

Daños, distribución espacial e interacción intra- e inter-específica de los principales carpófagos de encina y alcornoque en Extremadura: *Curculio elephas* Gyllenhal, *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze

L. M. TORRES-VILA, E. CRUCES CALDERA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J. J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, E. PALO NÚÑEZ, F. BARRENA GALÁN, M. C. AZA BARRERO, F. RODRÍGUEZ CORBACHO

Los frutos de quercíneas tienen un elevado valor en las dehesas extremeñas, siendo dañados por varios insectos que ocasionan importantes pérdidas. Para conocer mejor la ecología de estas especies carpófagas en Extremadura y cuantificar sus daños, se desarrolló un estudio durante 5 campañas (2000-2005), recogiendo 55 muestras de frutos (39 de encina y 16 de alcornoque). Cada muestra se formó con un número variable de frutos ($n = 106-1522$) recogidos al azar del suelo y/o vuelo según el mes de recogida (octubre-enero). Las bellotas se dispusieron en laboratorio hasta la total emergencia de los carpófagos, evaluando entonces la frecuencia de cada especie, sus daños y la distribución en los frutos.

Las principales especies encontradas fueron *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze (= *splendana* Hübn.) (Lep.: Tortricidae). Ocasionalmente, también se observaron *Pammene fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) y *Cryptoblabes gudiella* Millière (Lep.: Pyralidae). Los daños fueron muy variables entre especies, localizaciones y años (0-82% de bellotas dañadas), predominando en general *C. elephas* y *C. fagiglandana* seguidas de *C. triangulella*. En base a las distribuciones teóricas de Poisson y Binomial Negativa y al Coeficiente de Dispersión se verificó que la distribución espacial de las larvas en los frutos difirió según la especie considerada. El coleóptero *C. elephas* mostró en general una distribución agregativa, mientras que en los tortricidos *C. fagiglandana* y *C. triangulella* la distribución fue repulsiva, siendo muy raros los frutos ocupados por más de una oruga (~ 1%). Un análisis inter-específico de la distribución larvaria mostró además una repulsión significativa entre el coleóptero y los tortricidos a nivel del fruto.

Se discuten para terminar algunos factores biológicos y ecológicos potencialmente implicados en la variabilidad, tanto del daño, como de la distribución espacial a nivel del fruto de las especies carpófagas estudiadas.

L.M. TORRES-VILA, E. CRUCES CALDERA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J.J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, F. BARRENA GALÁN, M.C. AZA BARRERO y F. RODRÍGUEZ CORBACHO: Servicio de Sanidad Vegetal, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Avda. de Portugal s/n, 06800 Mérida (Badajoz). E-mail: luis.torres@aym.juntaex.es

M.C. RODRÍGUEZ-MOLINA y E. PALO NÚÑEZ: Centro de Investigación Finca La Orden, Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico, Finca La Orden, 06187 Guadajira (Badajoz).

Palabras clave: *Curculio elephas*, *Cydia fagiglandana*, *Cydia triangulella*, *Pammene fasciana*, *Cryptoblabes gudiella*, bellota, daños, distribución espacial.

INTRODUCCIÓN

Los frutos de las quercíneas, fundamentalmente encina y alcornoque, tienen un elevado valor en las dehesas extremeñas por su aprovechamiento en montanera. Contribuyen además de modo importante a la alimentación de las especies cinegéticas y del resto de la fauna, incluyendo a las aves migratorias. Su importancia en la regeneración natural del arbolado, a corto y largo plazo, requiere estudios adicionales. Las bellotas son dañadas por un grupo especializado de especies de insectos, coleópteros curculiónidos y lepidópteros tortricídeos, que muy a menudo producen cuantiosas pérdidas por sus elevados niveles poblacionales.

Sin olvidar los estudios pioneros de RÉAUMUR (1734-1742) y FABRE (1900) entre otros, y en nuestro ámbito el de GARCÍA MACEIRA (1902), ha sido en las últimas décadas cuando más se ha progresado en el conocimiento de la biología, daños y control de estas especies (HOFFMANN, 1954, 1963; RUPÉREZ, 1960; BOVEY, 1966; BOGENSCHÜTZ, 1991). Sin embargo, la información generada está en líneas generales muy sesgada hacia el castaño, fagácea también hospedadora de dicho grupo de insectos carpófagos. En los últimos años, se han llevado a cabo varios estudios en el sur y centro penin-

sular (VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1995, 1999a,b, 2002; FERNÁNDEZ-CARRILLO *et al.*, 2004). Como continuación, y para conocer mejor la ecología, distribución espacial, relaciones intra- e inter-específicas y daños de las especies carpófagas de quercíneas en Extremadura, se ha llevado a cabo el presente estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo de las 5 campañas comprendidas entre noviembre de 2000 y enero de 2005 se recogieron 55 muestras (poblaciones) de frutos de quercíneas (39 de encina y 16 de alcornoque) (Cuadro 1, Figura 1). Cada muestra se formó con un número variable de bellotas ($n = 106-1522$) recogidas al azar de un sólo árbol, agrupando suelo y vuelo cuando fue necesario, dependiendo del mes de recogida (octubre-enero) y evitando las fincas con presencia de ganado. De esta manera se evitaron sesgos en las distribuciones espaciales derivados de la caída temprana de los frutos dañados, del consumo del ganado y de la reducida tendencia dispersiva de *C. elephas*, incluso entre árboles próximos (DEBOUZIE, 1986). Las bellotas se trasladaron al laboratorio en bolsas cerradas dentro de neveras portátiles. Cada muestra se dispuso en una bandeja de rejilla en el inte-

