

La mancha proximal del fémur posterior y la relación élitro-femoral en un enjambre de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) sobre el reborde meridional de «La Serena» (Extremadura)

A. ARIAS GIRALDA, J. JIMÉNEZ VIÑUELAS Y A. PÉREZ ROMERO

Este trabajo se ha realizado sobre una muestra de 560 ejemplares de «langosta mediterránea» (369 machos y 191 hembras), tomada sobre un enjambre que sobrevoló el reborde meridional de «La Serena» a mediados de junio de 1994.

El objetivo ha sido comprobar la validez de la escala cromática de las manchas de los fémures posteriores, propuesta por PASQUIER y definida por SKAF, para situar el estado de fase de una población de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.).

Para ello se separaron los individuos por sexos y en cada uno se clasificó la mancha proximal de un fémur posterior y se midió su longitud, así como la del élitro del mismo lado, definiendo previamente sus puntos extremos.

Los resultados muestran que hay correlación entre las longitudes de élitros y fémures de cada sexo, que son significativamente más largas en las hembras, aunque con un solape parcial de las muestras.

El índice élitro-femoral es también significativamente mayor en las hembras, alcanzando unos valores medios que sitúan la población en el inicio de la fase de transición de solitaria a gregaria.

Las notas medias de la escala cromática de la mancha proximal confirman que la población está en la fase de transición, aunque con los machos más desplazados hacia la fase gregaria que las hembras.

Existe una correlación lineal entre las notas de la escala de manchas y las longitudes de los élitros de ambos sexos, así como diferencias significativas entre las longitudes medias correspondientes a cada nota, que son mayores en los machos. Entre los fémures de diferencias son pequeñas en los machos y no existen en las hembras.

También hay correlación lineal, en ambos sexos, entre las notas de la mancha proximal de los fémures y los valores del índice élitro-femoral, con diferencias significativas entre éstos.

Los resultados permiten sustituir la medición de élitros y fémures, más difícil y lenta, por la clasificación de la mancha proximal del fémur, más fácil y rápida, a efectos de determinar el estado de fase de las poblaciones en las campañas de lucha contra la «langosta mediterránea».

A. ARIAS GIRALDA, J. JIMÉNEZ VIÑUELAS, A. PÉREZ ROMERO. Servicio de Sanidad Vegetal. Junta de Extremadura. Plaza de la Soledad, 5. 06001 BADAJOZ.

Palabras clave: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), morfometría, cromatometría, «La Serena» (Extremadura).

INTRODUCCIÓN

En el artículo donde UVAROV (1921) establece la teoría de las fases en las langostas, utiliza las longitudes del fémur posterior (F) y del élitro (E), así como su relación (F/E)

para caracterizar las formas extremas de los adultos de *Locusta migratoria* L.

Las mismas longitudes E y F y su cociente (E/F), han sido obtenidas sobre distintas poblaciones de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) en la cuenca mediterránea (Cuadro 1).

Cuadro 1.—Medición de élitros (E) y fémures (F) y relación E/F en poblaciones de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) de diferentes comarcas y países

Autor y año	Comarca-País	n°	Machos			n°	Hembras			FA SE
			E	F	E/F		E	F	E/F	
Paoli, 1932	Lazio (Italia)	10	20,18	13,50	1,49	10	22,77	14,68	1,55	S
"	"	10	26,00	14,91	1,74	10	28,47	16,13	1,77	G
Pasquier, 1934	Argelia	—	—	—	1,48	—	—	—	1,55	S
"	"	—	—	—	1,49	—	—	—	1,59	S
"	"	—	—	—	1,57	—	—	—	1,61	T
"	"	—	—	—	1,76	—	—	—	1,81	G
Moreno Márquez, 1942	La Serena (Badajoz-España)	25	25,75	14,77	1,74	25	28,84	16,74	1,72	G
		25	20,24	13,55	1,49	25	24,72	15,61	1,58	S
		25	20,46	13,66	1,50	25	24,72	15,84	1,56	S
Mendizábal, 1943	Adra (Almería-España)	—	—	—	1,66	—	—	—	1,54	G
Pascual, 1977	Cabo de Gata (Almería-España)	100	21,34	14,71	1,447	105	26,00	17,04	1,524	T
		115	21,15	13,94	1,512	95	25,57	16,00	1,595	T
		125	22,94	14,55	1,570	125	26,65	16,57	1,604	T
García de la Vega, 1980	La Serena (Badajoz-España)	324	20,859	14,505	1,445	29	25,604	17,194	1,491	S
Ben Halima, 1983	Gada Debdou (Marruecos)	8	—	—	1,41	12	—	—	1,49	S
Belda <i>et al.</i> , 1993	El Egido (Almería-España)	—	—	—	1,54	—	—	—	1,62	T
Hernández Crespo, 1993	La Serena (Badajoz-España)	25	21,0	14,1	1,48	25	26,1	16,6	1,58	T
		25	21,5	14,0	1,53	25	25,8	16,3	1,58	T
		25	21,6	14,1	1,53	25	25,8	16,3	1,58	T
Barranco y Pascual, (Com. per., 1994)	Cabo de Gata	62	—	—	1,63	45	—	—	1,68	G

