

Efecto de la diapausa y del capullo sobre el potencial biótico de la polilla del racimo *Lobesia botrana* Den. y Schiff. (*Lepidoptera: Tortricidae*)

L. M. TORRES-VILA, J. STOCKEL, P. BIELZA Y A. LACASA

Se estudia el efecto de la diapausa pupal durante la invernación en condiciones naturales de *L. botrana* sobre el potencial biótico de ambos sexos, precisando además el efecto protector del capullo durante dicho período.

La diapausa y la presencia de capullo durante la misma influyeron en el desarrollo de las crisálidas, con mortalidades del 0, 8-19 y 26-39% en crisálidas no diapausantes y diapausantes con y sin capullo respectivamente. Globalmente además, las crisálidas macho registraron una mortalidad un 16% más elevada que la de las hembras.

En la hembra, la diapausa no redujo significativamente la fecundidad (166 vs. 153 huevos totales/hembra) [no diapausante vs. diapausante], la fertilidad (149 vs. 136 huevos viables/hembra), la viabilidad de los huevos (89,9 vs. 89,0%), el período de oviposición (7,2 vs. 8,5 días) ni la eficacia reproductora (16,6 vs. 15,5 huevos viables/mg de peso corporal). Sin embargo, la longevidad de las hembras diapausantes fue significativamente mayor (8,8 vs. 10,4 días). La presencia del capullo durante la diapausa, si bien no afectó la viabilidad de la puesta, la longevidad y el período de oviposición, incrementó significativamente en un 15% la fecundidad (131 vs. 153 huevos totales/hembra) [sin capullo vs. con capullo] y la fertilidad (114 vs. 137 huevos viables/hembra). Esto se atribuye, en parte, a que la pérdida de peso pupal difiere significativamente en hembras no diapausantes y diapausantes con y sin capullo: 30,73; 34,75 y 39,08%, respectivamente.

En el macho, la diapausa no modificó significativamente el número de espermatozoides emitidos durante su vida (9,3 vs. 8,0 espermatozoides) ni la longevidad (12,9 vs. 11,7 días). La presencia de capullo durante la diapausa tampoco tuvo un efecto significativo sobre dichas variables (7,4 vs. 8,0 espermatozoides y 10,9 vs. 11,7 días). Sin embargo, la pérdida de peso pupal en machos no diapausantes (46,48%) fue significativamente menor que la de diapausantes con y sin capullo, que no difirieron entre ellas (50,67 y 51,60%, respectivamente).

Se concluye que en condiciones naturales (y por ende con capullo), la diapausa durante la invernación puede influir en la mortalidad de las crisálidas, pero no en el potencial biótico de los adultos de *L. botrana* emergentes en primavera.

L. M. TORRES-VILA. Unidad de Fitopatología. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca La Orden. Apartado 22, 06080 Badajoz.

J. STOCKEL. Institut de la Vigne. Station de Zoologie. INRA. Centre de Recherches de Bordeaux. BP 81, F-33883. Villenave d'Ornon Cedex, Francia.

P. BIELZA. Laboratorio de Parasitología Animal y Fitopatología. SIA. c/ Pintor Matías Moreno, 4. 45007 Toledo.

A. LACASA. Departamento de Protección Vegetal. CIDA. 30150 La Alberca, Murcia.

Palabras clave: *Lobesia botrana*, potencial biótico, fecundidad, espermatozoides, longevidad, diapausa, capullo, mortalidad, pérdida de peso.

INTRODUCCIÓN

L. botrana presenta una diapausa facultativa que se induce en el estado larvario con fotofases cortas (KOMAROVA, 1949; ROEHRICH, 1969) y se expresa con posterioridad en la crisálida. Estas condiciones de fotoperíodo se alcanzan en España y, en general, en Europa meridional en la última quincena de agosto. Así, son normalmente los individuos de la tercera generación los que alcanzan el estado diapausante. Estos se desarrollaron en el estado larvario sobre bayas maduras de vid, y por ello son los que presentan un mayor potencial biótico: las hembras poseen una fecundidad más elevada y los machos una mayor capacidad reproductiva (TORRES-VILA, 1995).

El objeto del presente estudio es determinar en qué medida la parada de desarrollo preimaginal provocada por la diapausa pupal e intrínsecamente el período de invernación experimentado durante la misma (5-6 meses de duración), incide sobre el potencial biótico del adulto, intentando precisar además el posible efecto protector del capullo durante dicho período.

MATERIAL Y MÉTODOS

Insectos

Los insectos utilizados provienen de la cría en laboratorio sobre medio artificial semisintético (STOCKEL *et al.*, 1989), de la población que se mantiene en la Estación de Zoología del INRA de Burdeos (Francia), desde hace más de 100 generaciones. Las condiciones controladas utilizadas en la cría son: $22 \pm 1^\circ \text{C}$, $60 \pm 10\%$ h.r., fotoperíodo 16: 8 (L: O) y luminosidad de 500 lux.