Cuadro 1.- Lista de las 55 poblaciones de encina y alcornoque estudiadas

| Población | Localidad / Paraje (Provincia) | Fecha | Especie hospedadora | n |
|-----------|--------------------------------|------------|---------------------|-----|
| 1 | P.N. Cornalvo (BA) | 12/11/2000 | A | 317 |
| 2 | P.N. Cornalvo (BA) | 12/11/2000 | E | 177 |
| 3 | Cheles (BA) | 14/11/2000 | E | 320 |
| 4 | Carmonita (BA) | 27/11/2000 | A | 512 |
| 5 | Carmonita (BA) | 27/11/2000 | E | 609 |
| 6 | P.N. Cornalvo (BA) | 28/10/2001 | E | 415 |
| 7 | P.N. Cornalvo (BA) | 28/10/2001 | E | 479 |
| 8 | P.N. Cornalvo (BA) | 28/10/2001 | A | 218 |
| 9 | P.N. Cornalvo (BA) | 28/10/2001 | A | 467 |
| 10 | Cheles (BA) | 07/11/2001 | E | 444 |
| 11 | Cheles (BA) | 07/11/2001 | E | 473 |

| | | | | |
|----|-------------------------------|------------|---|------|
| 12 | Cheles (BA) | 07/11/2001 | E | 603 |
| 13 | Cheles (BA) | 16/11/2001 | A | 471 |
| 14 | Cheles (BA) | 16/11/2001 | A | 759 |
| 15 | Jaraicejo-Miravete (CC) | 18/11/2001 | A | 202 |
| 16 | Jaraicejo-Miravete (CC) | 28/10/2002 | A | 358 |
| 17 | Táliga (BA) | 26/11/2002 | E | 1522 |
| 18 | Táliga (BA) | 26/11/2002 | E | 991 |
| 19 | Higuera de la Serena (BA) | 29/11/2002 | E | 707 |
| 20 | Mirandilla (BA) | 14/11/2003 | A | 730 |
| 21 | Azuaga (BA) | 19/11/2003 | E | 520 |
| 22 | Oliva de Mérida (BA) | 20/11/2003 | A | 390 |
| 23 | Logrosán (CC) | 27/11/2003 | E | 308 |
| 24 | Casas de Don Pedro (BA) | 01/12/2003 | E | 310 |
| 25 | La Parra (BA) | 02/12/2003 | E | 326 |
| 26 | Salorino (CC) | 03/12/2003 | E | 312 |
| 27 | Valencia de Alcántara (CC) | 11/12/2003 | A | 343 |
| 28 | Hornachos (BA) | 17/12/2003 | E | 560 |
| 29 | Guadalupe (CC) | 12/01/2004 | E | 307 |
| 30 | Herreruela (CC) | 14/01/2004 | E | 246 |
| 31 | Baterno (BA) | 15/01/2004 | E | 351 |
| 32 | Higuera de la Serena (BA) | 16/01/2004 | E | 304 |
| 33 | Malcocinado (BA) | 20/01/2004 | E | 146 |
| 34 | San Vicente de Alcántara (BA) | 21/01/2004 | A | 253 |
| 35 | Herrera del Duque (BA) | 22/01/2004 | E | 292 |
| 36 | Siruela (BA) | 23/01/2004 | E | 259 |
| 37 | Mirandilla (BA) | 12/11/2004 | A | 339 |
| 38 | Logrosán (CC) | 18/11/2004 | E | 106 |
| 39 | Guadalupe (CC) | 18/11/2004 | E | 201 |
| 40 | Higuera de la Serena (BA) | 19/11/2004 | E | 461 |
| 41 | Baterno (BA) | 23/11/2004 | E | 127 |
| 42 | Siruela (BA) | 23/11/2004 | E | 322 |
| 43 | Herrera del Duque (BA) | 24/11/2004 | E | 359 |
| 44 | Casas de Don Pedro (BA) | 24/11/2004 | E | 207 |
| 45 | Azuaga (BA) | 25/11/2004 | E | 184 |
| 46 | Malcocinado (BA) | 25/11/2004 | E | 195 |
| 47 | La Zarza de Alange (BA) | 26/11/2004 | E | 290 |
| 48 | La Parra (BA) | 30/11/2004 | E | 259 |
| 49 | Oliva de Mérida (BA) | 02/12/2004 | A | 298 |
| 50 | Herreruela (CC) | 21/12/2004 | E | 249 |
| 51 | Salorino (CC) | 21/12/2004 | E | 130 |
| 52 | Herguijuela (CC) | 29/12/2004 | E | 145 |
| 53 | Jaraicejo-Miravete (CC) | 02/01/2005 | A | 159 |
| 54 | San Vicente de Alcántara (BA) | 12/01/2005 | A | 305 |
| 55 | Valencia de Alcántara (CC) | 19/01/2005 | E | 371 |

A: Alcornoque, E: Encina; n: número de bellotas en la muestra

rior de una caja de cartón cerrada, añadiendo unas bandas de papel para facilitar la pupación de las orugas. Las cajas se mantuvieron a temperatura ambiente durante 2-4 meses hasta la total emergencia de los carpófagos. Se evaluó entonces en cada muestra la proporción de bellotas sanas y dañadas por cada especie carpófaga (según la tipología de los daños y las características taxonómicas de las larvas) y su distribución en los frutos, abriendo las bellotas y observando su interior en caso necesario.

La distribución espacial de las larvas en los frutos se estudió a nivel intra-específico ajustando las distribuciones de frecuencia obtenidas para cada población a las teóricas de Poisson y Binomial Negativa. También se emplearon el Coeficiente de Dispersión, CD

= σ^2 / m (varianza / media) y el Índice de Morosita (I_M) como índices de agregación.

