

Manejo de la cría del picudo rojo de la palmera, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera, Dryophthoridae), en dieta artificial y efectos en su biometría y biología

M. M. MARTÍN, T. CABELLO

Se ha puesto a punto una metodología viable para la cría, en condiciones de laboratorio, de la especie *R. ferrugineus*, igualmente se ha desarrollado una dieta artificial, derivada de la utilizada en Lepidoptera, con componentes de fácil adquisición y sin problemas de elaboración y manejo. Con esta metodología y dieta ha sido factible el desarrollo de la especie durante 5 generaciones con valores medio del desarrollo (a $25\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 10\%$ de H.R. y en oscuridad) de 84,62 días para larvas y 28,69 días para pupa. La longevidad media de machos fue de 199,4 días y el de hembras de 144,3 días; éstas presentaron una fecundidad media de 211,1 huevos/♀ y una fertilidad de 164,71 larvas/♀. Estos valores son bastante mejores a los presentados por adultos, cuyas pupas fueron recolectadas en campo, alimentándose en *Phoenix canariensis*, que tenían una longevidad de hembras de 69,8 días y unos valores de fecundidad y fertilidad de 158,2 y 67,7 huevos y larvas por hembra, respectivamente. El único efecto encontrado, debido a la cría prolongada en laboratorio, fue el menor tamaño de las hembras adultas, que fue más acusado en el caso de los machos; sin embargo, el mismo no repercutió en los parámetros biológicos, antes indicados.

M. M. MARTÍN, T. CABELLO. Entomología Agrícola. Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n. 04120-Almería. tcabello@ual.es

Palabras clave: Palmera, plaga, *Rhynchophorus ferrugineus*, metodología, dieta artificial, cría en laboratorio.

INTRODUCCIÓN

El picudo rojo de la palmera, *Rhynchophorus ferrugineus*, es una de las plagas más severas de palmeras y cocoteros en Asia (HOWARD *et al.*, 2001). Es un curculiónido tropical originario de las zonas selváticas de Asia y Oceanía. La distribución actual comprende los siguientes países y áreas geográficas: Arabia Saudita, Australia, Bahrein, Bangladesh, Borneo, Camboya, China, Egipto, Filipinas, India, Indonesia, Irak, Irán, Islas Salomón, Israel, Japón (Kobe), Jordania, Kuwait, Laos, Malasia, Myanmar, Omán, Polinesia, Papua - Nueva Guinea,

Pakistán, Qatar, Sri Lanka, Sumatra, Tailandia, Taiwán, Vietnam (LEPESME, 1947, WATANAPONGSIRI, 1966, BUTANI, 1975, KRANZ *et al.*, 1982, HILL, 1987, BOKHARI y ABUZUHIRA, 1992, COX, 1993, LIAO y CHEN, 1997, KEHAT, 1999, EPP0, 2000, EPP0, 2001). Recientemente, se ha indicado su introducción en otros países del área mediterránea como Italia, Turquía y Grecia (FERRY y GÓMEZ, 2002; LONGO y TAMBURINO, 2005).

Los primeros ataques de esta especie, en España, se detectaron en 1993, en Almuñécar (Granada) (BARRANCO *et al.*, 1996); desde dicha fecha hasta el año 2000, la espe-

cie causando graves problemas quedó localizada en las poblaciones costeras de Motril, Salobreña, Almuñécar, Nerja, Frigiliana y Torrox, afectando tanto a palmeras en parques públicos como en jardines privados (JUNTA DE ANDALUCÍA, 1999, 2000; CABELLO, 2006). Sin embargo, la situación anterior se vio drásticamente agravada con la importación masiva de palmeras infestadas procedentes de Egipto, para su utilización en el ajardinamiento de nuevas urbanizaciones en casi todo el litoral mediterráneo de Valencia, Murcia y Andalucía; de forma que comenzaron a aparecer nuevos focos muy localizados. Actualmente, se ha detectado, por los correspondientes servicios oficiales de Sanidad Vegetal de las Comunidades Autónomas (*datos no publ.*), en Marbella y Estepona (Málaga), Almería y provincia, Sangonera la Seca (Murcia), Alicante (San Vicent del Rapestig y Elche), Valencia (Olcavau y Bétera) y Castellón (Moncofar y Almenara); recientemente se ha encontrado en Canarias, también en focos muy localizados en los municipios de Las Palmas de Gran Canaria y Mogán (Gran Canaria); así como en los municipios de Pájara y Antigua (Fuerteventura).

La especie *R. ferrugineus* ha sido criada, en condiciones controladas, sobre tejido del estípite de cocotero (*Cocos nucifera*) (VIADO y BIGORNIA, 1949); en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como huésped alternativo (RAHALKAR *et al.*, 1972, 1978, 1985; RANANAVARE *et al.*, 1975) y en semi-dieta artificial (RAHALKAR *et al.*, 1978, 1985).