Obtención de las orugas neonatas

Se utilizaron bolsas de papel celofán de 0,5 l de capacidad con disposición de agua *ad libitum*, introduciendo en cada una 10

parejas de adultos. Las hembras, una vez fecundadas, ovopositan sobre las paredes de la bolsa. Cuando los huevos alcanzan la fase de *cabeza negra* las bolsas se cortan en trozos y se introducen en cajas de plástico transparentes de 22 cm³ de capacidad, de las cuales se recuperan al día siguiente las orugas neonatas para las insectaciones.

Insectaciones y obtención de los adultos

El desarrollo larvario tuvo lugar sobre medio semisintético, en condiciones controladas de laboratorio. Se prepararon dos cajas de medio (250 g/caja), incorporando a cada una 200 larvas neonatas (edad < 24 h) mediante un pincel fino.

Crisálidas no diapausantes (serie nd): la primera caja se situó en la sala de cría en día largo, a $22 \pm 1^\circ \text{C}$, $60 \pm 10\%$ h.r. y fotoperíodo 16: 8 (L:O). Cuando las orugas completaron su desarrollo y fueron crisalidando, diariamente se extrajeron del papel ondulado (añadido previamente como soporte de crisalidación) y del capullo, se pesaron (edad < 24 h) con una electrobalanza de precisión Mettler®, y se introdujeron aisladamente en tubos de vidrio de 70 mm x 9 mm de diámetro, cerrados con tul (trama de 1 mm. de diámetro) sujeto por una goma elástica.

Crisálidas diapausantes (series dSC y dCC): la segunda caja se situó en una estufa Secasi® en día corto para inducir la diapausa, a $22 \pm 1^\circ \text{C}$, $60 \pm 10\%$ h.r. y fotoperíodo 10: 14 (L: O). La insectación se efectuó sincronizada con la evolución de la tercera generación larvaria de *L. botrana* en el campo (final de agosto), para que al final del desarrollo larvario las crisálidas diapausantes situadas en un insectario exterior, experimentasen la invernación en condiciones naturales. Cuando las orugas completaron su desarrollo y fueron crisalidando se hicieron dos series:

En la primera (dSC), las crisálidas se extrajeron diariamente del papel ondulado, se eliminó el capullo, se pesaron (edad < 24 h) y se introdujeron aisladamente en los tubos.

En la segunda (dCC), no se eliminó el capullo. Se cortaron las bandas de papel ondulado, individualizando cada crisálida y su capullo en el interior. Se adoptó esta metodología dado que no es factible separar mecánicamente el capullo del papel, sin dañar aquél. Así, aunque la influencia del papel sobre la transpiración no es descartable, se le atribuyó un efecto despreciable dada su porosidad. Los trozos de papel (5 x 15 mm) portando cada uno en su interior una crisálida y su capullo, se pesaron (edad < 24 h) y se introdujeron aisladamente en los tubos.

Las dos series de crisálidas diapausantes se emplazaron entonces en un insectario exterior en condiciones naturales, desde primeros de octubre de 1990. Cuando en marzo de 1991 se observaron los primeros avivamientos, todas las crisálidas se llevaron de nuevo a la sala de cría con las condiciones estándar de día largo, para agrupar las emergencias, sincronizando el inicio de las fotofases artificial y natural.

En la serie dCC, el peso inicial de la crisálida se estimó entonces por diferencia entre el peso del trozo de papel incluyendo a la crisálida y el peso del papel tras la emergencia, que incluía el peso del capullo y el del exuvio del último estadio larvario.

Pérdida de peso de la crisálida

En las crisálidas que dieron lugar a adultos, se calculó la pérdida de peso, expresada en porcentaje con respecto al peso inicial de la crisálida (edad < 24 h) como:

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = 100 \times \left[1 - \left(\frac{\text{Peso adulto}}{\text{Peso crisálida}} \right) \right]$$

En este índice se incluye, fundamentalmente, la pérdida de agua por transpiración a través de la cutícula de la crisálida durante su desarrollo, pero también el peso del exuvio pupal y de las secreciones de meconio del adulto al emerger.

Potencial biótico

Los adultos emergidos de las tres series se recogieron diariamente, se sexaron y se pesaron sin anestesia (edad < 24 horas). Acto seguido se introdujeron individualmente en bolsas de celofán con disposición de agua *ad libitum*, manteniéndose a $22 \pm 1^\circ \text{C}$, $60 \pm 10\%$ h.r., fotoperíodo 16: 8 (L: O) y luminosidad de 1.000 lux, salvo la última hora de la fotofase en que se redujo a 25 lux, simulando el crepúsculo.