Para el estudio de la distribución espacial de los carpófagos a nivel inter-específico (*C. elephas* vs. *Cydia* spp.) se empleó el Coeficiente de Correlación de Punto (ϕ), calculado como sigue a partir de los valores de la tabla de contingencia 2 x 2 de la muestra de frutos de cada población (SCHERRER, 1984):

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2_{rc}}{n}} = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)}}$$

siendo, a: número de bellotas con doble presencia, b: presencia sólo de *C. elephas*, c: presencia sólo de *Cydia*, y d: doble ausencia. El coeficiente considera las dobles ausencias y presenta la ventaja de fluctuar en el inter-

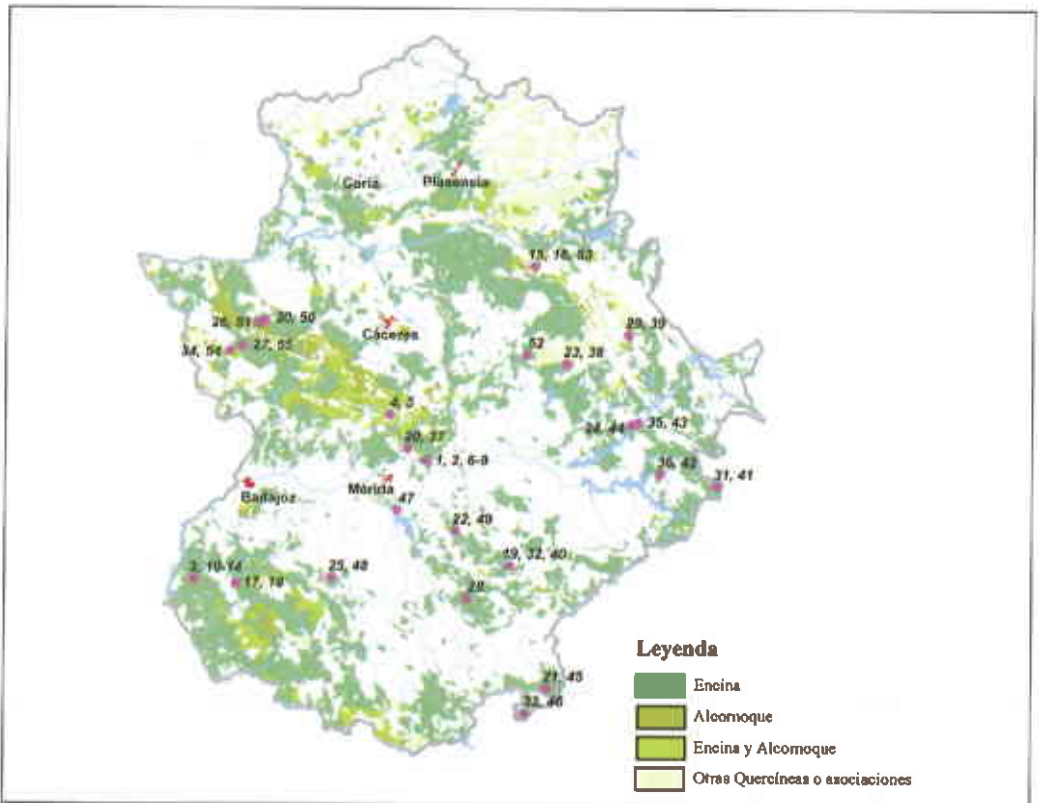


Figura 1. Localización de las poblaciones estudiadas con indicación de la distribución de quercíneas en Extremadura.

valo (-1, 1), indicando $\phi = -1$ repulsión perfecta, $\phi = 1$ asociación perfecta y $\phi = 0$ independencia (SCHIERRER, 1984).

La relación entre ϕ y el daño en las bellotas se estudió con el coeficiente de correlación de Spearman (r_s). Los efectos de la campaña (5 niveles, 5 campañas entre los años 2000 y 2005) y del hospedador (2 niveles, encina y alcornoque) sobre el porcentaje medio de daño y sobre ϕ se analizaron mediante un Análisis de Varianza Modelo I, al considerar ambos tratamientos (campaña y hospedador) como fijos (SOKAL y ROHIF, 1995). Para conocer si la especie de quercínea afectaba a la frecuencia relativa de ocupación de las bellotas por las dos especies de tortricidos más abundantes (*C. fagiglandana* y *C. triangulella*, ver resultados) se utilizó el Test de Mann-Whitney. La mayor parte de los análisis estadísticos se computaron con los programas informáticos PADIS (1997) y SYSTAT (2000).

RESULTADOS

Composición específica y daños

Se encontraron cinco especies carpófagas asociadas a las bellotas, pero las mejor representadas fueron *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze (= *splendana* Hübner) (Lep.: Tortricidae). Ocasionalmente se hallaron también *Pammene fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) y *Cryptoblabes gni-diella* Millière (Lep.: Pyralidae) (Figura 2).

Los daños ocasionados a las bellotas (Figura 3) fueron muy variables entre especies, localizaciones y años (0-82% de bellotas dañadas). En base a los daños, la predominancia de *C. elephas* y *C. fagiglandana* fue manifiesta, seguidas de *C. triangulella*. Aunque *C. elephas* fue la especie prevalente, en 7 poblaciones predominaron los tortricidos, siendo los únicos carpófagos en las poblaciones 41 y 52. Dentro de esta familia, *C. fagiglandana* fue más frecuente que *C. triangulella*, si bien esta última también predominó en algunas muestras (Figura 3).

Un ANOVA a dos vías (campaña y quercínea hospedadora) mostró que el porcentaje

de daño de *C. elephas* (transformación arco-seno) se mostró significativamente afectado por la campaña ($F_{4,45} = 10,95$; $P < 0,001$) pero no por el hospedador ($F_{1,45} = 0,10$; $P = 0,76$ ns), existiendo una interacción residual campaña x hospedador ($F_{4,45} = 2,82$; $P = 0,04$), dado que un contraste entre hospedadores dentro de campañas no puso de manifiesto diferencias significativas en ningún caso.

