

## Relación entre la colonización de la encina por *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) y el periodo de caída natural de frutos

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

En un encinar del SW de España se ha realizado el seguimiento de una población del gorgojo *Curculio elephas* Gyll. (Coleoptera, Curculionidae) durante 2001 y 2002. La finalidad del trabajo fue valorar y relacionar la incidencia de la infestación del insecto con el proceso de maduración y caída natural de frutos de la encina. Durante 2002 la producción de frutos de las encinas seleccionadas fue muy inferior a 2001, mientras que la infestación y densidad poblacional del insecto aumentó 2,6 y 2,8 veces, respectivamente. Estos aumentos poblacionales se produjeron como consecuencia de diversos factores, entre los que destacamos la menor disponibilidad de frutos y la ausencia de ganado porcino en la parcela de experimentación. Los frutos afectados por *C. elephas* presentaron un tamaño significativamente mayor que los sanos, sin embargo, esta selección creemos que está más relacionada con el grado de madurez que con el tamaño de los frutos. Durante 2001 se apreciaron dos picos de caída de bellotas, el primero se correspondió a un valor máximo de frutos afectados por el gorgojo y el segundo a un máximo de frutos sanos. En 2002 tan sólo se apreció un pico debido a los altos niveles poblacionales del insecto. Estos resultados junto con los obtenidos en un seguimiento controlado de la caída de frutos en 2002, sugieren que la actividad de *C. elephas* provoca una aceleración en la caída de frutos al suelo.

F. J. SORIA, A. JIMÉNEZ, 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*, Coleoptera, Curculionidae, *Quercus rotundifolia*, encina, bellota, caída de frutos.

### INTRODUCCIÓN

La encina (*Quercus rotundifolia* (Lamarck) y *Q. ilex* (Linneo)) y el alcornoque (*Q. suber* Linneo) son las especies arbóreas más representativas del bosque mediterráneo, que se caracteriza por tener un clima de inviernos moderadamente húmedos y veranos muy calurosos y secos. España es el primer país en cuanto a extensión del dominio de la encina, siendo la primera especie en superficie ocupada, unas 2.705.394 ha, es decir, el 16,48% del área arbolada. En el sur de Espa-

ña (Andalucía), zona donde se ha realizado el presente estudio, la encina dominante pertenece a la especie *Quercus rotundifolia* y ocupa un 34 % de la cobertura arbórea con unas 887.379 ha de extensión.

La encina es una especie con un bajo poder de autogeneración por semillas, a pesar de su alta producción y ello se debe, principalmente, a que existe un elevado número de especies animales consumidoras de sus frutos que pueden ser las causantes de los bajos niveles de regeneración y, sin embargo, hay un gran desconocimiento de

éstos. Entre los enemigos que afectan a la producción y a la regeneración de frutos de la encina habría que destacar a los insectos carpófagos, principalmente los lepidópteros Tortricidae, *Cydia fagiglandana* (Zeller), *Cydia penkleriana* (Denis & Schiffermüller) y *Pammene fasciana* (Linnaeus), y el coleóptero Curculionidae *Curculio elephas* (Gyllenhal). Las larvas de estos insectos se alimentan y desarrollan dentro de los frutos de gran número de *Quercus* sp., actividad que conlleva pérdidas en la producción de bellotas de estos árboles.

*Curculio elephas* (Figura 1) es uno de los carpófagos más habituales de encinas y castaños (BÜRGES y GÁL, 1981 a; CROCKER y MORGAN, 1983; DELPLANQUE *et al.*, 1986; VÁZQUEZ *et al.*, 1990; CHIANELLA *et al.*, 1991; ROTUNDO *et al.*, 1991; SORIA *et al.*, 1995 y 1996). Este coleóptero presenta un ciclo biológico con una generación al año. Los adultos aparecen desde finales de junio a finales de septiembre (BONNEMAISON, 1964; BALACHOWSKY, 1966; BOVEY *et al.*, 1975; BÜRGES y GÁL, 1992). En los encinares del sur de España, comienzan a emerger desde finales de septiembre o principios de octubre, coincidiendo con las primeras lluvias otoñales y dejan de observarse a finales de octubre. Las puestas tienen lugar desde finales de agosto a septiembre (DEBOUZIE *et al.*,



Figura 1. Ejemplar macho de *Curculio elephas*.

