

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y VARIACIONES TEMPORALES DE *CURCULIO ELEPHAS* GYLLENHAL EN BELLOTAS DE *QUERCUS ROTUNDIFOLIA* LAM.

A. Jiménez*, F.J. Soria, M. Villagrán, M.E. Ocete

Laboratorio de Entomología Aplicada. Dpto. Fisiología y Zoología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, 6. 41012 Sevilla.

* Autor de contacto: Tlf: 954 55 43 98. E-mail: pino@us.es

Resumen: En las dehesas españolas las especies arbóreas más frecuentes pertenecen al género *Quercus* L. Sus frutos son atacados por varios insectos carpófagos, entre los que hay que destacar a *Curculio elephas*, un pequeño curculiónido cuyas larvas se alimentan y desarrollan dentro de las bellotas. En este trabajo se ha realizado un seguimiento, durante tres años, de *C. elephas* en frutos de encina, *Q. rotundifolia* Lam. Los resultados obtenidos indican que: 1) la distribución espacial de esta especie es agregativa. 2) Se produce un aumento anual de sus poblaciones relacionado con la ausencia de ganado porcino. 3) El periodo de presencia de *C. elephas* en frutos va, generalmente, desde mediados de septiembre a finales de diciembre. 4) Las mayores densidades de los estadios preimaginales dentro de las bellotas se observan desde mediados de octubre a mediados de noviembre.

Palabras claves: *Quercus*, *Curculio elephas*, distribución espacial, variación temporal.

Introducción

En el bosque mediterráneo las especies arbóreas más importantes pertenecen al género *Quercus* L., siendo la encina (*Q. rotundifolia* Lam. y *Q. ilex* L.) y el alcornoque (*Q. suber* L.) las más representativas. En la Península Ibérica gran parte de la masa forestal se ha transformado en dehesas, ecosistema agroforestal donde están perfectamente integrados el aprovechamiento económico y el mantenimiento de sus valores ambientales y ecológicos, de tal forma que la UNESCO declaró Reserva de la Biosfera a unas 425.000 ha de dehesas en el sur de España.

Estas especies arbóreas tienen un bajo poder de auto-regeneración por semillas debido, principalmente, a la existencia de un elevado número de especies animales carpófagas. Entre las más dañinas hay que destacar algunos insectos, tales como *Curculio elephas* Gyll., *Cydia fagiglandana* Zell., *Cydia penkleri* Den. & Schi. y *Pammene fasciana* Lin.. El primero es un coleóptero curculiónido, mientras que los tres últimos son lepidópteros tortricidos. Las larvas, de estas especies, se alimentan y se desarrollan dentro de los frutos de gran número de *Quercus* sp. En la encina (*Quercus rotundifolia*) esta actividad larvaria provoca una caída prematura, una disminución en el peso y tamaño de las bellotas lo que conlleva pérdidas en la producción y, por tanto, en la montanera (Vázquez *et al.*, 1990; Soria *et al.*, 1996; Soria *et al.*, 1999 a y b). Por otro lado, cuando las larvas abandonan el fruto y dejan orificios en el pericarpio ayudan a que colémbolos, hormigas, miriápodos y otros pequeños invertebrados entren dentro del fruto, provocando en éstos una rápida descomposición (Dajoz, 2001). Además, produce una disminución de la capacidad germinativa de las bellotas, ya que destruyen parte del embrión (Soria *et al.*, 1996 y 1999 b), afectando de forma negativa a la autoregeneración en las dehesas y montes (Leiva y Fernández-Alés, 2001).

Curculio elephas es uno de los principales insectos carpófagos que produce daños en los frutos de muchas especies de frondosas, principalmente encinas y castaños

(Soria *et al.*, 1995 y 1996; Vázquez *et al.*, 1990; Delplanque *et al.*, 1986; Crocker y Morgan, 1983; Bürgés y Gál, 1981 a; Chianella *et al.*, 1991; Rotundo *et al.*, 1991). Se trata de un pequeño coleóptero que presenta un ciclo con una generación al año. Los adultos, en castaños, aparecen desde finales de junio a finales de septiembre (Balachowsky, 1966; Bürgés y Gál, 1992; Bonnemaïson, 1964; Bovey *et al.*, 1975). En la zona donde se ha llevado a cabo el estudio, en el sur de España, comienzan a emerger desde finales de septiembre o principios de octubre, dependiendo de la época en que comiencen las lluvias otoñales y dejan de observarse a finales de octubre (Jiménez *et al.*, 2005). Las puestas consisten en la colocación de uno y, a veces, 2 ó 3 huevos en el interior de frutos de castaños y quercíneas, desde finales de agosto a septiembre (Debouzie *et al.*, 1993), o bien, desde mediados de septiembre o principios de octubre hasta finales de noviembre o mediados de diciembre (Jiménez *et al.*, 2005). En la zona donde se ha realizado el estudio el desarrollo larvario dentro del fruto es completado en 28 o 35 días. Al finalizar su fase de alimentación en el fruto, la larva lo abandona perforando un orificio redondo en el pericarpio. Según salen se entierran en el suelo donde construyen una cámara pupal para hibernar (Bovey *et al.*, 1975; Rupérez, 1960; Rotundo y Rotundo, 1986; Hrasovec y Margaletie, 1995; Menu y Desouhant, 2002). La larva permanece durante todo el invierno y primavera enterrada y a principios del verano siguiente comienza la pupación (Bovey *et al.*, 1975; Menu y Debouzie, 1995; Rupérez, 1960).

