

## Descripción del ciclo biológico de *Curculio elephas* Gyllenhal (1836) (Coleoptera: Curculionidae) en un encinar del sur de España

A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE

*Curculio elephas* Gyllenhal (1836) es un fitófago que ataca los frutos de frondosas, siendo, especialmente, dañino en especies del género *Quercus* sp. y *Castanea sativa*. El ciclo biológico de este insecto ha sido descrito en castañares por muchos autores, no así en encinares, a pesar de los daños que produce en los frutos. Las larvas de este curculiónido durante su desarrollo consumen parte del embrión de la bellota, por lo que ésta pierde peso y calidad, cualidades que son importantes tanto para la alimentación del cerdo ibérico, como para la regeneración por semillas de las encinas.

En este trabajo, se ha realizado un seguimiento de las fases inmaduras y de los imágos de *Curculio elephas*, en un encinar del sur de España. El seguimiento en el campo se llevó a cabo desde abril de 2000 hasta diciembre de 2002. El objetivo principal de este estudio era elaborar y describir el ciclo biológico de *C. elephas* en encinares, con el fin de aportar datos de interés, en el caso de que se necesiten controlar sus poblaciones en estos ecosistemas.

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.

**Palabras clave:** *Curculio elephas*, encinar, *Quercus*, carpófago.

### INTRODUCCIÓN

El género *Quercus* L. está ampliamente distribuido en la Península Ibérica, siendo *Quercus ilex* L. y *Quercus suber* L. las especies arbóreas dominantes de las dehesas y montes mediterráneos.

Los frutos de estas especies vegetales son consumidos por un alto número de animales, entre los que cabe destacar a los insectos carpófagos, grupo donde se incluye el curculiónido, *Curculio elephas* Gyllenhal. Sus larvas se alimentan y desarrollan dentro de los frutos de especies del género *Quercus* y castaños (BÚRGÉS Y GÁL, 1981 a; CROCKER *et al.*, 1983; DELPLANQUE *et al.*, 1986; VÁZQUEZ *et al.*, 1990; CHIANELLA *et al.*, 1991; ROTUNDO

*et al.*, 1991; SORIA *et al.*, 1995 y 1996). En la encina (*Q. ilex*) esta actividad larvaria provoca una caída prematura y una disminución en el peso y tamaño de las bellotas, lo que conlleva pérdidas en la producción y, por tanto, afecta directamente a la montanera (VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1996; SORIA *et al.*, 1999 a y b). La alimentación en montanera da a la carne de cerdo ibérico una gran calidad y, por lo tanto, un alto precio en el mercado. Además de producir daños en la producción del encinar, también provoca daños en la germinación, disminuyendo la capacidad de autoregeneración del bosque.

En este trabajo se ha abordado el estudio del ciclo biológico de *C. elephas*, en un encinar del sur de España, explotado, fundamen-

talmente, en montanera. Con ello se pretende aportar datos sobre su biología que puedan ser útiles a la hora de implantar un programa de control integrado de las poblaciones de este carpófago.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El seguimiento de la población de *C. elephas* se llevó a cabo desde abril del año 2000 a diciembre de 2002, en una parcela localizada en la finca "El Rodeo" (UTM 29SQB6482) (Castilblanco de los Arroyos, Sierra Norte de Sevilla). La parcela es un encinar puro, con manchas rocosas y pendientes suaves, que presentaba una densidad media de 50 árboles/ha. El arbolado es joven y de porte mediano a pequeño, con un perímetro medio de 89,5 cm. La parcela se aisló del resto de la finca mediante una valla metálica que fue colocada en el año 2000, para impedir la entrada del ganado vacuno y porcino típico de la zona.

### Muestreo de imagos

La emergencia de los adultos de *C. elephas* se monitorizó mediante varios métodos: vareos, cajones sobre la superficie del suelo, tubos enterrados en el suelo con larvas maduras y recipientes con larvas maduras sobre la superficie. Sólo con los vareos se

obtuvieron datos suficientes para la realización del estudio.

Los vareos, se realizaron semanalmente desde el mes de julio hasta el mes de noviembre, durante los tres años de estudio. Este método, consistió en practicar cinco golpes secos con una pértiga de eucalipto de unos tres metros de longitud sobre ramas de encinas, dispuestas en las cuatro orientaciones cardinales. Las posibles capturas se recogen en una sombrilla de golpeo. Los vareos se realizaron sobre diez encinas elegidas al azar de la parcela. Este muestreo es similar al utilizado por PÉREZ-LAORGA (1998) y MANSILLA *et al.* (1999).

### Muestreo de puestas y larvas

Durante los tres años, en la época de producción de bellotas (mayo-diciembre), se eligieron diez encinas al azar de las que se recogieron muestras de frutos con una cadencia semanal. Cada muestra contenía 20 bellotas de copa y 20 del suelo. Éstas se individualizaban en bolsas de plástico y eran llevadas al laboratorio donde, posteriormente, primero se comprobaba si las bellotas presentaban orificios de puesta y después se abrían y se observaban bajo un binocular, identificando y cuantificando la presencia de *C. elephas*. Previamente, los frutos se medían, tomando los datos de anchura y longitud máximos con la ayuda de un calibre digital.