1993); en Andalucía desde mediados de septiembre o principios de octubre hasta finales de noviembre o mediados de diciembre (JIMÉNEZ, 2003). El desarrollo larvario se produce en el interior de un solo fruto y dura entre 35 y 40 días, tras los cuales éste ha quedado totalmente excavado y lleno de excrementos. Al finalizar su fase de alimentación en el fruto, la larva lo abandona perforando un orificio redondeado en el pericardio. Según salen, se entierran en el suelo donde construyen un cocón terroso para hibernar (RUPÉREZ, 1960; BOVEY *et al.*, 1975; ROTUNDO y ROTUNDO, 1986; MENU y DESOUHANT, 2002). La larva permanece enterrada en diapausa durante todo el invierno y primavera, y a principios del verano siguiente comienza la pupación (RUPÉREZ, 1960; BOVEY *et al.*, 1975; MENU y DEBOUZIE, 1995).

La actividad larvaria de *C. elephas* ocasiona diversos tipos de daños en el fruto de la encina. Las larvas al alimentarse de los cotiledones de la bellota provoca daños en producción que pueden traducirse en pérdidas medias del 23,45% del peso húmedo y del 27,2 % del peso seco (SORIA *et al.*, 1996), o del 50% de peso húmedo y del 60% del peso seco según VÁZQUEZ *et al.* (1990). *C. elephas* también puede afectar a la capacidad germinativa de encinas y alcornoques, ya que sus larvas puede destruir el embrión de la bellota (SORIA *et al.*, 1996 y 1999 a), lo cual afecta de forma negativa a la autoregeneración en las dehesas y montes (LEIVA y FERNÁNDEZ-ALÉS, 2001). Por último, los adultos cuando pican el fruto pueden introducir microorganismos, como los hongos que sirven de alimento a ácaros, y las larvas maduras, cuando abandonan el fruto, dejan orificios en el pericardio que propician la entrada de colémbolos, hormigas, miriápodos y otros pequeños invertebrados que provocan una descomposición rápida de la bellota (DAJOZ, 2001).

En la encina, *C. elephas* coloniza los frutos en copa pero suele completar su desarrollo larvario el suelo, después que la encina halla tirado sus frutos. En este trabajo se rea-

liza un seguimiento de colonización del insecto y se relaciona con el proceso de maduración y caída natural de frutos de la encina. El seguimiento se realizó en un encinar de SW de España durante dos años, valorándose los niveles poblacionales de *C. elephas*, las relaciones entre los tamaños de los frutos sanos y colonizados, y comprobándose la incidencia del insecto ante una caída prematura de la bellota.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Zona de estudio.** Los muestreos se han realizado en una parcela encinar localizada en Castilblanco de los Arroyos a 72 Km de Sevilla (U.T.M. 29SQB6482). Se trata de una localidad donde predominan los encinares y alcornoques, paisajes típicos del bosque mediterráneo, y que pertenece al Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

La parcela se aisló del resto de la finca por una valla de alambre que impedía la entrada del ganado. Con esta valla se evitó el consumo de frutos del suelo por la ganadería porcina típica de la zona, que provoca una eliminación rápida y progresiva de las bellotas en suelo. La parcela experimentación incluye un total de 105 encinas y se corresponde con una masa encinar pura, adhesada, de árboles con porte mediano (perímetro medio 89,5 cm) y con una densidad media de unas 50 encinas/ha.

**Muestreo de cajones.** Con este muestreo se pretendió relacionar la evolución de la población de *C. elephas* con la caída natural de frutos de la encina. Para ello se eligieron y marcaron 10 árboles al azar que fueran productores de frutos. En la zona de proyección de la copa se colocaron dos cajones de 75x75 cm, con 20 cm de altura y el fondo de una malla de plástico (Figura 2). Los cajones se colocaron antes del periodo de caída de frutos y se retiraron cuando los árboles dejaron de tirar sus bellotas al suelo. No se tuvo en cuenta la orientación cardinal para la colocación de los cajones ya que no parece influir en la distribución del insecto (DEBOUZIE, 1984; DELPHANQUE *et al.*, 1986; SORIA *et al.*, 1997). Semanalmente los frutos eran retirados y llevados al laboratorio para su análisis. A todos los frutos se les midió su longitud y anchura máximas, y se abrieron para determinar y cuantificar la existencia de fases preimaginales de *Curculio elephas* (huevos o larvas), así como la presencia de orificios de salida (cada huevo, larva u orificio se computó como un individuo). Los muestreos se llevaron a cabo de septiembre a enero de los años 2001 y 2002.

Paralelamente a este muestreo, se recogieron muestras de copa de los diez árboles seleccionados. Se tomaron 20 frutos, al azar, de zonas de la copa que no tuvieran influencia con las zonas de caída en los cajones. Los muestreos comenzaron en el mes de mayo en



Figura 2. Cajón para la recogida de bellotas.



