

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

L. M. TORRES-VILA, J. STOCKEL Y M. C. RODRÍGUEZ MOLINA

Se estudia en condiciones de laboratorio, el efecto de la indisponibilidad de agua en el adulto de *L. botrana* sobre el potencial biótico de ambos sexos, respecto a un control con agua *ad libitum*.

En la hembra, la indisponibilidad de agua provocó una significativa reducción del 66% en la fecundidad (166 vs. 56 huevos totales / hembra) [con agua vs. sin agua], del 72% en la fertilidad (149 vs. 42 huevos viables / hembra), del 25% en la viabilidad de los huevos (89,9 vs. 64,2%), del período de oviposición (7,2 vs. 2,6 días) y de la longevidad (8,8 vs. 5,9 días). En consecuencia, la fertilidad diaria media (20,9 vs. 15,5 huevos viables / día) y la eficacia reproductora (16,6 vs. 4,8 huevos viables / mg de peso corporal) también se vieron significativamente reducidas.

En el macho, la indisponibilidad de agua redujo significativamente el número de espermatozoides emitidos durante su vida (9,3 vs. 2,1 espermatozoides) disminuyendo además el tamaño de los mismos. La longevidad (12,9 vs. 4,2 días), el número de espermatozoides/día (0,72 vs. 0,48) y la eficacia reproductora (1,8 vs. 0,4 espermatozoides / mg de peso corporal) también disminuyeron significativamente.

Se concluye en que la disponibilidad de agua para el adulto de *L. botrana* es un requisito fundamental para la plena expresión del potencial biótico de ambos sexos y puede ser un factor determinante de la dinámica poblacional bajo la meteorología particular de cada año, especialmente en lo que respecta a las generaciones estivales en las regiones más secas de la Península Ibérica.

L. M. TORRES-VILA, M. C. RODRÍGUEZ MOLINA. Unidad de Fitopatología, Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Finca La Orden, Apdo. 22, 06080 Badajoz. J. STOCKEL. Station de Zoologie, INRA, Centre de Recherches de Bordeaux. BP 81, F33883 Villenave d'Ornon Cedex, Francia.

Palabras clave: *Lobesia botrana*, potencial biótico, fecundidad, fertilidad, espermatozoides, longevidad, alimentación, agua.

INTRODUCCIÓN

El adulto de *L. botrana* se incluye entre los lepidópteros que necesitan agua, pero no azúcar, para la expresión de su potencial biótico (CHAUVIN, 1956).

En *L. botrana* nunca se ha descrito su atracción por el néctar floral o por los exudados de la vid, hecho ya relatado por MARCHAL en 1912. Está generalmente aceptado que la alimentación del adulto no depende de la vid, y que el aprovisionamiento en agua es cierta-

mente predominante (BOVEY, 1966), especialmente a partir del agua de rocío (MARCHAL, *op. cit.*). Además, las fuentes de carbohidratos en el viñedo son poco accesibles para el adulto de *L. botrana* y si la ingesta de azúcares tiene lugar ha de ocurrir de manera muy esporádica (TORRES-VILA, 1995).

Sin embargo, la disponibilidad de agua en el viñedo puede variar ostensiblemente en función de multitud de factores, macro y microclimáticos. Así, el objetivo de esta experiencia es determinar y cuantificar el efecto que tiene

la indisponibilidad de agua líquida en el potencial biótico de ambos sexos de *L. botrana*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Insectos y dispositivo experimental. 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.

Los insectos se aislaron en tubos de vidrio en el estado de crisálida y se sexaron en estado adulto el día de emergencia. Dicho día, los machos y hembras vírgenes (edad menor de 24 h) se pesaron con una electrobalanza de precisión Mettler®, sin anestesia, para no modificar su potencial reproductivo. Seguidamente, los adultos se dispusieron individualmente en bolsas de celofán de 0,5 l de capacidad, cerradas por un tubo de plástico fijado por una goma elástica, incluyendo un algodón dental y una mecha, que empapados en agua (opcionalmente) sirven de abrevadero (Fig. 1).

Los ensayos se desarrollaron a $22\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$ h.r., fotoperíodo 16: 8 (L:O) y luminosidad de 1000 lux, salvo la última hora de la fotofase en que se redujo a 25 lux, simulando el crepúsculo.