### Muestreo de pupas

Como las larvas de *C. elephas* se entierran al final de su desarrollo, para el estudio del periodo de pupación se colocaron, en octubre de 2001, cuatro pequeños recipientes (200 ml), con tierra y 10 larvas maduras en cada uno de ellos. Las larvas fueron llevadas desde el laboratorio, donde se habían recogido tras salir de frutos recolectados semanalmente en zonas cercanas a la parcela. Estos vasos tenían su parte inferior agujereada para permitir el drenaje del agua de lluvia. Estaban colocados en la parte superior de un recipiente de 25 l relleno, a su vez, de tierra (Figura 1). En los meses de octubre y noviembre de 2001, cada quince días se colocaron cuatro nuevos reci-



Figura 1. Recipientes con larvas maduras de *Curculio elephas* para el seguimiento de la pupación.

Cuadro 1. Número de ejemplares adultos de *Curculio elephas* capturados semanalmente.

| Fecha        | Año 2000  | Año 2001   | Año 2002    |
|--------------|-----------|------------|-------------|
| Septiembre 2 | -         | -          | 3 ♂         |
| Septiembre 3 | -         | 3 ♂        | 4 ♂ / 1 ♀   |
| Septiembre 4 | -         | 6 ♂ / 4 ♀  | 27 ♂ / 20 ♀ |
| Octubre 1    | 3 ♂ / 1 ♀ | 12 ♂ / 8 ♀ | 14 ♂ / 9 ♀  |
| Octubre 2    | 4 ♂ / 2 ♀ | 7 ♂ / 5 ♀  | 2 ♂ / 1 ♀   |
| Octubre 3    | 6 ♂ / 3 ♀ | 3 ♂        | 2 ♂         |
| Octubre 4    | 1 ♂ / 1 ♀ | -          | -           |

piantes, obteniéndose un total de dieciséis vasos y 160 larvas maduras. El seguimiento de la transformación en pupa se hizo semanalmente desde septiembre de 2002 hasta diciembre del mismo año.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Imagos**

En el cuadro 1 se muestra el número de adultos capturados, en cada uno de los años de seguimiento, obtenidos mediante el vareo. Se observa que el número de machos es superior al de las hembras, siendo la relación

media entre éstos de 1,8. En los estudios realizados por otros autores, también se produce un mayor número de capturas de machos que de hembras (BÜRGES y GÁL, 1981 a), y según MENU (1993 a) en una relación de 2,4 a 1. Asimismo se ve que, en los dos últimos años, se recolectaron machos antes y después del periodo en que se encontraron las hembras. MENU (1993 a) indica que, en castañares, las hembras también emergen de 3 a 5 días después que los machos.

La emergencia de adultos de *C. elephas* en la parcela está muy ligada al comienzo de la época de lluvias en la zona. En la figura 2,

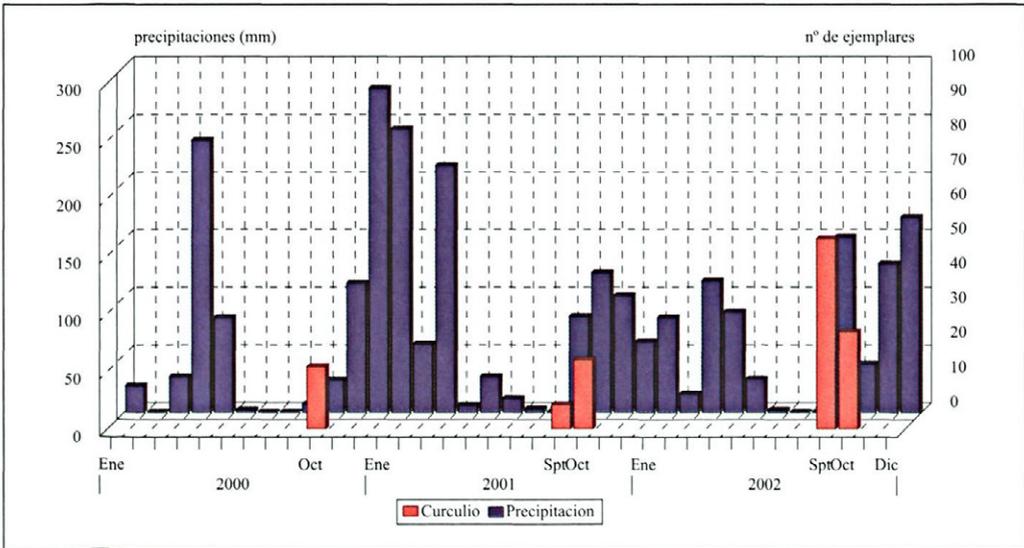


Figura 2. Precipitaciones mensuales y capturas de imagos de *Curculio elephas*.