S = Fase Solitaria, T = Fase de Transición, G = Fase Gregaria.

Aunque la relación de autores podría alargarse mediante referencias indirectas (UVAROV, 1928 Y 1977; LATCHININSKY Y LAUNOIS-LUONG, 1992), sólo se han considerado aquéllos de los que se poseen los trabajos originales. Aún así resulta un conjunto importante de datos sobre el que pueden hacerse estas consideraciones:

a) El tamaño de ambos órganos aumenta en los dos sexos al pasar de fase solitaria a gregaria, pero más en los machos, por lo que se aproximan a las hembras. El crecimiento de los élitros es porcentualmente mayor que el de los fémures por lo que la relación élitro-femoral también aumenta en ambos sexos.

b) Pese a la validez de las conclusiones

anteriores, los puntos extremos para medir las longitudes de cada órgano a veces no son los mismos y otras no se citan. Como han observado BARRANCO Y PASCUAL (1994), y nosotros al abordar este trabajo, es notoria la disparidad entre PASQUIER (1934) Y MORENO MÁRQUEZ (1942) al medir el fémur posterior, pues aquél utiliza el cóndilo externo de la rodilla y éste el interno (Fig. 1), lo que da lugar a diferencias significativas en la longitud del fémur y en el índice E/F (BARRANCO Y PASCUAL, 1995).

En los trabajos españoles, PASCUAL (1977) Y HERNÁNDEZ CRESPO (1993) toman el cóndilo interno, como MORENO MÁRQUEZ, y en cambio GARCÍA DE LA VEGA (1980) el externo; los citados BARRANCO y

PASCUAL (1995) usan ambos, calculando un factor de corrección.

En este trabajo se toma el cóndilo externo por ser el empleado normalmente por autores extranjeros, ser el propuesto por DIRSH (1953) en el que se considera trabajo de referencia y ser a la vez el más fácil para hacer la medición.

c) Otras carencias en algunos de estos trabajos morfométricos radican en no citar la precisión de las medidas o utilizar muestras pequeñas para las que no se calculan los errores de las medias.

Un segundo carácter diferencial de las fases es la coloración (UVAROV, 1921), aunque se considera menos seguro dada su mayor variabilidad (UVAROV, 1966 y 1977). En el caso de *Doclostaurus maroccanus* se han señalado coloraciones diferentes de los adultos en el conjunto del cuerpo, mandíbulas, palpos, cruz y carena del pronoto, tibias posteriores y manchas de los élitros y del fémur posterior (PAOLI, 1932; PASQUIER, 1934; UVAROV, 1977; LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992).

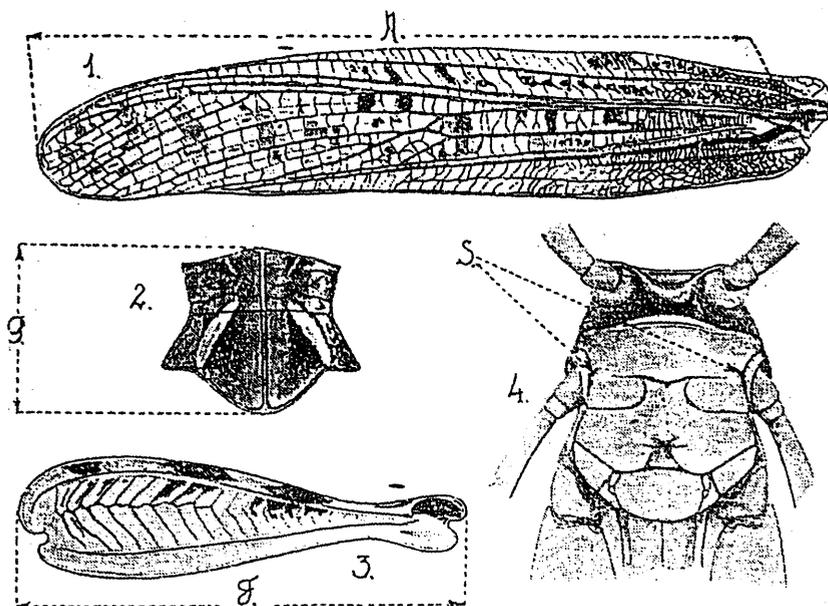
La mayor intensidad en la fase solitaria de las tres manchas sobre la cara superior de los fémures posteriores fue señalada por TARBINSKY (1932, en: LATCHININSKY y

