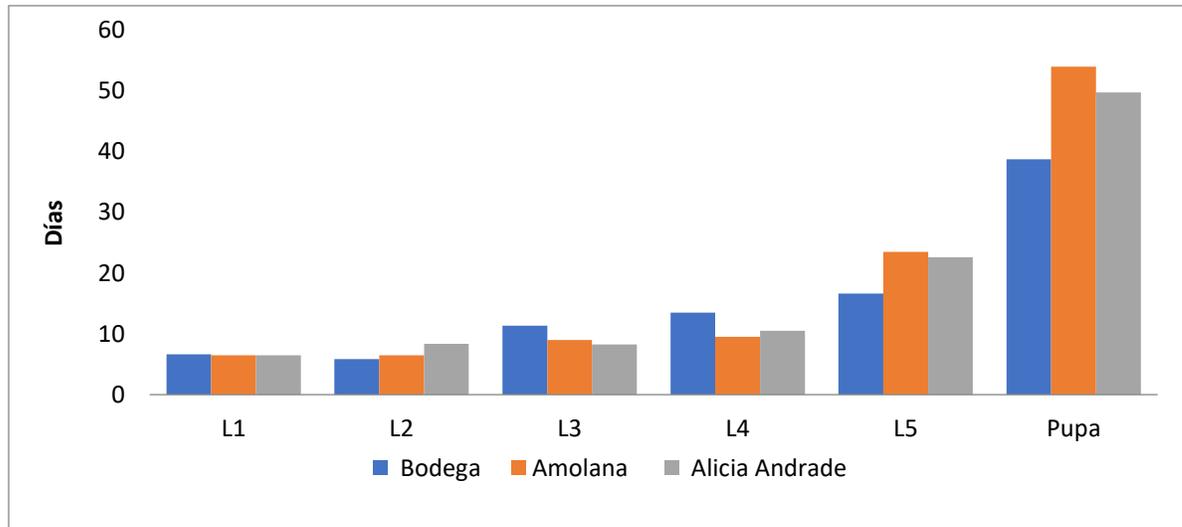
Debido a las condiciones adversas y preferentemente a la baja humedad relativa de los sectores Bodega y Amolana, se presume que algunos procesos metabólicos propios del desarrollo de *L. botrana* se vieron alterados aumentando la tasa de mortalidad del estado de pupa (Figura 27).

**Figura 27.** Mortalidad promedio de estadios larvales de *L. botrana* según sector



Periodos prolongados de altas temperaturas y baja humedad relativa afectan la alimentación de estadios inmaduros en los insectos e impiden el normal proceso de metamorfosis ralentizando los procesos de cambio de estado situación que fue registrada en el análisis de duración del desarrollo preimaginal en cada uno de los sectores en estudio preferentemente en el estado de pupa (Figura 28).

**Figura 28.** Duración de desarrollo preimaginal de *L. botrana* según sector



### 6.3. DESARROLLO DE SOFTWARE INTERACTIVO PARA DETERMINACIÓN DE PROBABILIDAD DE ESTABLECIMIENTO DE *L. BOTRANA* Y MAPAS DE RIESGO

A través de la iniciativa se generó el Sistema de Evaluación de Probabilidad de Establecimiento de Plagas (SEPEP), sistema para evaluar la probabilidad de que *L. botrana* tenga éxito en establecerse y desarrollarse en la región de Atacama, a partir de datos biológicos, datos meteorológicos y la topografía. SEPEP hace un conjunto de pre-procesos sobre estos datos generando los siguientes resultados intermedios para finalmente crear un mapa de probabilidad de éxito. El Manual de uso de SEPEP está disponible en:

Link 1

[http://www.inia.cl/inia-intihuasi/files/2020/02/Manual\\_SEPEP01.pdf](http://www.inia.cl/inia-intihuasi/files/2020/02/Manual_SEPEP01.pdf)

Link 2

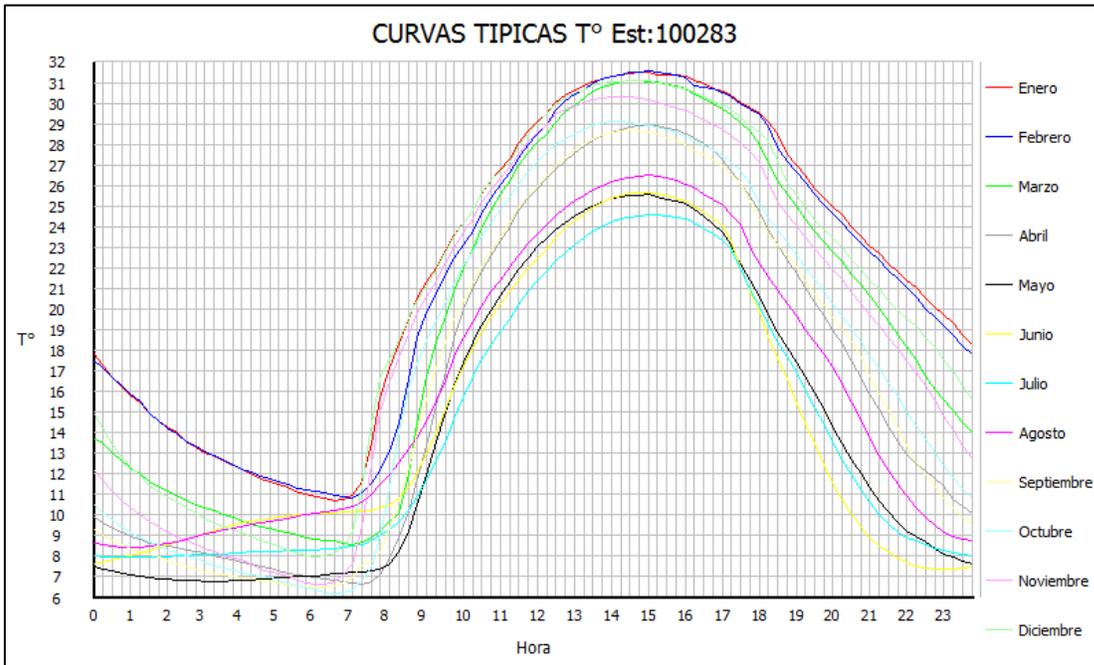
[http://www.inia.cl/inia-intihuasi/files/2020/02/Manual\\_SEPEP02.pdf](http://www.inia.cl/inia-intihuasi/files/2020/02/Manual_SEPEP02.pdf)