Un ANOVA análogo estudiando los daños de *Cydia* mostró un efecto significativo de la campaña ($F_{4,45} = 9,05$; $P < 0,001$) pero no del hospedador ($F_{1,45} = 0,70$; $P = 0,41$ ns), existiendo interacción campaña x hospedador ($F_{4,45} = 3,04$; $P < 0,05$). Un contraste entre hospedadores dentro de campañas mostró que la interacción fue debida a que en las tres últimas campañas los daños de *Cydia* spp. fueron significativamente más elevados en alcornoque que en encina, mientras que en las dos primeras campañas no se detectaron diferencias entre ambas quercíneas. Similares resultados a los de este ANOVA se obtuvieron al estudiar el porcentaje de bellotas con daños mixtos de *C. elephas* y *Cydia* spp., constatándose una mayor frecuencia de daños mixtos en alcornoque que en encina, pero sólo en las dos últimas campañas.

Adicionalmente, se puso de manifiesto un efecto significativo de la especie hospedadora en la composición específica de ambos tortricidos, ya que *C. triangulella* (aún en minoría respecto a *C. fagiglandana*) se mostró significativamente más abundante sobre alcornoque (37,3%) que sobre encina (10%), (Test de Mann-Whitney, $n_1 = 21$ (encina), $n_2 = 13$ (alcornoque), g.l. = 1, $U = 189,5$; $P < 0,05$). Señalar que en determinadas poblaciones en las que se constataron daños de tortricidos no pudo determinarse a qué especie correspondían por no recuperarse ninguna larva, y no ser factible determinar la especie de tortricido implicada sólo observando sus daños.

Distribución espacial larvaria intra-específica

El coleóptero *C. elephas* mostró generalmente una distribución agregativa o conta-

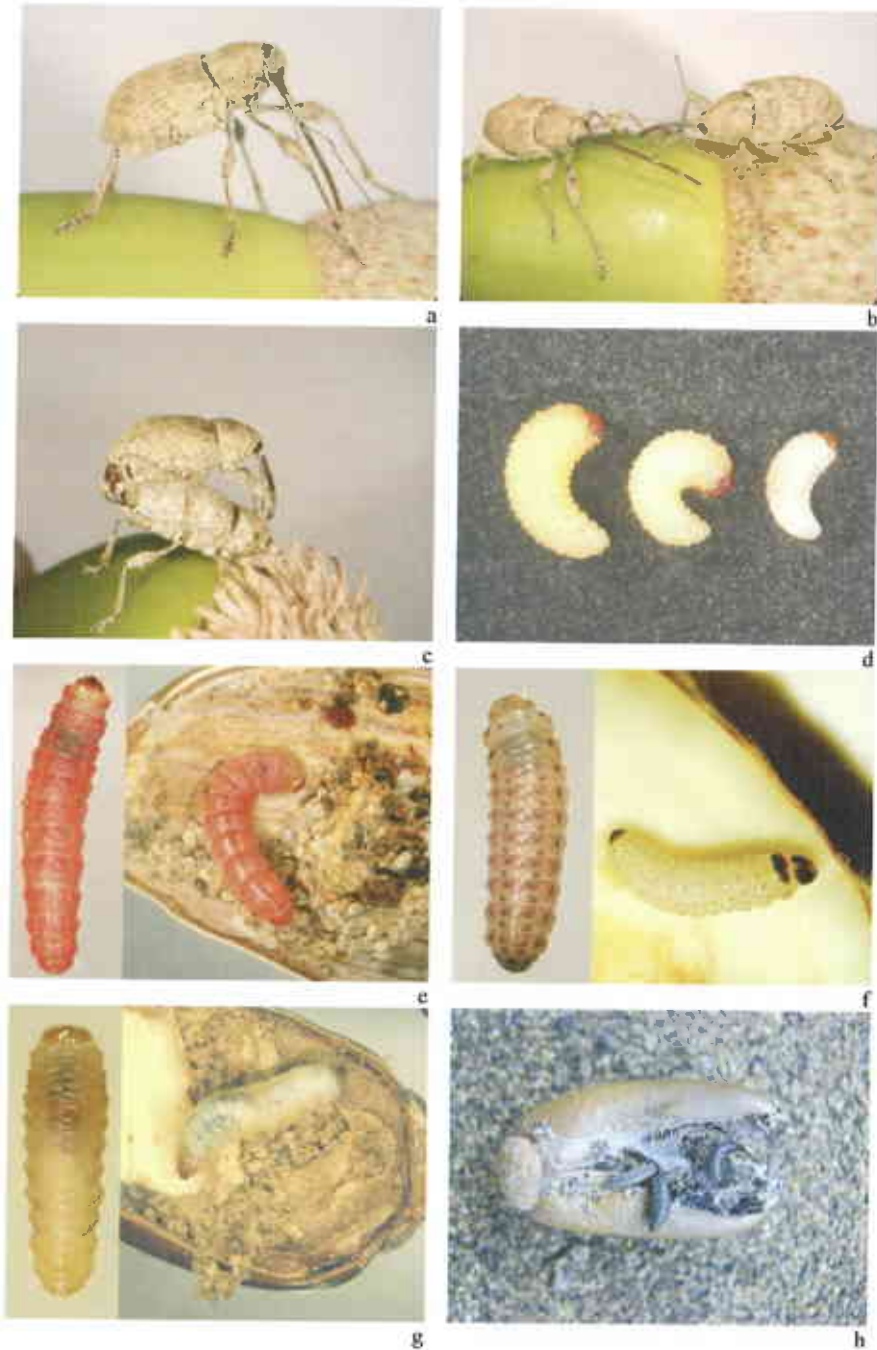


Figura 2. Especies carpófagas encontradas, a: hembra de *C. elephas* perforando una bellota, b: hembra (izquierda) y macho de *C. elephas*, c: acoplamiento de *C. elephas*, d: larvas de *C. elephas*, e: orugas de *C. fagiglandana*, f: orugas de *P. fasciana*, g: orugas de *C. triangulella*, h: bellota apolillada con orugas de *C. gnidella* (Fotografías, L. M. Torres-Vila y Á. Sánchez González).