RAHALKAR *et al.* (1978, 1985) fueron los primeros que utilizaron dieta artificial como substrato alimenticio de larvas de *R. ferrugineus*; su composición que posteriormente modificada por estos autores para una mejor adaptación a la cría de la especie, presenta el inconveniente de ser una semi-dieta, en la que predominan componentes naturales de difícil conservación y manejo complejo en la preparación de la misma, como son tejidos del fruto del coco y de caña de azúcar.

El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar una dieta artificial de fácil elabora-

ción para la cría de *R. ferrugineus*, así como una metodología que permita la mantenimiento de la especie, en condiciones de laboratorio, durante varias generaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la puesta a punto de la cría del picudo rojo de la palmera, *Rhynchophorus ferrugineus*, se realizaron dos grupos de ensayos. En el primero, se estableció la metodología de la misma en dieta artificial; posteriormente, se evaluó el efecto de la cría prolongada de esta especie, también en condiciones de laboratorio.

a) Manejo de la cría de la especie

Para este ensayo, los ejemplares de *R. ferrugineus* empleados fueron recogidos de campo (zona costera de la provincia de Granada) y mantenidos en cría, en laboratorio, como se indica a continuación, durante una generación; realizándose el ensayo con los ejemplares de la generación siguiente. Las condiciones del ensayo fueron: temperatura $25 \pm 2^\circ \text{C}$, humedad relativa $65 \pm 10 \%$ y en oscuridad.

La composición de la dieta artificial empleada para la cría de las larvas se detalla en el cuadro 1. La misma ha sido una adaptación de la empleada por CABELLO *et al.* (1984a, b) para especies de Lepidoptera, con la única diferencia de añadir fibra seca de coco. La composición del complejo vitamínico, por cada 100 ml, fue: B₁ (0,5 g), B₂ (1 g), B₆ (0,3 g), B₁₂ (0,003 g), C (5 g), D₃ (500.000 U.I.), E (0,9 g), K₃ (0,5 g), ácido fólico (0,1 g), ácido nicotínico (2 g), pantotenato de calcio (1 g), ácido aspártico (1,45 g), treonina (0,64 g), serina (0,66 g), ácido glutámico (2,64 g), prolina (1,15 g), glicina (1,53 g), alanina (1,74 g), cisteína (0,126 g), metionina (1,11 g), isoleucina (0,98 g), leucina (2,01 g), fenilalanina (0,77 g), tirosina (0,68 g), lisina (2,07 g), histidina (0,56 g), arginina (1,41 g) y triptófano (0,367 g).

El ensayo se realizó con un número inicial de 660 huevos. Los datos recogidos fueron: duración de los estados de huevo, larva y pupa, así como, los adultos emergidos. Para

Cuadro 1. Composición de la dieta artificial desarrollada para la cría de *Rhynchophorus ferrugineus*.

Componente	Nombre comercial	Empresa	Cantidad (g)
Ácido ascórbico	Ácido ascórbico para análisis ACS-ISO	Panreac Química S.A.	4,02
Ácido benzoico	Ácido benzoico para análisis	Panreac Química S.A.	1,61
Agar	Agar (USP) puro®	Panreac Química S.A.	17,86
Agua destilada	—	—	785,71
Cloranfenicol	Cloranfenicol-L BP93 ®	Gunama	0,45
Fibra seca de coco	Ecococo®	C.P.S.A.	7,14
Complejo vitamínico	Hidro Rex Vital Amoniácidos®	S.P. Veterinaria S.A.	47,68
Germen de trigo	Germen de trigo	Santiveri S.A.	44,64
Harina de maíz	—	—	44,64
Levadura de cerveza	Levadura de cerveza	Santiveri S.A.	44,64
Nipagin -M- sodio	Nipagina®	—	1,61

evaluar la fecundidad y fertilidad de adultos se formaron 28 parejas; en este caso los datos registrados fueron: longevidad de adultos (hembras y machos) y fecundidad de hembras. Los valores de los parámetros anteriores se dan por su media y límite de confianza (a $P = 0,05$).

b) Efecto de la cría prolongada en condiciones de laboratorio y empleando dieta artificial

Una vez puesto a punto la cría de la especie, se realizó este segundo ensayo para evaluar los efectos de la cría en laboratorio, con dieta artificial, durante varias generaciones, para ello se recolectaron en campo, en la zona anteriormente indicadas pupas, de cuyos adultos se estableció la cría durante generaciones 5 generaciones, en las mismas condiciones a las señaladas con en el primer ensayo. El diseño del ensayo fue totalmente aleatorio, se empleó el único factor: generación, con un número variable de repeticiones. Para el desarrollo post-embionario, se utilizaron las siguientes repeticiones: 108 para F_1 , 64 para F_2 , 88 para F_3 , 67 para F_4 y 61 para F_5 . En todas las generaciones se anotó la mortalidad a lo largo del desarrollo post-embionario, la fecha de formación de la pupa y emergencia de adulto.

Para evaluar la longevidad y fecundidad de adultos, en cada generación, se utilizaron

10 parejas; empleando iguales parámetros que en el primer ensayo. Igualmente se evolucionaron todos los huevos, de cada generación, para establecer la fertilidad de hembras.