La herramienta desarrollada por INIA consiste en un programa computacional desarrollado en C++ para sistema operativo Windows. La herramienta es paramétrica por lo que puede ser aplicada a distintas plagas y en distintas zonas en versiones posteriores. Opera por zonas geográficas rectangulares definidas por el usuario restringidas a un área de cobertura definida por las estaciones mediante algoritmos que involucran la topografía.

SEPEP utiliza estadísticas de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación cada media hora de todas las estaciones meteorológicas dentro de la zona

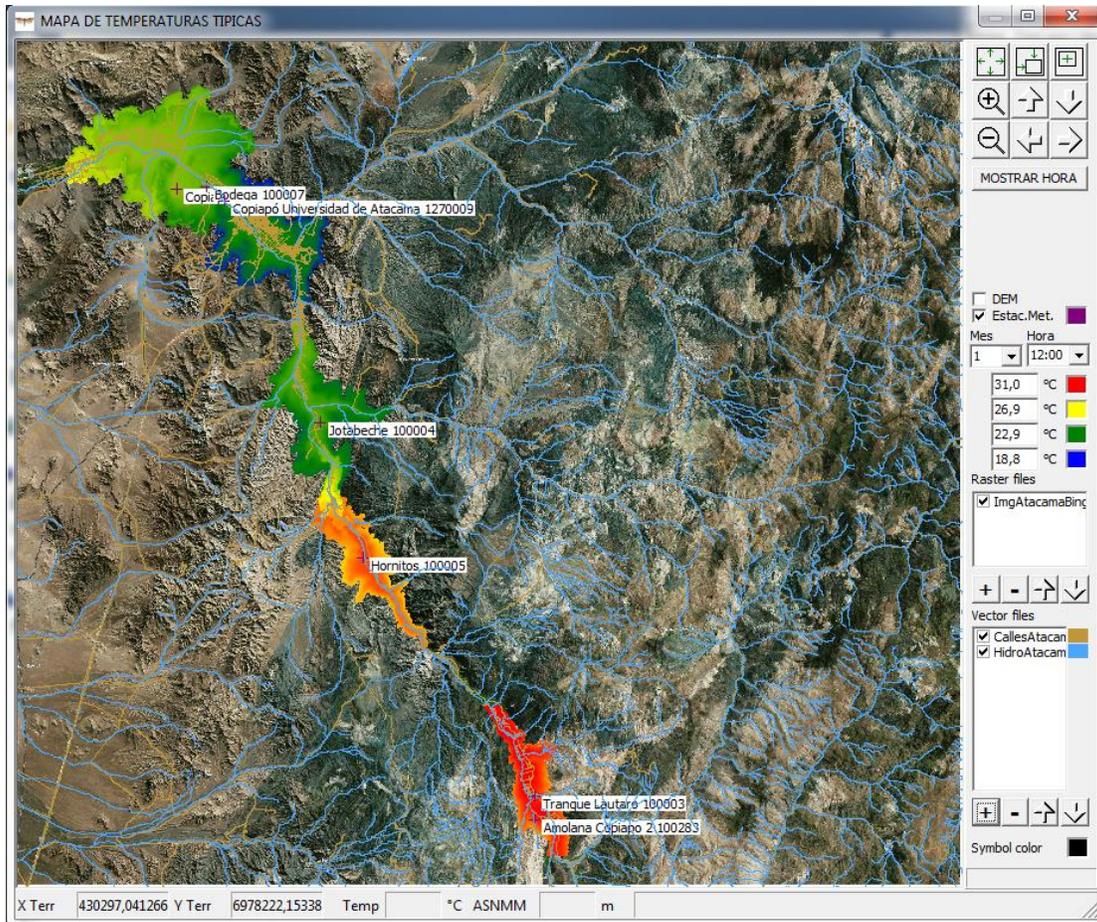
convertidas a curvas típicas diarias por mes calendario para cada estación meteorológica en el área de estudio. Ejemplos de estas curvas se pueden ver en las figuras 29.

**Figura 29.** Curva típica diaria de temperatura por mes calendario para la estación 100283



Por medio de algoritmos de modelamiento de temperaturas y humedades basados en compresión adiabática, radiación incidente y homogenización por viento, SEPE genera mapas de temperaturas típicas y humedad relativa típicas por mes calendario cada media hora en unidades espaciales de 0,81 hectáreas (Figura 30). Finalmente simplifica por promedios estos datos a unidades espaciales de 20 hectáreas.

**Figura 30.** Mapa de temperaturas típicas en la zona Copiapó-Amolana a las 12:00 hrs en enero



Usando modelos de desarrollo fenológico en función de grados días acumulados (GDA), SEPEP permite determinar para cada casilla y mes el avance en GDA al día 15 y a partir de ello calcula las poblaciones normalizadas por estado fenológico en la casilla lo que es multiplicado por el porcentaje de sobrevivencia en función de temperatura y humedad relativa. Los porcentajes de sobrevivencia se han obtenido de la literatura científica y de los estudios de laboratorio e incorporado al sistema como datos simples o matrices (Figura 31).