giosa. En base a los ajustes de las distribuciones teóricas de Poisson y Binomial Negativa así como a la significación del CD, para cada una de las 50 poblaciones en las que *C. elephas* se encontró presente (excluyendo las poblaciones 38, 41, 45, 52 y 55), el 84% y el 16% de las poblaciones mostraron distribución agregativa y al azar, respectivamente. Los resultados fueron similares cuando los análisis se repitieron excluyendo la fracción de frutos dañados por tortricídeos. El análisis conjunto de las 50 poblaciones arrojó una media del número de larvas por bellota (\pm error estándar) de $m = 0,2870 \pm 0,0093$, inferior a la varianza $\sigma^2 = 0,4956$. La distribución conjunta no se ajustó a la Binomial Negativa ($\chi^2 = 209,08$; g.l. = 4; $P < 0,001$), pero la clara falta de ajuste a la distribución de Poisson ($\chi^2 = 5562,79$; g.l. = 3; $P < 0,001$) y los valores de $CD = 1,73$ ($P < 0,001$) e $I_M = 4,24$, indicaron una pauta agregativa de *C. elephas* a nivel del fruto.

Al contrario, la distribución de *Cydia* spp. (*C. fagiglandana* y *C. triangulella*) fue

repulsiva. Considerando las 46 poblaciones en las que se detectó *Cydia* (excluyendo las poblaciones 21, 24, 28, 31, 38, 45, 48, 51 y 55), se obtuvo una media de orugas por bellota (\pm error estándar) de $m = 0,1001 \pm 0,0072$, superior a la varianza $\sigma^2 = 0,0924$ por lo que la distribución Binomial Negativa no pudo ser probada. La falta de ajuste a la distribución de Poisson ($\chi^2 = 61,22$; g.l. = 1; $P < 0,001$) y los valores inferiores a la unidad de los índices de agregación, $CD = 0,92$ (aunque no significativamente distinto de 1, $P \sim 1,0$) e $I_M = 0,23$ indicaron una distribución repulsiva de las orugas de *Cydia* spp. en los frutos. En las 19.775 bellotas de las 46 poblaciones analizadas sólo se encontraron $n = 19$ bellotas con más de una larva de tortricido ($\sim 1\%$), una frecuencia mucho menor de lo esperado según una distribución al azar ($n = 84$). Las 19 bellotas presentaron una tipología de ocupación muy variada: 14 bellotas con 2 orugas de *C. fagiglandana*, 1 bellota con dos orugas de *C. triangulella*, 1 bellota con 3 orugas de *C. triangulella* e

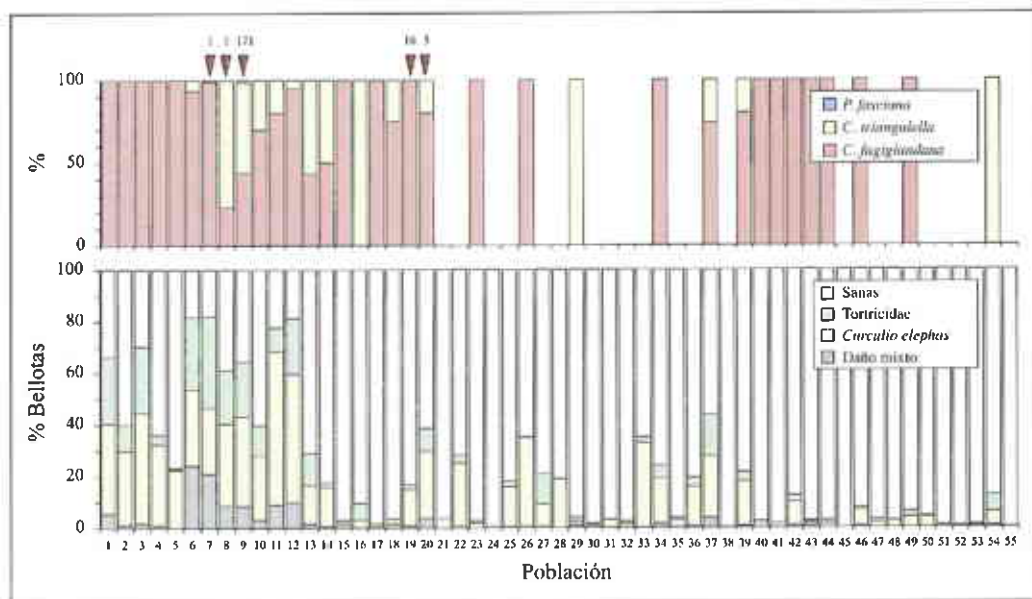


Figura 3. Porcentajes de bellotas sanas o dañadas (por Tortricídeos, *C. elephas* o con daño mixto) en cada una de las 55 poblaciones estudiadas. En el histograma superior se muestra la composición específica (%) de los tortricídeos en cada población. Las flechas señalan las poblaciones en que se detectó la presencia de orugas de *C. gnidiella* y su número.

incluso 3 bellotas con una oruga de *C. fagiglandana* y otra de *C. triangulella*. Además, 7 de las 19 bellotas presentaron daños simultáneos de *C. elephas*.

Distribución espacial larvaria inter-específica

Un análisis de la distribución larvaria puso de manifiesto la repulsión entre el coleóptero y los tortricidos a nivel del fruto. Este análisis se efectuó considerando sólo las 44 poblaciones en las que *C. elephas* y *Cydia* spp. coexistieron. En los casos en los que el valor de ϕ fue significativamente distinto de cero, prevalecieron los valores negativos que indicaron repulsión (9 poblaciones), frente a los positivos que indicaron asociación (2 poblaciones). Se documentó además una correlación significativa entre ϕ y los daños en los frutos ($r_s = -0,69$; $P < 0,001$), de manera que a mayor porcentaje total de bellotas dañadas se obtuvieron mayores valores absolutos de $\phi < 0$, es decir, mayor repulsión entre *C. elephas* y *Cydia* spp. (Figura 4).