Figura 3. Bolsones en ramas de encina.

los dos años y finalizaron a mediados de noviembre, cuando han caído al suelo la mayoría de los frutos. La finalidad de este muestreo fue analizar la evolución del tamaño de frutos y el periodo de colonización y ovoposición de *C. elephas*.

**Muestreo de bolsones.** En este muestreo se estudió de forma controlada la caída natural de frutos y la infestación del carpófago. La experiencia se realizó durante el año 2002 y consistió en envolver tres ramas jóvenes de cinco árboles con bolsas de tela de tul (luz de la malla de 1 mm y un volumen aproximado de 0,30 m<sup>3</sup>) (Figura 3). Tanto los árboles como las ramas se eligieron al azar dentro de la parcela de experimentación, excluyendo a los diez marcados para el seguimiento en cajones. Los árboles se marcaron con las letras A, B, C, D y E. Los bolsones se colocaron durante el mes de mayo para evitar que los frutos fueran atacados por *Curculio elephas* u otros insectos carpófagos. Se introdujo una pareja del curculiónido en cada bolsón, de modo que, por árbol, habría dos bolsones ocupados por insectos y uno utilizado como control. Los imágos fueron capturados en campo mediante el golpeo o vareo de ramas de la copa y las parejas se introdujeron en los bolsones de forma escalonada; en los árboles A y B se realizó el 24

de septiembre, en el C y E el 27 de septiembre y en el D el 4 de octubre.

A los cinco días de haber sido introducidas, se retiraron las parejas de *C. elephas* para evitar que picaran frutos caídos en la malla. Los bolsones se revisaron cada tres días, retirándose los frutos que habían caído. Las muestras se examinaron en el laboratorio, anotándose el número de frutos con huevos o larvas (frutos picados) frente al número de frutos sanos.

**Análisis estadísticos.** Para los análisis discriminatorios se empleó el test F de análisis de la varianza ANOVA cuando los datos cumplieron la hipótesis de normalidad (test Wilk-Shapiro) y el test de Kruskal-Wallis cuando no cumplieron esta hipótesis. El nivel de significación empleado fue del 5%

## RESULTADOS

### Niveles poblacionales

La encina es una especie que tiende a producir bellotas todos los años, sin embargo, la producción puede variar de un año a otro dependiendo de factores como la climatología, genética del árbol, ataque de plagas y enfermedades, etc. En la parcela de experimentación, durante 2001 se recogieron 2075 frutos en cajones y 1085 en 2002. Esta

Cuadro 1. Porcentaje de frutos infestados y densidad poblacional de *Curculio elephas* en las encinas seleccionadas, durante 2001 y 2002. N, nº de frutos; S.E., Error estándar.

Árbol	2001				2002			
	N	% frutos sanos	% frutos infestados	Densidad±S.E.	N	% frutos sanos	% frutos infestados	Densidad±S.E.
1	368	73,68	17,93	0,3179±0.0390	113	6,20	84,95	1,3805±0,0883
2	236	69,91	22,03	0,3305±0.0442	54	1,85	92,59	1,5556±0,1230
3	170	48,82	18,23	0,3355±0.0601	121	28,09	66,94	1,2645±0,1130
4	389	70,43	19,79	0,2339±0.0254	82	25,61	69,51	0,8049±0,0745
5	190	30,52	41,58	0,6947±0.0709	143	6,99	74,12	1,3147±0,0949
6	253	58,89	26,88	0,3557±0.0408	183	22,95	69,39	0,9290±0,0585
7	171	28,65	52,05	0,8772±0.0747	109	12,84	70,64	1,4679±0,12740
8	140	34,28	37,71	0,6143±0.0821	111	9,90	72,07	1,4054±0,1133
9	69	47,82	40,57	0,7101±0.1291	19	10,52	73,68	2,5263±0,6982
10	89	22,47	24,72	0,4831±0.1049	150	15,33	56,00	0,8267±0,0743

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre los porcentajes de infestación y la densidad poblacional de *Curculio elephas* durante 2001 y 2002.

	2001		2002	
	N	Infestación	N	Infestación
Infestación	-0,5249	-	-0,4715	-
Densidad	-0,6019	0,8457	-0,7417	0,4000

reducción en la producción de frutos puede incidir en las poblaciones de carpófagos y, muy especialmente, en *C. elephas* cuyos índices poblacionales variaron notablemente en los dos años de muestreo. Concretamente, en 2001 el porcentaje de frutos afectados por este insecto fue del 27,08% y la densidad poblacional (número medio de individuos por fruto) de 0,4304±0,0177, mientras que en 2002 el porcentaje de infestación fue del 71,15% y la densidad de 1,2028±0,0346.