Figura 31. Formulario de alimentación de datos de actividad y supervivencia de *L. botrana*

Mapa de probabilidad de establecimiento de plaga

Plaga: *Lobesia botrana* Modelo GDA: CO\_090\_274\_CH

**Actividad**

**Temperaturas favorables**

T° crepuscular: Minimo 15 °C Ponderacion 1

T° diurna: Minimo 12,8 °C Ponderacion 1; Optimo 26,5 °C; Maximo 32 °C

GDA temporada: Minimo 1630 Ponderacion 1; Optimo 2400

Fuente datos: \_\_\_\_\_

**Supervivencia en 24 H**

**Huevos**

T° C	HR %						Ponderacion
	91	74	55	31	27	0	
10,9	52	8	8	3	0	0	1
14,5	93	100	84	83	43	8	
18	100	100	100	100	62	31	
22,1	100	100	93	90	75	70	
30,1	95	95	83	54	39	11	

Duracion ciclo GD: 80

Fuente datos: \_\_\_\_\_

**Pupas**

T° C	HR %				Ponderacion
	100	58	0		
-10	0	0	0		1
7,1	50	50	25		
16	100	100	50		
35	100	100	50		
42	0	0	0		

Duracion ciclo GD: 100

Fuente datos: \_\_\_\_\_

**Larvas**

T° C	HR %						Ponderacion
	100	91,5	74,5	54,5	31,5	27	
10,9	44	52	8	8	3	0	1
14,5	90	93	100	84	83	43	
18	100	100	100	100	100	62	
22,1	100	100	100	93	90	75	
30,1	93	95	95	83	54	39	

Duracion ciclo GD: 250

Fuente datos: \_\_\_\_\_

**Adultos**

T° C	HR %				Ponderacion
					0

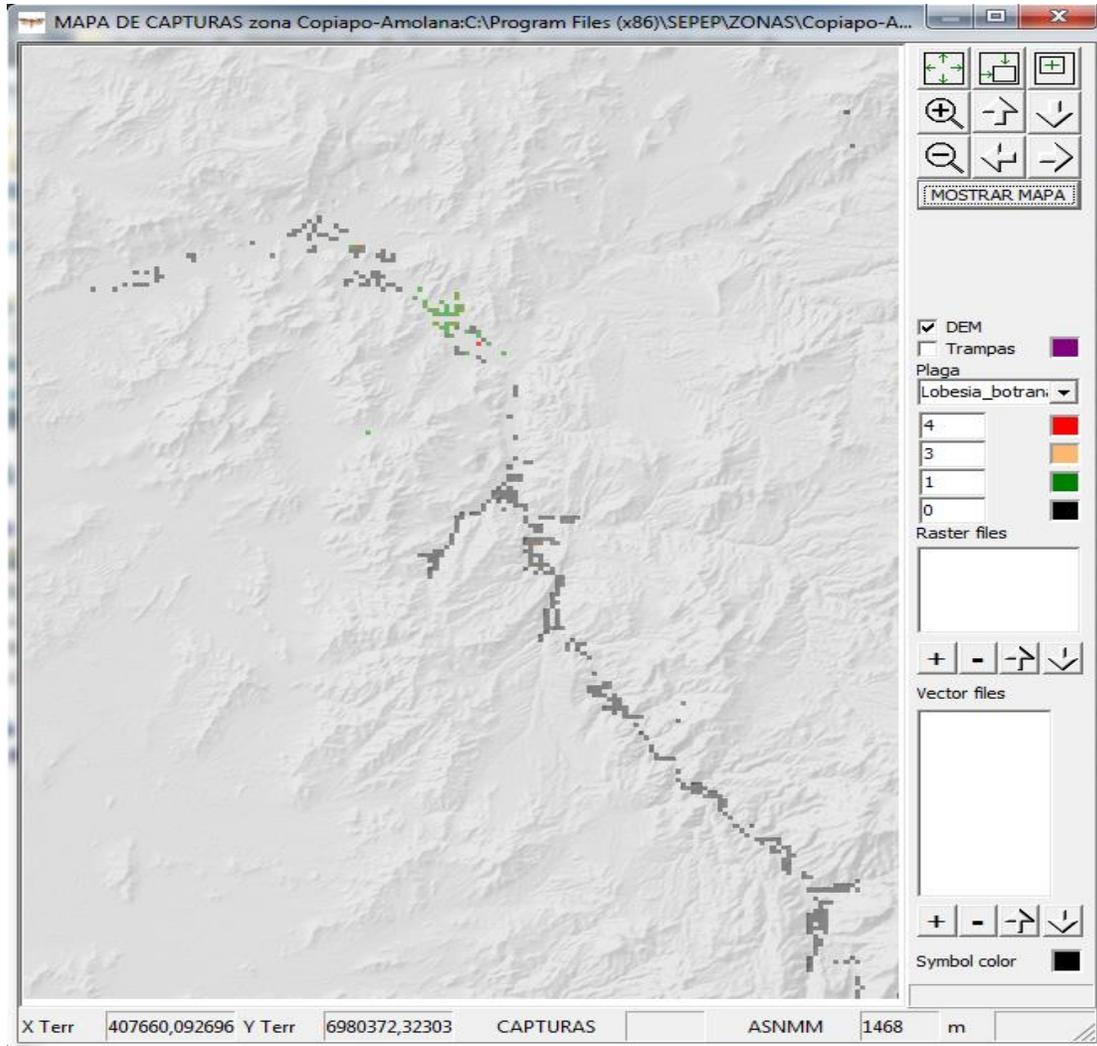
Duracion ciclo GD: 90

Fuente datos: \_\_\_\_\_

GUARDAR PARAM SALIR

Este dato parcial es aplicado multiplicativamente a través de los diez meses de la simulación obteniéndose para cada casilla poblaciones relativas remanentes por mes, las que multiplicadas por un índice de apareamiento que es resultado de la temperatura media en el horario del ocaso para cada mes. Finalmente realiza una regresión entre la integral de las poblaciones simuladas y las capturas en aquellas casillas que contienen trampas y aplica la función resultante a todas las casillas del área modelada para obtener un mapa ráster de capturas probables por trampa año (Figura 31).