Un ANOVA a dos vías (campaña y quercínea hospedadora) mostró que el valor de ϕ , como estimador de la asociación inter-específica entre *C. elephas* y *Cydia* spp. ($n = 44$) se vio afectado significativamente por la campaña ($F_{4,34} = 4,79$; $P < 0,01$), pero no por el hospedador ($F_{1,34} = 0,01$; $P = 0,91$ ns), no existiendo interacción campaña x hospedador ($F_{4,34} = 1,23$; $P = 0,32$ ns).

DISCUSIÓN

Composición específica y daños

Aunque existió gran variación entre poblaciones y años, son tres las especies de insectos por este orden, un coleóptero (*C. elephas*) y dos lepidópteros tortricidos (*C. fagiglandana* y *C. triangulella*), los principales responsables de los daños producidos a los frutos de quercíneas en Extremadura. La presencia de *P. fasciana* sobre frutos maduros fue anecdótica, pero sus daños no son despreciables en frutos más jóvenes (junio-julio), que a menudo caen del árbol y no se

contabilizan en otoño (L.M. TORRES-VILA *et al.*, no pub.). La particular asociación con las bellotas de *C. gnidiella* ha sido reseñada y discutida con anterioridad (TORRES-VILA *et al.*, 2002).

Los daños de los carpófagos provocan pérdidas a varios niveles en las bellotas: caída prematura y pérdida de peso, tamaño y/o calidad, así como peor germinación, desarrollo reducido de las plántulas y merma en la biomasa producida (VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1995, 1999a, 2002; BRANCO *et al.*, 2002), que repercuten negativamente en la montanera y en la regeneración natural del arbolado. El mayor efecto, con diferencia, sobre los daños ocasionados a los frutos lo tuvo la campaña y su meteorología particular. Los resultados indicaron una marcada indiferencia de *C. elephas* por la quercínea hospedadora (pero ver SORIA *et al.*, 1995), y sugirieron una cierta preferencia de los tortricidos por el alcornoque, especialmente en el caso de *C. triangulella*, al menos en determinadas campañas. Estas diferencias merecen estudios adicionales, pudiendo estar implicada la distinta fenología de ambos *Quercus*.

Distribución espacial larvaria intra-específica

La distribución espacial intra-específica de las larvas en los frutos fue distinta en *C. elephas* y en *Cydia* spp., agregativa y repulsiva, respectivamente. La distribución agregativa de *C. elephas* refleja el elevado número de bellotas ocupadas por dos o más larvas, incluso hasta 6 en casos excepcionales. El modelo de distribución agregativo o contagioso es asimismo prevalente cuando *C. elephas* se desarrolla sobre castañas (DESOUHANT *et al.*, 1998). Estos mismos autores han cuestionado la idoneidad de la distribución Binomial Negativa e incluso del CD como indicadores de contagio en poblaciones de *C. elephas*. El motivo estriba en que la distribución del número de larvas de *C. elephas* por fruto presenta reiteradamente una frecuencia de ceros en exceso, típica de la sobre-dispersión de los datos (cf. RIDOURT *et al.*, 1998).

DESOUHANT *et al.* (1998), utilizando modelos de distribución mixtos tipo ZIP (*Zero-inflated Poisson*) han postulado que considerando sólo la fracción de frutos infestados por *C. elephas* (excluyendo los frutos inapropiados o en exceso para las hembras presentes) la distribución es al azar. En cualquier caso, nuestros datos no pusieron de manifiesto este hecho en base al ajuste a las distribuciones teóricas excluyendo o no los frutos atacados por *Cydia* spp.

Entre los factores implicados en la agregación larvaria de *C. elephas* se encuentran la pauta de oviposición y la incapacidad de las larvas de cambiar de fruto, lo que podría haber seleccionado la elevada tolerancia que muestran entre ellas. La hembra usualmente sólo pone un huevo por fruto, pero a veces deposita dos o más, habiéndose verificado en laboratorio que un 10% de las perforaciones con puesta tienen 2 huevos (DESOUHANT, 1996). No existe correlación entre el número de huevos y el tamaño del fruto, y las hembras no discriminan los frutos ya ocupados

por individuos conspecíficos, mediante semioquímicos o el ruido de las larvas (DESOUHANT, 1998).

Otro factor importante es el número de frutos disponibles, ya que las puestas múltiples pueden exacerbarse cuando las bellotas son un recurso escaso. El número de frutos disponibles para las hembras es función de la producción anual de bellota, de la concordancia fenológica entre curculiónido y hospedador, de la baja movilidad de los adultos que limita su capacidad de búsqueda (DEBOUZIE, 1986) y de la ocupación de las bellotas por tortricidos, ya que la presencia de una oruga de *Cydia* en un fruto inhibe la puesta de *C. elephas*, presumiblemente mediante señales químicas o sonoras (DEBOUZIE *et al.*, 1996). Así, si existen muchos frutos infestados por tortricidos y las hembras de *C. elephas* tienden a evitarlos, el número de frutos receptivos disminuye y la posibilidad de puestas múltiples se acrecienta. En resumen, los factores discutidos tienden a incrementar el número de bellotas con