Hembras. El día de emergencia se introdujeron dos machos vírgenes de dos días de edad con cada hembra para el acoplamiento, una hora antes del inicio del crepúsculo artificial. Durante éste se observó ininterrumpidamente la actividad de los adultos. Si el acoplamiento no tuvo lugar, la hembra se eliminó del ensayo. Si al contrario, el acoplamiento se produjo normalmente, los dos machos se eliminaron al día siguiente. A partir de entonces y diariamente, todas las mañanas se marcó sobre las bolsas la puesta diaria del crepúsculo anterior. El ensayo se continuó hasta la muerte de la totalidad de las hembras. Estas fueron entonces diseccionadas para determinar la presencia del espermatóforo en la *bursa copulatrix*. Las bolsas con las puestas se conservaron durante 10 días, tiempo sobradamente suficiente para la eclosión de los huevos con la temperatura utilizada. Tras el período de incubación, las bolsas se abrieron y las puestas se contaron por transparencia, determinando la fecundidad (huevos totales) y fertilidad (huevos viables) para cada día. Los huevos que permanecieron en la fase de *cabeza negra* se computaron como fértiles y su no eclosión fue atribuida al embrión. Las hembras que no efectuaron puesta viable se eliminaron del ensayo.

Machos. A partir del día de emergencia del macho, se añadió a la bolsa una hembra virgen de 2 días de edad, una hora antes del inicio del crepúsculo artificial. Al día siguiente la hembra se reemplazó por una nueva y así diariamente hasta la muerte del macho. Durante todos los crepúsculos se

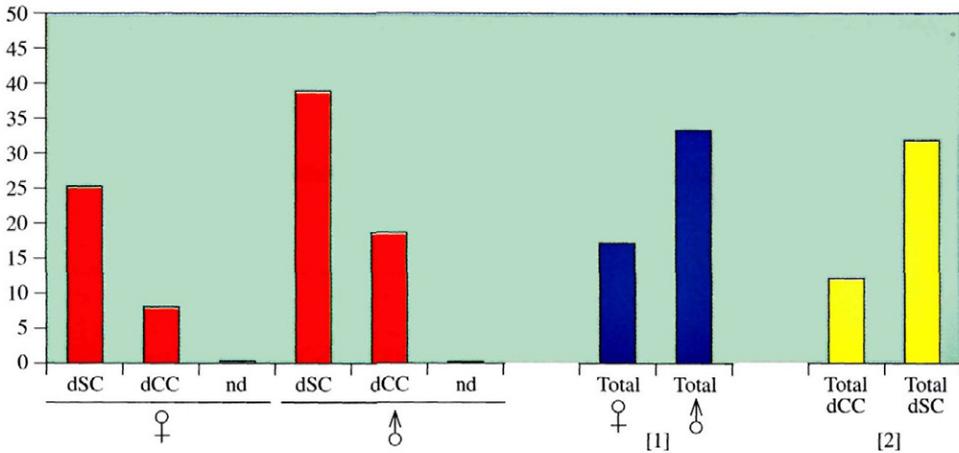
Mortalidad pupal (%)

Fig. 1.—Efecto de la diapausa y la presencia del capullo según el sexo en la mortalidad pupal de *L. botrana*. dSC: diapausante sin el capullo; dCC: diapausante con el capullo; nd: no diapausante. Test G. [1] Sólo diapausantes, por sexos $G = 4,00$ $p < 0,05$; [2] Sólo diapausantes, con y sin capullo, $G = 5,71$ $p < 0,05$; (gl = 1)

observó ininterrumpidamente la actividad de los adultos. Las hembras recuperadas diariamente, se diseccionaron bajo lupa binocular para verificar el acoplamiento, comprobando la presencia del espermatóforo en la *bursa copulatrix*. El número de espermatozoides en los espermatóforos o en la espermateca no fue evaluado. El ensayo se dio por finalizado a la muerte de todos los machos.

Análisis de datos

En la comparación de los porcentajes de mortalidad se utilizó el Test G. En el análisis de pérdida de peso pupal, se empleó el Test de Kruskal-Wallis seguido de un Test no paramétrico de comparaciones múltiples (SCHEFFER, 1984). En el resto de las comparaciones de medias se empleó el Test t (bilateral), o el Análisis de Varianza seguido del Test de Student-Newman-Keuls para los grupos homogéneos. En el estudio del efecto del capullo el Test t fue unilateral, al presuponer, un efecto negativo en la eliminación de aquél. Para la correlación entre variables se empleó el análisis de regresión lineal, utilizando el paquete estadístico STATITCF (ITCF, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Mortalidad pupal**

La mortalidad registrada durante el estado de crisálida difirió significativamente entre las series estudiadas (Fig. 1). Las crisálidas no diapausantes registraron una mortalidad muy baja, en torno al 0%, mientras que en las diapausantes la mortalidad fue del 8-19% en la serie con capullo, y se elevó al 26-39% en la serie de crisálidas sin capullo. En consecuencia, en las crisálidas diapausantes el capullo manifestó un efecto protector patente, ya que en su ausencia la mortalidad pupal se incrementó significativamente en un 20%. El peso pupal de los adultos que no llegaron a emerger, no difirió significativamente del de los adultos supervivientes, ni en el macho (Test t, $t = 0,83$ n.s., $gl = 55$), ni en la hembra (Test t, $t = 0,90$ n.s., $gl = 56$). Al contrario sucede, sin embargo, con las crisálidas no diapausantes sometidas a humedades relativas extremas (TORRES-VILA, *et al.*, 1993). El sexo también manifestó un significativo efecto sobre la mortalidad, y las crisálidas macho registraron un 16% más de mortalidad que las hembras (Fig. 1). De esta mane-

ra, la razón sexual del primer vuelo puede resultar desequilibrada.