**Figura 32.** Mapa de capturas acumuladas en los años 2018 a 2018 en la zona Copiapó-Amolana.



Como resultado final del modelamiento el sistema permite clasificar las casillas por cuartiles (4 áreas de superficies iguales). Especialmente interesante para el análisis resulta esta última clasificación en que el área de estudio está clasificada en rangos de capturas probables por trampa año. Con estos antecedentes SEPEP genera mapas de niveles de riesgo basados en un índice relativo de aptitud generado por medio de los siguientes subíndices: temperaturas diarias, temperaturas crepusculares, supervivencia de larvas, supervivencia de pupas, y grados días acumulados. El índice relativo final es ranqueado por cuartiles, generando las siguientes clases de aptitud bioclimática para *L. botrana*: 0. Sin información (fuera del área de modelamiento), 1. Aptitud baja, 2. Aptitud media-baja, 3. Aptitud media-alta, 4. Aptitud alta.

Un aspecto fundamental para considerar en la interpretación de los resultados es que el sistema SEPEP no maneja datos de existencia de hospedantes, es decir todas las casillas son evaluadas como si en ella existiese una densidad de hospedantes similar a las casillas que contienen trampas. Por este motivo, otro uso de los resultados es optimizar la distribución de recursos para el monitoreo de la plaga o la búsqueda de zonas más aptas para el cultivo de hospedantes desde el punto de vista del riesgo de presencia de la plaga.

### 6.3.1. Probabilidad establecimiento de *L. botrana* por comuna

Los resultados de los análisis generados por SEPEP evidenciaron baja probabilidad de establecimiento de *L. botrana* para los distintos sitios de análisis (Cuadro 2). Los mapas de niveles de riesgo de *L. botrana* generados para Alto del Carmen evidenciaron capturas potenciales de 1 individuo por año. En los restantes puntos, las probabilidades de capturas positivas por año resultaron inferiores a 1 individuo (Cuadro 3).

Si bien las probabilidades de establecimiento o capturas son bajas en cada uno de los sitios en estudio, no es posible decir que la región de Atacama es libre de *L. botrana*. Lo anterior se corrobora con las capturas positivas que se han registrado desde el establecimiento de *L. botrana* en la región.

**Cuadro 3.** Probabilidad de capturas de *L. botrana* (individuos/año) para tres comunas de la región de Atacama, SEPEP 2019

<b>ZONA: COPIAPO-AMOLANA</b>		<b>ZONA: ALTO DEL CARMEN</b>		<b>ZONA: VALLENAR</b>	
Capturas probables (n° individuos/año)		Capturas probables (n° individuos/año)		Capturas probables (n° individuos/año)	
Sector por trampa año		Sector por trampa año		Sector por trampa año	
1	0.000 - 0.192	1	0.143 - 0.178	1	0.000 - 0.023
2	0.192 - 0.385	2	0.178 - 0.322	2	0.023 - 0.038
3	0.385 - 0.577	3	0.322 - 0.400	3	0.038 - 0.252
4	0.577 - 0.769	4	0.400 - 1.000	4	0.252 - 0.858

La información generada resulta de gran importancia para la región ya que podría ser utilizada por la autoridad fitosanitaria nacional (SAG) para establecer zonas de baja prevalencia, así como para delimitar huertos libres de *L. botrana*, lo anterior con los consiguientes beneficios económicos para el sector exportador.

### 6.3.2. Mapas de riesgo

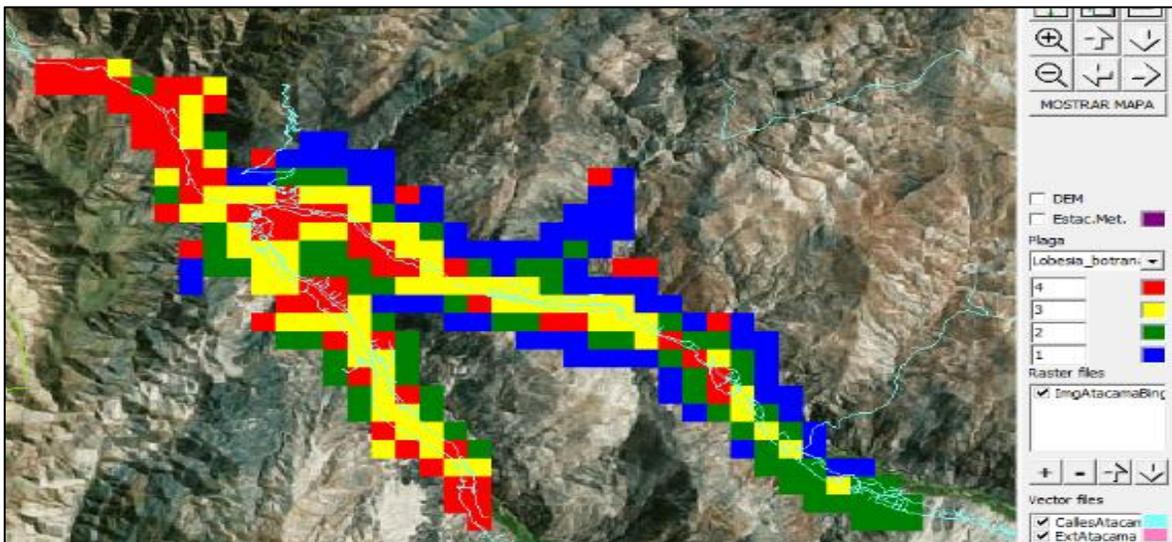
#### a. Alto del Carmen

En este sector distinguen claramente zonas con potencial de indicación baja prevalencia de *L. botrana* en los cuartiles asignados a los colores azul y verdes correspondientes a los cuartiles 1 y 2 respectivamente. En estos puntos la probabilidad de capturas anuales es inferior a 1 individuo.