Los datos del desarrollo post-embionario, y de los adultos, fueron sometidos a análisis de la varianza; los valores medios fueron comparados mediante mínima diferencia significativa (a $P=0,05$). Para ello, se utilizó el programa SPSS, versión 12 (SPSS, 2003).

Para completar los estudios de los efectos de la cría en condiciones controladas, en la última generación (F_5), se seleccionaron al azar 25 hembras y 25 machos, y fueron comparados biométricamente con 24 hembras y 25 machos, cuyas pupas habían sido recolectados de campo, provenientes de *Phoenix canariensis*. En cada ejemplar se realizaron las siguientes medidas: longitud máxima de la cabeza, anchura máxima del pronoto, anchura máxima y longitud máxima del abdomen, longitud máxima del élitro, longitud del fémur, tibia y tarsos de la pata posterior (figura 1). Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis multivariante, para su clasificación en poblaciones mediante función discriminante; empleando, para ello, el programa anteriormente indicado. Igualmente, a efectos comparativos, se estudió la longevidad y fecundidad de dichos adultos, utilizando 20 parejas.

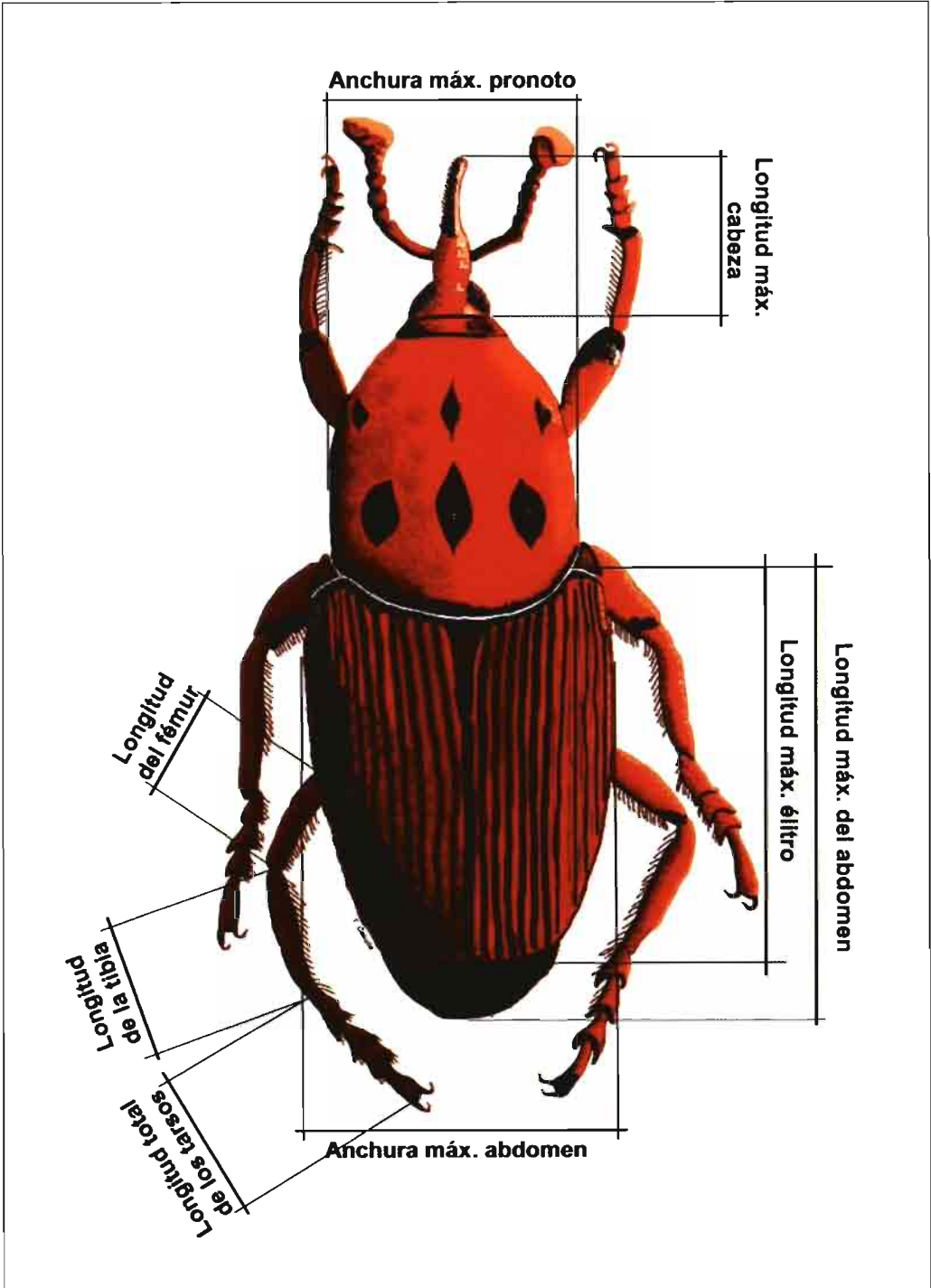


Figura 1. Parámetros medidos en adultos de *Rhynchophorus ferrugineus*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Manejo de la cría de *R. ferrugineus* en laboratorio

