

## RELACION ENTRE EL CICLO VITAL DE *LITHRAEUS ELEGANS* (BL.) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) Y LA FENOLOGIA DE *LITHREA CAUSTICA* (MOL.) H. ET A. (ANACARDIACEAE)

JÉSSICA BASCUÑÁN<sup>1</sup> Y FRANCISCO SÁIZ<sup>1</sup>

### RESUMEN

En el Sector Ocoa del P.N. La Campana, Chile Central (32° 55' S, 71° 08' W), se estudia la relación entre el ciclo vital de *Lithraeus elegans* y la fenología de *Lithrea caustica*.

Durante un ciclo anual se controló la fenología de *L. caustica* y se colectaron sus frutos. Después de cada colecta, una fracción de los frutos se analizó inmediatamente para determinar estados de desarrollo del brúquido. El resto se conservó bajo dos condiciones diferentes (laboratorio y cámara climática), hasta la emergencia de los adultos. La información obtenida permite establecer lo siguiente en relación al ciclo de desarrollo de *L. elegans* en *L. caustica*:

- Es univoltino y el ciclo se completa en un solo fruto. Las hembras ponen sus huevos en forma aislada.
- El período de oviposición presenta dos picos asociados a fases de desarrollo del fruto.
- Desarrollo larval típico de Bruchidae.
- Desarrollo embrionario en frutos Iniciales y Verdes, larvas en frutos en Transición y Maduros. Pupa solamente en Maduros.
- No se detectaron parasitoides.

Palabras clave: *Lithraeus elegans*, ciclo vital, *Lithrea caustica*, fenología, Chile Central.

### ABSTRACT

The relationships between life history of *Lithraeus elegans* and phenology of *Lithrea caustica* is studied in the National Park La Campana, Ocoa sector, Central Chile.

Phenological control and periodic sampling of fruits of *L. caustica* were disposed throughout an annual cycle. After each collect, a fraction of fruits was analyzed immediately to determine the development stages of *L. elegans*. The rest was kept, in two different conditions (laboratory and climatic chamber), until adult emergence.

The information obtained allows to establish the following about the life history of *L. elegans* in *L. caustica*:

- It is univoltine, the bruchid development is completed within only one seed and the females lay their eggs singly.
- The egg-laying period presents two peaks associated to phases of fruit development.
- The larval development is characteristic of the Bruchidae family.
- The embryonic stages were found on the Initial and Green fruits, meanwhile larval stages are found within the Transition and Mature fruits and pupa only within the Mature fruits.
- No parasitoids were detected.

Key words: *Lithraeus elegans*, life history, *Lithrea caustica*, phenology, Central Chile.

### INTRODUCCION

La relación brúquido-semilla representa un problema interesante tanto en el plano ecológico

como en el económico.

Quizás, por esto último, más del 70% de los trabajos revisados se refieren a este campo (Barriga 1990, Alzouma *et al.* 1985, Bellows y Hassell 1984, Biemont *et al.* 1982, Biemont y Jarry 1983, Bonet y Biemont 1981, Hodek *et al.* 1981, Huignard y Leroi 1981, Huignard *et al.* 1985, Jarry y Chacón

<sup>1</sup> Ecología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso - Chile. Fax: (56) (32) 212746.

(Recibido: 25 de Junio de 1996. Aceptado: 24 de abril de 1997)

1983, Jarry 1987, Monge 1985, Pimbert 1985, Rosenthal 1981, Thiery y Jarry 1985, Wightman 1978 a y b).

El 84% de los hospederos de brúquidos pertenece a la familia Leguminosae *sensu lato*, mientras que las Anacardiaceae no alcanzan al 2% (Johnson 1981a, Southgate 1979). Janzen (en Labeyrie 1981), en leguminosas tropicales, detectó que el 73% de las especies de brúquidos ataca sólo a una de hospedero, el 15% a dos y el 6% a tres. Varaigne-Labeyrie (en Labeyrie 1981), para Alto Volta, registra 63% de especies con un hospedero y 25% con dos. Janzen (en Johnson y Kistler 1987) evaluó especificidad al permitir la oviposición de *Callosobruchus maculatus* sobre semillas de 63 especies de leguminosas. Productos volátiles y toxinas mataron los huevos en el 17% de las semillas; la dureza, espesor y toxicidad de la testa impidió el ingreso de las larvas en el 59% de las semillas restantes y el contenido de la semilla destruyó el 92% de larvas remanentes.

El ciclo biológico de los brúquidos presenta algunas variaciones según el taxon considerado, las características del hospedero y las condiciones ambientales, siendo el cultivo una causal importante al introducir especies en ambientes diferentes de los originales (Biemont y Bonet 1981).

La mayoría de las especies de Amblycerinae y Bruchinae ponen sus huevos separados, unos pocos los disponen aglutinados a lo largo de la sutura de la vaina (*Bruchidius astrolineatus*) (Southgate 1979, Alzouma y Huignard 1981). Este patrón se altera en granero. Avendaño y Sáiz (1978), en *Pseudopachymerina spinipes*, detectaron posturas en masas imbricadas, mientras en la naturaleza los huevos están aislados. Johnson (en Johnson y Kistler 1987), distingue tres gremios (guilds) de brúquidos según el lugar de oviposición: a) sobre la superficie de la vaina, b) en semillas maduras cuando aún están en la planta y c) en semillas maduras que ya han caído al suelo.

El primer estadio larval está adaptado para penetrar la semilla al poseer una placa cefálica esclerosada, mandíbulas fuertes y apéndices locomotores (espinas o patas) que permiten algún grado de selección de la semilla hospedera (Southgate 1979, Johnson 1981a y b, Ramos 1976, Johnson y Kistler 1987, Messina 1991). Ingresada la larva, muda perdiendo sus apéndices y, después

de 3 o 4 nuevas mudas, pupa (Johnson y Kistler 1987), ya sea en la cámara larval (libre o en capullo) (75% de los *Acanthoscelides* y *Pseudopachymerina spinipes*), o en el suelo u hojarasca (*Caryedon pallidus* y *C. interstinctus*) (Southgate 1979, Varaigne-Labeyrie y Labeyrie 1981, Johnson 1981 b, Avendaño y Sáiz 1978).

En caso de desarrollo completo en la semilla, el adulto generalmente emerge por orificio preparado por la larva, la cual roe la testa dejando una delgada cubierta que el imago rompe para emerger (Southgate 1979).

La mayoría de las especies completan su ciclo en una semilla (75% de los *Acanthoscelides* (Johnson 1981) y *Pseudopachymerina spinipes* (Sáiz *et al.* 1980). En general, se desarrolla una larva por semilla, salvo en las muy grandes donde es posible encontrar varias (Janzen 1969).

En la selección de la semilla participan factores como textura, curvatura, pubescencia, tamaño de las semillas, sustancias de marcaje, temperatura y tenor hídrico (Johnson y Kistler 1987, Southgate 1979, Thiery 1982 a y b, Kistler 1982), los que afectan ya sea a la vitelogénesis, cruzamiento u oviposición, adquiriendo importancia el encaje del ciclo reproductivo del brúquido con la fenología del hospedero. En *Bruchus pisorum* y *B. affinis* la floración induciría la vitelogénesis y la cópula (Labeyrie 1978 a y b, Hodek. *et al.* 1981, Bashar *et al.* 1986). En *Pseudopachymerina spinipes* la postura sería estimulada por la presencia de frutos maduros e inhibida por sus flores (Sáiz *et al.* 1980, 1987). En *Zabrotes subfasciatus* las semillas estimulan la ovogénesis, cópula y postura (Pierre 1980, Pimbert y Pierre 1983).

El adulto puede emerger, copular y oviponer en forma inmediata o después de un período de diapausa reproductiva, la que permite sincronizar la reproducción del insecto con los estados fenológicos de la planta necesarios para la postura y posterior desarrollo larval (Biemont y Bonet 1981, Bonet y Biemont 1981). En *Pseudopachymerina spinipes*, un patrón bimodal de emergencia de adultos permitiría asegurar este encaje (Sáiz *et al.* 1987). El fotoperíodo, la temperatura, la humedad relativa y los alimentos son los factores de inducción más citados (Tanaka 1983, Masaki 1983, Varley *et al.* 1973, Bellamy *et al.* 1975, Tauber *et al.* 1984, Fujiyama 1983).