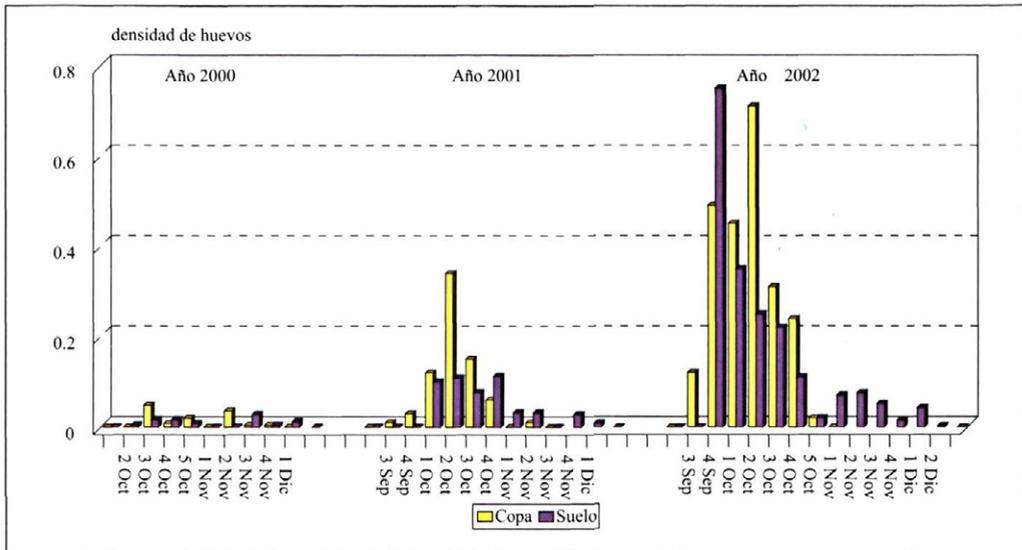


Figura 3. Densidad semanal de huevos de *Curculio elephas* en copa y suelo, desde el año 2000 al 2002.

se muestra como las capturas de imagos comienzan en los meses de septiembre (años 2001 y 2002), y octubre (año 2000), justo cuando caen las primeras lluvias otoñales, fenómeno que coincide con el descrito por BONILLA y ARIAS (2000). Esto es así porque los adultos de esta especie tienen que excavar en el suelo galerías hacia el exterior desde una profundidad de unos 2 a 20 cm (MENU y DESOUHANT, 2002), entonces tras el verano éste se encuentra muy seco, haciendo muy difícil esta actividad. Por tanto, esperan que la tierra se reblandezca tras las primeras lluvias para realizar las galerías y salir al exterior. El suelo de la parcela donde se realizaron los estudios tiene carácter arcilloso, lo que hace difícil la emergencia sin la ayuda de la lluvia. MENU (1993 a) observó que del 27 al 78% de las hembras no emergen cuando los veranos son secos y el suelo está muy duro.

### Puesta

En la figura 3 se muestran las densidades de huevos de *C. elephas* (número de huevos/bellota), contabilizadas en las muestras de suelo y copa. En el año 2000, se en-

contraron huevos en los frutos entre finales de octubre y principios de diciembre. En los años 2001 y 2002, las puestas aparecen desde mediados de septiembre a mediados o finales de noviembre, presentando valores máximos al comienzo de su observación. El periodo en que se observan las puestas viene dado, como es lógico, por el de presencia de adultos, y como se comentó anteriormente, éstos emergen antes en los dos últimos años, debido a las lluvias caídas en el mes de septiembre. El hecho de que se encuentren huevos cuando ya no se capturan adultos, se puede deber a que a finales de octubre las temperaturas son bajas y el desarrollo de estos insectos se ralentiza, o a que hubiera adultos en pequeñas cantidades y no se capturaron.

Según algunos autores (RUPÉREZ, 1960; MENU y DEBOUZIE, 1993; MANEL y DEBOUZIE, 1995; MANSILLA *et al.*, 1999), las puestas de *C. elephas* pueden encontrarse desde agosto hasta septiembre. En nuestra zona no se encontró ninguna en este periodo, localizando las primeras en septiembre, prolongándose hasta finales de octubre y principios de noviembre, en copa, coincidiendo con los

