

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**CÁLCULO DE TEMPERATURA UMBRAL Y REQUERIMIENTOS TÉRMICOS
PARA *Lobesia botrana* DEN. Y SCHIFF BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO**

FELIPE ANTONIO RÍOS CASTRO

Santiago, Chile

2016

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**CÁLCULO DE TEMPERATURA UMBRAL Y REQUERIMIENTOS TÉRMICOS
PARA *Lobesia botrana* DEN. Y SCHIFF BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO**

**CALCULATION OF THRESHOLD TEMPERATURE AND THERMAL
REQUERIMENTS FOR *Lobesia botrana* DEN. AND SCHIFF UNDER
LABORATORY CONDITIONS**

FELIPE ANTONIO RÍOS CASTRO

Santiago, Chile

2016

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

CÁLCULO DE TEMPERATURA UMBRAL Y REQUERIMIENTOS TÉRMICOS PARA *Lobesia botrana* DEN. Y SCHIFF BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

Memoria para optar al Título

Profesional de Ingeniero Agrónomo

Mención: Sanidad Vegetal

FELIPE ANTONIO RÍOS CASTRO

PROFESORES GUÍAS

Calificaciones

Sr. Luis Sazo R.
Ingeniero Agrónomo.

6.5

PROFESORES EVALUADORES

Sra. Gabriela Lankin V.
Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.

6.5

Sr. Jaime R. Montealegre A.
Ingeniero Agrónomo.

6.5

Santiago, Chile

2016

AGRADECIMIENTOS

A la vida por permitir cerrar el ciclo más costoso que me ha tocado enfrentar.

A mis dos grandes motores, mi hermosa Uranía, que siempre tuvo la palabra perfecta para poder motivarme a retomar este trabajo el cual tenía abandonado hace muchísimo tiempo, por aguantar tantos ratos de estrés, por tu motivación, pero por sobretodo tu amor, el cual hizo que finalizara este proceso muy desgastante. ¡Te amo con toda mi alma, mi guapa, gracias por hacerme el hombre más feliz del mundo y por estar siempre ahí apoyándome! A mi chinowik, mi partner de risas y juegos, aquel que constantemente con su sonrisa te levanta el ánimo y te dan ganas de luchar. ¡Gracias mi Bruno por todo. Te amo hijo!

A mis padres por su constante esfuerzo y sus palabras asertivas. A mi madre Magaly por su postergación y apoyo a lo largo de toda mi vida estudiantil, la cual hizo que fuera el hombre que soy hoy en día. A mi padre Rafael, por las largas conversaciones tratando de arreglar el mundo, por el apoyo, por tu esfuerzo el cual miles de veces hizo que el poco tiempo que tuviéramos lo aprovecháramos en disfrutarlos. ¡Gracias papás por todo, sin uds. Esto no hubiera sido posible. Los amo!

A mi hermano Rafael, el cual siempre fue mi modelo de admiración por su forma de afrontar la vida y por sus logros. Por tus parás de carros necesarias y por hacerme ver que esto es lo que a mí me gusta. ¡Gracias, Te amo Rafiki!

A Don Luis Sazo R., profesor guía de esta memoria, por su valioso aporte en conocimientos y experiencia entregados durante el desarrollo de este trabajo. Por su paciencia y sus consejos.

A mis amigos de mi vida estudiantil los cuales vivimos tantos sinsabores y alegrías, a mi compadre del alma Fantomas, a mi cumpa Chechito por sus simpatía sin limites, a Erick por ser un amigo en todo momento. A Cares, Miljaus, Orly, Eu, Vita, y a todos los que de alguna u otra forma alegraron mis días en Antumapu.

A la gente del laboratorio de Entomología Frutal por todas las risas y buena onda de aceptar aquella bromas que en algunas ocasiones fueron excesivas, a mi compita Jugueli por sus consejos y por siempre escuchar mis relatos, a Maureen por su aporte a mi memoria y por tener palabras de aliento constante, a Felipao, Canopia, Seba, Polilla, Edith, Mauro, Carlitos, Don Migue, entre otros, a toda esa gente linda que hizo mi estadía de un lugar en el cual las risas abundaban y la buena onda se sentía... ¡Gracias cabros!

A mi abuela, a mis tíos, a mis primos, a mis amigos de la villa, a mis alumnos con los cuales pase momentos demasiados alegres y en donde me hicieron crecer como persona, en realidad a todos los que de alguna forma han contribuido a mi crecimiento personal y a finalizar esta memoria que fue realizada con mucho esfuerzo pero que ya gracias a Dios todo terminó. ¡GRACIAS POR TODO!

INDICE

	Paginas
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ÁRBOL DEL PROBLEMA	4
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA ESPECIE.....	5
BIOLOGÍA DE LA ESPECIE	6
IMPACTO ECONÓMICO POTENCIAL.....	8
HIPÓTESIS	9
OBJETIVO	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Lugar del estudio	10
Materiales	10
Metodología.....	11
Análisis Estadístico	13
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22

RESUMEN

Durante 3 temporadas (2011, 2012 y 2013), se estudió en el Laboratorio de Entomología Frutal Profesor Luciano Campos Street, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile; el desarrollo y comportamiento de *Lobesia botrana* a distintas temperaturas, para determinar su umbral de y los requerimientos térmicos necesarios para su ciclo de vida. El estudio se realizó para cada uno de los estados de desarrollo de esta polilla (huevo-larva, larva-pupa, pupa-adulto). Las temperaturas evaluadas fueron 15°C, 17°C, 20°C, 23°C y 25°C respectivamente.

Para el estudio se utilizó un mínimo de 30 individuos para cada temperatura con el objetivo de tener una muestra más representativa. La evaluación del comportamiento individual de cada *L. botrana* fue diaria ya, que la duración entre un estado y otro es relevante para la determinación del umbral de temperatura y posteriormente los requerimientos térmicos.

Los resultados se expresaron en días necesarios para completar los estados, y de acuerdo a eso, se realizó una regresión estadística para determinar el umbral de temperatura en cada estado de desarrollo de este insecto. Posteriormente, se determinó la media aritmética para cada una de las temperaturas umbrales concluyendo que la temperatura umbral de *Lobesia botrana* bajo condiciones de laboratorio fue de 10,2°C.

En consecuencia y de acuerdo al umbral de temperatura determinado, los requerimientos térmicos, expresados en días grado, para cada una de las temperaturas evaluadas fueron a 15°C de 435 días grados, 17°C de 463 días grados, 20°C de 499 días grados, 23°C de 449 días grados y finalmente 25°C de 481 días grados.

