

BOLETÍN DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENTOMOLOGÍA

RESUMEN

Las distintas mortalidades de las fases de vida de escarabajos plagas del olivo *Phloeosinus scabroscutellus*, han sido estudiadas en un olivar del sur de Marruecos, mediante la colocación de hojas de poda en el campo sobre las que el insecto se reproduce. El 35% del número inicial de huevos sobrevive hasta la fase adulta sin que la densidad de huevos o larvas por galería maternal o la densidad de estas galerías influyan sobre la mortalidad de las fases de vida de los adultos. Sin embargo, se sabe experimentalmente que la mortalidad de los adultos depende de su propia densidad durante el ataque a las hojas. Con esta información, se ha construido un modelo matemático que muestra una población del escarabajo estando en equilibrio de 6 adultos/galería de poda.

Palabras clave: *Phloeosinus scabroscutellus*, dinámica de poblaciones, insectos, olivos, Marruecos.

ABSTRACT

First studies on the population dynamics of *Phloeosinus scabroscutellus* (Coleoptera: Scolytidae) in Morocco.

The life-stage mortalities of the olive pest *Phloeosinus scabroscutellus* have been studied in a Southern Moroccan olive orchard by placing cut logs in the field for insect to breed. About 35% of the original egg number surviving to adulthood. The density of eggs or larvae laid per maternal gallery or the density of these maternal galleries do not appear to affect the adult mortality. However, it is known experimentally that the mortality of the adults depend of themselves density during the attack to the cut logs. Along this information, a model has been constructed. The simulations from this model show an stable population of the scolytid at an equilibrium of 6 adults/galley of cut log.

Key words: *Phloeosinus scabroscutellus*, population dynamics, models, olive orchard, Morocco.



Salamanca
1998

Primeros estudios sobre la dinámica de poblaciones de *Phloeotribus scarabaeoides* (Bernard, 1788) (Coleoptera: Scolytidae) en Marruecos.

C. Lozano, A. Benazoun, N. Kidd & M. Campos

RESUMEN

Las distintas mortalidades de las fases de vida del escolítido plaga del olivo *Phloeotribus scarabaeoides*, han sido estudiadas en un olivar del sur de Marruecos, mediante la colocación de leñas de poda en el campo sobre las que el insecto se reproduce. El 35% del número inicial de huevos sobrevivió al estado adulto sin que la densidad de huevos o larvas por galería materna o la densidad de dichas galerías maternas influyera sobre la mortalidad de las fases de desarrollo. Sin embargo, se sabe experimentalmente que la mortalidad de los adultos depende de su propia densidad durante el ataque a las leñas. Con esta información, se ha construido un modelo cuya simulación muestra una población del escolítido estable a un nivel de equilibrio de aproximadamente 6 adultos/dm² de leña de poda.

Palabras clave: *Phloeotribus scarabaeoides*, dinámica de poblaciones, modelos, olivar, Marruecos.

ABSTRACT

First studies on the population dynamics of *Phloeotribus scarabaeoides* (Coleoptera: Scolytidae) in Morocco.

The life-stage mortalities of the olive scolytid pest *Phloeotribus scarabaeoides* have been studied in a Southern Morocco olive orchard by placing cut logs in the field for insect to breed. About 35% of the original egg number surviving to adulthood. The density of eggs or larvae laid per maternal gallery or the density of these maternal galleries do not appear to affect the development-stage mortalities. However, it is known experimentally that the mortality of the adults depend of themselves density during the attack to the cut logs. Using this information, a model has been constructed. The simulations from this model show an stable population of the scolytid at an equilibrium of 6 adults/dm² of cut log.

Key words: *Phloeotribus scarabaeoides*, population dynamics, models, olive orchard, Morocco.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la dinámica de poblaciones de insectos plaga mediante la construcción de modelos matemáticos, ha sufrido en las últimas décadas un notable desarrollo, siendo en la actualidad bastante común. Ello ha sido debido a que los modelos ofrecen la posibilidad de crear fácilmente un esquema de trabajo teórico con el que poder comprender los mecanismos que determinan la abundancia de una determinada especie (MILLS & GETZ, 1996).