LAUNOIS-LUONG, 1992). PASQUIER detalló estas manchas en una escala visual con seis categorías, que fue publicada por SKAF (1972) (Fig. 2), quien describió la evolución de la mancha proximal (Cuadro 2) considerando que «constituye el método más seguro, más decisivo y más fácil para reconocer y diferenciar los individuos de los diferentes estados de fase». Pese a ello, pocos autores han estudiado su utilidad.

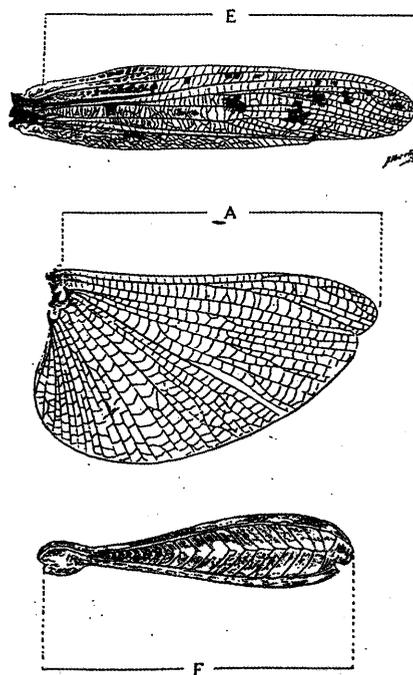
En España, GARCÍA DE LA VEGA (1980) sobre ejemplares de «La Serena» (Badajoz) morfométricamente solitarios, encontró que su casi totalidad pertenecía colorimétricamente a la nota 5 de PASQUIER, excepto unos pocos de nota 4, lo que confirma la morfometría. Por el contrario, en el trabajo de BARRANCO y PASCUAL (1995) sobre una muestra morfométrica y comportamentalmente gregaria, en las proximidades del Cabo de Gata (Almería), un 14% (mayoritariamente hembras) eran de nota 5 (solitarios), un 55% de nota 3 (transición) y un 31% de nota 2 (transición) de los que sólo algunos ejemplares serían de notas 0 y 1 (gregarios), por lo que concluyen que «estos patrones cromáticos no se cumplen siempre y no deberían usarse, en consecuencia, como definitorios de fases».

Cuadro 2.—Descripción de la mancha proximal del fémur posterior de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) en la escala de Pasquier (Skaf, 1972)

Nota	Fase	Descripción (Skaf, 1972)
0	Gregaria	Mancha ausente o dudosamente visible
1	"	Dos pequeñas manchas bien separadas por la carena súper-mediana, la exterior casi puntual, la inferior lineal o fusiforme
2	Transición	Dos manchas bastantes desarrolladas, netamente separadas tanto de la carena súper-mediana, como de las súper-laterales
3	"	Dos manchas bastante bien desarrolladas, desiguales, tendiendo a unirse sobre la carena súper-mediana, pero no alcanzando las carenas súper-laterales
4	"	Dos manchas casi enteramente coalescentes, o una sola mancha cubriendo la carena súper-mediana, alcanzando las carenas súper-laterales; manchas no rebordeadas, o apenas, por una cinta más oscura que el centro
5	Solitaria	Mancha única, bien desarrollada, alcanzando o desbordando las carenas súper-laterales, lo más a menudo rebordeada muy netamente por una cinta oscura