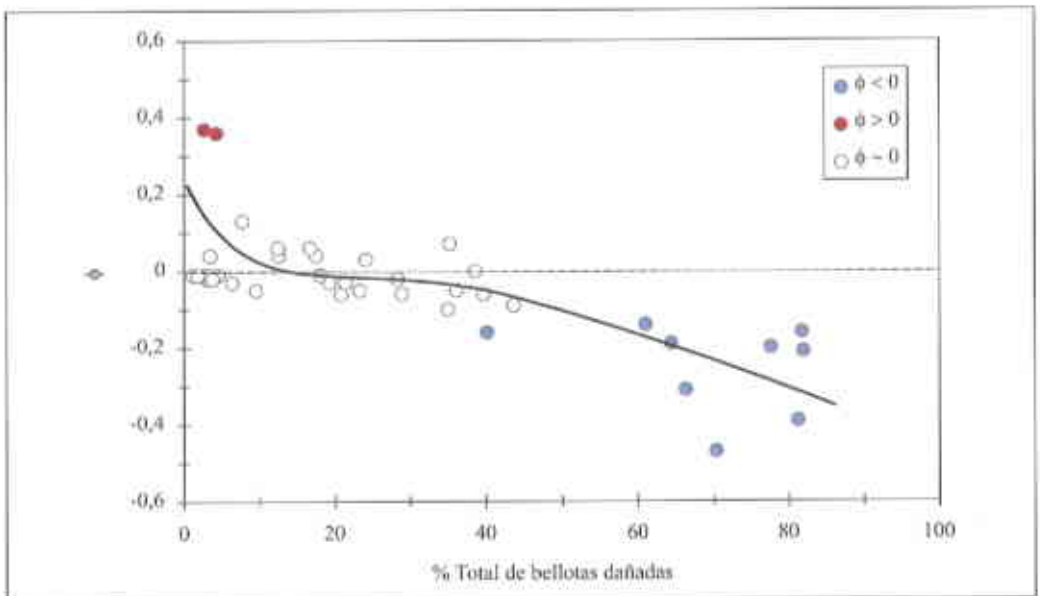


Figura 4. Efecto del porcentaje total de bellotas dañadas sobre el valor y la significación ($P < 0,05$) del Coeficiente de Correlación de Punto (ϕ) en las 44 poblaciones en que coexistieron *C. elephas* y *Cydia* spp. ($r_s = -0,69$; $P < 0,001$).

ocupación múltiple por *C. elephas*, de manera que la distribución espacial pase de ser al azar a ser agregativa. La ocupación múltiple de las bellotas por *C. elephas* y su trasfondo adaptativo requiere estudios adicionales, ya que los individuos que se desarrollan colectivamente pueden reducir su *fitness* en comparación con los que lo hacen en solitario (DESOUHANT *et al.*, 2000).

Al contrario, la distribución espacial de *Cydia* spp. en los frutos se mostró repulsiva. El porcentaje de bellotas ocupadas por más de una oruga fue extremadamente bajo (~ 1 %), un valor muy similar a lo observado en Andalucía (SORIA *et al.*, 1999b). La distribución repulsiva es acorde con varios aspectos bio-ecológicos de las especies de *Cydia* consideradas, incluyendo: 1) la puesta aislada de huevos en el exterior e inmediaciones de las bellotas, 2) la extrema competición larvaria en el interior del fruto, no sólo por los recursos (que serían suficientes en la mayor parte de los casos para dos o más individuos) sino por el agresivo comportamiento territorial de las orugas, que en ocasiones pueden redistribuirse al cambiar de fruto (SORIA *et al.*, 1999b), y 3) se ha demostrado que la presencia de larvas de *C. elephas* en los frutos no modifica el comportamiento de las orugas de *Cydia* (DEBOUZIE *et al.*, 1996) como especulan SORIA *et al.* (1999b). Los factores reseñados reducen considerablemente la ocupa-

ción múltiple de los frutos por *Cydia* spp., de manera que la distribución espacial pase de ser al azar a ser repulsiva.

Distribución espacial larvaria inter-específica

La distribución espacial inter-específica evidenció una interacción repulsiva a nivel del fruto entre *C. elephas* y *Cydia* spp. La repulsión se puso en especial de manifiesto con altos niveles de daño. La pauta de distribución de los valores de ϕ en función de los daños es explicable porque la interacción negativa entre los individuos de *C. elephas* y *Cydia* spp. es potencialmente mayor con niveles poblacionales elevados. La asociación negativa se origina porque la competición inter-específica por los frutos es intensa, pero es importante señalar que además es asimétrica. Mientras que las hembras de *C. elephas* son capaces de detectar y evitar los frutos ya ocupados por tortricidos, la ocupación por *C. elephas* no interfiere el comportamiento de las orugas de *Cydia* (DEBOUZIE, 1986, DEBOUZIE *et al.*, 1996).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a R. Trenado, F. J. Rodríguez y L.M. Sánchez la elaboración *ad hoc* del mapa de distribución de quercíneas en Extremadura.

ABSTRACT

TORRES-VILA L. M., E. CRUCES CALDERA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, Á SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J. J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, E. PALO NÚÑEZ, F. BARRENA GALÁN, M. C. AZA BARRERO, F. RODRÍGUEZ CORBACIO. 2006. Damage, spatial distribution and intra- and inter-specific interaction of the main carpophagous of holm and cork oak in Extremadura (Spain): *Curculio elephas* Gyllenhal, *Cydia jugi-glandana* Zeller and *Cydia triangulella* Goeze. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 45-56.

Holm and cork oak fruits have a high value in mediterranean open woodlands (*dehesas*), being damaged by a number of insects promoting important losses. In order to better understand the ecology of these carpophagous species and to quantify their damage in Extremadura (southwestern Spain) a six-year study (2000-2005) was carried out collecting 55 acorn samples (39 and 16 from holm and cork oak, respectively). Each sample was formed with a variable number of fruits ($n = 106-1522$) picked at random from the soil and/or tree canopy depending on the month of collection (October-January). Acorns were kept in the laboratory until the complete emergence of insects, and then the frequency, damage and distribution in fruits were evaluated for each carpophagous.