Palabras claves: Polilla del racimo, Días grados, Tortricidae, Fenología

ABSTRACT

During 3 seasons (2011, 2012 and 2013), it was studied in the Laboratory of Entomology Professor Luciano Campos Fruit Street, Faculty of Agricultural Sciences, Universidad de Chile, the development and behavior of *Lobesia botrana* at different temperatures to determine their threshold temperature and thermal requirements necessary for its life cycle. The study was performed for each phenological stages for this moth (egg-larva, larva-pupa, pupa-adult). The temperatures evaluated were 15°C, 17°C, 20°C, 23°C and 25°C, respectively.

The study was conducted with a minimum of 30 individuals at each temperature in order to have a more representative sample. The evaluation of individual behavior of each *L. botrana* was daily because the length from one state to another is relevant to establish the threshold temperature and thermal requirements later.

The results were expressed by the number of days required to complete the states, and according to that, a statistical regression was performed to determine the threshold temperature at each growth stage. Subsequently, the arithmetic mean was determined for each of the temperature thresholds concluding that the threshold temperature of *Lobesia botrana* under laboratory conditions was 10.2°C.

Consequently and according to the determined threshold temperature, thermal requirements in degree-days were calculated for each of the states of the individual. In each of the temperatures tested the requirements were 435 degree-days with 15°C, 463 degree-days at 17°C, 499 degree-days at 20°C, 449 degree-days at 23°C and finally 481 degree-days at 25°C.

Keywords: Bookworm Bunch, Degree-Days, Tortricidae, Phenology

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las cifras entregadas por los Censos Agropecuarios de 1997 y del año 2007, la superficie destinada a la producción de vid se ha incrementado en una cifra cercana al 40% en los últimos 10 años, alcanzando en 2007 las 61.316 ha destinadas a uva de mesa, 117.559 ha de vid viníferas y 9.982 ha de vid pisqueras (ODEPA, 2012).

Existen perspectivas reales de seguir aumentando el precio y volumen de las exportaciones, debido a la apertura de nuevos mercados y a la extensión de los mercados tradicionales, como resultado de los tratados de libre comercio y de la calidad existente en el producto de exportación (ODEPA, 2013).

La uva de mesa es uno de los cultivos dentro de los primeros lugares de volúmenes exportados en relación al resto de los otros frutales en Chile, representada por un 35%. (SAG, 2010), y con una superficie de 53.926 ha catastradas (SAG, 2014).

Considerando los antecedentes antes expuestos, es fundamental conseguir racimos de alta calidad para los exigentes destinos donde se dirige esta producción. Esto conlleva a un exhaustivo manejo que se debe hacer en este cultivo tanto en el campo (Vieira, 1995), como posteriormente a la fruta en almacenaje (Lizana, 1995). El éxito de esta industria, sin embargo, se ve continuamente amenazado por importantes pérdidas en la productividad y el deterioro prematuro de las plantaciones ocasionado por la presencia de plagas.

La polilla del racimo (*Lobesia botrana*) es una plaga que tiene una gran connotación dentro en Chile y el mundo, siendo en Chile plaga cuarentenaria. Se presenta en varios países de Europa meridional, norte de África y Próximo Oriente. En Europa se propagó entre fines del siglo XIX y principios del XX. Luego fue hallada en Austria (1800), Alemania (1854), Rusia (1865), Hungría (1869), España (1879), Suiza (1880), Francia (1890), y Luxemburgo (1908) (Robert *et al.*, 2003).

En Chile fue detectada el 18 de abril de 2008, e informada al SAG. Se sospecha que su ingreso habría ocurrido 2 temporadas antes de dicho aviso, siendo esta detección la primera en América (SAG, 2010). En producciones de vid, se ha detectado su presencia desde la región de Atacama a la región del BíoBío. Actualmente, y de acuerdo a lo publicado por el SAG (2014), la presencia de *L. botrana* en predios del país alcanza las 79.661 ha, concentrada entre las regiones Metropolitana y la del Maule.

Es por esto que adquiere importancia el conocimiento de la dinámica poblacional de esta plaga que incide fuertemente en la producción de uva, y en menor medida, pero no menos importante, en arándanos y ciruelos (SAG, 2014).