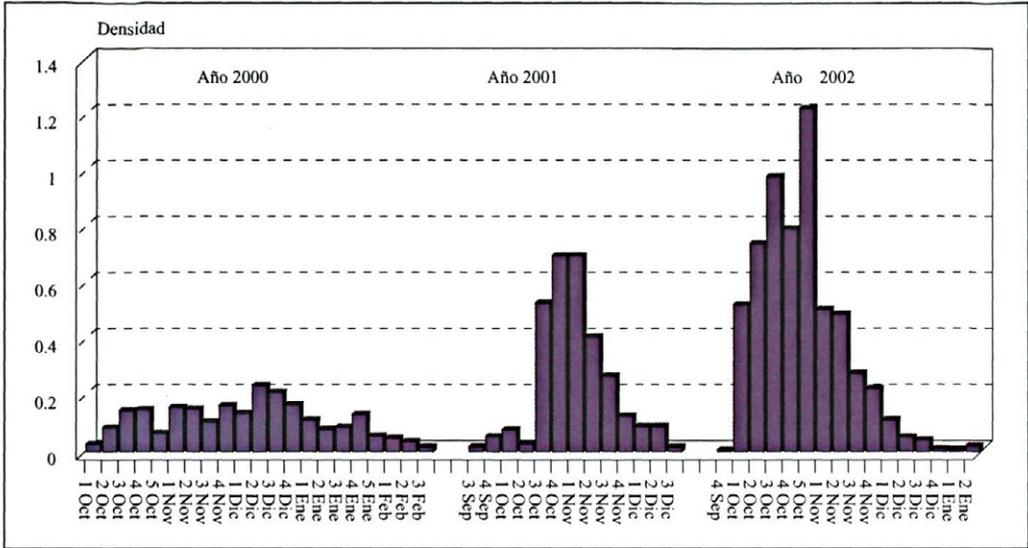


Figura 4. Evolución semanal de la densidad total de larvas de *Curculio elephas* desde el año 2000 al 2002.

datos obtenidos por BONILLA y ARIAS (2000) en encinares extremeños. Por lo tanto, el periodo de puestas es más tardío que en las zonas de castaños, pero su amplitud es similar (unos dos meses). Este hecho se puede deber a que los frutos de las encinas maduran entre octubre y noviembre, encontrándose en el árbol de forma natural hasta diciembre, mientras que en castaños esta maduración se da antes y sólo se encuentran frutos donde se puedan desarrollar las larvas hasta el mes de septiembre o principios de octubre, cuando caen las castañas.

**Larvas**

El periodo de presencia de las larvas en los frutos está representado en la figura 4, donde se muestran los valores de densidad larvaria (número de larvas/bellotas) encontrados semanalmente en la parcela. Se puede apreciar una gran diferencia en la amplitud del periodo de presencia de las larvas de *C. elephas*, en el primer año, que se debe, fundamentalmente, a la posibilidad de poder coger frutos en buen estado del suelo, es decir, que no estuvieran mordidos por los pequeños roedores de la zona, o en un avanzado estado de

descomposición provocado por la rotura del endocarpo realizada por carpófagos o roedores. En el primer año, se recogieron frutos hasta febrero, porque no se tuvieron problemas de roedores, sin embargo, a finales de diciembre de 2001 la mayor parte de los frutos estaban comidos y dispersos fuera de la proyección de la copa de los árboles, hecho que ocurrió en 2002 a partir de enero.

El comienzo de este periodo larvario está también relacionado con las épocas de lluvias otoñales, ya que éstas influyen, de forma directa, a la emergencia de adultos. En 2000, aparecieron en octubre, mes en el que las lluvias le permitieron la salida del suelo. En 2001 y 2002, estas lluvias aparecieron antes y con ellas, los adultos y la posterior presencia de larvas.

Gran parte de las larvas encontradas a partir de enero de 2000 y 2002 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

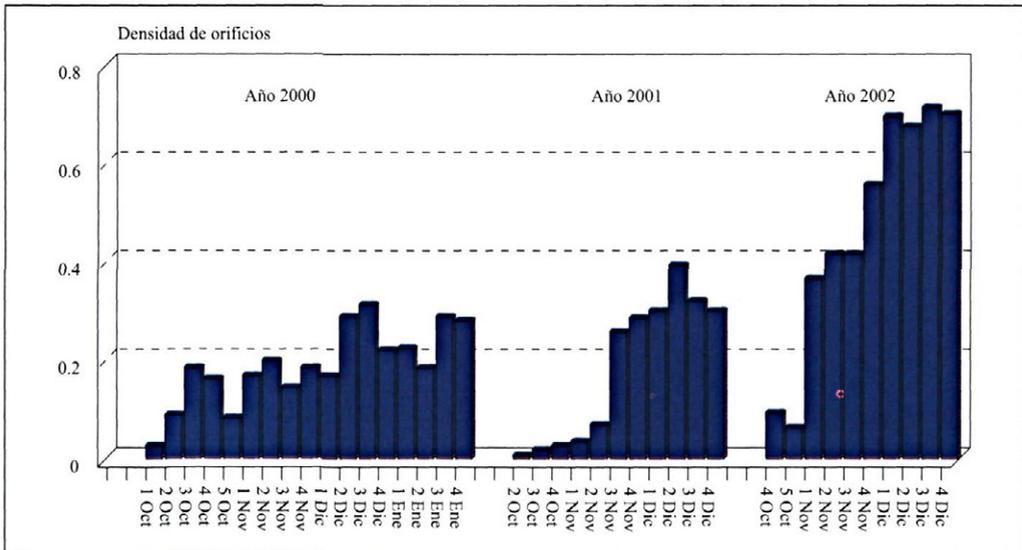
Cuadro 2. Porcentaje de bellotas dañadas que presentan distinto número de larvas de *Curculio elephas*.

| Nº de larvas/<br>fruto afectado | Año 2000<br>(n=990) | Año 2001<br>(n=1.336) | Año 2002<br>(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                   |

el trabajo de MENU y DEBOUZIE (1995), donde indican que la morfogénesis dura más por el decrecimiento de las temperaturas en noviembre.