Durante los dos años, también se detectó la presencia del insecto carpófago *Cydia fagiglandana* (Lepidoptera, Tortricidae), que ocupó un 17,35% de los frutos en 2001 y un 13,64% en 2002.

*C. elephas* estuvo presente en los diez árboles seleccionados durante los dos años de muestreo como se muestra en el cuadro 1, con densidades poblacionales que oscilaron entre 0,233 y 0,877 en 2001, y entre 0,8049 y 2,5263 en 2002, encontrándose frutos hasta con 10 larvas. Al comparar los índices de infestación y densidad, de los dos años de muestreo, se obtienen correlaciones negativas entre el número de frutos disponibles (N) y la infestación y densidad poblacional de *C. elephas* (Cuadro 2). Por tanto, el número de frutos atacados y el número medio de individuos por fruto tienden a aumentar conforme disminuye el número de frutos disponibles en el árbol.

**Relación con el tamaño de fruto**

En las muestras de copa, las primeras puestas de *Curculio elephas* en frutos se detectaron a finales de septiembre-principios de octubre en 2001, mientras que en 2002, fueron a mediados de septiembre. Sin embargo, en ambos años, el tamaño medio de los frutos, en el momento de encontrar huevos y larvas neonatas, fue muy similar, con una longitud media entre 28 y 31 mm y una anchura entre 11 y 12 mm, que constituye, aproximadamente, el 90% del tamaño total de la bellota.

Con las muestras de cajones, se compararon los tamaños medios de los frutos sanos y los afectados por *C. elephas* en los dos años de muestreo (Cuadro 3). En 2001 los frutos afectados tuvieron un largo y ancho medio superior al de los sanos; igualmente ocurrió en 2002, aunque durante este año los frutos fueron más pequeños. Las diferencias de las medias muestrales fueron significativas tras aplicarle el test F. Estos resultados indican que existe una relación directa entre la puesta e infestación del curculiónido y el tamaño de los frutos disponibles.

**Evolución temporal de la caída**

La evolución temporal de caída de frutos en los cajones fue muy distinta en los dos años de muestreo, al igual que su producción

Cuadro 3. Tamaños medios (mm) de frutos sanos e infestados por *C. elephas* durante 2001 y 2002.

	2001			2002		
	F. sanos Media±SE N (1155)	F. infestados Media±SE N (562)	Test F	F. sanos Media±SE N (165)	F. infestados Media±SE N (770)	Test F
Longitud	34,601±0,1497	35,151±0,1802	4,88	30,413±0,3974	32,602±0,1636	30,19
Anchura	12,411±0,0744	13,126±0,0995	31,60	12,306±0,2306	13,171±0,0967	13,61