El ciclo reproductivo puede ser uni o

multivoltino, dependiendo de factores como alimento, condiciones climáticas y características biológicas de la especie (Labeyrie 1981). El multivoltinismo es común en especies asociadas a cultivos y graneros (Biemont y Bonet 1981, Bonet y Biemont 1981, Southgate 1981).

Las larvas se alimentan de semillas. Los adultos de muchas especies viven y se reproducen en ausencia de alimentos, adquiriendo importancia las reservas almacenadas durante el desarrollo larval (Wightman 1978 b, Yates *et al.* 1989). Los que se alimentan lo hacen de polen y néctar.

Entre las respuestas de las plantas a la acción de los brúquidos destacan : semillas pequeñas, numerosas y de rápida germinación, altos niveles de toxinas, baja calidad nutricional, impedimentos mecánicos a la postura y adhesión del huevo, asincronía con fenología del brúquido, etc. Muchas especies de brúquidos han sido capaces de contrarrestar estas respuestas mediante cambios coevolutivos , tales como larvas que evitan o metabolizan toxinas, uso de varias semillas para completar su ciclo vital, diapausa de huevos y adultos, emergencia bimodal de adultos, etc (Janzen 1969, Center y Johnson 1974, Labeyrie y Hossaert 1985, Labeyrie *et al.* 1987, Karban y Myers 1989, Crawley 1983, Sáiz *et al.* 1987).

En Chile, el estudio de brúquidos asociados a plantas nativas está poco desarrollado (Porter 1925, 1933, Bridwell 1952, Sáiz *et al.* 1977, 1980, 1987, Avendaño y Sáiz 1978, Sáiz y Soto 1982, Yates *et al.* 1989 y Barriga 1990) y es mínimo para Anacardiaceae.

Según Kingsolver (1990) la familia Bruchidae en Chile está conformada por 12 géneros y 23 especies. Solamente *Lithraeus* tiene especies asociadas a Anacardiaceae, según se desprende del siguiente cuadro (Barriga 1990):

Especie vegetal	Especie de brúquido
<i>Lithrea caustica</i>	<i>Lithraeus elegans</i>
<i>Schinus latifolius</i>	<i>Lithraeus elegans</i>
	<i>Lithraeus mutatus</i>
<i>Schinus polygamus</i>	<i>Lithraeus elegans</i>
	<i>Lithraeus mutatus</i>
<i>Schinus patagonicus</i>	<i>Lithraeus elegans</i>
<i>Schinus elegans</i>	<i>Lithraeus elegans</i>

La relación entre *Lithraeus elegans* y *Lithrea caustica* es la más citada (Porter 1925 y 1933,

Bridwell 1952, Barriga 1990), pero no existen estudios detallados sobre ella. En cuanto a la asociación de *Lithraeus elegans* con *Schinus polygamus* y *S. latifolius* no estamos seguros si corresponde a alimentación en flores o a efectivo desarrollo en sus semillas. Porter (1933) lo cita en flores de *Acacia caven*. Personalmente lo hemos colectado (datos inéditos) al estudiar la entomofauna asociada a la inflorescencia de *Jubaea chilensis*.

El presente trabajo pretende concurrir al conocimiento de las relaciones entre el ciclo de vida de *Lithraeus elegans* y la fenología de *Lithrea caustica*, con los siguientes objetivos específicos:

- 1) Macrocaracterizar las etapas del ciclo fenológico de *L. caustica*.
- 2) Determinar y caracterizar las diferentes fases del ciclo de desarrollo de *L. elegans* en *L. caustica*.
- 3) Establecer el paralelismo o correlación entre el ciclo biológico del brúquido y la fenología de la planta.
- 4) Evaluar el impacto de la acción ejercida por el brúquido sobre el stock de semillas de *L. caustica*.
- 5) Detectar causales de mortalidad larvaria de *L. elegans*.

## METODOLOGIA

El estudio se realizó en el P.N. La Campana, sector Palmas de Ocoa. En él se procedió de la siguiente manera:

Durante un año ( XI-1992 a X-93) se realizaron muestreos periódicos de frutos de litre según el siguiente calendario:

Fecha	Días Acumulados	Fecha	Días Acumulados
17/11/92	0	19/03/93	122
27/11/92	10	02/04/93	134
11/12/92	24	30/04/93	162
28/12/92	41	30/05/93	192
12/01/93	56	09/07/93	232
22/01/93	66	06/08/93	260
08/02/93	83	02/10/93	317
28/02/93	103		

En cada muestreo se colectaron 1000 frutos al azar, no colectando más de 100 frutos por árbol y en diferentes partes de éste. En laboratorio se dividió la muestra en las siguientes fracciones:

**50%** se abrió inmediatamente para determinar las características del ciclo de desarrollo de *L. elegans*, controlándose:

- 1) Estado de desarrollo del fruto.
- 2) Porcentaje de frutos con huevos.
- 3) Características de la postura: forma, posición y número de huevos por fruto.
- 4) Estado de los huevos: recién puestos, desarrollo embrionario, punto de emergencia larval y de penetración al fruto.
- 5) Porcentaje de semillas con larvas.
- 6) Estado de las larvas: estado de desarrollo, mortalidad.
- 7) Porcentaje de semillas con pupas y emergencia de imagos.
- 8) Presencia y abundancia de parasitoides.
- 9) Condición de estado de los parasitoides. Estados de desarrollo, número por larva de brúquidos.

**25%** se mantiene en cámara climática sometida a 12 horas de luz y 12 de oscuridad, a 21 °C. Se revisa el total de adultos emergidos por colecta al final del período de estudio. Los recipientes permiten el paso de luz y gases e impiden el escape de adultos.

**25%** se mantiene a temperatura ambiente en recipientes similares a los de la fracción anterior. Se revisan periódicamente durante la emergencia de adultos.

La fenología general de *L. caustica* se evaluó a través de 15 ejemplares controlados en las mismas fechas de recolección de frutos y excluidos del proceso de extracción. Se cuantifican las siguientes feno y subfenofases como % de la cobertura foliar de la planta:

**Flores:** **botones, abiertas, secas**

**Frutos:** **iniciales:** Tamaño inferior al promedio de los frutos maduros.

**verdes:** Tamaño medio del fruto maduro, verdes, el epicarpio fuertemente unido al mesocarpio.

**transición:** Epicarpio parcialmente separado del mesocarpio. Se subdivide en:

**Transición 1:** Inicio de separación entre epicarpio y mesocarpio.

**Transición 2:** Mesocarpio negro y aceitoso.

**maduros:** Color más pálido, amarillento, epicarpio completamente separado del mesocarpio.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### A.-MACROFENOLOGIA DE *LITHREA CAUSTICA*.

Considerando antecedentes fenológicos previos (1988-1990, Sáiz y Bascuñán, datos inéditos) el estudio, realizado en 1992-1993, se centró en flores y frutos, por ser éstos los aspectos relevantes para los objetivos propuestos.

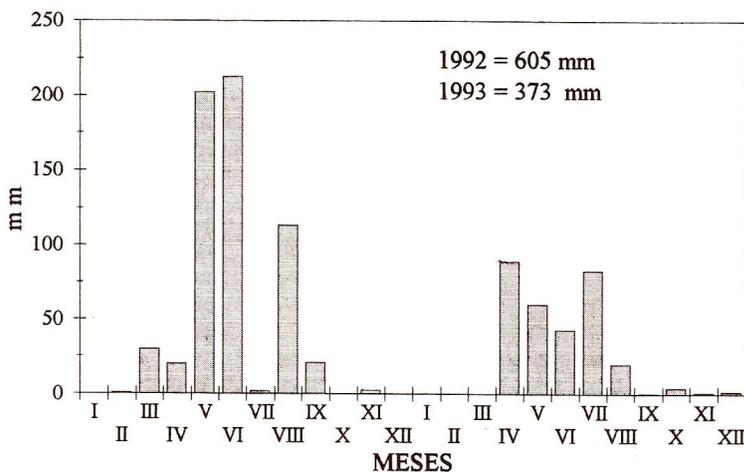


Figura 1: Precipitaciones mensuales 1992 y 1993 (Valparaíso: Estación Punta Angeles).