a.1) Oviposición: los adultos emergidos fueron agrupados por parejas, en recipientes de plástico (2,5 l), a los que se les añadió, como alimento y sustrato de oviposición, un trozo de manzana con epidermis, que es un material muy bien aceptado por las hembras, de forma que la pulpa es un buen alimento de adultos y la epidermis es preferida para la oviposición; además los opérculos dejados sobre los huevos hacen a éstos fácilmente localizables (figura 2); el trozo de manzana debe ser renovado cada 24-48 horas. Los recipientes de oviposición, fueron cerrados ligeramente con su tapadera, para permitir el intercambio gaseoso, y se mantuvieron en las condiciones anteriormente indicadas. El fragmento de manzana, recogido de cada pareja, se deshacía con la ayuda de un bisturí y se extraían los huevos.



Figura 2. Detalle de los opérculos dejados por las hembras adultas de *Rhynchophorus ferrugineus* en la epidermis de manzana, durante la oviposición.

a.2) Estado de huevo: los mismos, después de ser extraídos, del trozo de manzana, se situaban en placas de Petri sobre una fina capa de dieta artificial (1mm), que servía de primer alimento a las larvas neonatas. Estos recipientes, con unos 20 huevos por placa, se depositaban en un incubador, en las condiciones del ensayo. Diariamente, se observa-



Figura 3. Recipientes empleados en la cría de los primeros estadios larvarios de *Rhynchophorus ferrugineus*, en laboratorio y empleando dieta artificial.



Figura 4. Recipientes empleados en la cría de los últimos estadios larvarios de *Rhynchophorus ferrugineus*, en laboratorio y empleando dieta artificial.

ban las placas y se extraían las larvas neonatas. Se ha encontrado que la duración de este estado fue de $3,35 \pm 0,27$ días.

a.3) Manejo de larva: Las larvas neonatas, extraídas de las placas de Petri, fueron introducidas, individualmente, en botes Coulter (20 ml), rellenos hasta la mitad con dieta artificial (figura 3), los mismo deben ser renovados 2 veces, cada 15 días; después de 30 días, las larvas se transferían a recipientes de polipropileno de 100 ml, rellenos hasta la mitad con dieta (figura 4); en éstos, las larvas permanecen 45 días; igualmente, dieta y recipientes se renuevan cada 15 días.

Con dieta artificial y a 25° C la duración del estado de larva fue de $95,53 \pm 1,63$ días. Éste valor es similar a los 96 días señalados por ESTEBAN-DURAN *et al.*, (1998), pero en caña de azúcar; por otra parte son ligeramente mayores a los encontrado por (VIADO y BIGORNIA, 1949; RAHALKAR *et al.*, 1972, 1975, 1985; SALAMA y ABDEL-RAZEK, 2002).

a.4) Manejo de pupa: Posteriormente, las larvas se colocan en el mismo tipo de recipientes antes citados (100 ml), pero rellenos hasta la mitad con fibra vegetal seca y deshilachada (*Agave americana* L.), humedecida cada dos días, con agua destilada (figura 5); la cuál es aceptada muy bien por las larvas como sustrato de pupación. Las pupas fueron mantenidas, en las condiciones antes indicadas, hasta emergencia de adultos. El tiempo empleado en este estado fue de $27,83 \pm 3,13$ días.

a.5) Rendimiento de la cría: El rendimiento en adultos fue 60,7%, respecto al número de larvas neonatas empleadas; lo que indica la idoneidad de la dieta, así como el método de manejo de los estados inmaduros de la especie. Dicho valor está muy próximo al encontrado, para la misma especie, pero empleando como sustrato caña de azúcar o fruto de coco (RAHALKAR *et al.*, 1972; ESTEBAN-DURAN *et al.*, 1998); pero son ligeramente mayores a los encontrados por RAHALKAR *et al.* (1978) empleando semi-dieta, que consiguieron rendimientos del 28% al 66%, según generación.



Figura 5. Detalle de la fibra empleada como sustrato de pupación de *Rhynchophorus ferrugineus*, en condiciones de laboratorio.

Respecto a la longevidad de adultos, las hembras presentaron un valor de $108,04 \pm 20,86$ días; a su vez, para los machos la misma fue de $121,38 \pm 56,56$ días. La fertilidad de la hembra fue de $174,19 \pm 18,57$ huevos.

La dieta desarrollada, según los datos anteriores, permite la cría de la especie de forma fácil. La misma presenta la ventaja, a las utilizadas hasta la fecha, de no emplear constituyentes fresco, como por ejemplo fruto de coco o caña de azúcar, lo que facilita la elaboración y utilización de la dieta artificial puesta a punto.

b) Efecto de la cría prolongada, en condiciones de laboratorio y con dieta artificial, en los parámetros biológicos de *R. ferrugineus*

La cría de insectos, en condiciones controladas y a largo plazo, puede presentar riesgos de problemas genéticos, que afectan a la viabilidad de los mismos; así como, a sus características biológicas, como son: malformaciones en adultos, disminución en fecundidad y fertilidad, mayor mortalidad de larvas, etc. (MACKAUER, 1976, PETERS y BARBOSA, 1977, WAAGE *et al.*, 1985; CABELLO, 1994).