Ensayos realizados. Hembras. Se prepararon dos lotes de hembras, el primero con disponibilidad de agua *ad libitum* ($n = 30$) y el segundo con restricción total ($n = 20$). 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, observándose ininterrumpidamente durante éste 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



Fig. 1.-Dispositivo experimental. Bolsa de papel celofán (0,5 l) con suministro opcional de agua empleada durante los acoplamientos y como soporte de la puesta.

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.

Machos. Se prepararon, de la misma manera que con las hembras, dos lotes de machos, el primero con disponibilidad de agua *ad libitum* ($n = 30$) y el segundo con restricción total ($n = 20$). A partir del día de emergencia del macho, se añadió a la bolsa una hembra virgen

Cuadro 1. Peso, fecundidad, fertilidad, viabilidad de la puesta, longevidad, período de oviposición, fertilidad diaria media y eficacia reproductora de la hembra de *L. botrana* según la disponibilidad de agua.

Serie	n	Peso adulto (mg)	Fecundidad (huevos totales)	Fertilidad (huevos viables)	Viabilidad [1] (%)
Con agua	27	8,78±1,82	166,48±61,74	149,19±56,69	89,89±9,30
Sin agua	16	8,64±1,24	56,25±30,16	41,75±30,27	64,24±30,49
Test t (bilateral) gl=41		n.s. t=0,29	*** t=7,83	*** t=8,09	*** t=3,51

Serie	n	Longevidad (días)	Período de oviposición (días)	Fertilidad diaria media (huevos viables/día)	Eficacia reproductora (huevos viables/mg)
Con agua	27	8,78±1,80	7,15±2,03	20,93±5,79	16,56±4,21
Sin agua	16	5,88±1,86	2,63±1,41	15,49±9,70	4,81±3,39
Test t (bilateral) gl=41		*** t=5,01	*** t=8,60	* t=2,04	*** t=10,02

[I] 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.

de 2 días de edad, una hora antes del inicio del crepúsculo artificial. Durante éste, se observaron ininterrumpidamente la actividad de los adultos y los acoplamientos. Al día siguiente la hembra se reemplazó por una nueva hembra virgen, y así diariamente hasta la muerte del macho. Los machos que no se acoplaron ninguna vez se eliminaron del ensayo. Las hembras recuperadas se diseccionaron bajo lupa binocular para verificar el acoplamiento, comprobando la presencia del espermátforo en la *bursa copulatrix*. Las dimensiones del espermátforo, longitud *l*, anchura *a*, y espesor *e*, se midieron mediante un micrómetro situado en el dispositivo óptico. El volumen del espermátforo asimilable a un elipsoide $V = \pi / 6 [l \cdot a \cdot e]$ se expresa en $\text{mm}^3 \times 10^{-3}$. El número de espermatozoides en los espermátforos o en la espermateca no fue evaluado. En todas las series se identifica cada espermátforo emitido por *Ei Dj*, donde *i* indica el rango (orden) de emisión en la vida del macho y *j* el día del coito, es decir, la edad del macho en el acoplamiento. El ensayo se dio por finalizado a la muerte de todos los machos.

Análisis de datos. En la comparación de medias, se empleó el Test de Mann-Whitney o el Test t (bilateral), en función de los efectivos analizados y de la normalidad de las distribuciones, mediante el paquete estadístico SYSTAT®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potencial biótico de la hembra. La hembra de *L. botrana* privada de agua para beber, fue capaz de realizar una puesta viable, pero experimentó una significativa disminución de la fecundidad y de la fertilidad. Tomando la serie con agua como control, la no disponibilidad de agua ocasionó una reducción significativa de la fecundidad (66%) y aún más pronunciada de la fertilidad (72%), lo que provocó una reducción de la viabilidad de la puesta del 25%, aproximadamente (cuadro 1). En consecuencia las hembras privadas de agua pusieron menos huevos y éstos fueron menos viables.