La zona con mayor riesgo, considerando las proporciones locales de capturas probables, se registran en la posición oeste del valle, posición que debido a factores ambientales podría favorecer el desarrollo y establecimiento de la plaga con potencial máximo de capturas anuales de 1 individuo.

El sector urbano del valle de Alto del Carmen evidencia en la gráfica prevalencia alta (Figura 33) lo cual puede asociarse al movimiento de mercaderías vegetales desde otros puntos de la región.

**Figura 33.** Mapa de riesgo de probabilidad de establecimiento de *L. botrana* en Alto del Carmen, SEPEP 2019



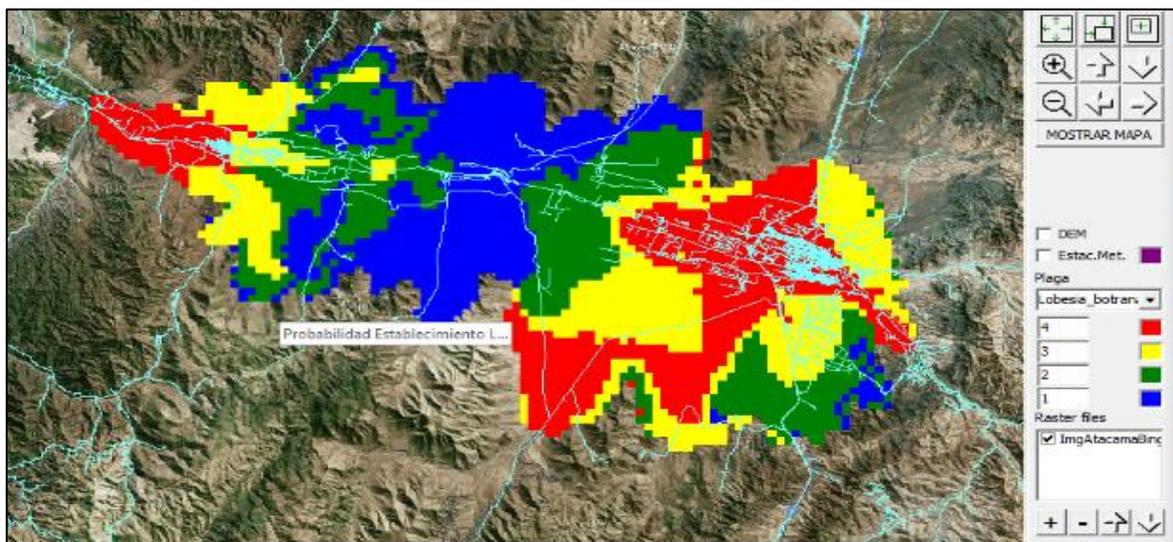
## b. Vallenar

De igual forma que lo indicado para Alto del Carmen, los mapas de riesgo generados para Vallenar permiten distinguir claramente zonas con potencial de indicación baja prevalencia de *L. botrana* (Figura 34). En estos puntos la probabilidad de capturas anuales máximas es inferior a 0,85 individuo.

En el mapa se distingue claramente dos zonas con mayor riesgo, considerando las proporciones locales de capturas probables, las cuales se registran en las zonas urbanas de Vallenar y Huasco distinguidas de color rojo en la figura 34. En estos puntos dadas las condiciones ambientales y al movimiento de mercaderías vegetales desde otras regiones con presencia de *L. botrana* se obtiene estos resultados, lo cual está ratificado por las capturas históricas de la plaga.

Entre las ciudades de Vallenar y Huasco se registra un amplio sector con baja probabilidad de establecimiento de *L. botrana*, sin embargo, hasta la fecha este sector no ha sido considerado como zona productiva para la vid.