En el cuadro 2 se recogen los valores de duración del desarrollo de los estados de

Cuadro 2. Duración del desarrollo post-embrionario (en días) de *Rhynchophorus ferrugineus*, según generación, en dieta artificial y condiciones de laboratorio (25±2° C y H.R.: 65±10%).

Estado	Número de días					Valor medio
	Generación					
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	
Larva	93,40 b	74,43 a	90,30 b	86,39 c	87,36 c	84,62
Pupa	30,00 b	26,86 ab	26,63 a	29,65 b	31,61 b	28,69
Total	128,40 a	112,16 c	117,04 b	115,74 bc	118,97 b	118,23

Valores en fila, seguidos de la misma letra, no presentan diferencias significativas a $P=0,05$

larva, pupa y total, de *R. ferrugineus*, durante cinco generaciones mantenidas en laboratorio y en dieta artificial. En el análisis realizado, se ha encontrado un efecto altamente significativo ($P<0,01$) de la generación sobre la duración del estado de larva. Sin embargo, existen ligeras variaciones, con diferencias menores a 16 días entre generaciones. Igualmente, si analizamos la duración del estado de pupa, se encontró un efecto altamente significativo ($P<0,01$) de la generación; en este caso, existe una ligera tendencia a aumentar la duración del estado, salvo en F₂, con el paso de las generaciones. En la duración del desarrollo post-embrionario total, también se ha encontrado un efecto altamente significativo ($P<0,01$) de la generación; aunque, tampoco se ha observado una tendencia, creciente o decreciente, del mismo con la sucesión de generaciones. En este sentido hay que señalar que RAHALKAR *et al.* (1978), durante 12 generaciones de cría de la especie en semi-dieta, tampoco encontraron una relación entre la duración y generación. Las diferencias encontradas entre generaciones puede ser debido al desarrollo no sincronizado de los estados inmaduros que presenta la especie, como se ha demostrado en otros trabajos sobre esta especie (CABELLO, 2006) y en otras especies de curculiónidos (PÉREZ-FARINÓS, 2003)

Los resultados medios encontrados (84,62 días) (cuadro 2), para las cinco generaciones, son menores, respecto a la duración del estado de larva, al del ensayo de puesta a punto de la dieta, a igual temperatura; sin embargo, la duración del estado de pupa (28,69 días) es muy similar.

La mortalidad en estado de larva y pupa, así como conjunta, para *R. ferrugineus* criado en condiciones controladas, durante cinco generaciones, presentó unos valores medios del 21,60; 28,56 y 44,02%, respectivamente. Comparando los resultados obtenidos con los datos de RAHALKAR *et al.* (1978) se debe mencionar que el valor encontrado (44,02%) es inferior al reportado por estos autores.

En el cuadro 3 se recogen los valores medios de longevidad de adultos, durante las cinco generaciones. En el análisis estadístico de los datos no se encontró efecto significativo de la generación en la longevidad de hembras. Por el contrario, si lo hubo en la longevidad de machos ($P<0,05$). En este caso, la máxima longevidad se dio en las generaciones F₃ y F₅, que no presentaron diferencias significativas entre si; los valores mínimos se obtuvieron en las generaciones F₁ y F₂. En general, como ocurrió en el desarrollo post-embrionario, no se puede observar una tendencia en la longevidad, tanto de machos como hembras, en relación al paso de las generaciones. Para los valores de fecundidad y fertilidad de hembras (cuadro 3) no hubo efecto significativo de la generación. Los valores de fecundidad obtenidos son mayores a los citados por RAHALKAR *et al.* (1978) para la misma especie.

Si se compara los datos medios de las hembras adultas, mantenidas durante las 5 generaciones en laboratorio, con los de las hembras de campo (cuadro 3), se puede observar que la fecundidad y fertilidad fue mucho mayor para las primeras, ello probablemente debido a la mayor duración del periodo de oviposición de éstas que casi duplicó al presentado por las

Cuadro 3. Parámetros biológicos de los adultos de *Rhynchophorus ferrugineus* criados en condiciones de laboratorio (temperatura: 25±2° C y H.R.: 65±10%), durante cinco generaciones.

Origen	Generación	Longevidad de adultos (días)				Macho	Fecundidad (No. huevos/♀)	Fertilidad (No. larvas/♀)
		Hembra						
		Preoviposición	Oviposición	Post-oviposición	Total			
Laboratorio	F ₁	10,4 b	85,6 a	32,2 a	128,3 a	164,0 ab	213,0 a	160,5 a
	F ₂	8,3 ab	110,9 a	23,7 a	142,9 a	152,6 a	185,0 a	137,8 a
	F ₃	17,1 c	112,2 a	38,4 a	167,8 a	244,7 c	182,7 a	146,3 a
	F ₄	5,5 a	92,6 a	43,6 a	146,5 a	214,8 b	215,7 a	169,4 a
	F ₅	5,5 a	111,6 a	19,1 a	135,9 a	220,7 bc	259,0 a	209,6 a
	Media	9,4	102,6	31,4	144,3	199,4	211,1	164,71
Campo	F ₀	8,1	56,3	8,8	69,8	–	158,2	67,7

Valores en columna, seguidos por la misma letra, no presentan diferencias significativas a P=0,05.