El adecuado control de insectos plaga, como *C. elephas*, es uno de los aspectos más importantes en el manejo de cualquier ecosistema forestal, tanto desde el punto de vista económico como ecológico. El uso de pesticidas sobre las larvas de este insecto es muy complicado porque se desarrollan dentro de las bellotas, por eso nosotros pensamos que es interesante buscar otras formas de disminuir sus poblaciones. Un correcto control va ligado al conocimiento de la localización espacio-temporal del insecto dentro de un

ecosistema, por eso, en este trabajo se ha realizado un seguimiento de las fases preimaginales que se encuentran en los frutos de las encinas, cuyos resultados se pueden utilizar como base para desarrollar programas de control más precisos que ayuden a la economía y salud ambiental de los encinares.

Material y métodos

El seguimiento de *C. elephas* se realizó desde el año 2000 al 2002, en una parcela de encinas localizada en la finca El Rodeo dentro termino municipal de Castilblanco de los Arroyos (Sierra Norte de Sevilla, SW España, UTM 29SQB6482). El arbolado es joven y de porte mediano a pequeño (perímetro medio: 89,5 cm), presentando una densidad de 50 árboles/ha. La parcela ocupaba una superficie aproximada de 2,5 ha. El sotobosque está compuesto por amplias zonas de matorral medio-bajo, abundando las jaras, principalmente *Cistus salvifolius*. Además presenta pequeños claros ocupados por un estrato herbáceo de pastizal terofítico, constituido fundamentalmente por especies de los géneros *Anthyllus* y *Poa*.

Esta zona de la finca está dedicada, fundamentalmente, a la montanera del cerdo ibérico y al pastoreo de ganado vacuno. La parcela experimental se aisló del resto de la finca mediante una valla metálica, para impedir la entrada de ganado.

Para realizar el seguimiento de las larvas de *C. elephas* se tomaron muestras de frutos con una cadencia semanal. En cada muestreo se elegían diez árboles al azar de los que se recolectaron 40 bellotas. Los frutos eran recogidos alrededor del árbol de forma aleatoria, ya que la distribución de estos insectos en la copa es uniforme (Debouzie, 1984; Delphanque *et al.*, 1986; Soria *et al.*, 1997). Los muestreos se realizaron desde principios de septiembre y se mantuvieron hasta que no se encontraron larvas en fruto.

Las muestras contenían 20 bellotas de copa y 20 bellotas de suelo, que eran guardadas en bolsas de plástico y llevadas al laboratorio. En aquellas encinas que carecían de frutos en copa o suelo, los 40 frutos se tomaban de un solo sitio (copa o suelo). De cada muestra se contabilizaron el número de frutos sanos y atacados, indicando el número de huevos, larvas y/o orificios de *C. elephas* (cada uno se computó como un individuo). Asimismo, a partir 2001 se midieron las larvas encontradas, y según los datos de longitud corporal y medidas de la cápsula cefálica dadas por Bürgés y Gál (1981 a), se clasificaron por estadios.

La distribución de *C. elephas* en las bellotas se ha analizado mediante dos medidas de agregación habituales en los estudios de insectos: ID que es la relación entre la varianza (s^2) y la media (m) muestrales y la regresión de Iwao. En el primer caso, el valor del cociente entre la varianza y la media es simplemente una estimación de un parámetro de población con una estimación de la densidad media, por ello, no deberá considerarse como un test-criterio, sino como una muestra estadística descriptiva de una repartición de la población. Si el valor de la relación es 1 se considera que la población está distribuida de forma uniforme, si es menor que 1 está distribuida de forma azarosa y si es mayor que 1 nos indica que se distribuye de forma agregativa (Cadahia, 1977). En la regresión de Iwao (Iwao, 1968), la relación entre varianza y la media muestral se recoge en la fórmula $s^2 = (\alpha + 1)m + (\beta - 1)m^2$. El coeficiente α

es una medida del agrupamiento, de modo que si la unidad básica es el individuo, $\alpha = 0$ y si la unidad básica es la colonia, $\alpha > 0$. En ciertos casos, como cuando hay algún tipo de interacción repulsiva entre los individuos, α se encuentra en el intervalo entre -1 y 0 . El parámetro β es un índice que muestra la utilización espacial del hábitat por los individuos o grupos de individuos en relación a la densidad de la población. Cuando toma el valor 1 se trata de una distribución uniforme, si es mayor de 1 es una distribución agregativa y si es inferior a 1, la distribución es al azar (Iwao y Kuno, 1968). Los índices α y β se complementan para describir las reparticiones espaciales de las poblaciones.