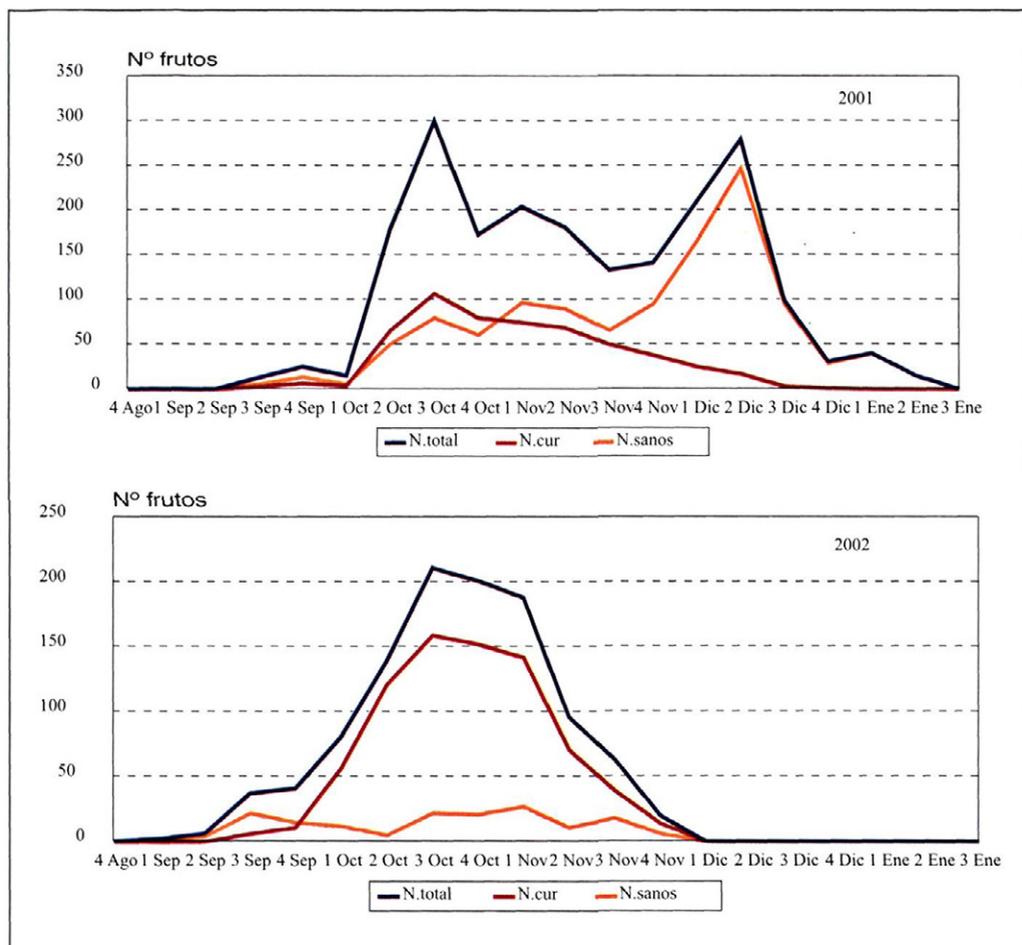


Figura 4. Evolución temporal de los frutos caídos en los cajones durante 2001 y 2002. N, nº total de frutos; N.cur, nº frutos infestados; N.sanos, nº frutos sanos.

global. En 2001 se recogieron frutos desde la tercera semana de septiembre hasta la segunda semana de enero de 2002 (16 semanas), mientras que en 2002 los primeros frutos se recogieron en la primera semana de septiembre y, los últimos, durante la última semana de noviembre (12 semanas) (Figura 4).

Durante los dos años, los frutos colonizados por *C. elephas* se detectaron en suelo a partir de la tercera semana de septiembre, coincidiendo, prácticamente, con las primeras puestas en copa. Los niveles máximos de

infestación se dieron durante los meses de octubre y noviembre. La presencia de frutos afectados fue más prolongada en 2001 al igual que lo fue el periodo de caída. Sin embargo, las curvas de infestación de los dos años se muestran significativamente distintas. En 2001 hay dos picos de caída de frutos y en 2002 sólo uno. En el primer año, el primer pico coincide con el máximo de frutos con *Curculio* y otros carpófagos, y el segundo con un máximo de frutos sanos, lo cual induce a pensar que el insecto provoca ace-

Cuadro 4. Número medio de días en la caída de frutos en los bolsones. A1, A2, B1, B2, C1, C2, E1 y E2, bolsones con parejas de *Curculio elephas*; AT, BT, CT y ET, bolsones control.

Bolsón	N	Media±SE (n° días)	Varianza	Min/Max	K-Wallis F (P)
A1	15	31,000±6,023	544,29	10/87	6,31
A2	-	-	-	-	(0,0192)
AT	11	52,818±7,475	614,76	17/78	
B1	35	52,057±4,666	762,17	11/84	43,31
B2	52	30,596±2,839	419,15	10/88	(0,0000)
BT	28	76,893±1,694	80,396	60/89	
C1	45	54,44±4,161	779,25	10/88	0,31
C2	14	21,357±3,138	137,94	11/47	(0,5817)
CT	26	41,154±3,421	304,38	17/67	
E1	25	22,160±3,323	276,06	7/84	7,14
E2	21	46,952±6,840	982,65	7/84	(0,0097)
ET	15	54,200±7,719	893,74	18/84	

Cuadro 5. Número medio de días en la caída de frutos sanos (S) e infestados (I) en los bolsones con parejas de *Curculio elephas*.

Bolsón	N	Media±SE (n° días)	Varianza	Min/Max	K-Wallis F (P)
A1-I	5	14,600±1,777	15,80	10/21	-
A1-S	10	39,200±7,845	615,51	10/87	
B1-I	16	26,500±3,552	201,87	11/47	
B1-S	19	73,579±3,260	201,92	40/84	90,26
B2-I	36	21,722±1,771	113,01	10/51	(0,000)
B2-S	16	50,563±5,8481	547,20	14/88	
C1-I	7	14,000±1,2344	10,667	10/18	
C1-S	38	61,895±3,8336	558,48	10/88	58,06
C2-I	13	19,385±2,6374	90,42	11/33	(0,000)
C2-S	1	47,000	-	47/47	
E1-I	18	18,056±2,552	117,23	7/40	
E1-S	7	32,714±9,1929	591,57	18/84	22,17
E2-I	11	23,182±4,0717	182,36	7/40	(0,000)
E2-S	10	73,100±7,2854	530,77	26/84	