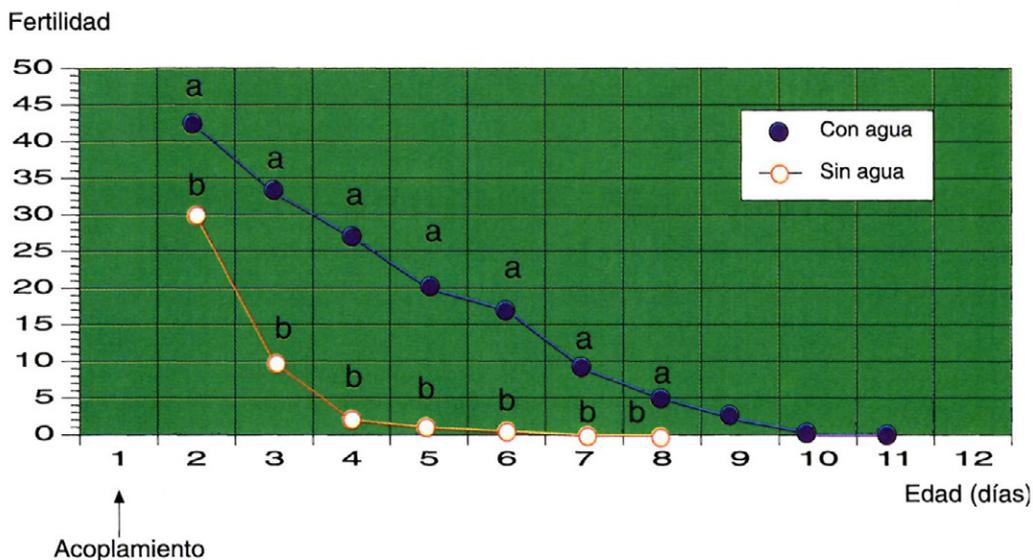


Fig 2.-Fertilidad diaria de la hembra de *L. botrana* según la disponibilidad de agua. Los valores en cada Edad seguidos de distinta letra difieren significativamente. Test de Mann-Whitney. [E2] $U=294,5^*$; [E3] $U=395,5^{***}$; [E4] $U=423,5^{***}$; [E5] $U=413,0^{***}$; [E6] $U=384,0^{***}$; [E7] $U=354,0^{***}$; [E8] $U=344,0^{***}$; ($g_l=1$). Nivel de significación: *** : $p<0,001$; ** : $p<0,01$; * : $p<0,05$; n.s.: no significativo.

Estos resultados son concordantes con los obtenidos en otras especies de lepidópteros. La privación de agua provoca una reducción similar del potencial biótico en los también tortricidos *Epiphyas postvittana* Walker (GU y DANTHANARAYANA, 1990) y *Choristoneura fumiferana* Clem. (MILLER, 1987) y en el pirálido *Parapediasia teterrella* (MARSHALL, 1990). En *E. postvittana*, la restricción de

agua no tiene como consecuencia un descenso de la viabilidad de la puesta, probablemente debido a los bajos valores obtenidos también en presencia de agua, en torno al 60%. En *Laspeyresia pomonella* L., las experiencias suministran resultados contradictorios. Mientras que GEOFFRION (1959) señala que las hembras requieren agua para no disminuir su puesta, HOWELL (1981) con-

Cuadro 2. Peso, espermatozoides emitidos, longevidad, espermatozoides/día y eficacia reproductora en el macho de *L. botrana* según la disponibilidad de agua.

Serie	n	Peso adulto (mg)	Espermatozoides emitidos (n)	Longevidad (días)	Espermatozoides/longevidad (espermatozoides/día)	Eficacia reproductora (espermatozoides/mg)
Con agua	29	5,18±0,72	9,34±3,50	12,90±2,82	0,72±0,22	1,82±0,67
Sin agua	15	5,14±0,73	2,13±1,46	4,20±1,37	0,48±0,22	0,42±0,27
Test t (bilateral)		n. s.	***	***	***	***
g _l =42		t=0,17	t=9,61	t=13,75	t=3,44	t=9,79

Valores, media±desviación típica.

Nivel de significación del Test t: *** : $p < 0,001$; ** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; n.s.: no significativo.

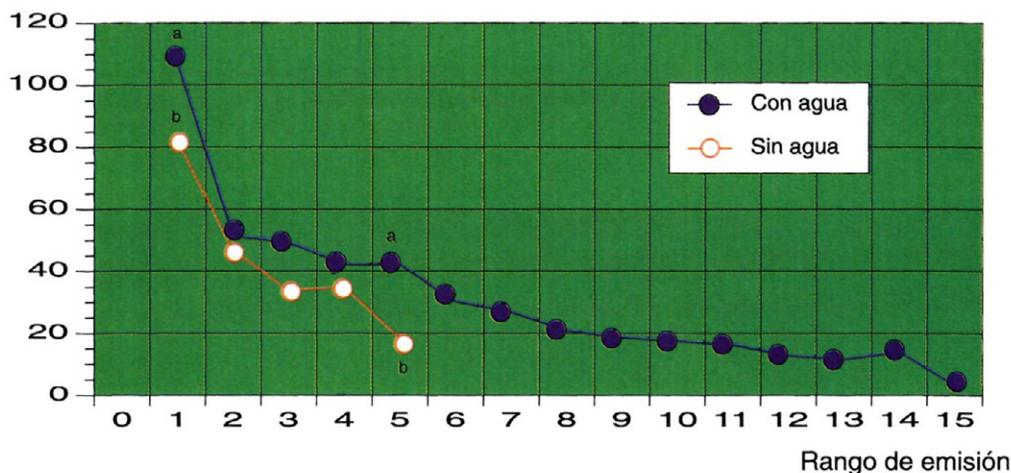
Volumen ($\text{mm}^3 \times 10^{-3}$)