Resultados y discusión

Niveles poblacionales

Curculio elephas estuvo presente en la parcela experimental durante los tres años de muestreos, con unas densidades medias (número de huevos y/o larvas por fruto) de $0,126 \pm 0,01$ en el año 2000, $0,264 \pm 0,04$ en 2001 y $0,396 \pm 0,09$ en 2002. Los valores de infestación total de la parcela se han calculado como la relación entre el total de bellotas con huevos, larvas y/u orificios y el total de bellotas recogidas en el suelo cada año. En 2000 la infestación fue de 18,2%, en 2001 aumentó al 40,3% y en 2002 alcanzó el 62,2%.

Así pues, las poblaciones del carpófago han ido aumentando sucesivamente durante los tres años de estudio, aumentos que creemos debidos a la ausencia de ganado consumidor de frutos en la parcela experimental durante del periodo de seguimiento. Para comprobar esta hipótesis, se realizaron dos muestreos adicionales en la misma finca durante noviembre de 2002, uno en una parcela dedicada al pastoreo vacuno y otra a la montanera con cerdo ibérico. En este estudio se observó que la infestación de la parcela experimental era de un 61,6%, mientras que la zona con ganado porcino presentaba un 30,4% ($P=0,000$) y la que tenía ganado vacuno un 59,6% ($P=0,941$). Estos resultados indican una incidencia negativa del ganado porcino en los niveles de infestación del *C. elephas*, mientras que la presencia de ganado vacuno no parece influir sobre éstos. La bellota forma parte fundamental de la dieta del cerdo ibérico durante el otoño en la mayoría de las dehesas del sur de España. Durante este periodo, el cerdo consume frutos sanos y frutos infestados por carpófagos, por lo tanto, el aumento de las poblaciones de *C. elephas* durante estos años puede estar relacionado con la ausencia de ganado porcino, que ha provocado que un número muy alto de larvas finalicen su desarrollo, abandonen el fruto y se entierren en el suelo.

Distribución espacial

La distribución espacial de la mayoría de los organismos entra dentro de alguno de estos tres modelos: al azar, contagiosa o regular (Pielou, 1977), siendo la hipótesis más frecuente la de distribución al azar, donde un individuo es independiente de otros (Cadahia, 1977). En el caso de *C. elephas* los valores de ID obtenidos durante los tres años han sido los siguientes: 1,5 (año 2000), 1,7 (año 2001) y 1,23 (año 2002), por lo que, al ser mayor que 1 nos indica que se distribuye de forma agregativa (Cadahia, 1977). Estos valores están dentro del intervalo descrito por Desouhant *et al.* (1998), que era de 1,17 a 2,53.

Tabla I. Parámetros de la Regresión de Iwao para *Curculio elephas*

Año	Regresión de Iwao.			
	α	β	r	S
2000	0,5205	0,5107	0,9609	0,0373
2001	0,4608	0,8937	0,9914	0,0323
2002	-0,2026	1,060	0,9467	0,0983

Como los valores anteriores son, simplemente, una estimación de un parámetro de población con una estimación de la densidad media, se han calculado también los índices de agregación α y β , obtenidos a partir de la regresión de Iwao, para así comprobar, qué grado de agregación presenta la población de *Curculio elephas* a lo largo del periodo de estudio. En la tabla I se muestran los valores de los índices resultantes de la aplicación de la regresión antes mencionada. En todos los casos, el coeficiente de correlación ha presentado un valor alto, representando un buen ajuste de la regresión de Iwao.

El índice β presenta variaciones, pasando de un valor muy inferior a 1 (0,5107) a un valor muy cercano (1,060). Esto se debe a que este índice está muy ligado a las variaciones de las densidades poblacionales y, como se ha visto, en la parcela de estudio se produce un aumento muy marcado de las densidades a lo largo del periodo de estudio. La distribución de *C. elephas*, según los valores de los índices α y β , es agregativa en los dos primeros años ($\alpha > 0$; $\beta < 1$) y uniforme en 2002 (α dentro del intervalo (-1, 0); β cercano a 1). Esta distribución agregativa también ha sido observada por Debouzie *et al.* (1993) y Desouhant *et al.* (1998). En el 2002, esta agregación queda enmascarada por el alto porcentaje de infestación que se produjo en la zona de estudio, cuyo valor fue de un 62,2 %.