**Figura 34.** Mapa de riesgo de probabilidad de establecimiento de *L. botrana* en Vallenar, SEPEP 2019

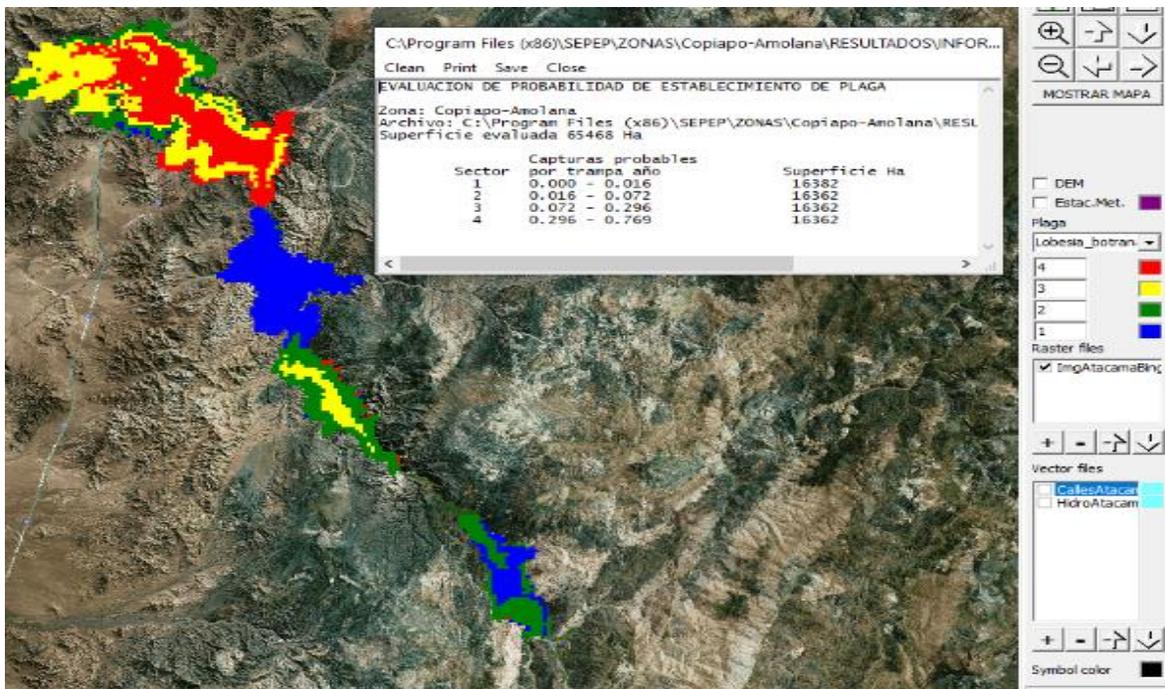


### c. Copiapó

De igual forma que lo señalado en los análisis anteriores el riesgo de establecimiento de *L. botrana* se asocia a la zona urbana (Figura 35).

Hacia el interior del valle la probabilidad de establecimiento de *L. botrana* se reduce, encontrándose sitios con gran potencial de ser considerados de baja prevalencia de *L. botrana* y que representan gran parte de la zona productiva de uva de mesa de la región como es el sector Amolana, el cual, debido a las condiciones ambientales propias caracterizadas por periodos prolongados de altas temperaturas y baja humedad relativa, impiden el normal desarrollo de la plaga.

**Figura 35.** Mapa de riesgo de probabilidad de establecimiento de *L. botrana* en Copiapó, SEPEP 2019





Chile  
en marcha



#### 6.4. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

El plan de difusión del proyecto consideró la realización de actividades de capacitación dirigidas a los profesionales del Programa Nacional de *Lobesia botrana* (PNLB) del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Atacama. Las actividades realizadas se listan a continuación:

##### 6.4.1. Taller de capacitación para profesionales PNLB Atacama para dar a conocer los alcances del proyecto

**Descripción de la actividad:** La segunda semana de mayo en las dependencias de la Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó (APECO), se llevó a cabo el primer taller de capacitación cuyo objetivo fue dar a conocer los alcances del proyecto en ejecución, en aquel momento se contó con la presencia de: Seremi de Agricultura Sr. Patricio Araya, Directora Regional del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Sra. Mei Maggi Achu, Presidenta del directorio de APECO, Sra. Lina Arrieta y de la Sra. Alejandra Narváez, Gerente de APECO (Figura 36).

En este taller, se expuso a los asistentes la importancia de sectores urbanos de la región, especialmente Copiapó, en el desarrollo de *L. botrana*. En estas áreas es donde se concentra el 84% de las capturas históricas en la región de Atacama, situación dada por las condiciones de temperatura ambiental, humedad relativa, manejo del hospedante vid y presencia de cada hospedantes secundarios.

Se propuso el uso de confusores sexuales y la realización de un manejo de *L. botrana* en área extensa en el que existe participación de toda la comunidad. Lo anterior por la existencia de hospedantes alternativos y voluntarios en la zona urbana.

**Figura 36.** Registro fotográfico actividad de capacitación



**6.4.2.** Influencia de los factores climáticos como temperatura, humedad y fotoperiodo en el desarrollo biológico de *L. botrana*

**Descripción de la actividad:** El jueves 08 de agosto, se llevó a cabo la segunda capacitación comprometida durante la ejecución del proyecto, dirigida a profesionales del Programa Nacional de *Lobesia botrana* (PNLB) Atacama, momento en el cual se abordó la Influencia de los factores climáticos como temperatura, humedad y fotoperiodo de la región de Atacama en el desarrollo biológico de *L. botrana*, todo esto contrastado con los datos generados durante la ejecución del proyecto donde además se expuso a los asistentes los resultados parciales del desarrollo biológico de *L. botrana* con la información generada durante la ejecución del proyecto (Fotografía 37).

**Figura 37.** Registro fotográfico actividad de capacitación



### Lista de Asistencia



#### LISTA DE ASISTENCIA

<b>Actividad:</b>	Taller Lobesia	
<b>Proyecto:</b>	Generación de sistemas de alertas de establecimiento, desarrollo y control oportuno de Lobesia Botrana en la región de Atacama	<b>Código:</b> 502567-44
<b>Fecha:</b>	08 de agosto del 2019 - Copiapó	

	NOMBRE	INSTITUCIÓN / TELEFONO	FIRMA
01	CHRISTIAN GUEVEDO PENABAZO	983552618 / SAG	
02	Paucella Vega S.	932457887 / SAG	
03	CHRIS GABRIEL MORA	SAG / 512 611567	
04	Andrés Tomás Rojas Pérez	SAG / 512 611567	
05	Cristian Latamayer M.	SAG / 522220517	
06	Guillermo Rojas Osorio	SAG / 512 611567	
07	Claudio Gillet T.	SAG - 52220516	



	NOMBRE	INSTITUCIÓN / TELEFONO	FIRMA
8	Paola Solman M.	SAG / 522 212684	
9	CAROLINA PIZANO FIGUEROA	SAG / 522 212681	
10	Melissa Tapia J.	SAG / 522 212681	
11	NORMAN CEBEDA O.	SAG / 52 2220517	
12	Jorge Sepúlveda García	SAG / 52-2-220517	
13	Jean Paul Alvarez	SAG / 52-2-220516	
14	DIEGO GUATA CUMIS	35958391	
15			
16			
17			

#### 6.4.3. Interpretación de mapas de riesgo y uso de software interactivo para determinación probabilidad de establecimiento de *L. botrana* en Atacama

**Descripción de la actividad:** El martes 20 de agosto, Ricardo González Maier, MScs en Matemática, profesional a cargo del desarrollo del software de alerta de probabilidad de establecimiento de *Lobesia botrana* en Atacama, realizó la última de las capacitaciones comprometidas y programadas, a los profesionales del PNLB SAG Atacama en la ciudad de Copiapó (Figura 38). La actividad consideró el uso por parte de los asistentes del software SEPEP.