Pérdida de peso

La pérdida de peso en las crisálidas fue significativamente más elevada en las diapausantes que en las que no experimentaron diapausa (Cuadro 1). La supresión del capullo incrementó aún más la pérdida de peso, aunque las diferencias sólo fueron significativas en las hembras. Por otro lado, el incremento en la pérdida de peso se mostró relacionado positivamente con la mortalidad pupal (Cuadro 1 y Fig. 1).

El sexo influyó decisivamente en la pérdida de peso registrada por la crisálida. Las crisálidas macho experimentaron una pérdida de peso un 13-16% más elevada que las hembras (Cuadro 1), independientemente de la diapausa, posiblemente ligada a la natura-

leza lipídica de la masa ovárica (TORRES-VILA *et al.*, 1993). La deshidratación diferencial de la crisálida según el sexo, ocurre a menudo, al menos en los lepidópteros, y ha sido señalada también en *Lymantria marginata* Walker (SINGH y GOEL, 1985) y *Pieris napi* L. (FORSBERG y WIKLUND, 1988). Como resultado de la misma, los adultos de ambos sexos incrementan aún más la diferencia de peso existente tras el desarrollo larvario.

Potencial biótico de la hembra

Comparando las crisálidas no diapausantes con las diapausantes con capullo, la diapausa no provocó una reducción significativa de la fecundidad, la fertilidad y la viabilidad de la puesta (Cuadro 2). Sin embargo, la longevidad de las hembras diapausantes fue significativamente superior en ~2 días, con lo que la fertilidad diaria media experimentó un incre-

Cuadro 1.-Efecto de la diapausa y la presencia del capullo sobre la pérdida de peso pupal en ambos sexos de *L. botrana*

Serie	Crisálidas hembra		Crisálidas macho	
	n	Pérdida de peso (%)	n	Pérdida de peso (%)
Diapausantes sin capullo	26	39,08 ± 3,29 a	25	51,60 ± 2,33 a
Diapausantes con capullo	22	34,75 ± 2,51 b	13	50,67 ± 2,74 a
No diapausantes	30	30,73 ± 2,33 c	30	46,48 ± 2,63 b

Los valores (media ± desviación típica) en cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente (p < 0,01). Test de Kruskal-Wallis seguido de un Test no paramétrico de comparaciones múltiples. [1] H = 52,07; [2] H = 34,94; [g] = 2.

Cuadro 2.-Fecundidad, fertilidad, viabilidad de la puesta, longevidad, período de oviposición, fertilidad diaria media y eficacia reproductora de la hembra de *L. botrana* según la diapausa pupal

Diapausa	n	Fecundidad (Puesta total)	Fertilidad (Puesta viable)	Viabilidad [1] (%)
Diapausantes	15	153,40 ± 32,04	136,47 ± 32,23	88,95 ± 9,14
No diapausantes	27	166,48 ± 61,74	149,19 ± 56,69	89,89 ± 9,30
Test t (bilateral) gl = 40		n.s. t = 0,90	n.s. t = 0,93	n.s. t = 0,32

Diapausa	n	Longevidad (días)	Período de oviposición (días)	Fertilidad diaria media (huevos/día)	Eficacia reproductora (huevos/mg)
Diapausantes	15	10,40 ± 2,35	8,47 ± 2,53	17,31 ± 5,68	15,51 ± 3,36
No diapausantes	27	8,78 ± 1,80	7,15 ± 2,03	20,93 ± 5,79	16,56 ± 4,21
Test t (bilateral) gl = 40		* t = 2,32	n.s. t = 1,73	* t = 1,97	n.s. t = 0,88

[1] Recalculado de arcsen (x). Valores (media ± desviación típica). Nivel de significación del Test t: ***: p < 0,001; **: p < 0,01; *: p < 0,05; n.s.: no significativo.