La distribución de *C. elephas* está ligada al tipo de puestas que realiza esta especie, ya que la hembra pone de uno a tres huevos en una misma bellota. Del estudio de la intensidad media de la población de *C. elephas* (nº de huevos, larvas u orificios de salida por fruto afectado), en la parcela de estudio, se han obtenido los siguientes resultados: $1,35 \pm 0,02$ (año 2000); $1,37 \pm 0,03$ (año 2001) y $1,45 \pm 0,01$ (año 2002). Estos valores son similares a los obtenidos por Soria *et al.* (1997 y 1999 a) (1,43 y 1,42, respectivamente), superiores al obtenido por Soria *et al.* (1999 b) en bellotas de alcornoques (1,13), e inferiores al obtenido por Desouhant *et al.* (2000) en castañas (1,7). Los resultados indican un promedio de ocupación de una o dos larvas por fruto, aunque tampoco es raro encontrar tres larvas. Valores superiores a tres carpófagos por fruto son difíciles de observar, aunque hemos llegado a contabilizar hasta 10 larvas L₁ en una bellota. Un número superior a tres individuos por fruto se atribuye a dos puestas distintas (Rupérez, 1960; Bürgés y Gál, 1981 b). De hecho, se ha observado que en estos casos aparece más de un orificio de puesta, aunque, a veces, una hembra puede aprovechar el horadado por otra para depositar sus huevos (Desouhant, 1998).

La tabla II muestra el porcentaje de frutos afectados según el número de larvas encontradas en su interior durante el periodo de seguimiento. Los porcentajes de bellotas con una larva son superiores a los encontrados en la bibliografía para castañas, ya que Desouhant (1998) da un valor del 56,3% y Desouhant *et al.* (1998), del 51%. Los valores de porcentaje de frutos con dos ejemplares son muy similares a los indicados por los autores antes citados (27,8% y 26%,

Tabla II. Porcentaje de bellotas dañadas con distinto número de *Curculio elephas*

Nº de larvas/ fruto afectado	Año 2000 (n=990)	Año 2001 (n=1.336)	Año 2002 (n= 3.523)
1	70,2	67,7	64,2
2	24	25,4	26,4
3	5,2	5,6	6,6
4	0,6	0,9	1,3
5	-	0,1	0,2
6	-	0,07	0,06
>7	-	-	0,03

respectivamente). Según los trabajos de Desouhant *et al.* (1998, 2000) y Desouhant (1998) en castañas, los altos porcentajes de frutos con una o dos larvas (una sola puesta) se deben a que las hembras de *C. elephas* discriminan frutos infestados de frutos sanos durante la ovoposición. Sin embargo, comprobaron que las hembras no depositaban feromonas disuasorias, que el tamaño del fruto no influía, como tampoco lo hacía la presencia de larvas de su misma especie. Tras desechar todos estos posibles motivos, nuestras experiencias en encinas nos conducen a otra hipótesis. La ovoposición en encinas ocurre en un periodo en que el árbol presenta los frutos muy desarrollados, algunos cercanos a su caída natural. Este hecho unido al proceso mecánico que es la puesta de *C. elephas* en la base de la bellota acelera la caída de éstos al suelo (Soria *et al.*, 2005), y por tanto no son susceptibles de nuevas puestas u ovoposiciones.

Distribución temporal

El periodo de presencia de fases preimaginales de *C. elephas* (figura 1) en frutos varió durante los tres años de estudio, aunque el patrón fue similar en los dos últimos años, cuando las densidades poblacionales son mayores. En el año 2000 las primeras puestas y larvas neonatas empezaron a detectarse a principios de octubre mientras que en 2001 y 2002 fue a mediados de septiembre como ocurre en otras zonas (Rupérez, 1960; Bürgés y Gál, 1981 b; Vázquez *et al.*, 1990; Mansilla *et al.*, 1999; Menu y Debouzie, 1993). Estas variaciones están relacionadas, entre otros factores, con las primeras lluvias otoñales ya que reblandecen el terreno y favorecen las emergencias de los adultos, hecho observado por otros autores como Menu (1993) y Menu y Debouzie (1993). La presencia de larvas en frutos fue amplia y abarcó hasta el mes de febrero en 2000, diciembre en 2001 y enero en 2002, variaciones que dependen de diversos factores como son la amplitud del periodo de fructificación de la encina, el tiempo de permanencia de frutos en el suelo, climatología, etc. Las mayores densidades poblacionales se encontraron durante los meses de octubre y noviembre en 2001 y 2002, mientras que en el año 2000 los valores fueron muy pequeños y con máximos poco definidos.