Fig. 3.-Efecto de la disponibilidad de agua sobre el volumen del espermatozoides según el rango de emisión en el macho de *L. botrana*. Los valores en cada Rango seguidos de distinta letra difieren significativamente. Test de Mann-Whitney. [R1] $U=205,0^{**}$; [R2] $U=94,0$ n.s.; [R3] $U=46,0$ n.s.; [R4] $U=27,0$ n.s.; [R5] $U=42,0^{**}$; (gl=1). Nivel de significación: $***: p<0,001$; $**: p<0,01$; $*: p<0,05$; n.s.: no significativo.

cluye que las hembras en inanición son tan fecundas como las que disponen de agua, y entre éstas, utilizando agua coloreada, estima que sólo un 50-60% llegaron a beber.

En *L. botrana*, la disponibilidad de agua líquida para la hembra, es un requisito fundamental para la plena expresión de su potencial reproductor, siendo necesaria para mantener la maduración ovárica (ENGELMANN, 1970). En *Manduca sexta* L., el agua es además fundamental para la maduración de los ovocitos antes de la formación del corión (NIJHOUT y RIDDIFORD, 1979). En *C. fumiferana*, la ingestión de agua incrementa además la cadencia de maduración de los ovocitos tras la emergencia, aumentándose también la producción de aquéllos si la hembra dispone de un aporte azucarado (MILLER, 1987).

Por otro lado, en ausencia de agua la longevidad de la hembra de *L. botrana* se redujo 3 días, y el período de oviposición 4,5 días. Además, la fertilidad diaria media se redujo significativamente en casi 6 huevos/día, e igual tendencia tuvo lugar en la eficacia reproductiva,

que disminuyó en casi 12 huevos viables / mg de peso corporal de la hembra (Cuadro 1). Sin embargo, la merma en la fecundidad no se explica tan solo por la disminución de la longevidad y del período de oviposición. También la cinética diaria de puesta se redujo significativamente desde el primer día en las hembras sin agua, que ovipositaron con menor intensidad a lo largo de toda su vida (Fig. 2).

En conclusión, el fuerte decremento en el potencial biótico en la hembra de *L. botrana* privada de agua, ha de atribuirse al efecto combinado de la reducción de la longevidad, del descenso del ritmo de oviposición, y de la disminución de la viabilidad de la puesta, actuando sinérgicamente.

Potencial biótico del macho. En el macho, la privación de agua líquida tuvo un efecto depresivo aún más acusado que en la hembra. Los machos sin agua redujeron en un 78% el número de espermatozoides emitidos y su longevidad media disminuyó en 8,5 días (Cuadro 2) El mismo efecto ocurre en *E. postvittana*, en la que la longevidad del

macho privado de agua se reduce en más de 6 días (GU y DANTHANARAYANA, 1990). Dichos autores sugieren además, que la reducción de longevidad de los adultos debe ser atribuida, más a la deshidratación y a la pérdida de peso corporal, que al agotamiento de sus recursos energéticos.

En consecuencia, disminuyeron en 0,24 los espermatozoides formados diariamente y en 1,40 los espermatozoides transferidos por mg. de peso corporal del macho (Cuadro 2). Además, el volumen de los espermatozoides también se redujo en los machos privados de agua, difiriendo además significativamente los de rango EID1 y E5D5 (Fig. 3). La reducción de la longevidad explica en gran medida la reducción en el número de acoplamientos en el macho privado de agua a lo largo de su vida, dada la correlación existente entre

ambas variables (TORRES VILA *et al.*, 1995). Sin embargo, no es la única causa, ya que en ausencia de agua, los machos disminuyeron en un 34% la tasa de espermatozoides formados diariamente, de 0,72 a 0,48 espermatozoides/día (Cuadro 2).

En conclusión, la privación de agua durante la vida del macho de *L. botrana* ocasiona una desmesurada reducción de su potencial biótico.