**Figura 38.** Registro fotográfico actividad de capacitación



### Lista de Asistencia



#### LISTA DE ASISTENCIA

<b>Actividad:</b>	Taller Lobesia Uso Software SEPEP	
<b>Proyecto:</b>	Generación de sistemas de alertas de establecimiento, desarrollo y control oportuno de Lobesia Botrana en la región de Atacama	<b>Código:</b> 502567-44
<b>Fecha:</b>	19 de agosto del 2019 - Copiapó	

	NOMBRE	INSTITUCIÓN/TELEFONO	FIRMA
01	Hector Canillo R.	S.A.G.	
02	Jorge Sepúlveda García	SAG	
03	Candela Pizarra Figueroa	SAG / 522212681	
04	CHRISTIAN GUERRERO PENNACOLI	SAG / 512611567	
05	Claudio Gálvez Torres	SAG - 52212681	
06	Cristina Botana	SAG 522220518	
07			

#### 6.5. MANEJO DE *L. BOTRANA* EN ÁREA EXTENSA A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE CONFUSIÓN SEXUAL

El concepto de Manejo de Área Extensa dice relación a una intervención en un área geográfica determinada, la cual posea un cultivo en común con problemas fitosanitarios comunes, donde todas las practicas están orientadas a disminuir el uso de insecticidas y reducir el impacto ambiental y los riesgos de residuos en la fruta. Considerando la importancia económica actual debido a la presencia de *L. botrana* en la región de Atacama, se llevó a cabo un programa conjunto con el Servicio Agrícola y Ganadero orientado a la realización del manejo de *L. botrana* mediante confusión sexual.



Chile  
en marcha



El 19 de julio el Sr. Rodrigo Astete, Jefe División Protección Agrícola y Forestal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), enmarcado en el Programa Nacional de *L. botrana*, autorizó al INIA Intihuasi para adquirir y disponer la cantidad de 32 kit de emisores de confusión sexual CIDETRAK EGVM (carta en adjunto), para ser instalados en la ciudad de Copiapó, como parte de una estrategia de control de *L. botrana* en sectores urbanos, iniciativa sugerida por INIA durante la ejecución del presente proyecto.

Detalle de los emisores utilizados por INIA se exponen en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Descripción de los emisores de confusión sexual CIDETRAK EGVM

<b>Empresa responsable:</b> TRÉCÉ INCORPORATED
<b>Ingrediente activo:</b> Acetato de (E,Z) - 7,9 – Dodecadenilo. (4,86 % p/p)
<b>Formulación:</b> Evaporable
<b>Especies autorizadas:</b> Vid
<b>Resolución exenta:</b> 6029 de 2017
<b>Periodo de protección:</b> 150 días
<b>Dosis:</b> 80 dispositivos * ha-1
<b>Formato comercialización:</b> 1 caja con 2 paquetes de 40 dispositivos cada uno, 80 ganchos
<b>Contenido:</b> 80 dispositivos por hectárea)

En términos técnicos, el objetivo de la disposición de emisores de confusión sexual CIDETRAK EGVM fue controlar la plaga inundando el ambiente con feromonas sexuales sintéticas idénticas a las producidas por las hembras de *L. botrana* para atraer a los machos de su especie. Esta saturación del ambiente provoca la desorientación de los machos e imposibilita la detección de las hembras, disminuyendo los apareamientos y con esto la descendencia y el nivel poblacional de la plaga.



CARTA N° 4466/2019

SANTIAGO, 19/07/2019

SEÑOR  
CLAUDIO SALAS FIGUEROA  
INVESTIGADOR DOCTOR EN ENTOMOLOGÍA AGRÍCOLA  
INIA INTIHUASI  
COLINA SAN JOAQUIN S/N, LA SERENA,

A través de la presente y en respuesta a su carta N°463/2019 recibida vía correo electrónico, en donde se solicita autorización para adquirir la cantidad de 32 kit de cidetrak EGVM de Confusión Sexual, distribuido por la empresa Syngenta para ser instalados en la ciudad de Copiapó en el marco del proyecto "Generación de sistemas de establecimiento, desarrollo y control de *Lobesia botrana* en Región de Atacama" ejecutado por el Centro Regional de Investigación Intihuali, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y financiado por el Gobierno Regional de Atacama, donde se concluye que en los sectores urbanos de la ciudad de Copiapó existe una alta probabilidad de establecimiento de la plaga.

En consecuencia, el Servicio Agrícola y Ganadero autoriza al Sr. Claudio Salas, investigador INIA Intihuali a adquirir de manera directa de emisores Cidetrak EGVM.

Le saluda muy atentamente



MARCO MUÑOZ FUENZALIDA  
JEFE (S) DIVISIÓN PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y  
FORESTAL

MBC/PF/MOI

Distribución:  
Claudio Salas Figueroa Investigador Doctor en Entomología Agrícola INIA Intihuali  
Francisco Meza Álvarez Director Regional INIA Intihuali INIA

c.c.: Carolina Angélica Pizarro Figueroa Encargada Regional Protección Agrícola y Forestal Unidad de  
Protección Agrícola y Forestal Región de Atacama Cr.III

A partir del lunes 12 de agosto el equipo técnico del proyecto, dio inicio a la instalación de emisores de confusión sexual CIDETRAK EGVM (Figura 39), en dos polígonos del área urbana de Copiapó, designados y definidos por el SAG, como parte de una estrategia de control en área extensa de *L. botrana*, en la región de Atacama.