leración en la caída de frutos. En 2002, los niveles de infestación por carpófagos fueron muy altos (71,15% de *C. elephas* y 13,64% de *Cydia fagiglandana*), con valores máximos durante del mes de octubre, al igual que ocurrió en 2001. Estos altos niveles implican un porcentaje muy reducido de frutos sanos (15,21%), los cuales son insuficientes para originar el segundo máximo de caída que se produjo en 2001, donde la mayoría de los

frutos eran sanos. Este hecho, hace que el perfil de la curva de caída total de frutos al suelo coincida con el de frutos afectados.

#### Estudio de bolsones

La experiencia de los bolsones se diseñó para comprobar si la actividad de *Curculio elephas* incidía en una caída prematura de los frutos de la encina. Los días medios de caída se exponen en el cuadro 4. De todos

los bolsones colocados se descartaron los del árbol D, ya que esta encina comenzó a tirar frutos antes de la introducción de la pareja del insecto, y uno de los bolsones del árbol A cuya rama no produjo frutos. Se recogió un total de 287 frutos, 207 en los bolsones que presentaban una pareja de *Curculio* y 80 de los bolsones control. El tiempo medio de caída de frutos fue de 39,454 días en los bolsones con insectos y 57,712 días en los de control, diferencias que fueron significativas la aplicarles el test de Kruskal-Wallis ( $F=28,71$ ,  $P=0,000$ ).

De estos resultados se desprende que prácticamente todos los bolsones que presentaban al curculiónido tiraban sus frutos en menor tiempo que en los bolsones control, a excepción del C1 que, como se aprecia en el cuadro 5, presentaba un alto número de frutos sanos que caen después que los picados. Además, tras comparar las medias de los bolsones con insectos con los bolsones control con el test de Kruskal-Wallis, las diferencias salieron estadísticamente significativas en tres de los cuatro árboles.

Los tiempos (el número medio de días de caída) de caída de frutos picados y frutos sanos en los bolsones ocupados por *C. elephas* se muestran en el cuadro 5. En todos los bolsones se observa que el tiempo de caída de los frutos picados es muy inferior al de los frutos sanos, diferencias que son significativas tras aplicarle el test Kruskal-Wallis a cada árbol (no se incluye el árbol A al presentar un número de muestra muy pequeño). Al analizar los datos globalmente, el tiempo medio de caída de los frutos picados fue 21,11 días frente los 58,08 días de los frutos sanos. Esta diferencia en la caída hace suponer que la acción trófica o de puesta de *Curculio* provoca una caída prematura de los frutos y, en este caso, unas 2,75 veces más rápido.

## DISCUSIÓN

### Niveles poblacionales

Los aumentos o descensos poblacionales

de insectos son debidos a factores de tipo abiótico, como son la temperatura (MENU, 1993 a; MANEL y DEBOUZIE, 1997) o las precipitaciones (MENU, 1993 b; DEBOUZIE *et al.*, 2002; SOULA y MENU, 2003) y a factores bióticos, tales como la predación natural o la infectación por patógenos (MENU y DEBOUZIE, 1993). La colonización de frutos por *Curculio elephas* en 2002 resultó, aproximadamente, 2,6 veces superior a 2001 y la densidad poblacional unas 2,8 veces superior. Para explicar este gran aumento poblacional de *C. elephas* en 2002 destacamos los siguientes factores: 1) Condiciones climáticas favorables, particularmente los datos pluviométricos, ya que las abundantes lluvias caídas durante los meses de septiembre y octubre en nuestra zona, reblandecen el terreno facilitando las emergencias de adultos del insecto, como indican los autores MENU (1993 b) y DEBOUZIE *et al.* (2002). 2) En 2002 la producción de frutos fue inferior que en 2001 y, por tanto, el insecto tuvo que adaptarse a una menor disponibilidad de frutos aumentando sus índices poblacionales. 3) El ganado típico de la zona, principalmente el porcino, se alimenta del fruto caído en suelo, con o sin larvas en su interior. La ausencia de este ganado en la parcela de experimentación pudo provocar un aumento poblacional del carpófago al carecer de este "predador" típico de la dehesa mediterránea.