1. ÁRBOL DEL PROBLEMA

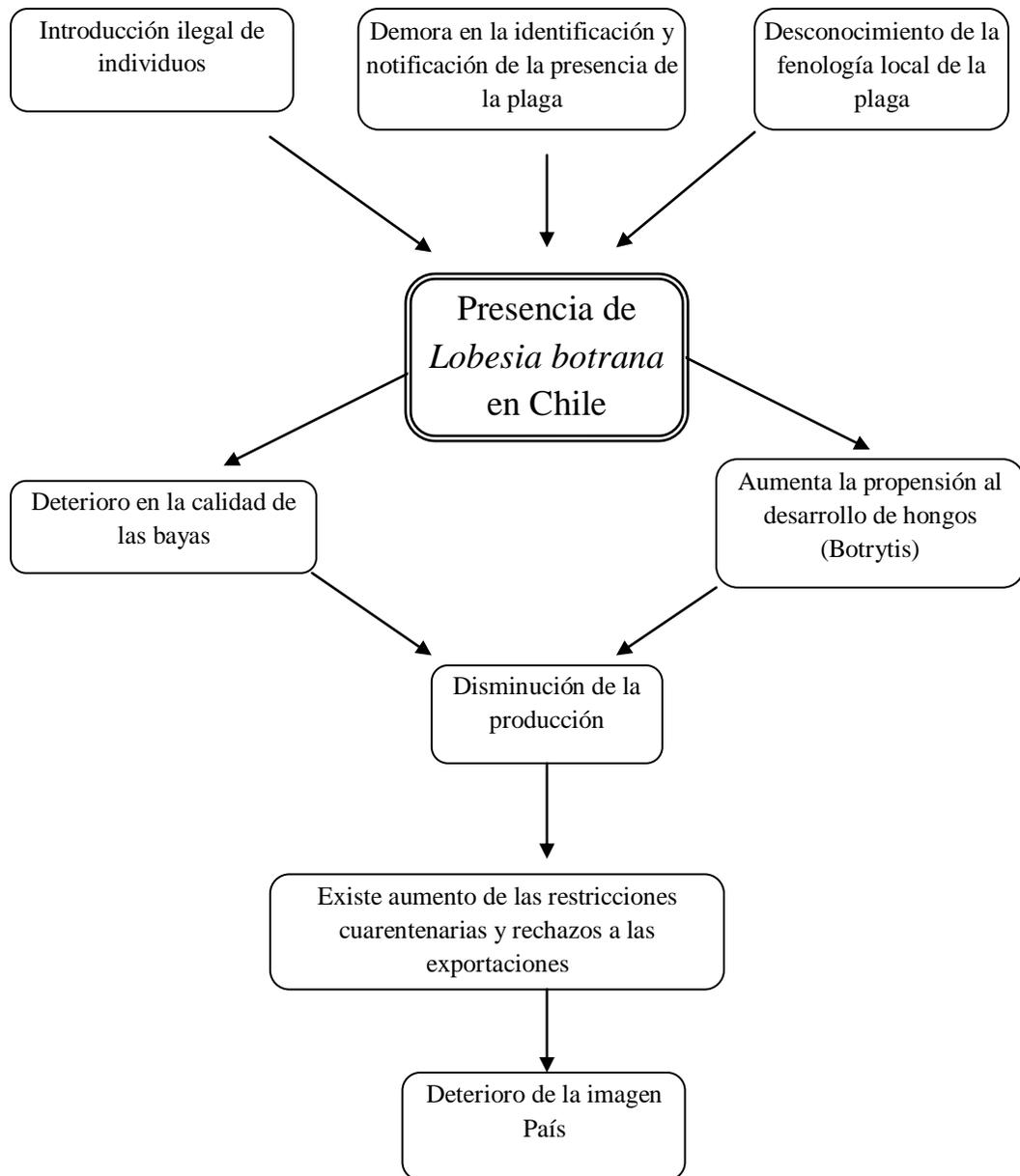


Figura 1. Problemas originados de la presencia de *Lobesia botrana* en Chile.

2.DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA ESPECIE

El adulto mide aprox. 10-13 mm de envergadura alar y 6-8 mm de longitud, pero el tamaño puede variar según el sustrato en que se desarrolle. (Fig.2)



Figura 2. Adulto de *Lobesia botrana*

El primer par de alas es de color pardo dorado, con diseños característicos de color gris oscuro, mientras que las alas posteriores presentan un color grisáceo uniforme. En los bordes de ambos pares de alas se dispone una fila de fimbrias del mismo color de las alas. No existe dimorfismo sexual, pero el macho es más pequeño que la hembra (Robert *et al.*, 2003).

Bradley et al. (1979) señalan que el huevo es lenticular de 0,65-0,9 mm de largo y 0,45-0,75 mm de ancho, color blanco a amarillento recién puesto, variando a gris pálido con el tiempo. Son colocados en forma aislada, raramente en grupos de 2 ó 3. (Fig.3)



Figura 3. Huevo de *L. botrana* sobre baya de vid

La larva neonata mide 0,95-1 mm de color amarillo claro con escudo cefálico pardo oscuro a negro. Luego en los siguientes estados, la coloración comienza a variar de amarillo verdoso a pardo claro. Presenta gran número de setas por todo el cuerpo y se caracteriza por

ser altamente irritable y ágil. (Fig.4). Además, el último estadio mide 10-15 mm, para luego formar un capullo sedoso para pupar (Bradley *et al.* 1979). (Fig.5)

La pupa es delgada, oval, de entre 5 y 6 mm de largo por 1,6 a 1,7 mm de ancho; de color marrón uniforme, y cutícula con algunas puntuaciones microscópicas; la región dorsal desde el segundo al décimo segmento abdominal presenta pequeñas espinas en la parte central; todas las pupas están cubiertas con polvo gris (Bradley *et al.* 1979). (Fig.5)



Figura 4. Larvas de *Lobesia botrana*



Figura 5. Pupa de *Lobesia botrana*

3.BIOLOGÍA DE LA ESPECIE

En Europa esta especie presenta 2 a 4 generaciones por año, aunque bajo condiciones óptimas, una quinta generación incompleta podría presentarse (Roditakis and Karandinos, 2001). El número de generaciones esta determinado por algunos factores, incluyendo el fotoperiodo, temperatura, humedad, latitud, calidad del alimento y los efectos de los enemigos naturales y enfermedades. La temperatura y el fotoperiodo son los principales factores que interfieren en el desarrollo de *L.botrana*. Sin embargo, tanto la humedad como la temperatura influyen simultáneamente en el desarrollo (Robert *et al.*, 2003). Aunque bajo condiciones óptimas de humedad y temperatura, puede ocurrir una baja reproducción, lo que sugiere que la diapausa y factores desconocidos pueden influir también de manera importante en la dinámica poblacional (Deseo *et al.* 1981).

En respuesta a las diferencias climáticas, el número de generaciones alcanzadas por *L. botrana* difiere según la zona geográfica. Por ejemplo dos generaciones ocurren anualmente en áreas más frías de Europa, mientras que esta especie presenta tres generaciones en el sur de Europa.

Las hembras adultas usualmente se aparean una vez y los machos más de una (Robert *et al.*, 2003). El apareamiento ocurre durante el vuelo. Las hembras comienzan la oviposición, uno a tres días después del apareamiento (Avidov y Harpaz, 1969).

Cuando existen condiciones ventosas y de alta humedad también tienden a reducir la actividad de vuelo, por lo que, las polillas prefieren localidades soleadas y protegidas del viento. (Avidov and Harpaz, 1969).

En condiciones de laboratorio de alta humedad relativa se incrementa la vida útil de adultos y la colocación de huevos de *L.botrana* (Deseo *et al.* 1981).

La hembra adulta coloca alrededor de 35 huevos por día. Deseo *et al.* (1981) reportaron un promedio de 78,87 y 140 huevos para hembras durante el primer y tercer vuelo respectivamente en viñas italianas.

Bajo condiciones de laboratorio, los adultos provenientes de larvas alimentadas con dieta artificial, pusieron un promedio de 75 huevos por día bajo condiciones óptimas, y 135 huevos por día con una dieta de bayas bajo las mismas condiciones. El adulto y el huevo se consideran las etapas más vulnerables a las condiciones ambientales (Deseo *et al.*, 1981).

Los huevos son depositados en grupos de 2 a 3 cerca o sobre las yemas pedicelos y flores de parras al inicio de la primavera o en la fruta de la planta según avanza la temporada de crecimiento. La oviposición ocurre en un día o dos después que las hembras han copulado. El período de incubación en primavera es de aproximadamente 7-11 días, y 3 a 5 días durante el verano (Avidov and Harpaz 1969, Deseo *et al.* 1981). La viabilidad es afectada por el tipo de planta, el órgano, la estructura elegida para la oviposición, y por la calidad del alimento. (Robert *et al.*, 2003).