Climáticamente, el período estudiado se caracterizó por las bajas precipitaciones en relación a un año normal (Fig. 1). Fenológicamente, se detectó la presencia de botones florales entre noviembre y enero; de flores, principalmente entre noviembre y marzo, y de frutos durante todo el período de estudio (Fig. 2). La duración aproximada de las subfenofases de flor y fruto fue la siguiente:

**FLORES: Botones** : Mediados de noviembre a fin de diciembre (Fig. 2). En el mes de octubre ya se observan los primeros botones del nuevo ciclo.

**Desarrolladas**: Mediados de noviembre a fin de febrero.

**Secas** : Las flores masculinas secas permanecen en alto porcentaje durante todo el año.

**FRUTO: Iniciales** : Mediados de noviembre a fin de diciembre. (Fig. 3)

**Verdes** : Mediados de diciembre a fin de febrero.

**Transición 1**: Fin de diciembre a principios de abril.

**Transición 2**: Mediados de enero a fin de abril.

**Maduros** : Mediados de marzo a fin del estudio.

Estos datos configuran un ciclo tardío respecto a lo descrito para la especie (Rodríguez *et al.* 1983), pero concordante con los antecedentes inéditos de Sáiz y Bascuñan para la misma localidad. Es a destacar que en 1992-93 hubo floración muy abundante (noviembre a febrero) no seguida por abundancia de frutos (Fig. 2).

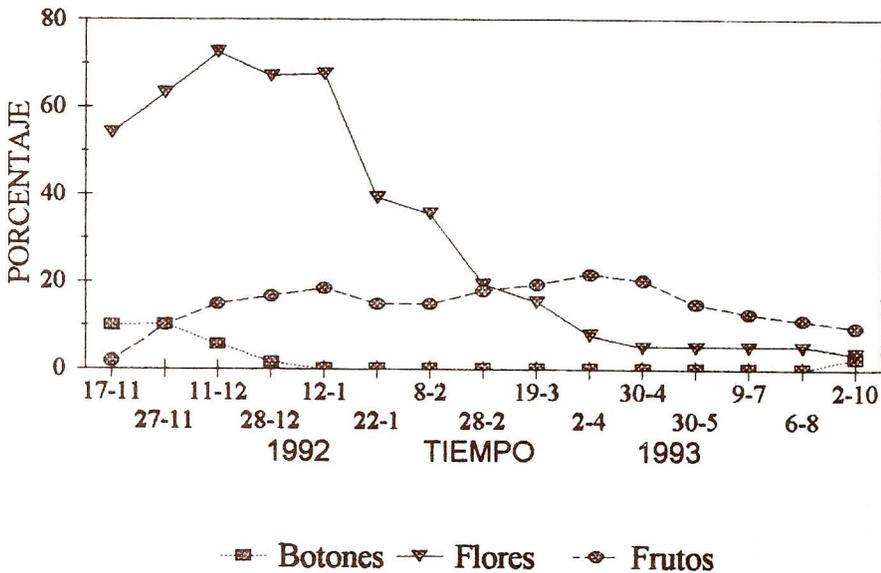


Figura 2: Fenología de *Lithrea caustica*: Principales fenofases.

## B.-CICLO DE DESARROLLO DE *LITHRAEUS ELEGANS*

Los huevos, en vista dorsal, son ovalados con un extremo más ancho y, en vista lateral, son planos en la zona mediante la cual se adosan al fruto y curvos dorsalmente. Se disponen en forma aislada sobre el fruto y adheridos por una sustancia transparente que sobrepasa irregularmente sus márgenes.

El período de postura se evaluó a través de los huevos no eclosionados, distinguiéndose dos estados: **Sin Eclosionar 1 y 2**, según tengan o no esbozo de larva en su interior. Según los datos, *L. elegans* presenta dos períodos de postura: a) entre mediados de noviembre y mediados de diciembre, el más importante, y b) entre mediados de enero y mediados de febrero (Fig. 4). Un ciclo univoltino con 2 períodos de emergencia de adultos, y por

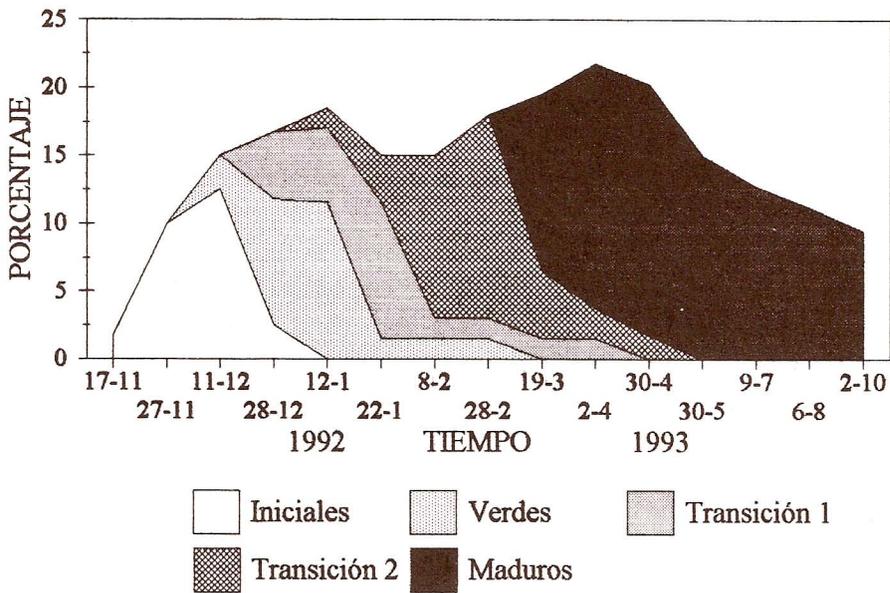


Figura 3: Fenología de *Lithrea caustica*: Subfenofases de frutos.

ende de postura, se ha descrito en Chile para *Pseudopachymerina spinipes*, interpretándose como mecanismo adaptativo a las variaciones en la producción de frutos (Sáiz *et al.* 1987).

El porcentaje de frutos con huevos fluctuó entre 6,4% y 16,8% del total analizado en cada fecha, con máximos en enero-febrero. La postura es de un huevo por fruto (93,12%), ocasionalmente de dos (6,16%), tres (0,57%) ó 4 (0,14%).

Para el análisis de la disposición de los huevos en los frutos se consideraron dos sectores: Lateral o borde, y Central o cara del fruto. Cada sector se subdividió en tres segmentos equivalentes. Más del 75% de los huevos presentan localización lateral, sin diferencias importantes entre los segmentos, disposición relacionada con el ordenamiento de los frutos en apretados racimos (Fig. 5).

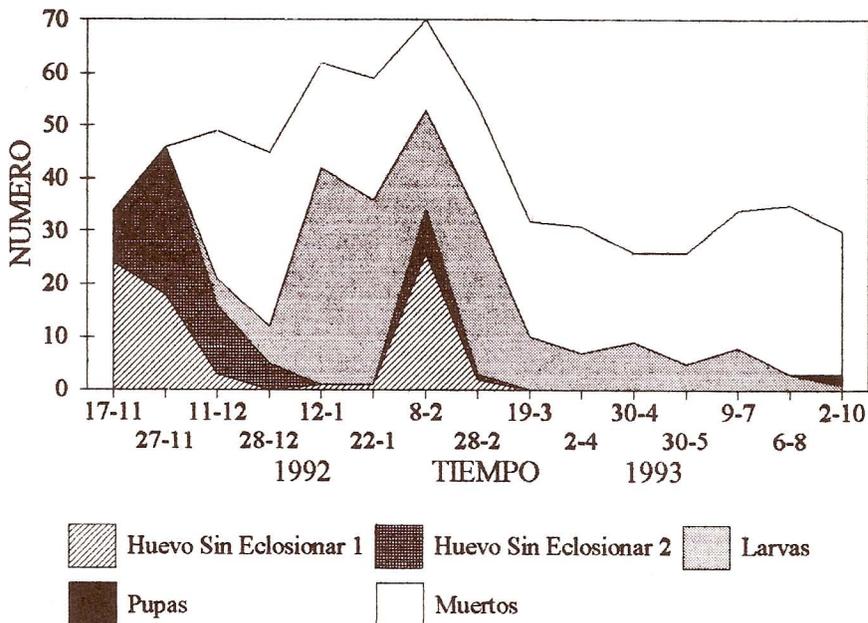


Figura 4. Desarrollo de *Lithraeus elegans*: Secuencia de estados en *L. caustica*.