La presencia de bellotas con larvas de *C. elephas* a partir de mes de diciembre varió de un año a otro por diversos motivos, entre los que resaltamos la incidencia de pequeños roedores en la producción de frutos (Delplanque *et al.*, 1986; Hrasovec y Margaletiae, 1995; Leiva y Fernández-Alés, 2001) y del estado de descomposición de éstos. En el primer año, se recogieron frutos de suelo hasta febrero, porque no se tuvieron problemas de roedores, sin embargo, a finales de diciembre de 2001 la mayor parte de los frutos estaban roídos y dispersos fuera de la proyección de

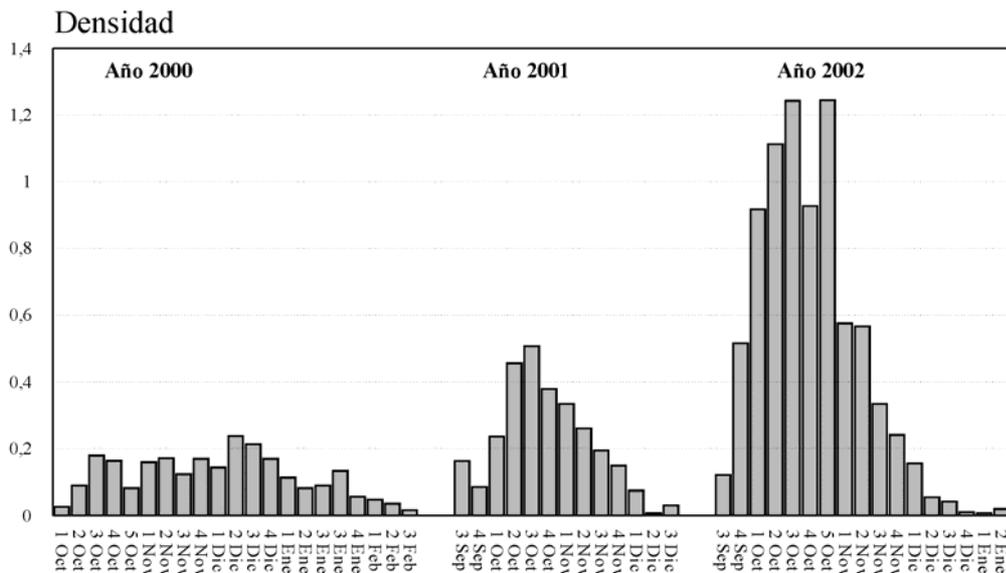


Fig. 1. Evolución de la densidad de las fases preimaginales de *Curculio elephas* dentro de las bellotas en los años 2000, 2001 y 2002.

la copa de los árboles, hecho que ocurrió en 2002 a partir de enero. Además, gran parte de las larvas encontradas a partir de enero eran atípicas ya que se hallaban en estado de hibernación dentro del fruto, no presentando actividad alguna, o eran individuos de puestas tardías que no habían completado el desarrollo larvario por las bajas temperaturas, no mostrando correlación entre el tamaño de su cápsula cefálica y de su cuerpo, como también se recoge en el trabajo de Menu y Debouzie (1995), donde indican que la morfogénesis dura más por el decrecimiento de las temperaturas en noviembre. Teniendo en cuenta que los ejemplares encontrados a partir del mes de enero eran atípicos, consideramos que el periodo larvario en frutos finaliza en el mes de diciembre, dato que coincide con el descrito por Rupérez (1960) y Bürgés y Gál (1981 b).

De los estudios de longitud corporal y medidas de la cápsula cefálica de las larvas encontradas en las bellotas, se han obtenido las densidades y los periodos de presencia de cada uno de los cuatro estadios larvarios que presenta *C. elephas* a lo largo de su desarrollo (fig. 2). Estas gráficas muestran un perfil similar donde los cuatro estadios larvarios se solapan a lo largo del periodo de estudio. Este solapamiento es debido a la amplitud del periodo de puesta de este carpóforo y que va desde mediados de septiembre a mediados de diciembre (Jiménez *et al.*, 2005); hecho habitual en las poblaciones de insectos (Coulson y Witter, 1990).