Las larvas de la primera generación se alimentan en yemas y flores, más tarde pupan en hojas enrolladas o racimos de inflorescencias (llamados glomérulos) cubiertas con seda (Fowler and Lakin, 2002).

Las larvas de la segunda generación se alimentan y desarrollan dentro de bayas individuales, mientras que las generaciones subsecuentes pueden alimentarse de varias bayas. La etapa de larva se completa de 4-5 semanas en primavera y 2-3 semanas en verano (Avidov and Harpaz, 1969). El frío y la lluvia pueden afectar adversamente tanto a las larvas como a los adultos (Deseo *et al.*, 1981).

El lugar de desarrollo de la pupa depende de si los individuos están en diapausa o no. Pupas en diapausa se pueden encontrar bajo hojas caídas, grietas del suelo o bajo la corteza de las parras, sin embargo las pupas que no están en diapausa se encuentran típicamente en hojas enrolladas. El estado de pupa en hojas de las plantas hospederas toma aproximadamente 12 a 14 días (Robert *et al.*, 2003). Bajo temperaturas más cálidas, en pupas, pueden completar el desarrollo en 6-10 días en el laboratorio.

4.IMPACTO ECONÓMICO POTENCIAL

Esta plaga causa daños en flores y bayas en desarrollo. Todas sus generaciones se pueden encontrar en viñas, la segunda y tercera son las que producen mayores daños. Las larvas de generaciones más tardías pueden afectar seriamente a bayas maduras a través de alimentación directa, así como también pueden generar daño indirecto al generar un ambiente óptimo para la proliferación de enfermedades fungosas como *Botrytis cinerea* (Robert *et al.*, 2003).

La polilla provoca gran daño en cultivares con racimos compactos o susceptibles a pudriciones. El daño depende de la etapa de desarrollo de la viña antes y durante la floración, la larva penetra yemas florales individuales y después comienza a cubrir varias yemas florales juntas, construyendo glomérulos en los cuales permanecen y continúan su actividad alimentaria (Robert *et al.*, 2003).

El umbral económico puede variar ampliamente dependiendo del tamaño del racimo floral. Por ejemplo, una larva por racimo es suficiente para causar daño económico en Pinot Noir, mientras que la cepa Cabernet Sauvignon puede tolerar dos larvas por racimo floral sin que ello pueda reducir el rendimiento. Además del daño a la baya y la subsecuente infección por *Botrytis cinérea*, el umbral económico depende de varios aspectos, tales como el destino de la producción (uva de mesa o vinificación), el nivel de precipitación (mayor o menor riesgo de infección por *Botrytis*), la calidad y nivel de precio del cultivo.

Así, *L. botrana* presenta un riesgo para Chile, por ser una plaga cuarentenaria de importancia económica. El hospedero principal es la vid, en especial la vid vinífera; pero también ataca a otros cultivos como olivos, perales, ciruelos, arándanos, entre otros frutales (SAG, 2014). Es más, en los últimos registros aportados en nuestro país se indica que los frutales de arándanos y ciruelos también han sido atacados por este tortricido (ODEPA, 2014). El problema de esta plaga es que al ser nueva en Latinoamérica, se desconoce su comportamiento y su ciclo biológico en estas latitudes.

El impacto que conlleva tener esta plaga en Chile, es la implicancia en los daños económicos que pudiera generar tanto en la restricción de frutos exportados con presencia de esta especie, como el posible cierre de mercados, y los tratamientos cuarentenarios que se deberían realizar.

Por consiguiente, esta memoria está enfocada a definir umbrales y energía necesaria, expresada en días grados, para el desarrollo de la especie en condiciones controladas.

HIPÓTESIS

Distintas temperaturas de crianza permiten determinar la temperatura umbral y requerimientos térmicos de *Lobesia botrana* que le permitan completar cada etapa de su fenología, en condiciones de laboratorio.

OBJETIVO

Establecer la temperatura umbral de desarrollo y requerimientos térmicos de *L. botrana* necesarios para completar cada etapa de su fenología, en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

El estudio se realizó en el Laboratorio de Entomología Frutal, perteneciente al Departamento de Sanidad Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de Chile, en Avenida Santa Rosa 11315, comuna de La Pintana, Región Metropolitana.

Materiales

- Ejemplares de *L. botrana*: Se trabajó durante la temporada 2011-2012, 2012-2013, donde el rol del SAG fue de suma importancia, ya que debió suministrar un número que superaba los 100 individuos por cada temperatura, debido al alto porcentaje de mortalidad que posee esta especie (Torres-Vila, Oustry *et al.*, 1993).
- Bayas de vid vinífera Tintorera como fuente de alimentación para las larvas y sustrato para la postura de los huevos de los adultos. Esto con el fin de poder simular de la mejor forma el medio ambiente en que se desarrolla normalmente este insecto.
- Dos cámaras incubadoras refrigeradas modelo Bioref 190L, marca Pitec. Estas cámaras permitieron generar ambientes de temperatura y luminosidad controladas.
- Materiales de laboratorio: placas de *Petri* de 60 mm. de diámetro, cajas de plástico de 15 litros (42cm x 32cm x 16cm.), cartón corrugado, tul, papel absorbente, entre otros.

Metodología

Para comenzar el estudio se recolectaron individuos de *L.botrana*. Al ser plaga cuarentenaria para Chile, el suministro de este insecto fue proporcionado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), bajo todos los estándares de seguridad y protocolos propios para esta polilla de importancia económica.

El estado de desarrollo de los individuos suministrados correspondió a larvas y pupas, por lo que se separaron de manera individual, dentro de placas *Petri*, para contabilizar la población en cada estado.

Luego las pupas se sexaron, utilizando como criterios de sexaje el tamaño de la pupa, hasta el lugar donde se ubican los primordios genitales. En el macho, el tamaño es del orden de los 4 a 7 mm, mientras en la hembra el rango es del orden de 5 a 9 mm. La ubicación de los primordios genitales es diferente en el macho y en la hembra, mientras en el primero se ubican en el noveno segmento, en las hembras se ubican en el octavo segmento. Importante a considerar, es que en los machos se ubican dos pequeñas prominencias laterales.

En el estado de pupa, los individuos permanecieron en las mismas placas *Petri*, las que se limpiaron constantemente para evitar presencia de hongos y fecas. Las pupas permanecieron acompañadas de una pequeña esponja, en una solución de azúcar y miel, al 10%, que permite evitar la deshidratación del insecto y generar un microclima óptimo para su desarrollo.

Cuando cambiaban de estado a adulto, las polillas que se encontraban en placas *Petri*, se pusieron en un congelador a -12°C , por 10 a 15 segundos para inmovilizarlos y permitir el traslado a la cámara de cruzamiento.