El fuerte efecto depresivo que conlleva la indisponibilidad de agua para beber sobre el potencial biótico en ambos sexos, ha de ser tenido en cuenta y valorado como un factor determinante de la dinámica poblacional de *L. botrana*, bajo la meteorología particular de cada año, especialmente en lo que respecta a las generaciones estivales de las poblaciones de la España seca.

ABSTRACT

TORRES-VILA, L. M.; J. STOCKEL, y M. C. RODRÍGUEZ MOLINA, 1996. Efecto de la indisponibilidad de agua sobre el potencial biótico de la polilla del racimo *L. botrana* Den. y Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas* 22 (2): 443-449.

The effect of water unavailability in *L. botrana* adult on biotic potential of both sexes, in comparison with a control with water *ad libitum*, is studied under laboratory conditions. In female, water unavailability promotes a significant decrease in fecundity (66%) (166 vs. 56 total eggs/female) [with water vs. without water], in fertility (72%) (149 vs. 42 viable eggs/female), in egg viability (25%) (89,9 vs. 64,2%), in oviposition period (7,2 vs. 2,6 days) and in longevity (8,8 vs. 5,9 days). Consequently, mean daily fertility (20,9 vs. 15,5 viable eggs/day) and reproductive efficiency (16,6 vs. 4,8 viable eggs/mg of body weight) were also significantly reduced. In male, water unavailability significantly decreases the spermatophore number in male lifetime (9,3 vs. 2,1 spermatophores), reducing also their size. Longevity (12,9 vs. 4,2 days), spermatophore number/day (0,72 vs. 0,48) and reproductive efficiency (1,8 vs. 0,4 spermatophores/mg of body weight) were also significantly reduced.

It is concluded that water availability in *L. botrana* adult is an essential requirement in both sexes to reach the maximal reproductive output, and in some years it could be a determinant factor of the population dynamics, specially with regard to the summer generations in the driest regions of the Iberian Peninsula.

Key words: *Lobesia botrana*, biotic potential, fecundity, fertility, spermatophore, longevity, feeding, water.

REFERENCIAS

- BOVEY, P., 1966: Superfamilie des *Tortricoidea*. In Balachowsky A.S. (ed.), *Entomologie Appliquée a l'Agriculture*, 2 (1), Masson et Cie., Paris, pp. 859-887.
- CHAUVIN, R., 1956: *Physiologie de l'insecte*. INRA, Paris, 917 pp.
- ENGELMANN, F., 1970: *The physiology of insect reproduction*. Pergamon Press, Oxford, 307 pp.
- GEOFFRION, R., 1959: Etude biologique de la cochylys et de l'eudémis (*Clysia ambiguella* Hb. et *Polychrosis botrana* Schiff.) dans les vignobles du Val de Loire et recherches expérimentales sur la fécondité de la cochylys et du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.). *Thèse Doct. Fac. Sci., Poitiers*, Poitiers, 201 pp.
- GU, H., y DANTHANARAYANA, W., 1990: The role of availability of food and water to the adult *Epiphyas postvittana*, the light brown apple moth, in its reproductive performance. *Entomol. Exp. Appl.*, **54**: 101-108.
- HOWELL, J. F., 1981: Codling moth: the effect of adult diet on longevity, fecundity, fertility and mating. *J. Econ. Entomol.*, **74**: 13-18.
- MARCHAL, P., 1912: *Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'études de la Cochylys et de l'Eudémis*. Libr. Polytech.. Paris et Liege, Paris, 326 pp.
- MARSHALL, L. D., 1990: Intraspecific variation in reproductive effort by female *Parapediasia teterrella* (*Lepidoptera: Pyralidae*) and its relation to body size. *Can. J. Zool.*, **68**: 44-48.
- MILLER, W. E., 1987: Spruce budworm (*Lepidoptera: Tortricidae*): role of adult imbibing in reproduction. *Environ. Entomol.*, **16**: 1291-1295.
- NIUHOUT, M. M., y RIDDIFORD, L. M., 1979: Juvenile hormone and ovarian growth in *Manduca sexta*. *Int. J. Invertebr. Reprod.*, **1**: 209-219.
- 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.
- TORRES-VILA, L. M.; STOCKEL, J., y ROEHRICH, R., 1995: Le potentiel reproducteur et ses variables biotiques associées chez le male de l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana*. *Entomol. Exp. Appl.*, **77**: 105-119.
- 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.

(Aceptado para su publicación: 12 Febrero 1996)