**Figura 39.** Disposición de emisores de confusión sexual



La ubicación de los dos polígonos designados por el SAG corresponde a 200 m de área de control del punto que se señala a continuación:

Polígono 1 INIA

O´Higgins 430, Copiapó centro

X: 368571

Y: 6971904

Polígono 2 INIA

Plazoleta Villa Don Elías. Copiapó. Pueblo San Fernando.

X:371663

Y:6969097

Para realizar dicha actividad fue necesario contratar a un profesional de dedicación exclusiva, pues era de suma importancia terminar con las instalaciones antes de la primera semana de septiembre, dado que históricamente durante este periodo se ha registrado las primeras capturas de la plaga.

**Cuadro 4.** Resumen instalación confusión sexual polígono 1. Periodo de disposición de emisores: 12 al 20 agosto 2019

POLIGONO	MANZANA	HAS	Dosis 80 UNID / HA	INSTALADO
			CS	
POLIGONO 1	MANZANA 1	1,9	150	151
POLIGONO 1	MANZANA 2	1,8	144	160
POLIGONO 1	MANZANA 3	2,8	222	225
POLIGONO 1	MANZANA 4	0,9	71	66
POLIGONO 1	MANZANA 5	1,1	87	75
POLIGONO 1	MANZANA 6	0,8	61	51
POLIGONO 1	MANZANA 7	1,1	87	80
POLIGONO 1	MANZANA 8	0,5	36	27
POLIGONO 1	MANZANA 9	0,4	33	6
POLIGONO 1	MANZANA 10	1,4	109	77
	TOTAL	12,5	1000	918
FUERA DE LOS CUADRANTES				82

**Figura 40.** Polígono 1 INIA y distribución real de confusores sexuales



**Cuadro 5.** Resumen instalación confusión sexual polígono 2. Periodo de disposición de emisores: 21 al 24 agosto 2019

POLIGONO	MANZANA	HAS	80 UNID / HAS	INSTALADO
			CS	
Polígono 2	Manzana 1	1,4	112	68
Polígono 2	Manzana 2	0,7	57	41
Polígono 2	Manzana 3	2,4	192	123
Polígono 2	Manzana 4	2,1	170	189
Polígono 2	Manzana 5	2,2	172	173
Polígono 2	Manzana 6	2,2	178	190
Polígono 2	Manzana 7	1,5	120	93
TOTAL		12,5	1000	877
FUERA DE LOS CUADRANTES				123

**Figura 41.-** Polígono 2 INIA y distribución real de confusores sexuales



Finalmente, el 28 de agosto el SAG dio por terminada y aprobado la instalación de confusores sexuales en los polígonos 1 y 2 de INIA equivalentes a 25 hectáreas del sector urbano cubiertas por este sistema de mitigación. El excedente de confusores fue donado y dispuesto por el SAG (carta en adjunto).



**ORD.:** N° 12 /

**ANT.:** Convenio INIA –Gore Atacama

**MAT.** Donación confusores sexuales  
para control *Lobesia botrana*.

**Vallenar, 30 de agosto del 2019**

**DE :** ENCARGADO PROYECTO

**A :** ENCARGADA REGIONAL PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL  
ATACAMA  
SERVICIO AGRÍCOLA GANADERO  
SRA. CAROLINA PIZARRO FIGUEROA

Junto con saludar, en el marco del proyecto "Generación de sistemas de establecimiento, desarrollo y control de *Lobesia botrana* en la Región de Atacama", ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), financiado Proyectos financiados por el Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de Atacama, y que se enmarca dentro del Programa Nacional de *Lobesia botrana* (polilla de la vid) que desarrolla el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el control de esta plaga, es que se informa lo siguiente:

Con fecha 19 de julio el Sr. Rodrigo Astete, Jefe División Protección Agrícola y Forestal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), enmarcado en el Programa Nacional de *Lobesia botrana*, autorizó al Instituto de Investigaciones Agropecuarias para adquirir la cantidad de 32 kit de emisores de Confusión Sexual CIDETRAK EGVM (equivalente a 32 ha.), para ser instalados en la ciudad de Copiapó, específicamente en 2 polígonos, los que significó a un total de 25ha., generándose un excedente.

Instituto de  
Investigaciones  
Agropecuarias  
Ministerio de Agricultura

INIA Huasco: Parcela 7A, Hacienda La Compañía  
Tel: +56 51 388 3133



*[Handwritten signature]*  
30.08.19



Por consiguiente, El Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA) dona al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 7 kit de CIDETRAK EGVM, basado en un trabajo mancomunado de ambas instituciones en pro del desarrollo agrícola de Atacama

Sin otro particular y esperando una buena acogida.

Le saluda atentamente,



**Claudio Salas Figueroa**  
Encargado proyecto



Chile  
en marcha



## 7. CONCLUSIONES

- En las condiciones de la región de Atacama existe probabilidad de establecimiento y desarrollo de *Lobesia botrana*. Si bien la probabilidad es baja (inferior a 1 individuo capturado por año) no es posible asignar a la región de Atacama el estatus de libre de *Lobesia botrana*.
- A través del sistema de alerta de establecimiento generado por INIA y denominado SEPEP, se ha delimitado zonas de baja prevalencia de *Lobesia botrana*, territorios caracterizados ambientalmente por la ocurrencia de temperatura elevadas y baja humedad relativa. Asimismo, a través de esta herramienta informática se identificó como sitios de generación y desarrollo probable de la plaga las zonas urbanas de la región. Esta información fue corroborada en los estudios llevados a cabo en condiciones de laboratorio.
- SEPEP y la información generada en sus análisis serán de gran importancia para la región de Atacama ya que podrán ser utilizados por la autoridad fitosanitaria nacional para establecer zonas de baja prevalencia, así como para delimitar huertos libres de *L. botrana*, lo anterior con los consiguientes beneficios económicos para el sector exportador.