En 2001, la densidad media de larvas L_2 (tabla III) es ligeramente superior a la de L_1 , lo cual puede deberse a la dificultad de encontrar las larvas neonatas del carpóforo ya que presentan un tamaño muy reducido y un color similar al del albumen de la bellota, haciéndolas casi inapreciables. La disminución progresiva de las densidades a medida que avanza el desarrollo del carpóforo es un hecho que ocurre en la mayoría de los insectos, donde la acción de diversos agentes aumenta los índices de mortalidad (Coulson y Witter, 1990). En este trabajo hemos obtenido un nivel de mortalidad del 25% de L_1 a L_4 en 2001 y del 44% en 2002, valores muy altos si los comparamos con el 5% obtenido por Desouhant *et al.* (2000) en laboratorio. Esta elevada mortalidad obtenida en campo puede deberse a que la mayoría de las larvas de *C. elephas* completan su desarrollo en el

suelo (Jiménez *et al.*, 2005), lugar donde las bellotas y las larvas están más expuestas a la acción de predadores y enfermedades.

Una vez que la larva madura sale de la bellota comienza su etapa de hibernación. El principio de ésta se ha definido a partir de la aparición de orificios en los frutos, observándose éstos en bellotas recolectadas a mediados o finales del mes de octubre en los tres años de estudio. Bonilla y Arias (2000) también comienzan a encontrar estos orificios a finales de octubre en los encinares extremeños. Octubre coincide con el mes indicado por los autores Menu y Debouzie (1993 y 1995) y Menu *et al.* (2000) para el comienzo de hibernación de las larvas de *Curculio* en castaños franceses. El final del periodo de recolección de frutos con orificios viene dado, al igual que ocurre con el de larvas en suelo, por la posibilidad de recoger estos frutos en buen estado. Los valores máximos se alcanzan a mediados de diciembre, manteniéndose casi constantes a partir de entonces (Jiménez *et al.*, 2005). Por tanto, es a partir de esta fecha cuando la mayoría de las larvas se encuentran enterradas en el suelo.

Un conocimiento adecuado de la distribución temporal de las fases de desarrollo de *C. elephas* puede resultar muy útil a la hora de diseñar un programa de control sobre este carpóforo. Si lo que se pretende realizar es un control sobre esta especie cuando las fases preimaginales se encuentran en el fruto, lo mejor sería eliminar las bellotas del suelo durante el mes de octubre y principios de noviembre, periodo en el que encontramos las máximas densidades *Curculio* y sólo una minoría ha salido para enterrarse. Otro buen momento para disminuir el número de larvas de *C. elephas* es cuando éstas han abandonado el fruto y se entierran en el suelo localizado bajo la proyección de la copa. En este caso podría aplicarse un control en suelo a partir de mediados de diciembre cuando la mayoría de las larvas se encuentran hibernando.

Tabla III. Densidades medias de los diferentes estadios larvarios de *Curculio elephas*.

Estadio	Año 2001	Año 2002
L_1	0,087	0,170
L_2	0,090	0,120
L_3	0,069	0,097
L_4	0,065	0,095