Cuadro 3.—Fecundidad, fertilidad, viabilidad de la puesta, longevidad, período de oviposición, fertilidad diaria media y eficacia reproductora de la hembra de *L. botrana* según la presencia del capullo durante la diapausa pupal

Diapausa	n	Fecundidad (Puesta total)	Fertilidad (Puesta viable)	Viabilidad [1] (%)
Con capullo	15	153,40 ± 32,04	136,4 ± 32,23	88,95 ± 9,14
Sin capullo	18	131,17 ± 40,02	114,11 ± 43,88	85,50 ± 16,61
Test t (unilateral) gl = 31		n.s. t = 1,77	n.s. t = 1,68	n.s. t = 0,75

Diapausa	n	Longevidad (días)	Período de oviposición (días)	Fertilidad diaria media (huevos/día)	Eficacia reproductora (huevos/mg)
Con capullo	15	10,40 ± 2,35	8,47 ± 2,53	17,31 ± 5,68	15,51 ± 3,36
Sin capullo	18	9,33 ± 2,17	7,50 ± 2,31	15,93 ± 6,97	15,14 ± 5,36
Test t (unilateral) gl = 31		n.s. t = 1,34	n.s. t = 1,14	n.s. t = 0,62	n.s. t = 0,24

[1] Recalculado de arcsen (x). Valores (media ± desviación típica). Nivel de significación del Test t: ***: p < 0,001; **: p < 0,01; *: p < 0,05; n.s.: no significativo.

mento de 3,6 huevos/día en las hembras no diapausantes. La diapausa no incidió negativamente en la duración del período de oviposición ni en la eficacia reproductora.

La supresión del capullo en las crisálidas diapausantes, tuvo repercusiones negativas en la fecundidad y en la fertilidad, que se redujeron en una media de 22 huevos (Cuadro 3). Dado que la presencia del capullo redujo significativamente la pérdida de peso de la crisálida (Cuadro 1), es adecuado pensar que una elevada deshidratación de la crisálida incide negativamente en la fecundidad de la hembra. No obstante, este hecho no se ha puesto de manifiesto en las crisálidas no diapausantes sometidas a bajas humedades relativas, si bien en aquellas la pérdida de peso no fue tan elevada como en las diapausantes (TORRES-VILA *et al.*, 1993). El mismo efecto protector del capullo contra la deshidratación sucede en *Acrolepia assectella* Zell., en la que la eliminación de aquél provoca una menor fertilidad de la hembra (NOWBAHAR Y THIBOUT, 1990). El capullo no mostró efecto alguno sobre el resto de las variables bióticas estudiadas, viabilidad de la puesta, longevidad, período de oviposición, fertilidad diaria media y eficacia reproductora (Cuadro 3).

Las curvas de fecundidad diaria (Fig. 2), permiten explicar en parte las diferencias

observadas en la fecundidad. Aunque la cinética de puesta no difirió en gran medida entre series, la fecundidad diaria en las hembras de crisálidas diapausantes se mantuvo siempre por debajo de la de las no diapausantes, si bien, sólo en las crisálidas diapausantes sin capullo, la fecundidad del primer día de puesta se redujo significativamente (Fig. 2).

Por otro lado, la fertilidad (y) se correlacionó positivamente con el peso (x), tanto en las hembras no diapausantes ($y = 25,92x - 78,40$; $r = 0,83$; $F(1,25) = 57,18$; $p < 0,001$) como en las diapausantes (Series dSC y dCC reunidas: $y = 19,17x - 30,20$; $r = 0,55$; $F(1,31) = 13,55$; $p < 0,001$; $n = 33$), si bien en las últimas la regresión tuvo peor ajuste.

Los resultados expuestos, son en general concordantes con los aportados por GABEL y ROEHRICH (1990), quienes trabajando en laboratorio con temperaturas constantes, observan también que la fecundidad de la hembra diapausante de *L. botrana* no se ve reducida tras una estancia de 16 semanas a 10° C en relación a las hembras sin diapausa. Sin embargo, si el período de frío se acorta con respecto al natural, o la temperatura se aleja de este cero aproximado de desarrollo, la fecundidad se reduce. Ellos mismos indican que el posible efecto en condiciones naturales, derivado del endurecimiento de la