Phloeotribus scarabaeoides (Col: Scolytidae) es uno de los principales insectos plaga del olivo, habiendo sido citado en toda la región mediterránea (ARAMBOURG, 1986).

En la provincia de Taroudant, al sur de Marruecos, los olivos están constantemente expuestos al ataque del escoltído debido al clima semi-árido de la región y a la falta de cuidados técnicos. En esta zona, *P. scarabaeoides* se desarrolla normalmente sobre las leñas de poda dejadas en las proximidades de los olivares donde realiza galerías de reproducción subcorticales. Estas galerías constan de dos brazos sobre cuyas paredes la hembra va depositando los huevos. Tras la eclosión de los mismos, las larvas construyen galerías individuales secundarias, perpendiculares a la materna. Una vez madura la larva construye una cámara pupal, donde se transforma en pupa y posteriormente en adulto, el cual, emerge mediante un orificio de salida que construye atravesando la corteza (BENAZOUN, 1992).

En ocasiones, además de las leñas, el escoltído llega a utilizar para reproducirse árboles debilitados por la sequía u otros factores, lo que puede llegar a producir la muerte de los mismos.

Los olivos vivos son también la fuente de alimentación de este insecto, el cual, en estado adulto realiza galerías de alimentación sobre las ramillas terminales del árbol, lo que en ataques severos llega a causar una disminución del 40% de la cosecha (BENAZOUN, 1992).

En los últimos años, se están llevando a cabo en Taroudant los estudios relacionados con la biología, composición demográfica, enemigos naturales, número de generaciones anuales y otros elementos de la dinámica de poblaciones del escoltído en esta zona, con el objetivo de desarrollar métodos de control integrado de la plaga. Así, se ha comprobado que el insecto puede presentar hasta cuatro generaciones a lo largo del año: invernol, primaveral, estival y estivo-otoñol (BENAZOUN & OUBROU, 1995).

En este trabajo, se ha integrado la información obtenida a partir de la primera generación o invernol en un modelo inicial con el que explorar la importancia relativa de los diferentes factores que actúan sobre el sistema poblacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en un olivar de la región de Taroudant, a 80 Km al sur de Agadir (Marruecos), donde los inviernos son suaves con temperaturas que llegan a alcanzar los 18° C. Este olivar, al igual que los de su entorno, se caracteriza por estar relativamente abandonado, no sufriendo apenas prácticas culturales y no tener un marco de plantación definido.

Durante septiembre de 1994, justo antes del inicio de la generación invernante, diez leñas, de entre 30-50 cm de longitud y 4-8 cm de diámetro, obtenidas a partir de la poda de ramas de árboles sanos, fueron colocadas en una leñera situada en las pro-

ximidades del olivar e infestada con *P. scarabaeoides*. Las leñas permanecieron en el campo desde el periodo de ataque de los adultos a las mismas para la reproducción, hasta el final de las emergencias de los nuevos individuos formados. Ambos periodos, fueron seguidos mediante el conteo cada 2 días, de los orificios de penetración y salida de los escoltidos adultos de las galerías de reproducción. De igual manera, los orificios de salida de los parásitos, distinguibles de los orificios de los escoltidos por ser más pequeños, fueron también anotados. Tras las emergencias, en mayo de 1995, la leñas fueron transportadas al laboratorio donde fueron descortezadas para obtener información sobre el número y densidad (por dm^2) de las galerías de reproducción, huevos (=número de cámaras ovulares), larvas (=número de galerías larvarias) y pupas (=número cámaras pupales). A partir de estos datos, el porcentaje de mortalidad de cada fase de desarrollo fue calculado.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las mortalidades obtenidas para cada una de las fases de desarrollo. El 35 % del número inicial de huevos sobrevivió al estado de adulto dando lugar a una emergencia media de 46.5 adultos/ dm^2 . Una media de 13.9 parásitos/ dm^2 también emergió de las leñas.