En el caso que en la cámara se encontraran adultos, de otras pupas que habían cambiado de estado, éstas también se introducían en el congelador para lograr el mismo efecto de inmovilidad del individuo.

Dentro de la cámara de cruzamiento se encontraban bayas para la ovipostura y algodón humedecido en miel al 10% con agua, para alimentación de los adultos.

Cabe destacar que el estudio empezó, en el estado de huevo, para completar el estudio desde este estado hasta el estado adulto, midiendo la duración de una generación completa. El término del estudio de cada temperatura ocurrió cuando se completaba el ciclo completo de desarrollo de *L.botrana*.



Figura 6. Muestras de huevos, larvas y pupas de *L. botrana* criadas en laboratorio

En el momento en que se observaron los huevos de *L. botrana* sobre las bayas, éstos se marcaron e identificaron respecto a la fecha en que se encontraron. Se separaron individualmente, para registrar de forma oportuna, los eventos que acontecían en este estado. Los huevos, en las bayas, se trasladaron a placas *Petri* pequeñas y permanecieron allí hasta que eclosionaron.

Días después de la eclosión de los huevos detectados, y en el caso de ser más de una larva la que estaba presente en la baya en la placa *Petri*, ésta(s) se trasladó(ron) de forma individual, con la correspondiente identificación de día de eclosión, hacia otras placas *Petri* con bayas tintoreras, generando un pequeño ambiente artificial a la larva. Estos procesos de dos días, se realizaron para no estresar al insecto y evitar aplastar a larvas neonatas, así también para poder trasladar las larvas. El traslado de individuos, se hizo con pinceles previamente desinfectados, y la manipulación de los mismos fue utilizando lentes “Optivisor”.

En los estados posteriores, pupa y adulto, el procedimiento realizado fue similar.

Las mediciones para establecer el estado fenológico en que se encontraban los individuos y los posibles cambios de estado, se realizaron diariamente, independientemente del estado de desarrollo en que se encontraban los individuos. Esto, con el fin de poder calcular los días grados transcurridos entre un estado y otro de la plaga. Para llevar un registro más fidedigno, las mediciones fueron realizadas todos los días en las horas de la mañana.

Las temperaturas evaluadas fueron: 15°C; 17°C; 20°C; 23°C y 25°C

Al finalizar las mediciones de cada una de las temperaturas, se realizó un seguimiento de 30 individuos, aunque en algunos casos, el número de individuos fue inferior a ese número. Sin embargo, al ser un comportamiento similar y no incidir en el análisis estadístico, fueron considerados en el estudio. El promedio de los días grado se registró para conocer los requerimientos térmicos necesarios para cada estadio.

Análisis Estadístico

Luego de terminar las mediciones para cada estado de la polilla del racimo, se graficó la tasa de desarrollo en función de las distintas temperaturas señaladas. Estos datos permitieron obtener curvas ajustadas por regresión y a través de la ecuación obtenida, se determinó el valor de la temperatura umbral de desarrollo, reemplazando el valor de días grados por “cero”.

RESULTADOS

Luego de recopilar las mediciones diarias y calcularlas estadísticamente mediante una regresión, los resultados de cada uno de los estados de desarrollo de *L. botrana*, entregaron los siguientes resultados:

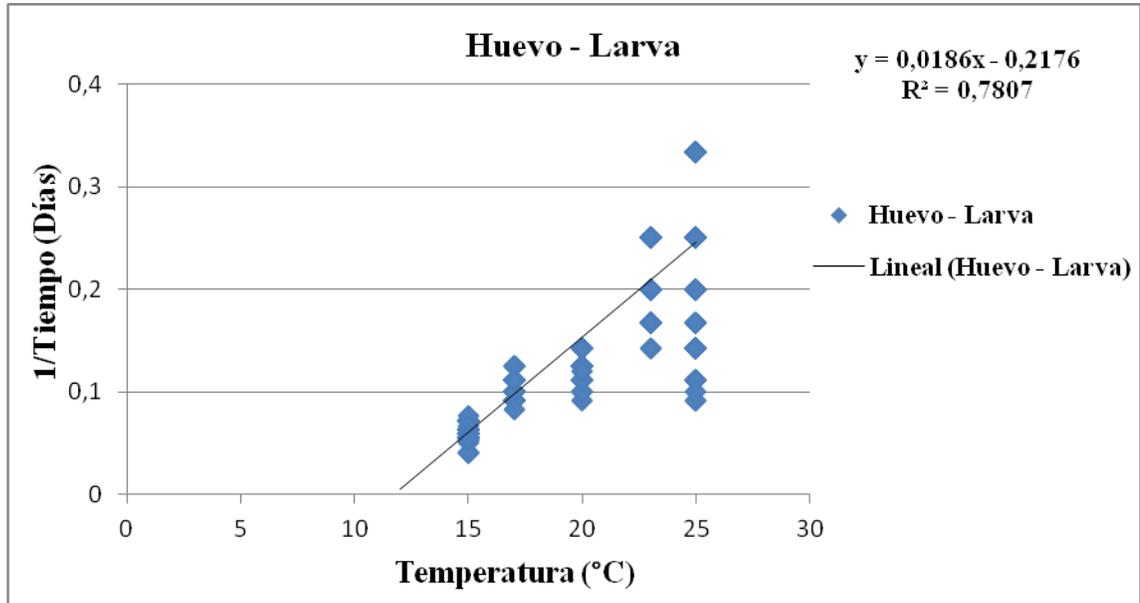


Gráfico 1. Dinámica del desarrollo de *L. botrana* de huevo a larva a distintas temperaturas, bajo condiciones de laboratorio.

La temperatura umbral obtenida para el estado de huevo-larva es de 11,6°C. Cabe destacar que el R^2 se ajusta a lo esperado en un estudio ya que su valor fue de 0,78. (Gráfico 1)

Respecto a la alta dispersión de los datos encontrada en la temperatura de 25°C, ésta es debida a lo cercano que se encuentra a la temperatura umbral máxima (30°C), por lo que los huevos a esta temperatura no eran viables o simplemente se deshidrataban.

A 15°C, 17°C, y 20°C, la dispersión de los datos es menor, debido a que el desarrollo de los huevos requiere de temperaturas más cercanas a estos rangos.