Cuadro 4. Valores de los parámetros morfológicos medidos (mm) en adultos de *Rhynchophorus ferrugineus*, según sexo y procedencia (laboratorio o campo).

Parámetro (mm)	Valor	Hembra		Macho		Total	
		Campo	Laboratorio	Campo	Laboratorio	Campo	Laboratorio
		Longitud máx. de la cabeza	número	24	25	25	25
	media	7,48	5,91	7,19	5,36	7,33	5,64
	des. est.	1,14	0,53	0,64	0,73	0,92	0,69
Anchura máx. del pronoto	número	24	25	25	25	49	50
	media	9,34	7,35	10,23	7,63	9,80	7,49
	des. est.	1,42	0,57	0,68	0,53	1,18	0,56
Anchura máx. del abdomen	número	24	25	25	25	49	50
	media	11,92	9,22	12,93	9,48	12,44	9,35
	des. est.	1,73	0,59	0,87	0,60	1,434	0,60
Longitud máx. del élitro	número	24	25	25	25	49	50
	media	15,68	11,88	17,16	12,24	16,44	12,06
	des. est.	2,85	1,05	1,18	0,76	2,27	0,93
Longitud máx. del abdomen	número	24	25	25	25	49	50
	media	18,92	14,97	19,68	14,95	19,31	14,96
	des. est.	3,44	1,12	1,17	0,82	2,55	0,97
Longitud del fémur de la pata posterior	número	24	25	25	25	49	50
	media	6,45	5,12	7,21	5,67	6,84	5,49
	des. est.	0,93	0,52	0,71	0,37	0,90	0,52
Longitud de la tibia de la pata posterior	número	24	25	25	25	49	50
	media	4,38	3,59	5,33	3,70	4,86	3,64
	des. est.	0,65	0,38	0,72	0,58	0,83	0,49
Longitud de los tarsos de la pata posterior	número	24	25	25	25	49	50
	media	4,22	3,40	4,82	3,70	4,53	3,55
	des. est.	0,59	0,29	0,48	0,37	0,62	0,36

hembras de campo. Estos datos también son indicación de la idoneidad del método de cría desarrollado.

Finalmente, la biometría de adultos según origen y sexo se recoge en el cuadro 4. El análisis multivariante presentó significación estadística ($P < 0,05$); los valores más discriminantes fueron la anchura máxima del pronoto y del abdomen; que fueron utilizados para la representación de las poblaciones como recoge la figura 6 para hembras y figura 7 para machos. En dichas figuras se puede observar que las hembras de laboratorio y campo pertenecen a la misma población,

aunque los adultos provenientes de la cría en laboratorio fueron menores; por el contrario, en machos el efecto es mucho más acusado, de forma que las poblaciones estaban claramente separadas entre sí, sin solapes. Este menor tamaño de los adultos de laboratorio a sido efecto de la cría prolongada en laboratorio, como se ha demostrado en otros insectos mantenidos en laboratorio, especialmente en parasitoides y depredadores (GRENIER y CLERCQ, 2003); sin embargo, en el presente caso, no tuvo efecto en los parámetros biológicos de las hembras (longevidad y fecundidad), como se mencionó anteriormente.

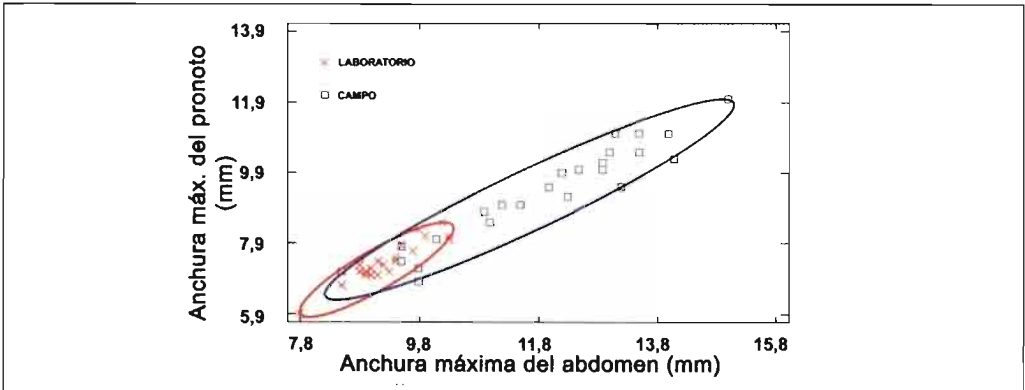


Figura 6. Representación de las hembras adultas de *Rhynchophorus ferrugineus*, según procedencia (laboratorio o campo), en función de los dos parámetros más discriminantes en el análisis multivariante.