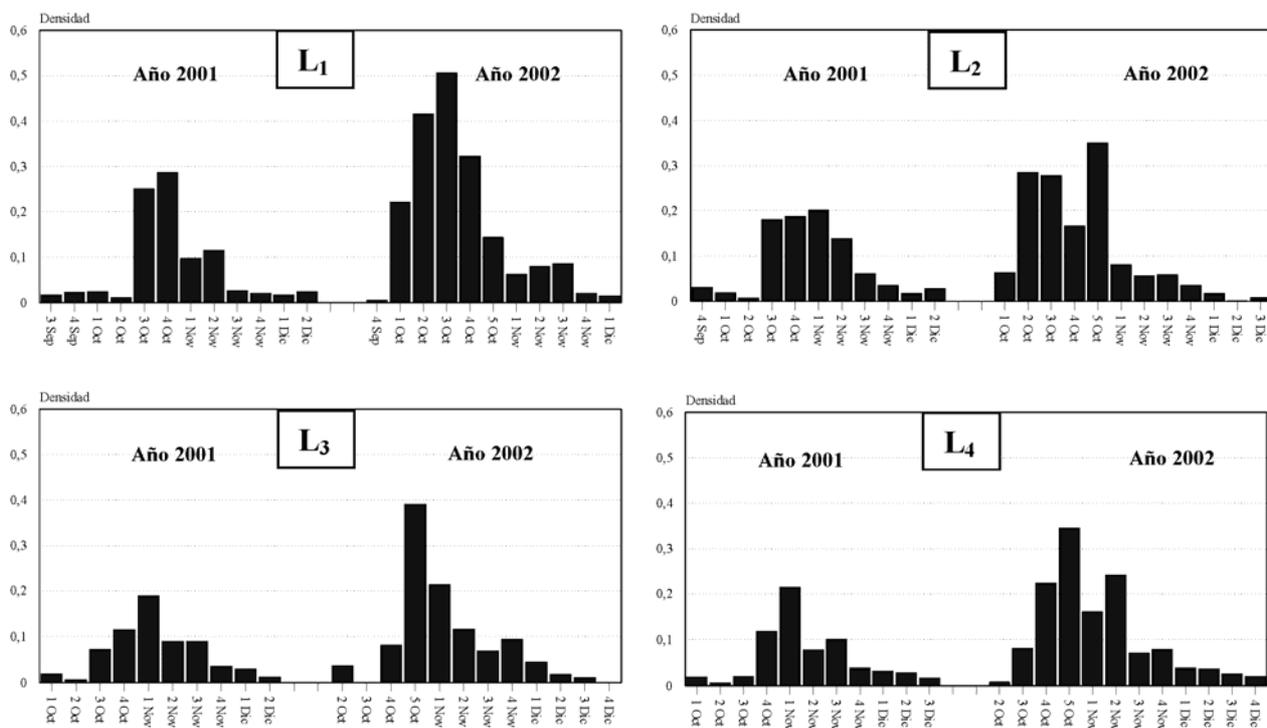


Fig. 2. Densidad de larvas L₁, L₂, L₃ y L₄ de *Curculio elephas* en los años 2001 y 2002.

Referencias

- BALACHOWSKY, A. S. 1966. *Entomologie appliquée a L'agriculture*. T. I, Vol. 2. Masson et Cie. Ed. Paris.
- BONILLA, A. A. & A. ARIAS 2000. Estudio para el seguimiento de la biología y control de la plaga *Curculio* sp., en encinares extremeños. *Aecerber*: 61-66.
- BONNEMAISON, L. 1964. *Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales*. T. II. Ed. Occidente S.A. Barcelona.
- BOVEY, P., A. LINDER & O. MÜLLER 1975. Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse). *Schw. Zeits. Forstwesen*, **126** (11): 781-820.
- BÜRGES, G. & T. GAL 1981 a. Zur verbreitung und lebensweise des kastanienrüsslers (*Curculio elephas* Gyll., Col.: Curculionidae) in Ungarn. 1. Verbreitung, schaden, schwärmen und Geschlechterverhältnis. *Sonderdruck aus Bd.*, **91**. H.4, S.: 375-382.
- BÜRGÉS, G. & T. GÁL 1981 b. Zur verbreitung und lebensweise des kastanienrüsslers (*Curculio elephas* Gyll., Col.: Curculionidae) in Ungarn. Teil 2. *Sonderdruck aus Bd.*, **92**: H.4, S.: 35-41.
- BURGUES, G. & T. GÁL 1992. Spreading and manner of life of *Curculio elephas* Gyll. (Col.: Curculionidae) in Hungary. *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent*, **57/3a**: 613-615.
- CADAHIA, D. 1977. Repartición espacial de las poblaciones en Entomología aplicada. *Bol. San. Veg. Plagas*, **3**: 219-233.
- CHIANELLA, M., A. TARTAGLIA, R. BATOCCHI, G. GRIECO & N. CASCIELLO 1991. Difesa del castagno da cidie e balanino. *L'Informatore Agrario*, **30**: 74-75.
- COULSON, R. N. & J. A. WITTER 1990. *Entomologia Forestal. Ecología y control*. Ed. Limusa S. A. de C. V. Méjico.
- CROCKER, R.L. & D. L. MORGAN 1983. Control of weevil (*Curculio* sp.) Larvae in Acorns of the Live Oak (*Quercus virginiana*) by Heat. *HortScience*, **18**(1): 106-107.
- DAJOZ, R. 2001. *Entomologia Forestal*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 548 pp.
- DEBOUZIE, D. 1984. Analyse exhaustive d'un châtaignier: effectifs des fruits et des insectes (*Laspeyresia splendana* Hubner et *Balaninus elephas* Gyll.). *Fruits*, vol. **39**, n° 7-8: 483-486.
- DEBOUZIE, D., A. HEIZMANN & L. HUMBLLOT 1993. A statistical analysis of multiple scales in insect populations. A case study: the chestnut weevil *Curculio elephas*. *Jour. Biol. Sys.*, Vol. **1**, N. 3: 239-255.
- DELPLANQUE, A., S. AUGUSTIN & C. METREAU 1986. Analysis of the repartition of *Curculio* and *Laspeyresia* in the acorn production of one oak (*Q. petraea*) in central France. *Proceedings of the 2nd Conference of the Cone and Seed Insects*. Organizada por International Union of Forestry Research Organisations y Institut National de la Recherche Agronomique. 3-5 de septiembere. pp. 53-58.
- DESOUHANT, E. 1998. Selection of fruits for oviposition by the chestnut weevil, *Curculio elephas*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **86**: 71-78.
- DESOUHANT, E. D. DEBOUZIE & F. MENU 1998. Oviposition pattern of phytophagous insects: on the importance of host population heterogeneity. *Oecologia*, **114**: 382-388.
- DESOUHANT, E., D. DEBOUZIE, H. PLOYE & F. MENU 2000. Clutch size manipulations in the chesnut weevil, *Curculio elephas*: fitness of oviposition strategies. *Oecologia*, **122**: 493-499.
- HRASOVEC, B. & J. MARGALETIAE 1995. Seed pest impact on reforestation efforts in Croatia. <http://hrast.su>
- IWAO, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 1-20.
- IWAO, S. & E. KUNO 1968. Use of the regresión of mean crowding on mean density for estimating sample size and the transformation of data for the análisis of variance. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 210-214.
- JIMÉNEZ, A., F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN & M. E. OCETE 2005. Descripción del ciclo biológico de *Curculio elephas* Gy-