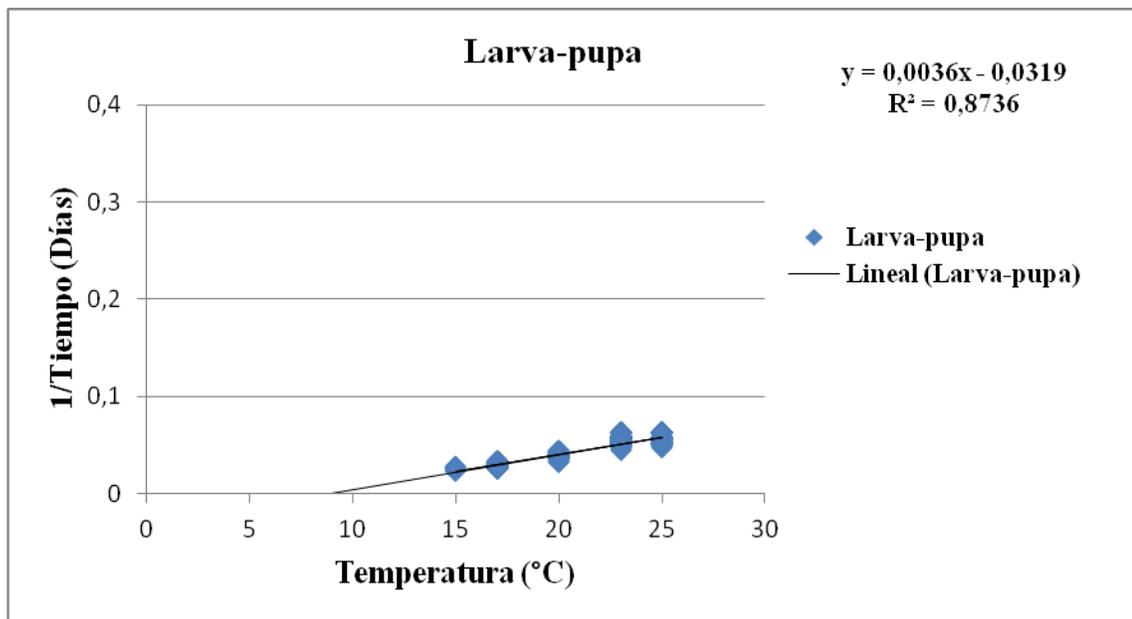


Gráfico 2. Dinámica del desarrollo de *L. botrana* de larva a pupa a distintas temperaturas, bajo condiciones de laboratorio.

El cálculo de la temperatura umbral para el estado de larva-pupa es de 8,8 °C.

En este estado la dispersión de los datos es menor para todas las temperaturas, obteniéndose un R^2 cercano al 0,87. (Gráfico 2)

Se puede ver que, a lo largo de las 5 temperaturas evaluadas, los datos se concentran de forma homogénea, sin encontrar valores muy dispersos.

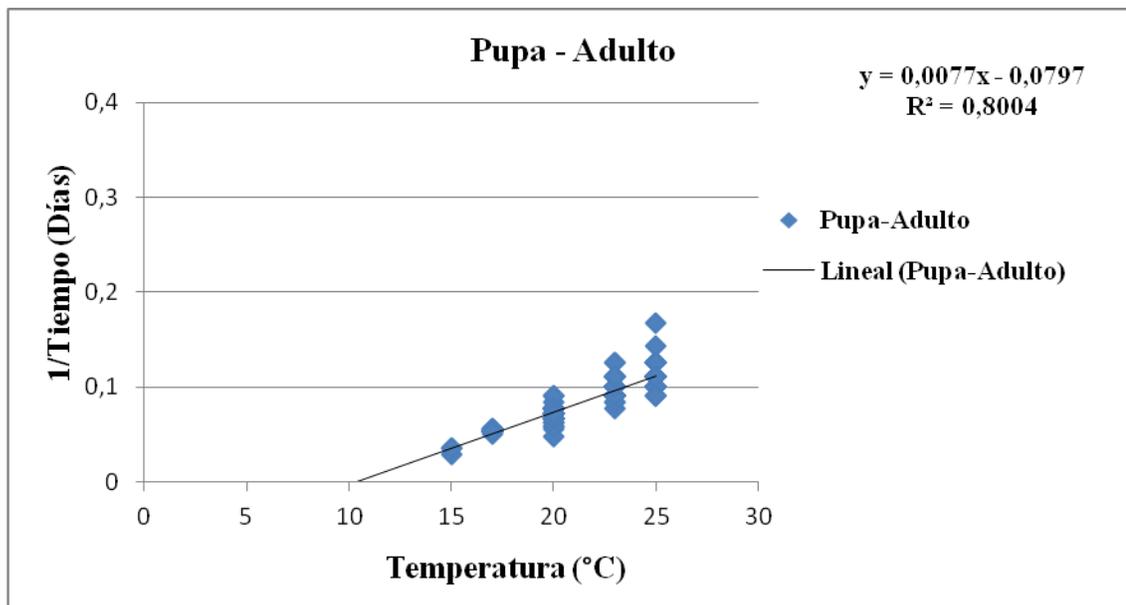


Gráfico 3. Dinámica del desarrollo de *L. botrana* de pupa a adulto a distintas temperaturas, bajo condiciones de laboratorio.

La temperatura umbral que se desprende de la fórmula es de 10,35°C. (Gráfico 3)

En este caso también se encuentra un R^2 destacable con un valor de 0,80.

La temperatura de menor dispersión es la de 20°C, y la mayor dispersión ocurre a 25°C.

Cuadro 1. Número de individuos analizados por temperatura (°C) y estados de desarrollo.

Temperatura (°C)	Huevo-Larva	Larva-Pupa	Pupa-Adulto
15	153	3	3
17	121	66	15
20	30	30	30
23	111	62	47
25	225	50	43

En el estudio, la intención fue obtener datos con un número superior a los 30 individuos, pero debido a factores externos (mortalidad, manipulación de individuos, ser especie cuarentenaria, etc.) ello no fue posible. (Cuadro 1)

A 15°C, luego de comenzar con un gran número de individuos en el estado de huevo, en los estados siguientes (larva-pupa y pupa-adulto) sólo fueron analizados 3 individuos. A pesar del bajo número, estos datos fueron considerados en el análisis, debido a que la dispersión de los datos entre ellos no fue significativa, y los valores se encontraban dentro de la línea de tendencia obtenida. La explicación de esta disminución de individuos, se debe a que la acumulación de requerimientos térmicos es más lenta y, por ende, los individuos no eclosionaban, no pupaban e incluso no se desarrollaban en forma normal, aumentando el nivel de mortalidad en cada estado de desarrollo.

Si bien el número de individuos puede interpretarse como un número no representativo, esto no es tan así debido a que al estudiar los datos con la temperatura de 15°C y sin ella, la variación de los datos es prácticamente insignificante, por lo que se explica que en el estudio haya sido contemplada para los efectos de los cálculos térmicos correspondientes en cuanto a requerimientos fenológicos y temperaturas umbrales.