La parcela de experimentación, muestra una gran variabilidad de densidades poblacionales de *C. elephas* por árbol, tanto en 2001 como en 2002. Esta heterogeneidad también fue observada por DEBOUZIE *et al.* (1993) y DESOUHANT *et al.* (1998) al realizar estudios de distribución del insecto en *Castanea sativa*. La heterogeneidad en la distribución de *Curculio* está supeditada a la variabilidad que presentan los distintos árboles de la masa, destacando el estado fisiológico de la encina, la calidad y cantidad de frutos que producen, así como con el grado de maduración de éstos. También hay que destacar la relación competitiva que existe entre *C. elephas* y otros insectos carpófagos,

como *Cydia fagiglandana* (DEBOUZIE *et al.*, 1996 y SORIA *et al.*, 1999 b).

### Relación con el tamaño de fruto

Las primeras puestas de *Curculio elephas* en copa se detectaron cuando los frutos de la encina presentaban un tamaño medio cercano al 90% del tamaño alcanzado cuando están completamente maduros. Este dato parece indicar una sincronización entre el periodo de emergencia de imagos y sus puestas y el grado de desarrollo de los frutos de su hospedador. De esta forma el carpófago tiene a su disposición un gran número de bellotas maduras o cercanas a su madurez que permiten el completo desarrollo de sus larvas, ya que éstas son incapaces de cambiar de fruto.

En las muestras de cajones, los frutos afectados por *C. elephas* presentaban un tamaño significativamente mayor que los sanos, que parece indicar una elección de la hembra a la hora de realizar la puesta. Sin embargo, las diferencias de tamaño entre frutos afectados y sanos son tan pequeñas, que nos hacen suponer que esta elección de frutos para la puesta está más relacionada con otros factores. DESOUHANT (1996 y 1998) en unos estudios realizado en castaño, sugirió que la hembra de *C. elephas* puede testar la calidad de las frutos, eligiendo aquéllos que presentan una alta calidad. En encina, pensamos que la hembra de *C. elephas* tenderá a elegir entre aquéllos frutos de la copa que muestren un mayor grado de madurez, los cuales, a su vez, son los de mayor tamaño.

### Evolución temporal de la caída y estudio de bolsones

La existencia de dos valores máximos de caída en 2001, podría tener una doble interpretación: 1) la presencia del insecto provoca una caída prematura del fruto; 2) el insecto coloniza los frutos más maduros, que son los que primeros que caen al suelo. Sin embargo, esta interpretación no es aplicable a los datos de 2002, debido a los altos niveles poblacionales de *Curculio* y otros carpófagos en la parcela de experimentación.

Aunque los resultados parecen indicar una influencia de la actividad el insecto con una aceleración en la caída de frutos, el periodo de presencia de *C. elephas* coincide completamente con el periodo de caída natural de frutos de los encinares ibéricos, dificultando concluir taxativamente en esta relación.

Por este motivo, se realizó en 2002 la experiencia con bolsones, cuyos resultados indican que los frutos colonizados por *C. elephas* caen 2,75 veces más rápido que los sanos. En un principio, este resultado sugiere que la actividad del insecto provoca una caída prematura de frutos al suelo, ya fueran maduros o no. Sin embargo, en condiciones naturales, el insecto tiene la posibilidad de elección de frutos que, a nuestro entender, son los más maduros de la copa mientras que en los bolsones esta capacidad de elección es muy limitada. Naturalmente, los frutos conforme maduran van cayendo al suelo y el efecto que provoca *C. elephas* al colonizarlos es la de acelerar la caída de las bellotas maduras de la encina.

### ABSTRACT

SORIA F. J., A. JIMÉNEZ, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. 2005. Relationship between the colonization of the holm-oak by *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) and the period of natural acorn falling. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31: 365-375.

A population monitoring of *Curculio elephas* (Coleoptera, Curculionidae) in a holm-oak wood in southern Spain has been carried out during 2001 and 2002. The main purpose of this work was to relate the incidence of the insect infestation with the process of ripening and natural falling of the holm-oak acorns. In 2002 the acorns production of selected holm-oaks was far less than 2001, whereas the infestation and the population density of the insect increased 2.6 and 2.8 times, respectively. The population increase took place as a result of several factors, among which we emphasized the smaller availa-

bility of acorns and the absence of pig cattle in the experimental plot. The acorns infested by *Curculio elephas* were significantly bigger in size, nevertheless, we think this fruit selection was mainly due to the ripening degree. In 2001 two maximum values of fallen acorns were observed, the first corresponded with a maximum of infested acorns and the second with a maximum of healthy ones. In 2002 only a maximum value of fallen acorns was observed due to the highest population levels of insects. These results along with the ones obtained in a controlled monitoring of acorns in 2002, suggest that *Curculio elephas* activity causes acceleration in the acorns falling to the ground.