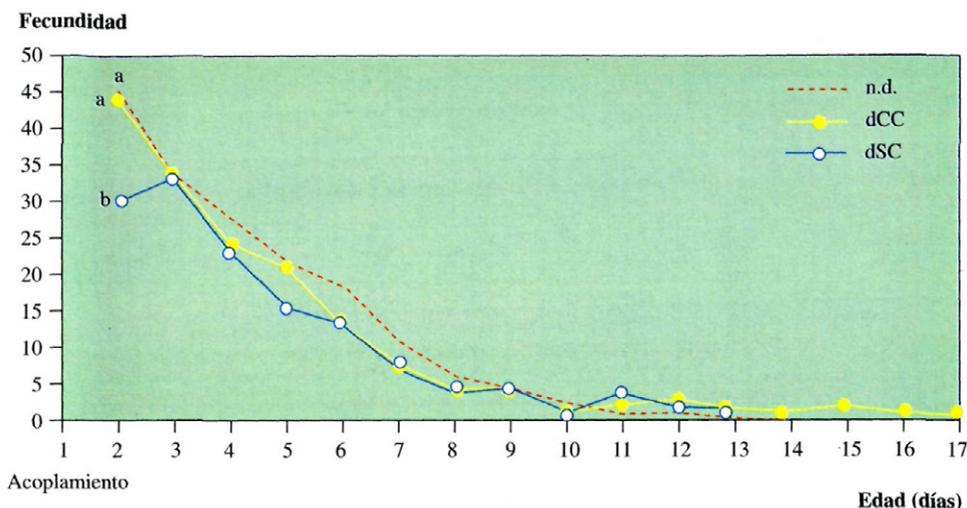


Fig. 2.—Fecundidad diaria de la hembra de *L. botrana* según la diapausa y la presencia del capullo, n.d.: no diapausante; dCC: diapausante con el capullo; dSC: diapausante sin el capullo. Los valores en cada Edad seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p < 0,05$). Análisis de Varianza seguido del Test de Student-Newman-Keuls para los grupos homogéneos. [E2] $F = 3,21$; ($gl_1 = 2$, $gl_2 = 57$)

crisálida durante el período otoñal, o de las cortas exposiciones a temperaturas muy bajas durante el invierno, no fueron tenidos en cuenta.

Al igual que en *L. botrana* sucede en *Papilio xuthus* L. y *Papilio machaon* L. En ambas especies, las hembras en primavera (procedentes de crisálidas diapausantes, cf. TORRES-VILA *et al.*, 1994) y verano, poseen una fecundidad similar, en torno a 300 huevos (WATANABE y NOZATO, 1986), a pesar de que también la pérdida de peso tras la diapausa sea más elevada (TANAKA y TSUBAKI, 1984).

Sin embargo, esto no sucede siempre así. En *Plutella maculipennis* Curt. (HARCOURT y CASS, 1966), *Bucculatrix pyrivorella* Kur. (FUJIE, 1980), *Heliothis zea* Bod. (AKKAWI y SCOTT, 1984) y *Polygonia c-album* L. (KARLSSON y WICKMAN, 1989), la diapausa provoca una disminución de la fecundidad en la hembra. En las poblaciones españolas de *Laspeyresia pomonella* L., las hembras del primer vuelo (primavera), procedentes de larvas invernantes, producen alrededor de 30-40 huevos, la mitad de los producidos

por las del segundo vuelo (verano), (ARIAS y NIETO, 1972; ESTEBAN-DURÁN, 1975). No obstante, la reducción de la fecundidad parece no ser una consecuencia directa de la diapausa larvaria, sino debida al desarrollo de las larvas invernantes en fotofase corta, además de la diferente disponibilidad de alimento (BROWN, 1991 y referencias en él). Sin embargo, en *Cnephasia jactatana* Walker, el fotoperíodo actuando en el estado larvario no afecta a la fecundidad de la hembra (Ochieng' Odero, 1991). KARLSSON y WICKMAN (1989), observan además que *P. c-album*, es capaz de autorregular, durante el desarrollo larvario y en función de las condiciones inductoras de la diapausa, el balance entre los recursos energéticos destinados a la reproducción y al mantenimiento somático. Así, los individuos diapausantes acumulan más recursos en el tórax y cabeza, en relación a los no diapausantes, que incrementan más su peso abdominal, ajustando de esta manera el balance energético en función de sus expectativas de vida (BOGGS, 1981).

En consecuencia, la incidencia de la dia-

Cuadro 4.—Espermatóforos emitidos, longevidad, espermatóforos/día y eficacia reproductora en el macho de *L. botrana* según la diapausa pupal

Diapausa	n	Espermatóforos emitidos (n)	Longevidad (días)	Espermatóforos/Longevidad (espermatóforos/día)	Eficacia reproductora (espermatóforos/mg)
Diapausantes	10	8,00 ± 2,49	11,70 ± 4,69	0,74 ± 0,21	1,69 ± 0,46
No diapausantes	29	9,34 ± 3,50	12,90 ± 2,82	0,72 ± 0,22	1,82 ± 0,67
Test t (bilateral) gl = 37		n.s. t = 1,32	n.s. t = 0,76	n.s. t = 0,27	n.s. t = 0,64

Valores (media ± desviación típica). Nivel de significación del Test t: ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s.: no significativo.