	Nº medio inicial	Nº medio muertos	Mortalidad	C.V.
Huevos/gal.	49.2±20.1	17.5±10.9	35.6 %	40.8
Larvas/gal.	31.7±13.1	8.0±3.7	25.3 %	51.8
Pupas/gal.	23.7±11.8	4.9±4.1	20.5 %	106.8
Mortalidad Total			65.0 %	
Emergencias de <i>P. scarabaeoides</i> adultos: 46.5 ± 29.7/ dm^2 (19.3 ± 13.5/gal. materna). Emergencias de parásitos adultos: 13.9 ± 10.4/ dm^2 .				

Tabla 1: Mortalidad media de huevos, larvas y pupas de *P. scarabaeoides* con coeficiente de variación ($\text{C.V.}=(s/x)*100$; s: desviación típica, x: media) indicando el grado de variación entre las 10 leñas analizadas. El resto de valores dados como $x\pm s$.

Table 1: Average *P. scarabaeoides* egg, larva and pupa mortalities with coefficient of variation ($\text{C.V.}=(s/x)*100$; s: standard deviation, x: average) indicating the degree of variation between the 10 logs studied. Other values are given as $x\pm s$.

En un intento de explicar los factores que condicionan las distintas mortalidades durante el desarrollo, se pudo comprobar que éstas no están influenciadas por la densidad de huevos o larvas por galería materna, ni por la densidad de las galerías maternas (tabla 2), la cual, tuvo un valor medio inicial de 2.4 galerías/ dm^2 (s: 1.2).

	Ecuación de regresión	R ²	P
Huevos/galería materna (H)			
Huevos	M = 0.57 + 21.20 Log (H)	0.090	>0.05
Larvas	M = 14.8 + 6.36 Log (H)	0.010	>0.05
Pupas	M = 31.8 * 10 ^A (-7.4e-3H)	0.143	>0.05
Larvas/galería materna (L)			
Larvas	M = 28.8 - 0.11 L	0.014	>0.05
Pupas	M = 31.3 - 0.35 L	0.049	>0.05
Galerías maternas/dm ² (G)			
Huevos	M = 29.83 * 10 ^A (1.56e-2G)	0.010	>0.05
Larvas	M = 48.82 * 10 ^A (-0.13G)	0.370	>0.05
Pupas	M = 9.76 + 4.02 G	0.052	>0.05

Tabla 2: Relaciones obtenidas, a partir de las 10 leñas infestadas con *P. scarabaeoides* en el campo, entre las mortalidades (M) de las fases de desarrollo y la densidad de huevos (H) y de larvas (L) por galería materna y de galerías maternas (G) por dm².

Table 2: Relationships obtained, from 10 logs infested by *P. scarabaeoides* in the field, between development-stage mortalities (M) and the density of eggs (H) and larvae (L) per maternal gallery and maternal galleries (G) per dm².

LOZANO *et al.* (1996a) han indicado, a partir de experimentos de laboratorio, que la proporción de hembras adultas que establecen con éxito una galería materna declina a altas densidades de ataque, estando ambas variables relacionadas mediante la ecuación:

$$y = 27.75 \text{ Log } (x) + 48.06$$

Para analizar los efectos relativos de las mortalidades de las distintas fases de vida sobre la dinámica de poblaciones del insecto es posible construir, siguiendo el procedimiento de LOZANO *et al.* (1993), un modelo poblacional usando la información disponible. Así:

$$\begin{aligned} H_{t+1} &= f(N_t) \\ L_{t+1} &= f(H_{t+1}) \\ P_{t+1} &= f(L_{t+1}) \\ A_{t+1} &= f(P_{t+1}) \end{aligned}$$