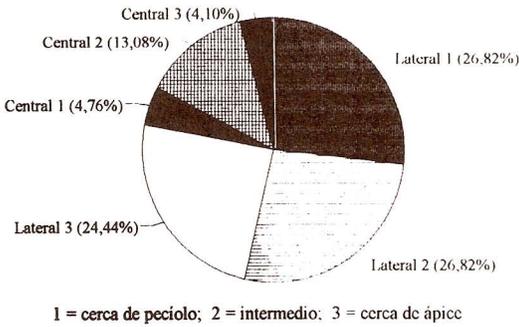


Figura 5. Postura de *Lithraeus elegans*: Posición de los huevos en el fruto.

Al inicio del estudio, el 70% de los huevos no mostraba esbozo de larva (Sin eclosionar 1), mientras el resto correspondía a Sin eclosionar 2 (larva visible). El primer estado se encontró entre noviembre y diciembre (primera postura) y entre enero y febrero (segunda postura). El estado Sin eclosionar 2, se detectó hasta fin de diciembre (primera postura) y entre enero y febrero (segunda postura) (Fig. 4), por lo que se estima el desarrollo embrionario en unos 40 días.

La eclosión larval se hace por un pequeño orificio circular en la base del huevo, coincidente con el de penetración al fruto, fenómeno observado

en numerosas ocasiones. Al roer, la larva llena de aserrín el huevo vacío, el que generalmente permanece adherido al fruto. Los que se desprenden dejan el orificio de penetración larval como muestra. Las primeras eclosiones ocurren en diciembre, aumentando progresivamente hasta enero, manteniéndose más o menos constantes hasta mayo, época en que comienzan a disminuir; en ese período predominan los frutos Verdes y en Transición (Figs. 3 y 4).

Un porcentaje importante de huevos no eclosiona. Se presentan tres tipos (Fig. 6):

- 1) Vacío : Sin contenido interno. Podrían ser resultado de problemas en la fecundación.
- 2) Descompuesto: Contenido interno amorfo, verdoso, gelatinoso, sin esbozo de larva. Probable infección por microorganismos.
- 3) Abierto : Vacíos, oscuros por depósito interno de polvo. Podría ser resultado de eclosión larval por la parte superior del huevo o de depredación.

La importancia relativa de estos huevos aumenta a medida del tiempo, llegando a porcentajes altos (Fig. 6), por lo que la estimación de la infestación debería considerar sólo a los huevos eclosionados que originan larvas que ingresan al fruto.

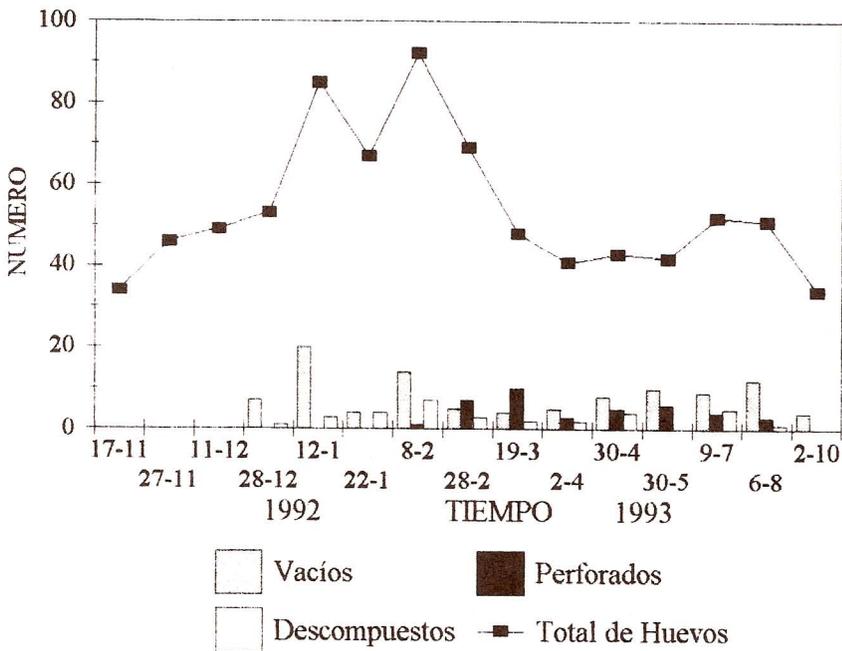


Figura 6. Huevos de *Lithraeus elegans* Condición de estado al ser colectados.

### 3.- LARVA, PUPA E IMAGO:

El desarrollo larval y pupal ocurre al interior de un único fruto, el cual es abandonado al emerger el imago.

El primer estado larval es pequeño, móvil, dotado de apéndices locomotores, cerdas y de una desarrollada placa cefálica, características de Bruchidae (Southgate 1979, Johnson 1981 a y b, Ramos 1976). Fue observado ocasionalmente y siempre penetrando al fruto. Una vez en su interior, la larva pierde sus apéndices y adopta forma de saco blanquecino dedicada a alimentarse y aumentando progresivamente de tamaño, proceso descrito para la mayor parte de las especies de la familia (Johnson y Kistler 1987). En este estado pasa la mayor parte del año, incluyendo el invierno.

La mayor presencia de larvas en los frutos ocurre entre enero y marzo, disminuyendo hacia el final del año de estudio (Fig. 7), ya sea por el normal paso a pupa o, posiblemente, por caída preferencial de frutos infestados.

En ningún estado del fruto se advirtió señales de ataque por parasitoides, a pesar de que Bridwell (1952) señala la presencia de un braconido que asocia al género *Urosigalphus*. En cambio, en frutos maduros, desde abril en adelante, se observó infestación por hongos, cuyos micelios son claramente visibles en su interior.

La pupa de *L. elegans* es de tegumento esclerosado, exarata, café claro y no desarrolla capullo. Sólo se observó en baja cantidad al final del estudio, posiblemente debido a que la etapa es muy breve (Fig. 4). Su presencia coincide con la disminución significativa de las larvas en ese período (Fig. 7).

El adulto de *L. elegans* emerge a través de un orificio redondo de unos 2 mm, claramente distinguible del orificio de entrada de la larva, no preparado previamente por ésta.

Los adultos de *L. elegans* son heterogéneos en cuanto a tamaño (2-3 mm de largo y 1,2-1,6 mm de ancho) y coloración (entre negro brillante y rojo testáceo; cabeza, protórax y parte ventral del cuerpo son generalmente negros).