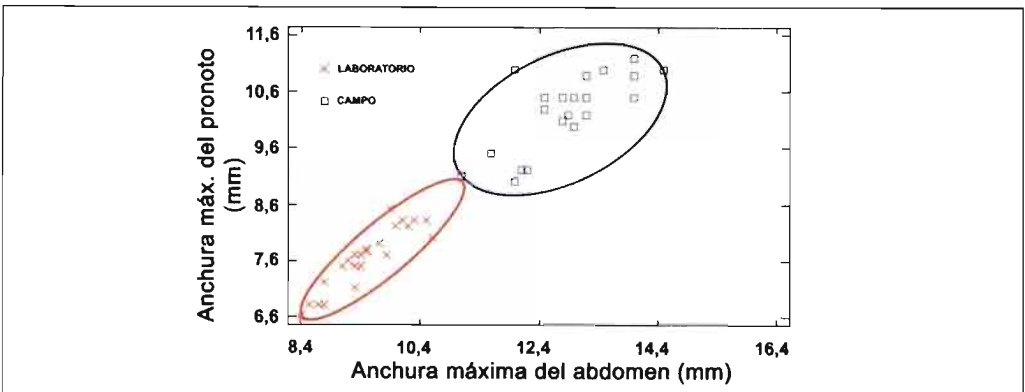


Figura 7. Representación de los machos adultos de *Rhynchophorus ferrugineus*, según procedencia (laboratorio o campo), en función de los dos parámetros más discriminantes en el análisis multivariante.

ABSTRACT

MARTÍN M. M., T. CABELLO. 2006. Rearing management of Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera, Dryophthoridae), in artificial diet and effects on biology and adult biometry. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 631-641.

A viable methodology has been developed for rearing, under laboratory conditions, Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*), also an artificial diet has been developed, derived of one used in Lepidoptera, with easy components and without elaboration and handling problems. With this methodology and diet has been feasible the development of the species during 5 generations (at $25\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 10\%$ of H.R. and darkness). Under these conditions, the larva required 84.62 days to complete its development and 28.69 the pupa. Adult longevity was 199.4 days for males and 144.3 days for females; these presented a fecundity of 211.1 eggs/♀ and fertility 164.71 larvae/♀. Those values were higher than those that had field adults, feeding in *Phoenix canariensis*, which presented female longevity of 69.8 days, with fecundity and fertility of 158.2 and 67.7 eggs and larvae per female, respectively. The species rearing in laboratory, during 5 generations, had an effect in the size of adults; however, the smallest size of laboratory adults did not affect to its longevity and fecundity that was bigger than the one presented by field adults.

Key words: Palm, pest, Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, artificial diet, laboratory rearing.

REFERENCIAS

- BARRANCO, P.; PEÑA, J. DE LA; CABELLO, T., 1996. El picudo rojo de las palmeras. *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier): nueva plaga en Europa. *Phytoma-España*, **76**: 36-40.
- BOKHARI, U. G.; ABUZUHRA, R., 1992. Diagnostic tests for red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, infested date palm trees. *Arab Journal of Scientific Research*, **10**: 93-104.
- BUTANI, D. K., 1975. Insect pests of fruit crops and their control-11: date palm. *Pesticides*, **9**: 40-42.
- CABELLO, T., 1994. Mantenimiento y estabulación de invertebrados. *Actas del III Congreso Nacional de la Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio*. Granada: 95-100.
- CABELLO, T., 2006. Population biology and dynamics of Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, in Spain. *Actas I Jornada Internacional sobre el picudo rojo de las palmeras, Rhynchophorus ferrugineus*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia (en prensa).
- CABELLO, T.; MARTÍN, M. M.; URBANEJA, A., 2006. Situación actual del curculiónido rojo de la palmera *Rhynchophorus ferrugineus* en España. *Espádice*, **9**: 14-17.
- CABELLO, T.; RODRÍGUEZ, H.; VARGAS, P., 1984a. Development, longevity and fecundity of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep.: Noctuidae) reared on eight artificial diets. *Journal of Applied Entomology*, **97**: 494-499.
- CABELLO, T.; RODRÍGUEZ, H.; VARGAS, P., 1984b. Utilización de una dieta artificial simple en la cría de *Heliothis armigera* HB., *Spodoptera littoralis* Boisd. y *Trigonophora meticulosa* Hb. (Lep.: Noctuidae). *Anales Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Agrícola*, **27**: 101-107.
- COX, M. L., 1993. Red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, in Egypt. *FAO Plant protection Bulletin*, **41**: 30-31.
- EPPO, 2000. *Rhynchophorus ferrugineus* occurs in Oman. EPPO Reporting Service. *Reporting Service 2000*, **6**: 2000/96.
- EPPO, 2001. *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) red palm weevil. (http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/Insects/rhynchfe.html).
- ESTEBAN-DURAN, J.; YELA, J. L.; BEITIA-CRESPO, F.; JIMÉNEZ-ÁLVAREZ, A., 1998. Biología del curculiónido ferruginoso de las palmeras *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) en laboratorio y campo: ciclo en cautividad, peculiaridades biológicas en su zona de introducción en España y métodos biológicos de detección y posible control (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**: 737-748.
- FERRY, M.; GÓMEZ, S., 2002. The Red Palm Weevil in the Mediterranean Area. *Palms*, **46**: 172-178.
- GRENIER, S.; CLERCQ, P. DE, 2003. Comparison of artificially reared natural enemies and their potential for use in biological control. En: LENTEREN, J.C. VAN (Ed.). *Quality control and production of biological control agents: Theory and testing procedures*. CAB Publishing, Wallingford: 115-131.
- HILL, D. S., 1987. *Agricultural insect pests of the tropics and their control*. Cambridge University Press, Cambridge: 746 pp.
- HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; ABAD, R. G., 2001. *Insects on palms*. CAB Publ. Wallingford: 400 pp.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, 1999. *Memoria 1997*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 607 pp.