Cuadro 5.—Espermatóforos emitidos, longevidad, espermatóforos/día y eficacia reproductora en el macho de *L. botrana* según la presencia del capullo durante la diapausa pupal

Diapausa	n	Espermatóforos emitidos (n)	Longevidad (días)	Espermatóforos/Longevidad (espermatóforos/día)	Eficacia reproductora (espermatóforos/mg)
Con capullo	10	8,00 ± 2,49	11,70 ± 4,69	0,74 ± 0,21	1,69 ± 0,46
Sin capullo	13	7,46 ± 2,73	10,92 ± 3,04	0,68 ± 0,15	1,60 ± 0,55
Test t (unilateral) gl = 21		n.s. t = 0,49	n.s. t = 0,46	n.s. t = 0,88	n.s. t = 0,43

Valores (media ± desviación típica). Nivel de significación del Test t: ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s.: no significativo.

pausa sobre la fecundidad, puede depender de numerosos factores: el estado en que aquélla tiene lugar, el período del año, las condiciones de fotoperíodo necesarias para su inducción y la propia especie. La merma de fecundidad, cuando tiene lugar, es a menudo explicada como el resultado pasivo de los recursos consumidos durante la diapausa, derivados de la prolongación del estado en que tiene lugar. La mayor pérdida de peso de las crisálidas diapausantes de *L. botrana*, es acorde con un mayor consumo de recursos, aunque no se traduzca en un descenso de la fecundidad. Sin embargo, la diferencia de fecundidad encontrada en *L. botrana*, entre las hembras diapausantes, con y sin capullo, sugiere además que la deshidratación de la crisálida puede incidir negativamente en la fecundidad.

En cualquier caso, la hembra diapausante de *L. botrana* no reduce su potencial biótico si no es privada del capullo durante la hibernación, lo que se corresponde con la situación natural. Queda aquí sin explicar cómo las hembras diapausantes con capu-

llo, experimentando mayores pérdidas de peso en la crisálida (Cuadro 1) e incluso siendo más longevas (Cuadro 2) que las no diapausantes, no ven disminuida su fecundidad tras la hibernación (cf. TORRES-VILA, 1995).

Potencial biótico del macho

Al contrario que lo observado en la hembra, ni la diapausa ni la presencia del capullo modificaron las variables bióticas estudiadas en el macho; capacidad de producción de espermatóforos, longevidad, espermatóforos/día y eficacia reproductora (Cuadros 4 y 5). Además, el número total de espermatóforos emitidos durante la vida del macho, no mostró relación con el peso corporal, independientemente de la diapausa experimentada por la crisálida (nd: $r = 0,21$ n.s.; dCC: $r = 0,41$ n.s.; dSC: $r = 0,32$ n.s.).

En consecuencia, los machos diapausantes y no diapausantes poseen un potencial reproductor equivalente.

ABSTRACT

TORRES-VILA L. M.; J. STOCKEL, P. BIELZA y A. LACASA 1996: Efecto de la diapausa y del capullo sobre el potencial biótico de la polilla del racimo *Lobesia botrana* Den. y Schiff. L. (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (1): 27-36.

The effect of pupal diapause and overwintering in *L. botrana* on biotic potential of both sexes, is studied under natural conditions, testing also the protective effect of the cocoon during this period.

Diapause and cocoon presence have an effect on pupal mortality, with values of 0 in non diapausing pupae, and 8-19 and 26-39% in diapausing pupae with and without cocoon respectively. Furthermore, pupal mortality in males was 16% higher than in females.

In female, diapause does not decrease fecundity (166 vs. 153 total eggs/female) [non diapaused vs. diapaused], fertility (149 vs. 136 viable eggs/female), egg viability (89,9 vs. 89,0%), oviposition period (7,2 vs. 8,5 days) or reproductive efficiency (16,6 vs. 15,5 viable eggs/mg of body weight). However, longevity of diapaused females was significantly higher (8,8 vs. 10,4 days). Cocoon presence during diapause does not modify egg viability, longevity or oviposition period, but it increases significantly fecundity (15%) (131 vs. 153 total eggs/female) [without cocoon vs. with cocoon] and fertility (114 vs. 137 viable eggs/female). This fact is partly attributable to the different pupal weight loss in non diapausing females, and in diapausing females with and without cocoon: 30.73, 34.75 and 39.08% respectively.

In male, diapause does not significantly modify spermatophore number in male lifetime (9,3 vs. 8,0 spermatophores) or longevity (12,9 vs. 11,7 days). Similarly, cocoon presence during diapause has no significant effect on the signaled variables (7,4 vs. 8,0 spermatophores and 10,9 vs. 11,7 days). However, pupal weight loss in non diapausing males (46,48%) was significantly lower than in diapausing ones. Pupal weight loss in diapausing pupae with and without cocoon was not significantly different (50,67 and 51,60% respectively).

It is concluded that under natural conditions (therefore, with cocoon), diapause during overwintering may affect pupal mortality but it does not modify the biotic potential of *L. botrana* adults emerged in spring.

Key words: *Lobesia botrana*, biotic potential, fecundity, spermatophore, longevity, diapause, cocoon, mortality, weight loss.