La presencia de larvas en otras zonas comienza en septiembre (RUPÉREZ, 1960; BÚRGES y GÁL, 1981 b; VÁZQUEZ *et al.*, 1990; MENU, 1993; MANSILLA *et al.*, 1999), como ocurre durante los dos últimos años en nuestra parcela (Figura 4), ya que en 2000 se observaron larvas sólo desde el mes de octubre. Si se considera que a partir de diciembre, el número de larvas no es muy significa-

tivo y, además, presentan los estados antes descritos, hibernación y mal desarrollo, podemos ver que también coincide el final del periodo larvario con el descrito en la bibliografía por RUPÉREZ (1960) y BÚRGES y GÁL (1981 b), es decir, en diciembre. Podemos concluir, por tanto, que en la parcela de seguimiento, el periodo total de presencia de larvas es de unos tres meses. La apreciación de la duración de este periodo, también está sujeta a la posibilidad de recoger frutos del suelo, y del estado en que éstos se encuentren pues, como está citado en la bibliografía

Figura 5. Evolución semanal de la densidad total de orificios producidos por *Curculio elephas* desde el año 2000 al 2002.

(DELPLANQUE *et al.*, 1986; HRASOVEC y MARGALETIAE, 1995; LEIVA y FERNÁNDEZ-ALÉS, 2001) y se ha comentado con anterioridad, la presencia de varias especies de pequeños mamíferos dan lugar a que los datos sean poco fiables a partir de ciertas fechas.

El cuadro 2 muestra los frutos dañados según el número de larvas que se encontraron en su interior. Los porcentajes de bellotas con una larva son un poco mayores que los encontrados en la bibliografía para castañas, donde dan valores del 51% y del 56,3% (DESOUHANT, 1998; DESOUHANT *et al.*, 1998). Los valores de porcentaje de frutos con dos ejemplares son muy similares a los indicados por los autores antes citados, los cuales son del 27,8% y 26%, respectivamente. Algunos investigadores opinan que las

hembras de *C. elephas* presentan un mecanismo discriminatorio respecto a los frutos ya infestados (DESOUHANT *et al.*, 1998; DESOUHANT, 1998; DESOUHANT *et al.*, 2000) y, por ello, es tan grande el porcentaje de bellotas con una o dos larvas. Intentaron obtener la causa de esta distinción y 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 nos llevan a otra hipótesis. Podría deberse a que las hembras, al poner los huevos en la bellota, provocan daños en su base que dan lugar a una caída prematura de los frutos, impidiendo que aumente el número de puestas. A veces, si la bellota no queda muy dañada tras la primera