La emergencia de adultos se registró tanto en frutos mantenidos en cámara climática como a temperatura ambiente. El análisis se hace bajo el supuesto de que esta fracción de frutos tiene igual nivel de infestación que la analizada en forma inmediata después de la colecta. De la cámara climática se obtuvo información según fecha de colecta, aportando dos antecedentes importantes: a) la cantidad de adultos es baja en relación a las posturas (8-9% de los huevos viables), índice de alta mortalidad intra fruto, al menos bajo las condiciones de estudio y b) que la mayor parte

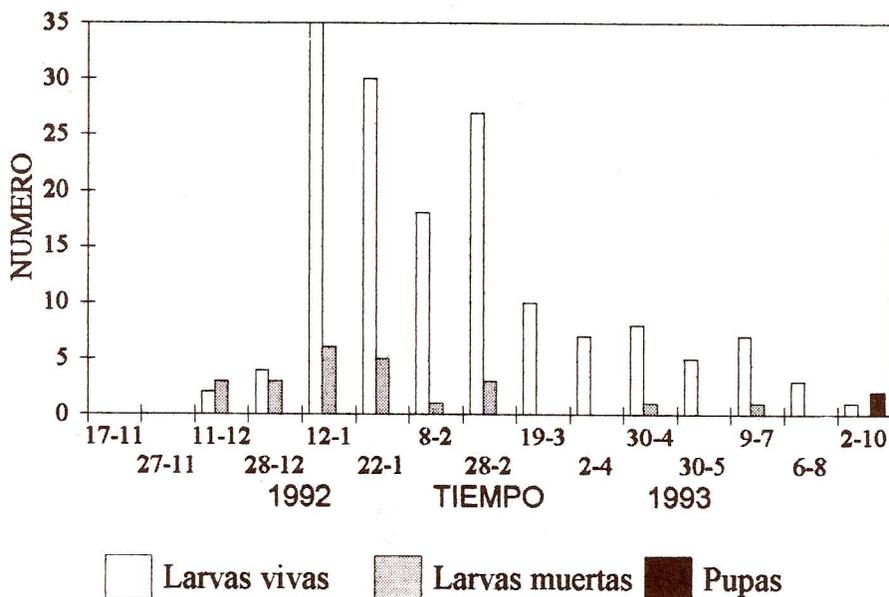


Figura 7. Desarrollo de *Lithraeus elegans*: Larvas y pupas en cada colecta.

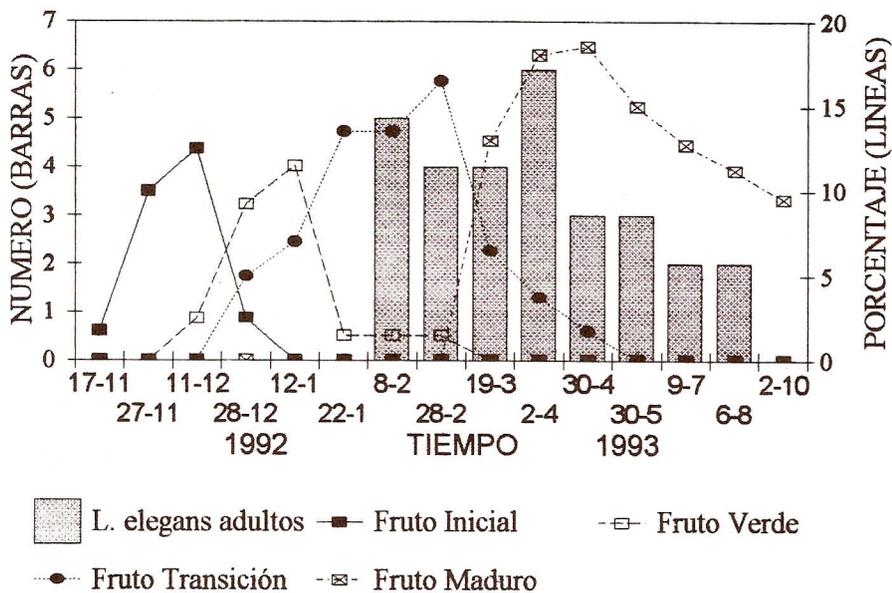


Figura 8. Emergencia de *Lithraeus elegans* según fecha de colecta del fruto.

deriva de frutos colectados entre febrero y abril (Transición y Maduros), época en que la mayoría permanece aún en el árbol. La baja emergencia desde frutos colectados con posteridad, permite pensar en un modelo de caída preferencial de los frutos infestados o en la acción de agentes ecológicos letales a las larvas (Sáiz 1993) y que los frutos colectados con anterioridad (básicamente

Iniciales y Verdes) no habían alcanzado un grado de desarrollo que permitiera el ingreso y sustentación de la larva (Fig. 8).

Paralelamente, en los frutos mantenidos a temperatura ambiente se hizo un seguimiento regular sobre el total seleccionado para tal efecto, desde el momento en que se detectó el primer adulto (Fig. 9). Además de confirmar los aspectos generales

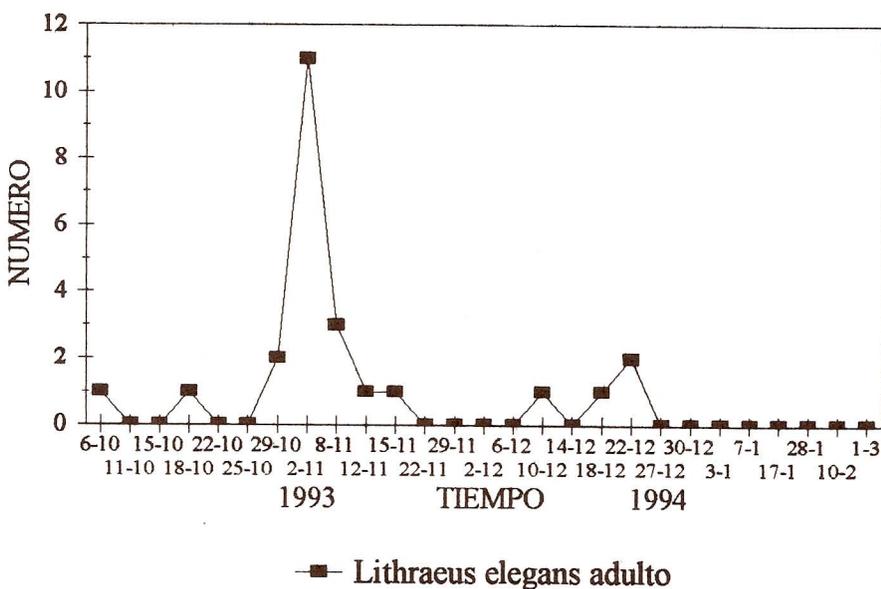


Figura 9. Emergencia de *Lithraeus elegans*: Secuencia en ambiente de laboratorio.

descritos anteriormente, estos datos permiten circunscribir la etapa de emergencia de imagos al período alrededor de noviembre, salvo algunos casos excepcionalmente precoces o tardíos.

### C.- RELACION ENTRE FENOLOGIAS DE *LITHREA CAUSTICA* Y *LITHRAEUS ELEGANS*.

La relación entre el número de huevos y los estados de desarrollo del fruto en que fueron colectados se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1  
Número total de huevos por tipo de fruto al momento de la colecta

ESTADO FRUTO	Nº HUEVOS	PORCENTAJE
Iniciales	67	8,9
Verdes	51	6,8
Transición 1	39	5,2
Transición 2	163	21,7
Maduros	432	57,4

Fenológicamente (Figs. 2, 4 y 10), la primera postura se concentra sobre frutos Iniciales y la

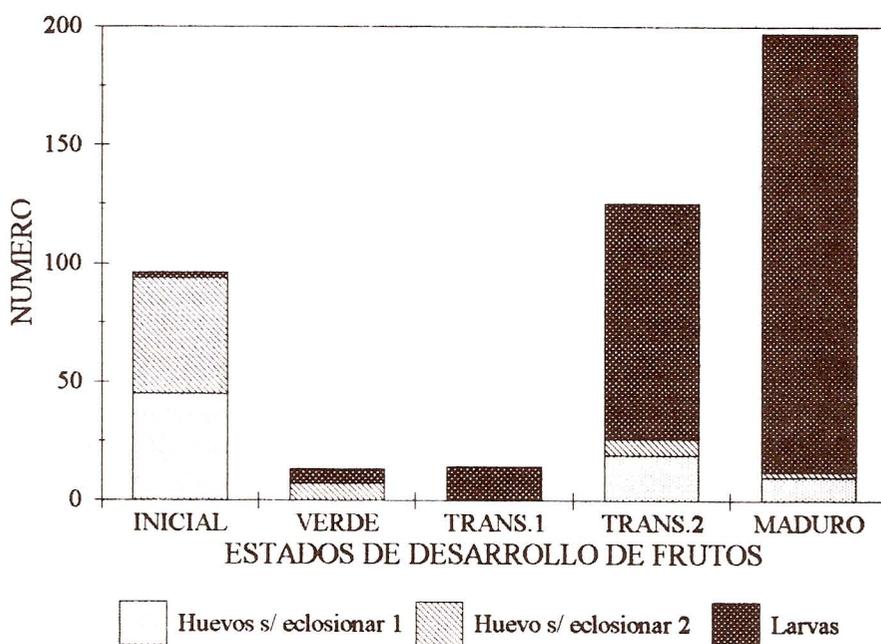


Figura 10. *Lithraeus elegans*: estados según tipo de fruto al ser colectado.

segunda, sobre frutos en Transición 2. Este modelo habría asegurado éxito de los huevos de la segunda postura, por encontrar un sustrato más adecuado.