The main species found were *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller and *Cydia triangulella* Goeze (= *splendana* Hübnér) (Lep.: Tortricidae). Occasionally, *Pammene fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) and *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lep.: Pyralidae) were also observed. Damage was quite variable among species, locations and years (0-82% damaged acorns), being generally prevalent *C. elephas* and *C. fagiglandana* followed by *C. triangulella*. According to theoretical Poisson and Binomial Negative distributions and to Dispersion Coefficient, it was verified that spatial distribution of larvae in the fruits was species-specific. The beetle *C. elephas*, showed a clumped or contagious distribution, while in the tortricids, *C. fagiglandana* and *C. triangulella*, distribution was repulsive, with acorns occupied by more than one larvae being very scarce (~ 1 %). An inter-specific analysis of larval distribution also showed a significant repulsion between beetle and tortricids at the fruit level.

Finally, we discuss some biological and ecological factors potentially involved in the variation of both damage and spatial distribution of the studied carpophagous species.

Key Words: *Curculio elephas*, *Cydia fagiglandana*, *Cydia triangulella*, *Pammene fasciana*, *Cryptoblabes gnidiella*, acorn, damage, spatial distribution.

REFERENCIAS

- BOGENSCHÜTZ II., 1991. Eurasian species in forestry. En: *Tortricids Pests their biology, natural enemies and control*, pp. 673-709 (Geest van der L.P.S., Evenhuis H.H. Eds.). Elsevier, Amsterdam.
- BOVEY P., 1966. Super-familie des Tortricoida. En: *Entomologie Appliquée à l'Agriculture*, 2 (1), pp. 456-893 (Balachowsky A.S., Ed.). Masson et Cie, Paris.
- BRANCO M., BRANCO C., MEROUANI II., ALMEIDA M.H., 2002. Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. *Forest Ecology and Management*, **166**: 159-164.
- DEBOUZIE D., 1986. Spatial distribution of chestnut weevil *Balaninus* (= *Curculio*) *elephas* populations. En: *Insect-Plant relationships*, p. 7. 6th International Symposium, Pau, France.
- DEBOUZIE D., HEIZMANN A., DESOUHANT E., MENU F., 1996. Interference at several temporal and spatial scales between two chestnut insects. *Oecologia*, **108**: 151-158.
- DESOUHANT E., 1996. La ponte chez le balanin de la châtaigne, *Curculio elephas* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). *Annales de la Société 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., 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., MENU F., 2000. Clutch size manipulations in the chestnut weevil, *Curculio elephas*: fitness of oviposition strategies. *Oecologia*, **122**: 493-499.
- FABRE J.-H., 1900. *Souvenirs entomologiques*, Vol. 7 [Le Balanin éléphant, pp. 99-117]. Lib. Ch. Delagrave, Paris.
- FERNÁNDEZ-CARRILLO J.L., FERNÁNDEZ-CARRILLO E., MORENO MARÍ J., 2004. Parasitismo de *Schizopyrmus longiseta* (Hymenoptera, Braconidae) sobre *Curculio elephas* (Coloptera, Curculionidae) en encinares de los Montes de Toledo, Ciudad Real (España). *Boletín SEA*, **35**: 257-260.
- GARCÍA MACEIRA A., 1902. *Los insectos dañosos al alcornoque en Extremadura y Castilla la Vieja*. Imp. Alemana, Madrid.
- HOFFMANN A., 1954. *Coléoptères Curculionidae*, Vol. 2 [Faune de France, 59]. P. Le Chevalier, Paris.
- HOFFMANN A., 1963. Tribu des Balanini. En: *Entomologie Appliquée à l'Agriculture*, 1 (2), pp. 1125-1135 (Balachowsky A.S., Ed.). Masson et Cie, Paris.
- PADIS, 1997. *PADIS v. 1.01*. (Programa de Ajuste a Distribuciones d'Scretas). J. López-Collado y H. K. Osada-Velázquez. URL: <http://autum.isis.vt.edu/~jlopezco/research/padis.htm>.
- REAUMUR R.A. FERCHIAULT DE, 1734-1742. *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, 6 vols. Imp. Royale, Paris.
- RIDOUT M., DEMÉTRIO C.G.B., HINDE J., 1998. *Models for count data with many zeros*. International Biometric Conference (IBC), Cape Town.
- 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 del Servicio de Plagas Forestales*, **6**: 133-145.
- SCHERRER B., 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin, Québec.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J., 1995. *Biometry*. Freeman, New York.
- SORIA F.J., VILLAGRÁN M., DEL TIÓ R., OCETE M.E., 1995. Incidencia de *Curculio elephas* Gyll. (Col. Curculionidae) en alcornoques y encinares del parque natural Sierra Norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 195-201.
- SORIA F.J., CANO E., OCETE M.E., 1999a. Variación del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* spp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto del alcornoque (*Quercus suber* Linné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 69-74.
- SORIA F.J., VILLAGRÁN M., MARTÍN P., OCETE M.E., 1999b. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col., Curcu-

- lionidae) 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., JIMÉNEZ A., VILLAGRÁN M., OCETE M.E., 2002. Influencia de la infestación de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) en la caída del fruto de la encina. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 213-216.
- SYSTAT, 2000. *SYSTAT v. 10.0. The System for Statistics*. Systat Software Inc., Richmond, California.
- TORRES-VILA L.M., RODRÍGUEZ-MOLINA M.C., BAIXERAS ALMEIDA J., 2002. *Cryptoblabes gnidiella* una polilla polífaga y oportunista: primeras observaciones como carpófaga secundaria sobre *Quercus* en Extremadura. *Phytoma* (España), **138**: 37-39.
- VÁZQUEZ F.M., ESPÁRAGO F., LÓPEZ MÁRQUEZ J.A., 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: 14 noviembre 2005)

(Aceptación: 10 febrero 2006)