- JUNTA DE ANDALUCÍA, 2000. *Memoria 1998*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 595 pp.
- KEHAT, M., 1999. Threat to date palms in Israel, Jordan and the Palestinian by the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *Phytoparasitica*, **27**: 107-108.
- KRANZ, J.H.; SCHMUTTERER H.; KOC, W., 1982. *Enfermedades, plagas y malezas de los cultivos subtropicales*. Verlag Paul Parey, Berlin: 722 pp.
- LEPESME, P., 1947. *Les insectes des palmiers*. Lechevalier Éd., Paris: 904 pp.
- LIAO, C. C.; CHEN, C. C., 1997. Primary study the insect pests, hosts and ecology of weevil attacking ornamental palm seedlings. *Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station*, **57**: 43-48.
- LONGO, S.; TAMBURINO, V., 2005. Gravi infestazioni di punteruolo rosso della palma. *L'Informatore Agrario*, **50**: 73-75.
- MACKAUER, M., 1976. Genetic problems in the production of biological control agents. *Annual Review of Entomology*, **21**: 369-385.
- MARTÍN, M. M.; CABELLO, T., 2005. *Biología y ecología del curculiónido rojo de la palmera, Rhynchophorus ferrugineus (Olivier, 1790) (Coleoptera: Dryophthoridae)*. Universidad de Almería. Almería: 202 pp.
- MARTÍN, M. M.; URBANEJA, A.; CABELLO, T., 2005. El picudo rojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus* (Col.: Dryophthoridae). *Agraria*, **4**: 23-26.
- PÉREZ-FARINÓS, G. M., 2003. *Biología y control de Aubeonymus mariaefranciscas Roudier (Col.: Curculionidae), plaga de la remolacha azucarera*. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral. Madrid: 166 pp.
- PETERS, T. M.; BARBOSA, P., 1977. Influence of population density on size, fecundity and developmental rate of insects in culture. *Annual Review Entomology*, **22**: 431-450.
- RAHALKAR, G. W.; HARWALKAR, M. R.; RANANAVARE, H. D., 1972. Development of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, on sugarcane. *Indian Journal of Entomology*, **34**: 213-215.
- RAHALKAR, G. W.; HARWALKAR, M. R.; RANANAVARE, H. O., 1975. Laboratory studies on sterilization of the male red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier. *International Atomic Energy Agency Food and Agriculture*, 261-267.
- RAHALKAR, G. W.; TAMHANKAR, A. J.; SHANTARAM, K., 1978. An artificial diet for rearing red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier. *Journal of Plantation Crops*, **6**: 61-64.
- RAHALKAR, G. W.; HARWALKAR, M. R.; RANANAVARE, H. D.; TAMHANKAR, A. J.; SHANTARAM, K., 1985. *Rhynchophorus ferrugineus*. En: SINGH, P.; MOORE, R.F. (Eds.) *Handbook of insect rearing*. Elsevier. Amsterdam: 279-286.
- RANANAVARE, H. D.; SHANTARAM, K.; HARWALKAR, M. R.; RAHALKAR, G. W., 1975. Method for the laboratory rearing of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. *Journal of Plantation Crops*, **3**: 65-67.
- SALAMA, H. S.; ABDEL-RAZEK, A. S., 2002. Development of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), (Coleoptera, Curculionidae) on natural and synthetic diets. *Anzeiger für Schädlingkunde*, **75**: 137-139.
- SPSS, 2003. *SPSS base 12.0 manual del usuario*. SPSS Inc. Chicago: 754 pp.
- VIADO, G. B.; BIGORNIA, E., 1949. A biological study of the asiatic palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), (Curculionidae, Coleoptera). *The Philippine Agriculturist*, **33**: 1-27.
- WAAGE, J. K.; CARL, K. P.; MILLS, N. J.; GREATHEAD, D. J., 1985. Rearing entomophagous insects. En: SINGH, P.; MOORE, R. F., (Eds.), *Handbook of insect rearing*. Elsevier. Amsterdam: 45-48.
- WATTANAPONGSIRI, A., 1966. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera: Curculionidae). *Department of Agriculture Science Bulletin* (Bangkok, Thailand), **1**: 328 pp.

(Recepción: 19 mayo 2006)

(Aceptación: 12 julio 2006)