donde H_t es el número de huevos/dm² en el tiempo t , N_t es el número de hembras/dm² (=número de galerías/dm²), L_t es el número de larvas, P_t es el número de pupas y A_t es el número de adultos por dm². Dado que la fecundidad de las hembras fue de 49.2 (S.D.: 20.1) huevos (tabla 1), podemos definir las funciones como sigue:

$$H_{t+1} = 49.2 N_t \quad (1)$$

$$L_{t+1} = 0.64 H_{t+1} \quad (2)$$

$$P_{t+1} = 0.75 L_{t+1} \quad (3)$$

$$A_{t+1} = 0.79 P_{t+1} \quad (4)$$

Con la razón sexual 1:1 (observ. pers.):

$$N_{t+1} = 0.5 A_{t+1} \quad (5)$$

Finalmente, considerando el establecimiento de las hembras adultas en las leñas, antes de la reproducción:

$$N_{t+1} = (1-\mu) N_{t+1} \quad (6)$$

y aplicando la ecuación experimental de LOZANO *et al.* (1996a)

$$\mu = (B \log N_{t+1} + 48.06)/100 \quad (7)$$

μ = proporción de hembras que no establecen galería de reproducción y B (coeficiente de denso-dependencia que actúa sobre las hembras) = 27.75.

Por tanto, reemplazando el valor de N_t por N_{t+1} en (1), los cambios numéricos en la segunda y siguientes generaciones pueden ser obtenidos por reiteración.

Las simulaciones llevadas sobre 20 generaciones revelaron que la población de *P. scarabaeoides* se estabilizaba a un nivel de equilibrio de 3,3 hembras reproductoras adultas/dm² (6.6 adultos/dm²). Las perturbaciones en este equilibrio se neutralizaban en cuatro generaciones (Fig. 1). El análisis sensitivo realizado para comprobar la sensibilidad

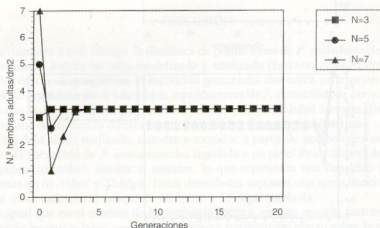


Figura 1: Número de hembras adultas reproductoras de *P. scarabaeoides*/dm² estimadas por el modelo a lo largo de 20 generaciones, con densidades iniciales de N (número de hembras adultas/dm²) de 3, 5 y 7. Los valores de las otras variables como en las ecuaciones 1 - 7.

Figure 1: The number of *P. scarabaeoides* reproducing adult females/dm² estimated by the model over 20 generations, with an initial density of N (number of adult females/dm²) of 3, 5 and 7. Other parameter values as in equations 1-7.

del modelo a cambios en el valor de las variables, mostró que las variaciones en la mortalidad de las fases de desarrollo no afectaban a la estabilidad y sólo ligeramente al nivel de equilibrio (Fig. 2). Sin embargo, cambios en la mortalidad de las hembras adultas de-

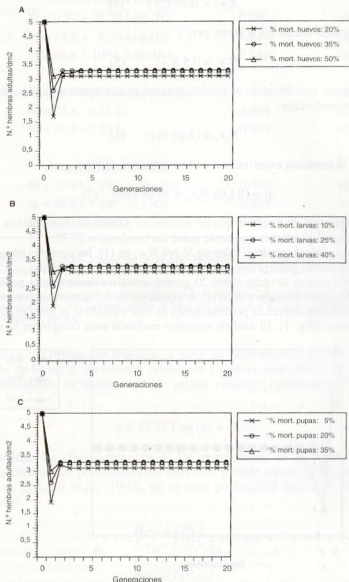


Figura 2: Número de hembras adultas reproductoras de *P. scarabaeoides*/dm² estimadas por el modelo a lo largo de 20 generaciones, con porcentajes de mortalidad de A: huevos de 20%, 35% y 50%; B: larvas de 10%, 25% y 40% y C: pupas de 5%, 20% y 35%. Los valores de las otras variables como en las ecuaciones 1 - 7.