Por otra parte, en todas las temperaturas, salvo en los 20°C, el número de individuos a analizar también disminuyó. (Cuadro 1)

El caso de 20°C, no existió variación respecto del número de individuos en la generación completa.

Luego de realizar la regresión respectiva para calcular la temperatura umbral por estados, los resultados arrojaron lo siguiente: (Cuadro 2)

Cuadro 2. Temperaturas (°C) umbrales obtenidas por regresión para cada estado de *L. botrana*

Temperatura umbral (°C)	
Huevo - Larva	11,6
Larva - Pupa	8,8
Pupa - Adulto	10,3
Promedio	10,2

Al determinar la temperatura umbral como 10,2°C, se determinaron los requerimientos térmicos para la generación completa, calculando primeramente los requerimientos de cada estado, a cada temperatura. Posteriormente, con el resultado de cada una de las temperaturas, se determinó la media de los días-grado necesarios, siendo estos 441,14 días grado.(Cuadro 3)

Cuadro 3. Requerimientos térmicos (°D) de los distintos estados de desarrollo para cada temperatura estudiada expresada en Días - Grados

Requerimientos Térmicos (°D)	15 °C	17 °C	20 °C	23 °C	25 °C	10°C (Touzaeu,1981)
Huevo - Larva	55,42	51,84	69,72	58,14	52,26	65-75
Larva - Pupa	239,32	286,18	290,08	261,28	294,84	170-225
Pupa - Adulto	141,00	125,29	138,71	129,54	133,77	130
Días Grados Totales	435,74	463,31	498,51	448,96	365-429	365-430

Las cinco temperaturas estudiadas fueron comparadas con la temperatura citada en la literatura, 10°C (Touzeau, 1981), ante la cual se concluye, de acuerdo al número de individuos analizados y al comportamiento registrado en laboratorio, que la temperatura favorable para el desarrollo de *L. botrana* sería 23°C. Esto se explica en el desarrollo de los huevos, los cuales fueron en su mayoría viables, la normal alimentación y crecimiento de larvas, la no deshidratación de pupas y el mejor comportamiento en el cruzamiento de adultos, ya que la temperatura es similar a la que existe en meses de verano en el crepúsculo en Chile.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados expuestos en los cuadros 1-3 y de acuerdo al análisis estadístico respectivo, la temperatura umbral de desarrollo para *L. botrana* se ajusta a lo presentado por Touzeau (1981) y Caffarelli *et al.* (1988), debido a que la diferencia encontrada fue mínima (10°C versus 10,2°C encontrados en laboratorio). Por consiguiente, los requerimientos térmicos también fueron cercanos a los citados por estos mismos autores, por lo que la hipótesis se aprueba al permitir el cálculo de la temperatura umbral y los requerimientos térmicos para el ciclo completo.

Lo importante es que, si bien existen diferencias en los distintos gráficos de estadíos, no se observó una desviación en el promedio de los datos superior a los 3 días en comparación con la temperatura umbral citada por Touzeau (1981), que le asigna un valor de 10°C para poder contabilizar los días- grados, lo que implica que el estudio fue consistente y que la realización del ensayo fue exitosa.

La temperatura más apropiada para el desarrollo de *L. botrana* y que más se ajusta a los modelos de Caffarelli *et al.* (1988) y de Touzeau (1981), es la que está más alejada de las temperaturas extremas (10°C como umbral mínimo y 30°C como umbral máximo) (Avidov y Harpaz, 1969). Las temperaturas estudiadas de 20°C y 23°C son las que presentaron menos problemas de mortalidad, fertilidad, fecundidad, y que coinciden con lo expuesto por Avidov y Harpaz (1969), respecto a la temperatura ideal y los requerimientos térmicos necesarios para completar el ciclo de este insecto de forma normal.

Además, dentro del estudio, las diferencias en la acumulación de días-grados, puede estar dada por lo expuesto por Robert *et al.* (2003), en donde señalan que los adultos de la primera generación emergen cuando la temperatura del aire excede el umbral de 10°C por un periodo de 10 a 12 días, lo que explicaría que en la temperatura de 15°C haya existido tanto problema en el cambio de estado de desarrollo de pupa a adulto, siendo esta temperatura cercana al umbral mínimo.

Es imposible no asociar la temperatura a factores abióticos, como la humedad. Ante esto Deseo *et al.* (1981) explican que si existen altas temperaturas y baja humedad se entregan condiciones óptimas para la actividad de las polillas, mientras que las lluvias y bajas temperaturas, parecen reducir la frecuencia de apareamiento y, subsecuentemente, la producción de huevos. Esto explica la situación existente en la temperatura de 15 grados en donde debido a la baja temperatura, el desarrollo de las polillas fue mínimo o simplemente murieron. Complementando esto, Avidov y Harpaz (1969) sostuvieron que las condiciones óptimas para la actividad de la polilla ocurren a temperaturas de 20°C y 40-70% de humedad relativa, lo que coincide con este estudio, donde el comportamiento ideal se dió en las temperaturas de 20°C y 23°C, lo que apoya la idea de que las unidades térmicas son las que predominan en el desarrollo fisiológico de esta plaga.

Al respecto Coscollá (1986), explica la importancia de que la embriogénesis de *L. botrana*, sea de 25°C durante las primeras 12 horas, además de indicar que la mortalidad es relativamente débil o nula siempre y cuando permanezca a temperaturas medias. De no ser así, cuando la polilla experimenta temperaturas que se alejen de los términos óptimos aumenta su mortalidad por el cambio en la higrometría. Más aún, al existir problemas con la humedad, se generaron problemas con la disposición de agua para el insecto, provocando problemas de un hongo saprófito (*Penicillium sp.*) a pesar de tener todas las condiciones previstas en la higiene y esterilización de materiales.

Zalom y Wilson (1982) indican que la tasa de desarrollo se basa en la acumulación de unidades calóricas, por lo que se mide en tiempo fisiológico y no cronológico. Al respecto Chiang (1985), agrega que el rango óptimo de temperatura para insectos se encuentra entre la temperatura umbral inferior y superior; fuera de este rango la actividad disminuye hasta casi detenerse, sin que necesariamente cause la muerte.

Por lo mismo, el conocimiento de los días grados, provee una valiosa herramienta para el manejo de plagas tanto para predecir infestaciones como para programar medidas de manejo o realizar monitoreo (Zalom *et al.*, 1983) y es en este punto en donde se sustentó la investigación ya que a temperaturas más extremas, 15°C y 25°C presentaron muchos más problemas de mortalidad, y finalización completa del ciclo de este tortrícido.