- Illehal (1836) (Coleoptera: Curculionidae) en un encinar del sur de España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: en prensa.
- LEIVA, M.J. & R. FERNÁNDEZ-ALÉS 2001. Limitaciones a la autorregeneración de la encina en dehesas y montes de Sierra Morena. Predación de frutos. III Congreso Forestal Español. Granada.
- MANSILLA, J.P., R. PÉREZ, M. C. SALINERO & C. IGLESIAS 1999. Invasión de vermes na castaña producida por *Curculio elephas* Gyll. Monografía Xunta de Galicia, Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agroalimentaria.
- MENU, F. 1993. Strategies of emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia*, **96**: 383-390.
- MENU, F. & D. DEBOUZIE 1993. Coin-flipping plasticity and prolonged diapause in insects: example of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Col., Curculionidae). *Oecologia*, **93**: 367-373.
- MENU, F. & D. DEBOUZIE 1995. Larval development variation and adult emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* Gyllenhal (Col., Curculionidae). *J. Appl. Ent.*, **119**: 279-284.
- MENU, F. & E. DESOUHANT 2002. Bet-hedging for variability in life cycle duration: bigger and later emerging chestnut weevils have increased probability of a prolonged diapause. *Oecologia*, **132**: 167-174.
- MENU, F., J.-P. ROEBUCK & M. VIALA 2000. Bet-Hedging diapause strategies in Stochastic Environments. *The American Naturalist*, **155**, N° 6: 724-734.
- PIELOU, E. 1977. *Mathematical Ecology*, John Wiley & Sons. Inc..
- ROTUNDO, G., R. GIACOMETTI & A. CRISTOFARO 1991. Sulla dannosità dei principali fitofagi del frutto del castagno in alcune aree d'Italia meridionale. *Atti XVI Congresso nazionale italiano di Entomologia*: 771-779.
- ROTUNDO, G. & A. ROTUNDO 1986. Principali fitofagi delle castagne: recenti acquisizioni sul controllo chimico e biologico. *Giornate di studio sul Castagno*. Caprarola (VT): 3-19.
- RUPÉREZ, A. 1960. Localización del huevo del *Balaninus elephas* Gyll. con relación al daño denominado "melazo" de la bellota de la encina (*Q. ilex* Oerst.). *Bol. Serv. Plagas For.*, **6**: 133-145.
- SORIA, F.J., E. CANO & M. E. OCETE 1996. Efectos del ataque de fitófagos perforadores en el fruto de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**: 427-432.
- SORIA, F.J., E. CANO & M. E. OCETE 1999 a. Valoración del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* spp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto de alcornoque (*Quercus suber* Liné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 69-74.
- SORIA, F.J., P. MARTÍN, M. VILLAGRÁN & M. E. OCETE 1997. Estudio sobre la distribución de frutos afectados por *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col.: Curculionidae) en alcornoque (*Quercus suber* Linné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **23** (2): 289-294.
- SORIA, F.J., M. VILLAGRÁN, P. MARTÍN & M. E. OCETE 1999 b. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col.: Curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller)(Lep.: Tortricidae) en encina (*Quercus rotundifolia* Lam.): infestación y relaciones interespecíficas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 125-130.
- SORIA, F.J., M. VILLAGRÁN, R. DEL TIO, R. & M. E. OCETE 1995. Incidencia de *Curculio elephas* Gyll. (Col., Curculionidae) en los alcornocales y encinares del parque natural Sierra Norte de Sevilla.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 195-201.
- SORIA, F.J., A. JIMÉNEZ, M. VILLAGRÁN & M. E. OCETE 2005. Relación entre la colonización de la encina por *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) y el periodo de caída natural de frutos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: en prensa.
- VÁZQUEZ, F., F. ESPARRAGO, J. A. LÓPEZ & F. JARAQUEMADA 1990. Los ataques de *Curculio elephas* Gyll. (*Balaninus elephas*) y *Carpocapsa* sp. L. sobre *Quercus rotundifolia* Lam. en Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 755-759.