El desarrollo embrionario duraría aproximadamente 40 días para la primera postura, siendo aparentemente más corto para los huevos de la segunda (Fig. 4). Ello se debería a los mayores niveles térmicos del período (medias mensuales °C: XI-1992 = 14,9; XII-1992 = 16,7; I-1993 = 17,5; II-1993 = 16,7; III-1993 = 16,4; INE, 1993 y 1994). Su relación con la fenología de los frutos es coherente con las posturas.

La eclosión larval ocurre en todo tipo de fruto, siendo mayor su porcentaje a medida que progresa

el desarrollo de éstos (Fig. 11). El total de huevos no viables corresponde al 21 % de las posturas, centrándose el 71% de éstos en frutos en Transición y Maduros (Tabla 2).

TABLA 2  
Porcentaje de huevos no viables por estado fenológico del fruto.

Estado Fruto	Vacíos	Abiertos	Descompuestos
Iniciales	0,0%	0,0%	0,0%
Verdes	5,9%	0,0%	2,0%
Transición 1	20,5%	0,0%	0,0%
Transición 2	15,0%	4,6%	8,1%
Maduros	13,5%	7,1%	3,9%

Las larvas de las colectas de diciembre en frutos Iniciales y Verdes, eran escasas y con una mortalidad del 60% (Fig. 11), índice de condiciones no adecuadas del fruto, las que podrían relacionarse con el alto contenido de agua y con la incapacidad de la larva de roer tejidos suculentos, situación ya detectada en *Pseudopachymerina spinipes* ( Sáiz, obs. personal).

Al predominar los frutos en Transición 1 y 2, aumenta tanto la cantidad de larvas como la proporción de larvas vivas (Figs. 3, 7 y 11). Al predominar los frutos Maduros, baja la cantidad de larvas totales, la que podría atribuirse a la caída preferencial de frutos infestados, además del lógico paso a pupa.

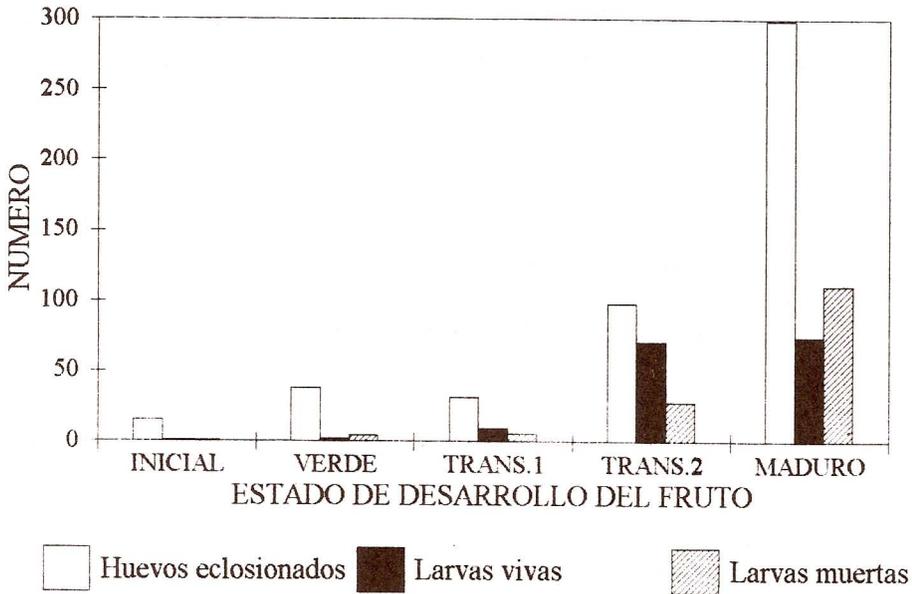


Figura 11: *Lithraeus elegans*: Relación huevos/larvas y mortalidad larvaria.

El número de larvas muertas es mayor en los frutos maduros (Fig. 11), situación que podría ser explicada por un mayor tiempo de interacción larva-semilla, período en que pueden actuar factores de mortalidad, v. gr. hongos.

El número de pupas detectado es bajo y está en relación con los frutos Maduros (Fig. 7). Una explicación posible de esta baja detección podría ser que el estadio es muy corto o bien se encuentran en los frutos que caen primero del árbol.

De los frutos mantenidos a temperatura ambiente y en cámara climática, sólo se obtuvieron imagos de las colectas realizadas a partir de febrero. Esto es explicable, en gran parte, por problemas de deshidratación de los frutos Iniciales y Verdes a temperatura ambiente y por descomposición por exceso de humedad en la

cámara climática, frutos que constituyen casi el 100% de los frutos colectados en tal período. En cambio, los colectados entre enero y febrero, presentan un estado de madurez y de contenido hídrico que permite su mantención fuera de la planta y el desarrollo de brúquidos en su interior (Fig. 8).

#### D.- INFESTACION DE FRUTOS :

Respecto de la magnitud de la infestación de frutos de litre por brúquidos es posible afirmar lo siguiente:

Si se analiza en base a postura de huevos se alcanzan niveles de 9,3%. Sin embargo, este criterio no nos parece ser el más adecuado ya que considera a los huevos no viables (vacíos, perforados y descompuestos) y no considera el desprendimiento

de un importante número de huevos eclosionados en frutos en Transición y Maduros, situación relacionada con el proceso de separación de epicarpio y mesocarpio. Además, debe considerarse el efecto climático (lluvias, vientos), el cual debe hacerse sentir principalmente sobre frutos maduros.

Por lo anterior, es preferible no considerar los huevos no viables y considerar los huevos eclosionados desprendidos, lo que es posible detectar en base al orificio de entrada de la larva en el fruto. Según este criterio la infestación es del orden del 9,5%, porcentaje que no afectaría la capacidad reproductiva de la planta.