Figure 2: The number of *P. scarabaeoides* reproducing adult females/dm² estimated by the model over 20 generations, with percentage of mortality of A: eggs of 20%, 35% and 50%; B: larvae of 10%, 25% and 40% and C: pupae of 5%, 20% and 35%. Other parameter values as in equations 1-7.

pendiente de su densidad, aunque no afectaban a la estabilidad, si producían cambios considerables en el nivel de equilibrio, el cual, aumentaba al disminuir el valor de β (Fig. 3).

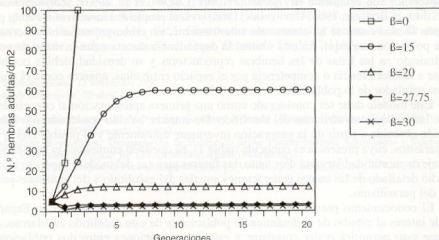


Figura 3: Número de hembras adultas reproductoras de *P. scarabaeoides*/dm² estimadas por el modelo a lo largo de 20 generaciones, con β (coeficiente de denso-dependencia que actúa sobre las hembras adultas) igual a 0, 15, 20, 27.75 y 30. Los valores de las otras variables como en las ecuaciones 1 - 7.

Figure 3: The number of *P. scarabaeoides* reproducing adult females/dm² estimated by the model over 20 generations, with β (the coefficient of density-dependence acting on females) equal to 0, 15, 20, 27.75 and 30. Other parameter values as in equations 1-7.

DISCUSIÓN

Previamente a este trabajo, la dinámica de poblaciones de *P. scarabaeoides* en el sur de la Península Ibérica ha sido modelizada y analizada (LOZANO *et al.*, 1996a, 1996b, 1997). En esta zona geográfica, el escoltido presentaba una única generación anual con un nivel de equilibrio de 3.1 hembras reproductoras/dm², destacándose como variables reguladoras la mortalidad de las hembras adultas y la mortalidad larvaria. Esta última, mostraba una dependencia directa con la densidad de las galerías maternas.

El modelo ahora realizado, con datos tomados a partir de poblaciones marroquíes, predice una población de *P. scarabaeoides* regulada a un nivel de equilibrio de 3.3 hembras reproductoras/dm², similar al anterior, lo que representa una densidad de adultos emergentes de 61.1/dm² y 22.6/gal. Estas densidades suponen una aproximación razonable a las observadas en el campo de 46.5/dm² y 19.3/gal (tabla 1).

Al igual que en el modelo de la península Ibérica, en este modelo factores como la densidad de huevos y larvas por galería materna aparecen sin efecto sobre la mortalidad de huevos, larvas y pupas, lo cual, es consistente con el hecho de que los huevos son dejados por la hembra a lo largo de la galería materna y las galerías larvarias individuales que emanan de ella son construídas en paralelo evitando, por tanto, el riesgo de interferencia o competencia entre las mismas. De hecho, la competencia larvaria descrita en escoltidos se produce entre larvas procedentes de galerías maternas distintas, las cuales, al converger sobre una misma zona pueden ver limitada la capa de floema circundante que

actúa como fuente alimenticia, dependiendo, por tanto, la mortalidad larvaria por competencia de la densidad de las galerías maternas. Este tipo de competencia larvaria ha sido observada concretamente en *Hylesinus varius* (LOZANO et al., 1993), *Scolytus ventralis* (STARK & BORDEN, 1965; BERRYMAN, 1968) y en el propio *P. scarabaeoides* en la población Ibérica como se ha comentado anteriormente, sin embargo, no se ha observado en la población marroquí. En esta última, la dependencia directa entre la razón de establecimiento en las leñas de las hembras reproductoras y su densidad, debida posiblemente a la interferencia o competencia por el espacio entre ellas, aparece como el único factor regulador de la población.