**Key words:** *Curculio elephas*, Coleoptera, Curculionidae, *Quercus rotundifolia*, holm oak, acorn, acorn falling.

## REFERENCIAS

- BALACHOWSKY, A.S., 1966. Entomologie appliquée a l'Agriculture. T. I, Vol. 2. Masson et Cie. Ed. Paris.
- BONNEMAISON, L., 1964. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. T. II. Ed. Occidente S.A. Barcelona.
- BOVEY, P., LINDER, A. y MÜLLER, O., 1975. Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse). *Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen*, **126** (11): 781-820.
- BÜRGÉS, G. y GÁL, T., 1981. Zur verbreitung und lebensweise des kastanienrüsslers (*Curculio elephas* Gyll., Coleoptera: Curculionidae) in Ungarn. I. Verbreitung, schaden, schwärmen und Geschlechterverhältnis. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, **91**: 375-382.
- BÜRGÉS, G. y GÁL, T., 1992. Spreading and manner of life of *Curculio elephas* Gyll. (Col.: Curculionidae) in Hungary. Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent, **57/3a**: 613-615.
- 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.
- 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.
- DAJOZ, R., 2001. Entomología Forestal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- DEBOUZIE, D., 1984. Analyse exhaustive d'un châtaignier: effectifs des fruits et des insectes (*Laspeyresia splendana* Hubner et *Balaninus elephas* Gyll.). *Fruits*, **39** (7-8): 483-486.
- DEBOUZIE, D.; HEIZMANN, A. y HUMBLLOT, L., 1993. A statistical analysis of multiple scales in insect populations. A case study: the chestnut weevil *Curculio elephas*. *Journal of Biological Systems* Vol. **1**, N. 3: 239-255.
- DEBOUZIE, D., HEIZMANN, A. DESOUHANT, E. y MENU, F., 1996. Interference at several temporal and spatial scales between two chestnut insects. *Oecologia*, **108**: 151-158.
- DEBOUZIE, D.; DESOUHANT, E.; OBERLI, F. y MENU, F., 2002. Resource limitation in natural populations of phytophagous insects. A long-term study case with the chestnut weevil. *Acta Oecologica*, **23**: 31-39.
- DELPANQUE, A.; AUGUSTIN, S. y METREAU, C., 1986. Analysis of the repartition of *Curculio* and *Laspeyresia* in the acorn production of one Oak (*Q. petraea*) in Central France. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Conference of the Cone and Seed Insects: 53-58.
- DESOUHANT, E., 1996. Oviposition in the chestnut weevil, *Curculio elephas* Gyll. (Coleoptera, Curculionidae). *Annales de la Societe Entomologique de France*, **32**: 445-450.
- 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.
- JIMÉNEZ, A., 2003. Bioecología y control de los principales insectos carpófagos de la encina. Doctoral Thesis. Universidad de Sevilla. Spain.
- 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., 1997. Modeling Insect Development Time of Two or More Larval Stages in the Field Under Variable Temperatures. *Environmental Entomology*, **26** (2): 163-169.
- MENU, F., 1993 a. Diapause development in the chestnut weevil *Curculio elephas*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **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* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia*, **93**: 367-373.
- MENU, F. y DEBOUZIE, D., 1995. Larval development variation and adult emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Applied Entomology*, **119**: 279-284.
- MENU, F. y DESOUHANT, E., 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.
- ROTUNDO, G. y ROTUNDO, A., 1986. Principali fitofagi delle castagne: recenti acquisizioni sul controllo chi-

- mico e biológico. Giornate di studio sul Castagno. Caprarola (VT): 3-19.
- 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.). *Boletín de Sanidad Vegetal Forestales*, 6: 133-145.
- SORIA, F.J., VILLAGRÁN, M.; DEL TIO, R. y OCETE, M.E., 1995. Incidencia de *Curculio elephas* Gyll. (Coleoptera: 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., MARTÍN, P., VILLAGRÁN, M. y OCETE, M.E., 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., VILLAGRÁN, M., MARTÍN, P. y OCETE, M.E., 1999 a. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: 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* Linné). *Bol. San. Veg. Plagas*, 25: 69-74, 1999.
- SOULA, B. y MENU, F., 2003. Variability in diapause duration in the chestnut weevil: mixed ESS, genetic polymorphism or bet-hedging?. *Oikos*, 100: 574-580.
- VÁZQUEZ, F.; 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: 21 enero 2005)

(Aceptación: 8 marzo 2005)