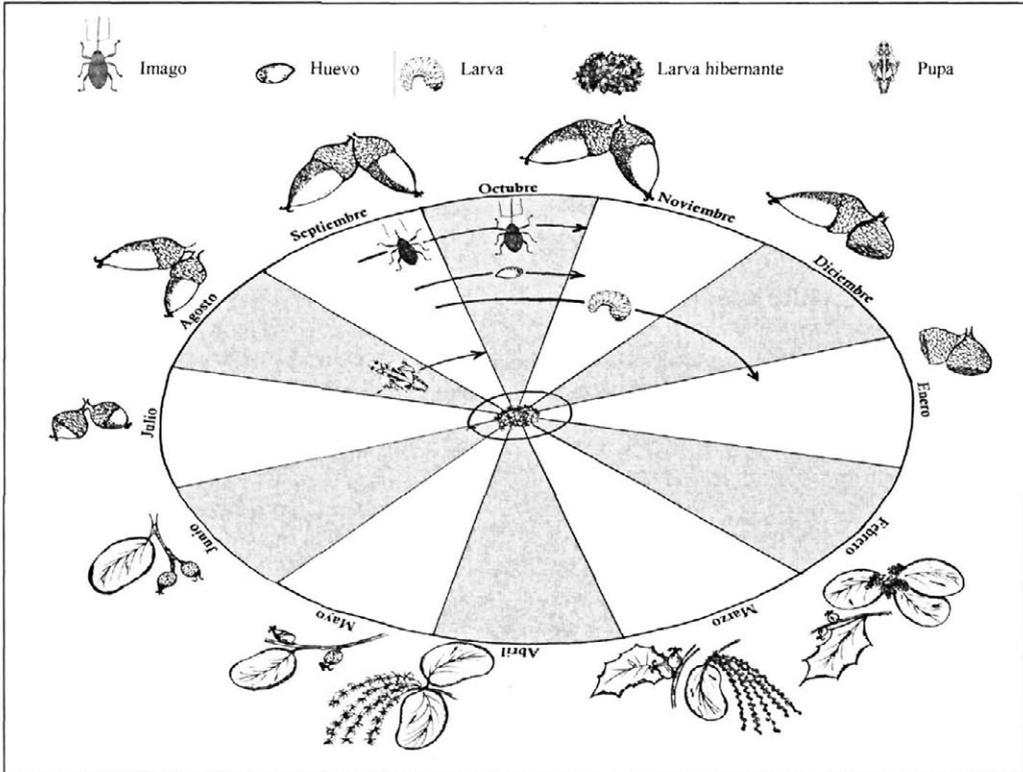


Figura 6. Esquema del ciclo biológico de *Curculio elephas*.

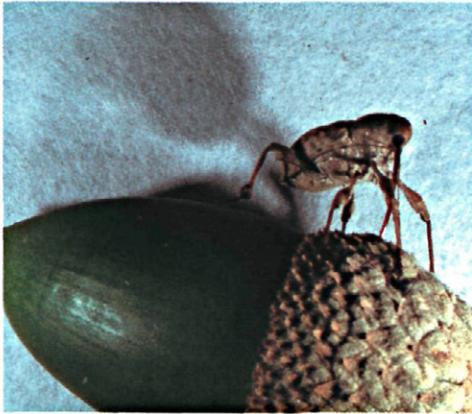


Figura 7. Detalle de la realización del orificio de puesta de una hembra de *Curculio elephas*.

puesta, resiste más tiempo en el árbol, siendo susceptible de volver a ser depositaria de nuevas puestas.

Una vez que la larva sale de la bellota comienza su etapa de hibernación. El comienzo de esta etapa se ha definido a partir de la aparición de orificios en las bellotas, observándose éstos en frutos recolectados a mediados o finales del mes de octubre en los tres años de estudio (Figura 5). BONILLA y ARIAS (2000) también comienzan a encontrar estos orificios a finales de octubre en los encinares extremeños.

Octubre coincide con la fecha indicada 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 los castañares. El final del periodo de recolección de frutos con orificios viene dado, al igual que ocurre con el de larvas, 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. Por tanto, esta es la fecha en que la mayoría de las larvas se encuentran en el suelo.

### Pupas

En los recipientes de plástico colocados en la parcela de seguimiento, se comenzaron a encontrar pupas desde la primera semana

de agosto hasta finales de septiembre. Debido a la presencia de hongos en los recipientes se perdió un alto número de las larvas maduras, por ello sólo se puede hacer una valoración cualitativa y no cuantitativa.

### Ciclo biológico

Teniendo en cuenta los resultados mostrados anteriormente, el ciclo biológico de *Curculio elephas*, en la zona donde se ha realizado el seguimiento, sería el que a continuación se describe (Figura 6).

Los adultos emergen a finales de septiembre o en octubre, dependiendo de la época en que comiencen las lluvias otoñales, dejándose de observar a finales de octubre. Estos adultos se alimentan de los frutos, introduciendo su rostro en su parte basal, produciendo daños al albúmen de éste, ya que deja la zona central de la bellota totalmente agujerada. Las puestas comienzan a encontrarse en los frutos casi al mismo tiempo en que aparecen los adultos. La hembra, antes de realizar la puesta recorre el fruto como si estuviera viendo si es adecuado para la realización de ésta. La puesta se lleva a cabo sobre los frutos ya maduros, puesto que los adultos emergen en la época en que las bellotas, en su mayoría, han alcanzado el 90 % de su tamaño total (JIMÉNEZ, 2003). La hembra perfora la cúpula con su largo rostro (Figura 7),

girando de un lado a otro, hasta que llega a la zona basal del fruto, cerca de la placenta, donde tras girarse e introducir el ovopositor, pone de uno a tres huevos, aunque, a veces, se han encontrado más de tres bajo un solo orificio de puesta, correspondientes, según los estudios realizados por DESOUHANT *et al.* (2000) a más de una hembra. Las bellotas con picaduras no muestran ningún síntoma de estar dañadas, sólo el orificio por donde se ha introducido la puesta. Los huevos son encontrados desde mediados de septiembre o principios de octubre hasta finales de noviembre o mediados de diciembre.