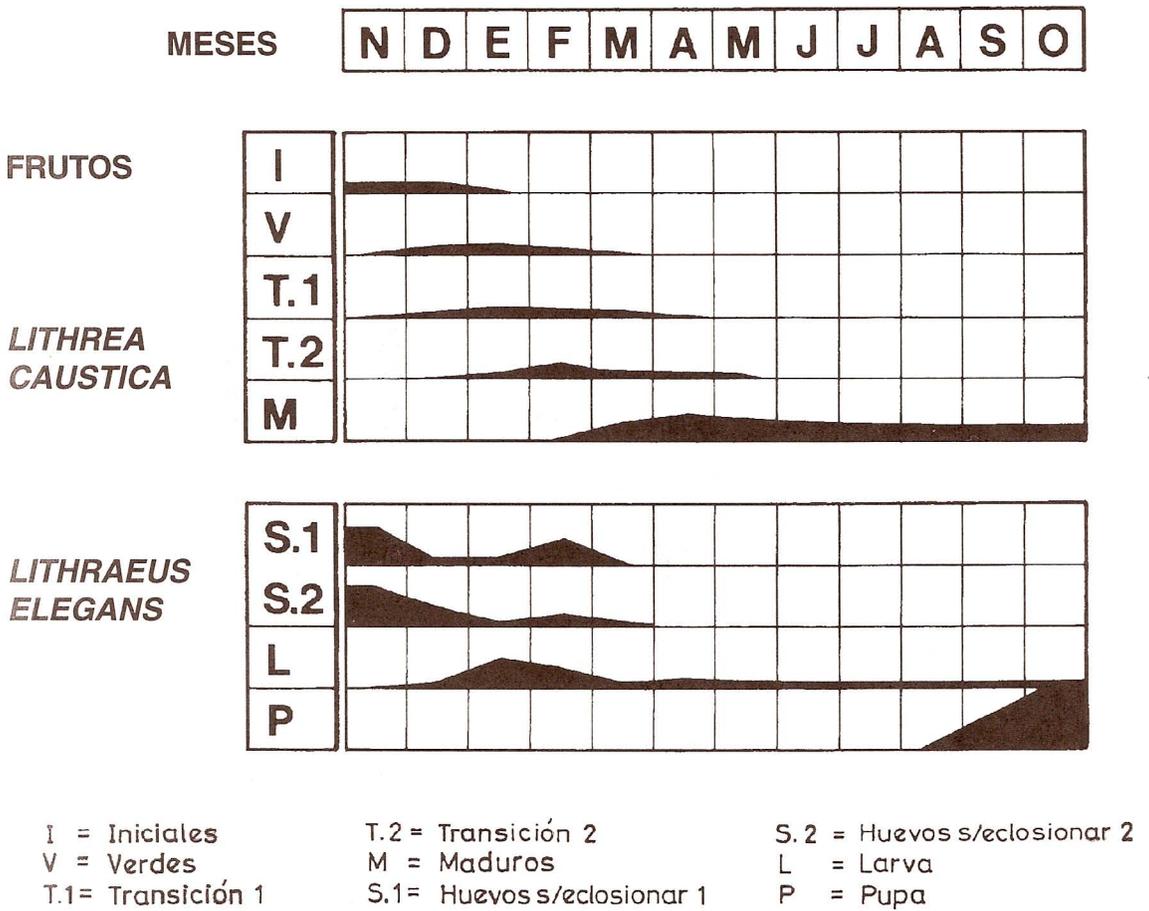


Figura 12: Etapas de desarrollo de *Lithraeus elegans* y fenología del fruto de *Lithrea caustica*.

**CONCLUSIONES**

1) El ciclo de vida de *Lithraeus elegans* en *Lithrea caustica* en Chile Central presenta ciertos rasgos característicos:

Es univoltino y se completa en el interior de un único fruto, que permite el desarrollo de un solo ejemplar. Sólo excepcionalmente se encontró más de una postura por fruto, predominantemente

dispuesta en el borde del fruto. Nunca se encontró más de una larva por fruto.

La postura se realiza en dos períodos separados, el primero fundamentalmente sobre frutos Iniciales y el segundo sobre frutos en Transición. Esta bimodalidad permitiría un mejor encaje entre el desarrollo del brúquido y la fenología de la planta hospedera. En este caso favoreció a la segunda postura.

El desarrollo larval es típico de Bruchidae: desarrollo embrionario breve, primer estado larval móvil y bien dotado para penetración al fruto, modificación posterior por pérdida de apéndices y aumento progresivo del tamaño de la larva por acumulación de grasa.

La pupa, exarata, se desarrolla en el interior del fruto, desprovista de capullo y es de corta duración. No se detectó preparación larval del orificio de salida del imago.

2) Es posible establecer una estrecha relación entre las etapas de desarrollo del brúquido y la fenología del fruto de litre (Fig. 12).

3) La infestación, estimada en base al ingreso de las larvas al fruto, afecta aproximadamente al 10% de éstos, lo que tendría un bajo efecto en la dinámica poblacional de *Lithrea caustica* dado que es un bajo porcentaje dentro de una alta producción de semillas.

4) No se detectaron parasitoides que ataquen a las larvas de *Lithraeus elegans*, pero sí infestación de los frutos por hongos.

#### LITERATURA CITADA

- AVENDAÑO, V. y F. SAIZ. 1978. Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia caven*. IV. Aspectos biológicos de *Pseudopachymerina spinipes* (Er.). An.Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 11: 81-88.
- ALZOUMA, I. y J. HUIGNARD. 1981. Données préliminaires sur la biologie et le comportement de ponte dans la nature de *Bruchidius astrolineatus* (Pic) (Coléoptère: Bruchidae) dans une zone Soudahélienne au Niger. Ecol.Applic.2(4): 391-400.
- ALZOUMA, I., J. HUIGNARD y B. LEROI. 1985. La ponte de *Bruchidius astrolineatus* (Pic) (Col.Bruchidae) au cours de la maturation des gousses de *Vigna unguiculata* (Walp) et ses conséquences sur le developpment. Ann. Soc.Ent.Fr. 21: 207-217.
- BARRIGA, J. 1990. Revisión de los brucos de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile (Col. Bruchidae). Memoria de Título, Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile.
- BASHAR, M., G. FABRES y V. LABEYRIE. 1986. Stimulation of ovogenesis by flowers of *Lathyrus sylvestris* L and *Lathyrus latifolius* L in *Bruchus affinis* Frölich (Col.Bruchidae). Lathyrus & Lathyrism. A.Kaul y D.Combes Eds. Third World Medical Research Foundation.
- BELLAMY, D., G. GOLDSWORTHY, K. HIGHMAN, W. MORDUE y J. PHILLIPS. 1975. Environmental Physiology. Ed. J. Phillips, Blackwell Scientific Publications.
- BELLOWS, T. y M. HASSELL. 1984. Models for interespecific competition in laboratory populations of *Callosobruchus* spp. J. Anim. Ecology, 58: 831-848.
- BIEMONT, J. y A. BONET. 1981. The bean weevil populations from the *Acanthoscelides obtectus* Say. group, living on wild or subspontaneous *Phaseolus vulgaris* L cultivated in the Tepoztlán region state of Morelos-Mexico. The ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- BIEMONT, J., G. CHAUVIN y J. GERMAIN. 1982. L'oeuf de *Bruchidius astrolineatus* (Pic) et son système de fixation. Can. J. Zool. 60: 2610-2615.
- BIEMONT, J. y M. JARRY. 1983. Effets inhibiteurs de la présence d'un congénère sur la maturation des ovocytes chez *Acanthoscelides obtectus* Say (Coléoptère:Bruchidae). Can. J. Zool., 61: 2329-2337.
- BONET, A. y J. BIEMONT. 1981. Biología del complejo *Acanthoscelides obtectus* Say (Col.Bruchidae) en poblaciones silvestres y cultivadas de *Phaseolus*. Folia entomológica mexicana 48: 45-46.
- BRIDWELL, J. 1952. Notes on Bruchidae affecting the Anacardiaceae, including the description of a new genus. Journal of Washington Acad. Sci., 42(4): 124-126.
- CENTER, T. y C. JOHNSON. 1974. Coevolution of some beetles (Col. Bruchidae) and their hosts. Ecology, 55(5): 1096-1103.
- CIPOLLINI, M. 1991. Female-biased sex ratios in response to increased density in a bruchid seed predator: a consequence of local mate competition?. Oikos, 60:197-204.
- CRAWLEY, M. 1983. Herbivory. The dynamics of animal-plant interactions. Studies in Ecology 10, Blackwell Scientific Publications.
- FUJIYAMA, S. 1983. The larval diapause of three Scarabaeid beetles and its function in their life cycles. Diapause and life cycle strategies in insects. V. Brown y I. Hodek Eds. Dr. W. Junk Publishers
- HODEK, I., A. BONET y M. HODKOVA. 1981. Some ecological factors affecting diapause in adults of *Acanthoscelides obtectus* from mexican mountains. The Ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- HUIGNARD, J. y B. LEROI. 1981. Influence of adult food on the reproduction of virgin females of an *Acanthoscelides obtectus* strain originating from colombian altiplanos. Experientia 37: 831-833.
- HUIGNARD, J., B. LEROI, I. ALZOUMA y J. GERMAIN. 1985. Oviposition and development of *Bruchidius astrolineatus* (Pic) and *Callosobruchus maculatus* (F)(Coleoptera: Bruchidae) in *Vigna unguiculata* (Walp) cultures in Niger. Insect Sci. Applic., 6 (6): 691-699.
- JANZEN, D. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. Evolution, 23: 1-27.
- JARRY, M. 1987. Les insectes phytophages ont ils des «strategies» pour exploiter les ressources vegetales?. Quelques reflexions a propos du cas de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Col. Bruchidae). S.F.C.A., 2 (1) :197-200.
- JARRY, M., y A. CHACON. 1983. Influence de la durée d'exposition des gousses mûres de *Phaseolus vulgaris* sur la distribution des pontes d'*Acanthoscelides obtectus* en pleinchamp. Ent.exp. & appl., 33: 213-219.
- JOHNSON, C. 1981 a. Seed beetle host specificity and systematics of the Leguminosae. En Polhill y Raven (eds.) Adv. Legume Systematics: 95-1027.
- JOHNSON, C. 1981 b. Relations of *Acanthoscelides* with their Plant-hosts. Ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- JOHNSON, C. y R. KISTLER. 1987. Nutritional ecology of bruchid beetles. En Nutritional ecology of insects, mites, and spiders:

- 259-282. Slansky y Rodríguez (Ed.), John Wiley & Sons, Inc.
- KARBAN, R. y J. MYERS. 1989. Induced responses to herbivory. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20:331-348.
- KINGSOLVER, J. 1990. - Checklist of Chilean Bruchidae with new synonyms and new combination (Coleoptera). *Rev. Chilena Ent.*, 18: 49-52.
- KISTLER, R. 1982. Effects of temperature on six species of seed beetles (Coleoptera: Bruchidae): an ecological perspective. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75(3): 266-270.
- LABEYRIE, V. 1978. Reproduction of insects and coevolution of insects and plants. *Ent. exp. & appl.* 24:496-504.
- LABEYRIE, V. 1978b. The significance of the environment in the control of insect fecundity. *Ann. Rev. Entomol.* 23: 69-89.
- LABEYRIE, V. 1981. Ecological problems arising from weevil infestation of food legumes. The ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- LABEYRIE, V. y M. HOSSAERT. 1985. Ambiguous relations between *Bruchus affinis* and the *Lathyrus* group. *Ecol. Entom.* 8: 87-94.
- LABEYRIE, V., G. FABRES y D. LACHAISE. 1987. *Bruchus affinis* and the flowers of *Lathyrus latifolius*: an example of the complexity of relations between plants and phytophagous insects. *Insect Plants*, Dr. W. Junk publishers.
- MASAKI, S. 1983. Introduction. Diapause and life cycle strategies in insects. Brown y Hodek Eds., Dr. W. Junk Publishers.
- MESSINA, F. 1991. Life-history variation in a seed beetle: adult egg-laying vs larval competitive ability. *Oecologia*, 85: 447-455.
- MONGE, J. 1985. L'importance des contacts de la nymphe ou de l'imago d'*Acanthoscelides obtectus* Say avec sa plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L.) dans la régulation de l'activité reproductrice des femelles: quelques données préliminaires. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 301 Serie III (1): 17-20.
- PIERRE, D. 1980. Influence des graines ou des gousses mures de la plante-hôte (*Phaseolus vulgaris*) sur l'activité reproductrice de *Zabrotes subfasciatus* (Coléoptère Bruchidae). *C.R. Acad. Sc. Paris*, Série D, 290:1007-1010.
- PIMBERT, M. 1985. Comparisons du comportement de ponte de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Col., Bruchidae) en présence de gousses ou de graines de *Phaseolus vulgaris* L. *Biology of Behaviour* 10:309-319.
- PIMBERT, M. y D. PIERRE. 1983. Ecophysiological aspects of bruchid reproduction I. The influence of pod maturity and seeds of *Phaseolus vulgaris* and the influence of the insemination on the reproductive activity of *Zabrotes subfasciatus*. *Ecological entomology* 8:87-94.
- PORTER, C. 1925. Notas acerca de un brúquido chileno. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 29: 286.
- PORTER, C. 1933. Notas zoogeográficas acerca de algunos brúquidos chilenos. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 37: 86-87.
- RAMOS, Y. 1976. Las especies de brúquidos (gorgojos de las leguminosas) de interés agrícola y fitosanitario (Col. Bruchidae). I: Caracteres generales. *Bol. Serv. Plagas*, 2: 1-35.
- ROSENTHAL, G. 1981. Role of allelochemicals in the specialisation of trophic relations between bruchids and legumes. The ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- RODRIGUEZ, R., O. MATTHEI y M. QUEZADA. 1983. Flora arbórea de Chile. Ed. de la U. Concepción, 408 pp.
- SAIZ, F., D. CASANOVA y V. AVENDAÑO y E. VASQUEZ. 1977. Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia cavendishii*. II Evaluación de la infestación por *Pseudopachymerina spinipes* (Er.). *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 10: 153-160.
- SAIZ, F., V. AVENDAÑO y W. SIELFELD. 1980. Antecedentes preliminares sobre la relación brúquido-*Acacia cavendishii*. *Rev. Chilena Ent.*, 10: 93-96.
- SAIZ, F. y J. SOTO. 1982. Relación entre la forma del fruto de *Acacia cavendishii* y las características de las semillas y de los brúquidos que lo infestan. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 15: 71-77.
- SAIZ, F., M. DAZA y D. CASANOVA. 1987. Relaciones fenológicas entre *Pseudopachymerina spinipes* (Bruchidae) y *Acacia cavendishii* (Leguminosae). *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 18: 55-64.
- SAIZ, F. 1993. Importancia de la persistencia, en el árbol, de frutos de *Acacia cavendishii*, en la infestación por *Pseudopachymerina spinipes* (Col. Bruchidae). *Rev. Chilena Ent.*, 20: 31-34
- SOUTHGATE, B. 1979. Biology of the Bruchidae. *Ann. Rev. Entomol.*, 24:449-473.
- SOUTHGATE, B. 1981. Univoltine and multivoltine cycles: their significance. The ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- TANAKA, S. 1983. Seasonal control of ninfal diapause in the spring ground cricket, *Pteronemobius nitidus* (Orthoptera: Gryllidae). Diapause and life cycle strategies in insects. V. Brown y I. Hodek Eds. Dr. W. Junk Publishers.
- TAUBER, M., C. TAUBER y S. MASAKI. 1984. Adaptations to hazardous seasonal conditions: Dormancy, migration and polyphenism. *Ecological Entomology*. C. Huffaker y R. Robb Eds. J. Wiley & sons.
- THIERY, D. 1982a. Influence de la teneur en eau et de la dureté du tegument des graines de *Phaseolus vulgaris* sur la fréquence de pénétration des larves néonates d'*Acanthoscelides obtectus*. *Ent. exp. & appl.* 32:141-145.
- THIERY, D. 1982b. Conséquences d'un «epuisement» des larves néonates d'*Acanthoscelides obtectus* sur la fréquence de pénétration dans des graines stockées de *Phaseolus vulgaris*. *Ent. exp. & Appl.* 32:195-197.
- THIERY, D. y M. JARRY. 1985. Hatching rhythm in the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* and larval penetration of *Phaseolus vulgaris* seeds. *Insect Sci. Applic.*, 6 (1):33-35.
- VARLEY, G., G. GRADWELL y M. HASSELL. 1973. Insect population ecology an analytical approach. Blackwell Scientific Publication.
- VARAIGNE-LABEYRIE, C. y V. LABEYRIE. 1981. First data on Bruchidae which attack the pods of legumes in Upper Volta of which eight species are man consumed. The ecology of bruchids attacking legumes (pulses). V. Labeyrie Ed. Dr. W. Junk Publishers.
- WIGHTMAN, J. 1978 a. The ecology of *Callosobruchus analis* (Coleoptera: Bruchidae): morphometrics and energetics of the immature stages. *J. Animal Ecology* 47:117-129.
- WIGHTMAN, J. 1978 b. The ecology of *Callosobruchus analis* (Coleoptera: Bruchidae): Energetics and energy reserves of the adults. *J. Animal Ecology* 47:131-142.
- YATES, L., M. DAZA y F. SAIZ. 1989. The energy budget of adult *Pseudopachymerina spinipes* (Er.) (Coleoptera: Bruchidae). *Can. J. Zool.* 67:721-726.