REFERENCIAS

- AKKAWI, M. M. y SCOTT, D. R., 1984: The effect of age of parents on the progeny of diapaused and non-diapaused *Heliothis zea*. *Entomol. Exp. Appl.*, 35: 235-239.
- ARIAS, P. A. y NIETO, J., 1972: Ciclo biológico de la «carpocapsa» (*Carpocapsa pomonella* L.) en las vegas del Guadiana (Badajoz) durante 1971. *Plagas Inf. Bol.*, 95: 33-63.
- BOGGS, C. L., 1981: Nutritional and life history determinants of resource allocation in holometabolous insects. *Am. Nat.*, 117: 692-709.
- BROWN, J. J., 1991: Diapause. In Van der Geest L.P.S. & Evenhuis H.H. (eds.), *Tortricids pests their biology natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, pp. 175-185.
- ESTEBAN-DURÁN, J., 1975: Evaluación del potencial reproductor de las parejas de *Carpocapsa pomonella* L. en la naturaleza. *Ann. INIA, Ser. Prot. Veg.*, 5: 281-285.
- FORSBERG, J. y WIKLUND, C., 1988: Protandry in the green-veined white butterfly, *Pieris napi* L. (*Lepidoptera: Pieridae*). *Funct. Ecol.*, 2: 81-88.
- FUJIE, A., 1980: Ecological studies on the population of the pear leaf miner, *Bucculatrix pyrivorella* Kuroko (*Lepidoptera: Lyonettidae*) III. Fecundity fluctuation from generation to generation within a year. *Appl. Entomol. Zool.*, 15: 1-9.
- GABEL, B. y ROEHRICH, R., 1990: Action d'expositions à différentes températures sur les chrysalides diapausantes de *Lobesia botrana* Den. et Schiff. *Colloq. INRA*, 52: 57-60.
- HARCOURT, D. G. y CASS, L. M., 1966: Photoperiodism and fecundity in *Plutella maculipennis* Curt. *Nature*, 210: 217-218.
- ITCF, 1988: STATITCF, *Manuel d'utilisation*, Inst. Tech. Cereal. Fourrag., Paris.
- KARLSSON, B. y WICKMAN, P.O., 1989: The cost of prolonged life: an experiment on a nymphalid butterfly. *Funct. Ecol.*, 3: 99-105.
- KOMAROVA, O. S., 1949: Causes provoquant la diapause chez la Tordeuse de la grappe, *Polychrosis botrana* Schiff. (en ruso). *Dokl. Akad. nauk. SSSR*, 68: 789-792.

- NOWBAHAR, I. y THIBOUT, E., 1990: The cocoon and humidity in the development of *Acrolepiopsis assectella* (Lep.) pupae: consequences in adults. *Physiol. Entomol.*, **15**: 363-368.
- OCHIENG' ODERO, J. P. R., 1991: The effect of photoperiod and thermoperiod on the larval critical weight, latent feeding period, larval maximum weight and fecundity of *Cnephasia jactatana* Walker (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Insect Physiol.*, **37**: 441-445.
- ROEHRICH, R., 1969: La diapause de l'Eudémis de la Vigne *Lobesia botrana* Schiff (Lep.: Tortricidae): induction et élimination. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, **1**: 419-431.
- SCHERRER, B., 1984: *Biostatistique*, Gaëtan Morin, Québec, 850 pp.
- SINGH, J. y GOEL, S. C., 1985: Feature in sexing and loss weight of the pupae of *Lymantria marginata* Wlk. (Lepidoptera: Lymantriidae). *Dtsch. Entomol. Z.*, **32**: 355-361.
- STOCKEL, J.; ROEHRICH, R.; CARLES, J. P. y NADAUD, A., 1989: Technique d'élevage pour l'obtention programmée d'adultes vierges d'Eudémis. *Phytoma*, **412**: 45-47.
- TANAKA, K. y TSUBAKI, Y., 1984: Seasonal dimorphism, growth and food consumption in the swallowtail butterfly *Papilio xuthus* L. *Kontyû*, **52**: 390-398.
- TORRES-VILA, L. M.; FERNÁNDEZ-IGLESIAS, F. y RODRÍGUEZ DEL RÍO, J., 1994: Desajuste temporal en el ciclo biológico de *Papilio machaon* L. 1758 y mortalidad derivada (Lepidoptera: Papilionidae). *SHI-LAP, Revta lepid.*, **22**: 51-58.
- TORRES-VILA, L. M.; OUSTRY, L.; SCHMITZ, V.; ROEHRICH, R. y STOCKEL, J., 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. (Lepidoptera: Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 79-92.
- TORRES-VILA, L. M., 1995: Factores reguladores del potencial biótico y de la poliandria en la polilla del racimo de la vid *Lobesia botrana* Den. y Schiff., (Lepidoptera: Tortricidae). *Tesis Doct. ETSIA*, Madrid, 247 pp.
- WATANABE, M. y NOZATO, K., 1986: Fecundity of yellow swallowtail butterflies, *Papilio xuthus* and *P. machaon hippocrates*, in a wild environment. *Zool. Sci.*, **3**: 509-516.

(Aceptado para su publicación: 12 de Febrero de 1996)