Al cabo de pocos días aparecen las primeras larvas. Si se calcula la duración del periodo larvario como el tiempo transcurrido entre los valores máximos de las larvas  $L_1$  y las  $L_4$ , es de unos 21 días. Además, teniendo en cuenta que desde las primeras puestas hasta que aparecen los primeros orificios en los frutos recolectados pasan aproximadamente entre 28 y 35 días, se puede decir que la incubación tiene una duración media de, aproximadamente, 10 días. COLIZZA (1929) observó que a los 7 u 8 días de la puesta aparecían las primeras larvas y que, desde el momento de las puestas hasta el final del desarrollo larvario, pasaban unos 40 días, valor con el que coinciden BOVEY *et al.* (1975). MANEL y DEBOUZIE (1995 y 1997) realizaron estudios sobre la influencia de la temperatura en el desarrollo de los diferentes fases de *C. elephas*, obteniendo que a temperatura constante de 20°C el desarrollo embrionario sería de unos 8,1 días y el larvario duraría de 28,1 a 31,2 días. Nuestra área de estudio presenta unas temperaturas medias en los meses de octubre y noviembre de 18,2°C y 11,6°C, respectivamente, por lo tanto, es lógico que en esta zona el periodo de incubación sea un poco más largo.

En la copa de la encina sólo se ha encontrado un 1,5% de frutos con orificio/s, indicando que la mayoría de las larvas completan su desarrollo dentro de los frutos en el

suelo. De hecho, se encontraron larvas de todos los estadios en estos frutos. Los estudios realizados por MENU y DEBOUZIE (1993) también afirman este hecho.

Durante el desarrollo de la larva, el fruto va quedando completamente lleno de excrementos. Al terminar éste, las larvas perforan un orificio de sección circular en el pericardio, por el que salen para enterrarse posteriormente en el suelo. El periodo de enterramiento se ha definido a partir de la presencia de orificios en fruto. Se observa que *Curculio* empieza a salir de las bellotas a mediados del mes de octubre en los tres años, prolongándose el periodo de salida hasta finales de diciembre o principios de enero, como mínimo. Más allá de estas fechas, las bellotas son consumidas o se encuentran en condiciones de avanzada descomposición, causas que impiden que se conozca si hay o no orificios.

El comienzo de la diapausa de las larvas se obtiene al observar el periodo de presencia de orificios en los frutos ya que, como se comentó anteriormente, las larvas perforan la cubierta del fruto para salir y enterrarse en el suelo a hibernar. Empiezan a aparecer larvas en diapausa a partir de mediados de octubre. En esta fase, se van a hallar larvas durante todo el año, pues como describieron BOVEY *et al.* (1975), DEBOUZIE y MENU (1992), MENU (1993 a y b), MENU y DEBOUZIE (1993 y 1995), y HRASOVEC y MARGALETIAE (1995), algunas larvas de *C. elephas* presentan diapausa prolongada, lo cual hace que no pupen hasta dos o tres años después. En la bibliografía, las pupas aparecen en los meses de junio y julio (PAPARATTI y SPERANZA, 1999), y en junio, julio y agosto (RUPÉREZ, 1960; BOVEY *et al.*, 1975; MENU y DEBOUZIE, 1995), y también en septiembre (HRASOVEC y MARGALETIAE, 1995). En nuestra zona, las larvas con diapausa simple permanecen en esta situación hasta agosto y septiembre, meses en los que se han encontrado las pupas al excavar en los recipientes colocados sobre la superficie de la parcela.

## ABSTRACT

JIMÉNEZ A., F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. 2005. Description of biological cycle of *Curculio elephas* Gyllenhal (1836) (Coleoptera: Curculionidae) in holm oaks in southern Spain. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 353-363.

The weevil, *Curculio elephas* Gyllenhal (1836), is an important pest of holm oak fruits, other *Quercus* species and *Castanea sativa*. The biological cycle of this insect mainly has been described in chestnut trees. The weevil larvae have an endophytic development in fruits and reduce the holm oak acorns mean weight and its nutritive quality. This fact affect to feeding of Iberian pig. The larval activity damages the acorns cotyledon too, affecting the germinative capability of *Quercus* species.

In the present paper, a monitoring of immature and mature phases of *Curculio elephas* has been made in a holm oak wood of southern Spain. The field study was conducted from April 2000 to December 2002. The mainly objective of this study was elaborated and described the biological cycle of *C. elephas* in holm oak. These results can be used to design an integrated management control of this pest in holm oak forests of the south of Spain.