La ovipostura fue un tema sensible, debido a la necesidad de presentar una temperatura apropiada para el normal desarrollo, al existir distintas mediciones con el fin de obtener la temperatura umbral de *L. botrana*. Esto lo explica Avidov y Harpaz (1969) en donde exponen la idea de que el vuelo ocurre típicamente durante la noche desde el atardecer al alba, con temperaturas sobre 12°C. La media en Chile es superior en ese período, y en el estudio, al existir temperaturas sobre la expuesta, incidió en la postura de huevos, ya que la presencia de temperaturas muy altas y muy bajas, en las larvas durante el desarrollo inciden en la oviposición de los adultos, afectando la fertilidad y fecundidad (Robert *et al.*, 2003).

En dos temperaturas no se registró una acumulación de días grados normal, observándose en la temperatura de 15°C, que los huevos no eclosionaban y las pupas no originaron adultos. Mientras en 25°C, los huevos no eran viables producto del calor, y las pupas nunca evolucionaron de ese estado, llegando a morir con los días. El adulto y el huevo se consideran las etapas más vulnerables a las condiciones ambientales (Deseo *et al.*, 1981), lo que coincide con lo observado en este estudio.

Documentos presentados por Zalom y Wilson (1982) señalan que la temperatura es el principal factor que afecta el desarrollo de los insectos, y que los restantes factores abióticos influyen pero de manera insignificante, coincidiendo con lo presentado en el estudio en donde las distintas temperaturas evaluadas obtuvieron distintos resultados.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología empleada y a los resultados entregados por el estudio, se pudo determinar que la temperatura umbral de *L. botrana*, bajo condiciones de laboratorio, fue de 10,2°C.

Los requerimientos térmicos totales para el ciclo de vida de *Lobesia botrana* bajo condiciones de laboratorio, para esta temperatura fluctuaron entre 365 y 430 días grado.

BIBLIOGRAFÍA

Avidov, Z.; Harpaz, I. *Lobesia* (=Polychrosis) *botrana*(Schiff.). In: Plant pests of Israel. Jerusalem: Israel Univ. Press; 1969: 380-384.

Bradley, J.D.; W. G. Tremewan y A. Smith. 1979. British Tortricoid Moths, Tortricidae: Olethreutinae. The Ray Society, London. 336p.

Cafarelli, V. y Vita, G. 1988. Heat accumulation for timing grapevine moth control measures. Bull. OILBISROP, 11(2): 24-26.

Chiang, H. C. 1985. Insects and their Environment. En. Fundamentals of Applied Entomology, Macmillan Publishing Company, N.Y., 742p (128-161).

Coscollá, R.; J. Sánchez y V. Beltrán. 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 Sanidad Vegetal, 12: 3-7.

Deseo, K.; F. Brunelli y A. Bertaccini. 1981. Observations on the biology and diseases of *Lobesia botrana* Den. and Schiff. (Lepidóptera: Tortricidae) in central-north Italy. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 16: 405-431.

Fowler, G. y K. Lakin. 2002. Risk assessment: Vine moth, *Lobesia botrana* (Denis and Schiffermuller), (Lepidoptera: Tortricidae). USDA-APHIS-CPHST Internal Report Raleigh, North Carolina. 15 pp.

Lizana, L.A. 1995. Antecedentes generales de calidad y su control en uva de mesa para exportación. Manejo de uva de mesa para exportación. Publicaciones Misceláneas Agrícolas, 1(43): 50-57.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2012. Boletín Frutícola. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.cl/odepaweb/servicios-informacion/Boletines/BFruticola0811.pdf>> Consultado el: 28 de diciembre de 2012.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2013. Uva de mesa: Se ratifica liderazgo exportador mundial de Chile. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/11258.pdf> > Consultado el: 28 de septiembre de 2014.

Robert, C; E. Davis; M. Dacosta; H. Heisler y M. Larson. 2003. Mini risk assessment grape berry moth, *L.botrana* (Denis and Schiffermuller) (Lepidoptera: Tortricidae). [En línea]. Recuperado en: http://www.sonoma-county.org/agcomm/pdf/lbotrana_mra.pdf
Consultado el: 19 de julio de 2013

Robert, C., E. Venette, E. Davis, M. Dacosta, H. Heisler y M Larson. 2003. Mini risk assessment grape berry, *Lobesia botrana* (Denis y Schiffermuller) [Lepidoptera: Tortricidae]. Department of Entomology, University of Minnesota. [En línea]. Recuperado en: http://www.sonomacounty.org/agcomm/pdf/lbotrana_mra.pdf. Consultado el: 27 de diciembre 2014.

Roditakis, N. y M. Karandinos. 2001. Effects of photoperiod and temperatura on pupal diapause induction of grape berry moth *Lobesia botrana*. Physiological Entomology, 26(4): 329-240.

SAG. 2010. *Lobesia botrana* o Polilla del racimo de la vid. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.sag.cl/opensdocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc49&argInstanciaId=49&argCarpetalId=1132>> Consultado el: 18 de Julio de 2011.

SAG. 2014. Estrategia 2014-2015. Programa Nacional de *Lobesia botrana*. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: http://www.sag.cl/sites/default/files/estrategia_2014-2015_sag.pdf> Consultado el: 15 de Noviembre de 2014.

Torres-Vila, L.; L. Oustry; V. Schmitz; R. Roehrich y J. Stockel. 1993. Acción de la humedad relativa y la fluctuación térmica sobre la crisálida no diapausante de la “polilla del racimo”, *Lobesia botrana* Den. y Schiff. (Lepidóptera: Tortricidae). Boletín Sanidad Vegetal, 19: 79-93.

Touzeau, J. 1981. Modélization de l'évolution de l'Eudemis de la Vigne pour la région Midi-Pyrénées. En: Lutte Intégrée en Viticulture, IV Réunion plénière. Gargnano, Italia, 10 al 12 de marzo de 1981. P: 26-30.

Vieira, A.1995. Manejo sanitario del parronal. Manejo de uva de mesa para exportación. Publicaciones Misceláneas Agrícolas, 1(43): 30-32.

Zalom, F., P. Goodell, L. Wilson, W. Barnett, y W. Bentley. 1983. Degree- days: the calculation and use of heat unit in pest management. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, Davis, CA, USA. 10 pp.

Zalom, F., y T. Wilson. 1982. Degree days in relation to an integrated pest management program. Division of agricultural Sciences, University of California, Davis, CA, USA. 2pp