Este modelo debe ser considerado como una primera aproximación al conocimiento de las poblaciones africanas del escolítido. De entrada, ha sido construido con información obtenida a partir de la generación invernante únicamente y el posible efecto de los parásitos, cuya presencia es conocida (tabla 1), ha quedado enmascarado bajo el porcentaje de mortalidad larvaria. Por tanto, las futuras mejoras del modelo dependerán del estudio detallado de las cuatro generaciones anuales del escolítido y del análisis específico del parasitismo.

El conocimiento previo del sistema poblacional de *P. scarabaeoides* en España, añade interés al estudio de la dinámica de poblaciones de este escolítido en Marruecos, ya que esto permitirá poder comparar y establecer relaciones entre dos poblaciones diferentes: la ibérica y la norte-africana.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a una ayuda concedida por la Comisión Mixta hispano-marroquí CSIC-CNCPREST.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAMBOURG, Y., 1986. *Traité d'entomologie oleicole*. Consejo Oleicola Internacional. Madrid. 360 pp.
- BERRYMAN, A. A., 1968. Distribution of *Scolytus ventralis* attacks, emergence and parasites in grand fir. *Canadian Entomology*, 100: 57-58.
- BENAZOUN, A., 1992. Contribución al estudio biológico del barrenillo *Phloeotribus scarabaeoides* Bern (Col: Scolytidae) en el olivo en la región de Taroudant, Marruecos. *Olivae*, 40: 26-36.
- BENAZOUN, A & OUBROU, W., 1995. Biologie de *Phloeotribus scarabaeoides* (Coleoptera: Scolytidae) dans la région de Taroudant. *Actes Inst. Agron. Vet.*, 15(2): 11-21.
- LOZANO, C., KIDD, N. & CAMPOS, M., 1993. Studies on the population dynamics of the bark beetle *Leperisinus varius* (Col, Scolytidae) on European olives (*Olea europea*). *Journal of Applied Entomology*, 116: 118-126.
- LOZANO, C., KIDD, N. & CAMPOS, M., 1996a. The population dynamics of the bark beetle *Phloeotribus scarabaeoides* (Col, Scolytidae) on European olives (*Olea europea*). *Journal of Applied Entomology*, 120: 193-197.
- LOZANO, C., CAMPOS, M., KIDD, N. & JERVIS, M., 1996b. The role of parasitism in the population dynamics of the bark beetle *Phloeotribus scarabaeoides* (Col, Scolytidae) on European olive (*Olea europea*). *Journal of Applied Entomology*, 120: 347-351.
- LOZANO, C., KIDD, N. JERVIS, M. & CAMPOS, M. 1997. Effects of parasitoid spatial heterogeneity, sex ratio and mutual interference on the interaction between the olive

bark beetle *Phloeotribus scarabaeoides* and the pteromalid parasitoid *Cheiropachus quadrum*. *Journal of Applied Entomology*, 121: 521-528.

MILLS & GETZ, N.J. & GETZ, W.M. 1996. Modelling the biological control of insect pests: a review of host-parasitoid models. *Ecological Modelling*, 92: 121-143.

STARK, R.W. & BORDEN, J.H., 1965. Observations on mortality factors of the fir engraver beetle, *Scolytus ventralis*. *J. Econ. Entomol.*, 58: 1162-1163.

Fecha de recepción: 13 noviembre 1997

Fecha de aceptación: 20 abril 1998

Carlos Lozano Martín & Mercedes Campos Aranda. Estación Experimental del Zaidín (CSIC)
Prof. Albareda, 1. 18008 Granada (España).

Abdeslam Benazoun. Departamento de Protección de las Plantas Instituto Agronómico y Veterinario
Hassan II Complejo de Agadir. BP 121 Ait Melloul. Agadir (Marruecos).

Neil A.C. Kidd. School of Pure and Applied Biology. University of Wales, PO Box 915 Cardiff CF1 3TL
(Reino Unido).