**Key words:** *Curculio elephas*, holm oak, *Quercus*, carpophagous insect.

## REFERENCIAS

- BONILLA, A.A. y ARIAS, A., 2000. Estudio para el seguimiento de la biología y control de la plaga *Curculio* sp., en encinares extremeños. *Aeceriber*: 61-66.
- BOVEY, P., LINDER, A. y MÜLLER, O., 1975. Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse). *Schw. Zeits. Forstwesen*, **126** (11): 781-820.
- BÜRGES, G. y GAL, T., 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.
- BÜRGES, G. y GAL, T., 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.
- CHIANELLA, M.; TARTAGLIA, A.; BATOCCHI, R.; GRIECO, G. y CASCIELLO, N., 1991. Difesa del castagno da cidie e balanino. *L'Informatore Agrario*, **30**: 74-75.
- COLIZZA, C., 1929. Contributo alla conoscenza del Balanino delle castagne. *Boll. Lab. Zool. Gen. E Agri. Portici*, **22**: 190-195.
- CROCKER, R.L. y MORGAN D.L., 1983. Control of weevil (*Curculio* sp.) Larvae in Acorns of the Live Oak (*Quercus virginiana*) by Heat. *HortScience*, **18** (1): 106-107.
- DEBOUZIE, D. y MENU, F., 1992. Prolonged diapause frequency in experimental chestnut weevil *Curculio elephas* populations. *Acta Oecologica*, **13** (3): 315-324.
- DELPLANQUE, A.; AUGUSTIN, S. y METREAU, C., 1986. Analysis of the repartition of *Curculio* and *Laspeyresia* in the acorn production of one Oak (*Q. petrea*) in Central France. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Conference of the Cone and Seed Insects*: 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.; DEBOUZIE, D. y MENU, F., 1998. Oviposition pattern of phytophagous insects: on the importance of host population heterogeneity. *Oecologia*, **114**: 382-388.
- DESOUHANT, E.; DEBOUZIE, D.; PLOYE, H. y MENU, F., 2000. Clutch size manipulations in the chestnut weevil, *Curculio elephas*: fitness of oviposition strategies. *Oecologia*, **122**: 493-499.
- HRASOVEC, B. y MARGALETAE, J., 1995. Seed pest impact on reforestation efforts in Croatia. <http://hrast.su>
- JIMÉNEZ A., 2003. Bioecología y control de los principales insectos carpófagos de la encina. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- LEIVA, M.J. y FERNÁNDEZ-ALÉS, R., 2001. Limitaciones a la autorregeneración de la encina en dehesas y montes de Sierra Morena. Predación de frutos. III Congreso Forestal Español. Granada.
- MANEL, S. y DEBOUZIE, D., 1995. Prediction of egg and larval development times in the field under variable temperatures. *Acta Oecologica*, **16** (2): 205-218.
- MANEL, S. y DEBOUZIE, D., 1997. Modeling Insect Development Time of Two or More Larval Stages in the Field Under Variable Temperatures. *Environ. Entomol.* **26**, n° 2: 163-169.
- MANSILLA, J.P., PÉREZ, R. y SALINERO, C., 1999. Estudios y ensayos de control integrado de los insectos carpófagos del castaño. *Phytoma España*, **112**: 22-30.
- MENU, F., 1993 a. Diapause development in the chestnut weevil *Curculio elephas*. *Entomol. Exp. Appl.*, **69**: 91-96.
- MENU, F., 1993 b. Strategies of emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia*, **96**: 383-390.
- MENU, F. y DEBOUZIE, D., 1993. Coin-flipping plasticity and prolonged diapause in insects: example of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Col., Curculionidae). *Oecologia*, **93**: 367-373.
- MENU, F. y DEBOUZIE, D., 1995. Larval development variation and adult emergence in the chestnut weevil

- Curculio elephas* Gyllenhal (Col., Curculionidae). *J. Appl. Ent.*, **119**: 279-284.
- MENU, F.; ROEBUCK, J-P. y VIALA, M., 2000. Bet-Hedging diapause strategies in Stochastic Environments. *The American Naturalist*, **155**, Nº 6: 724-734.
- MENU, F. y DESOUHANT, E., 2002. Bet-hedging for variability in life cycle duration: bigger and later emerging chesnut weevils have increased probability of a prolonged diapause. *Oecologia*, **132**: 167-174.
- PAPARATTI, B y SPERANZA, S., 1999. Biological control of chestnut weevil (*Curculio elephas* Gyll.; Coleoptera, Curculionidae) with the entomopathogen fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. on Chesnut. *Acta Hort.* 494. Ed. G. Salesses.
- PÉREZ-LAORGA, E.M., 1998. Experiencia sobre posibles tratamientos para el control de *Curculio* sp. (*Balaninus* sp.) en bellotas de encina. Resultados del año 1998. Informes Técnicos. Plagas y Patología Forestal. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente.
- ROTUNDO, G.; GIACOMETTI, R. y CRISTOFARO, A., 1991 a. Sulla dannosità dei principali fitofagi del frutto del castagno in alcune aree d'Italia meridionale. *Atti XVI Congresso nazionale italiano di Entomologia*: 771-779.
- 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., VILLAGRÁN, M.; DEL TIO, R. y OCETE, M.E., 1995. Incidencia de *Curculio elephas* Gyll. (Col., Curculionidae) en los alcornoques y encinares del parque natural Sierra Norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 195-201.
- SORIA, F.J.; CANO, E. y OCETE, M.E., 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., VILLAGRÁN, M., MARTÍN, P. y OCETE, M.E., 1999 a. *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., CANO, E. y OCETE, M.E., 1999 b. 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, 1999.
- VÁZQUEZ, F.M.; ESPARRAGO, F.; LÓPEZ, J.A. y JARAQUEMADA, F., 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.

(Recepción: 30 diciembre 2004)

(Aceptación: 25 febrero 2005)