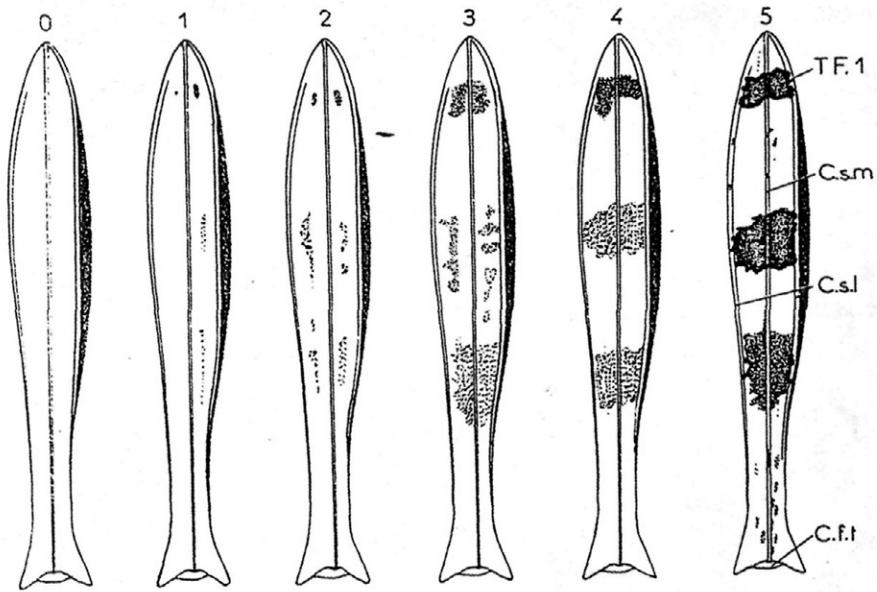


1. semiélytre; 2. pronotum; 3. fémur; 4. sternum de *D. maroccanus ph. solitaria*. L x 4. Según Pasquier, 1934.



Longitudes adoptadas en las mediciones del élitro, ala y fémur. Según Moreno Márquez, 1942.

Fig. 1.—Puntos extremos para la medición del élitro y del fémur tomados por Pasquier (1934), (parte superior de la figura), y por Moreno Márquez (1942), (parte inferior).

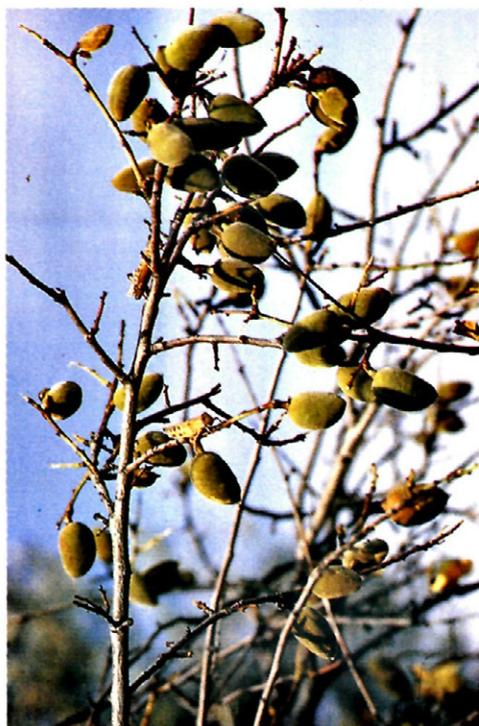


(Según SKAF, 1792)

Fig. 2.—Manchas del fémur posterior de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) según la escala de Pasquier.



Fig. 3.—Enjambre de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) rebasando en vuelo «La Serena», en la dirección Castuera-Monterrubio (15 de junio de 1994). (Foto de A. Arias).



Figs. 4 y 5.—Daños de la “langosta mediterránea” en olivo, almendro y calabacín. (Foto de A. Arias.)



Fig. 6.—Rodal de adultos, realizando la puesta, en un camino empedrado.

El objetivo inmediato de este trabajo es tratar de comprobar la existencia de correlaciones entre élitros y fémures con la mancha proximal de los fémures.

El objetivo remoto, si se cumple lo anterior, es sustituir las mediciones de élitros y fémures, más lentas y que obligan al empleo del estereomicroscopio en el laboratorio, por la escala cromática, de aplicación rápida y relativamente fácil para los capataces en el campo, lo que es de utilidad para las campañas de lucha contra la «langosta mediterránea».

MATERIAL Y MÉTODOS

Recogida de la muestra

Hacia el 10 de junio de 1994, el personal del Servicio de Sanidad Vegetal responsable de la vigilancia y lucha preventiva contra la «langosta mediterránea», *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), observó que un enjambre de la comarca de «La Serena» (Badajoz), había rebasado su borde suroccidental y se había instalado en la solana de la Sierra de Castuera, a unos 2 km. de dicha población, junto a la carretera de Monterrubio de la Serena (Fig. 3).

La superficie invadida, sin langosta previamente, era de unas 20 has., ocupada principalmente por monte bajo en el que se intercalaban olivares, alguna plantación de almendro y una huerta con patatas y calabacines, que habían sufrido fuertes daños (Figs. 4 y 5). La densidad de la langosta era muy alta, aunque desigual, pudiéndose estimar una media superior a los 100 individuos/m² (Fig. 6). Las hembras estaban realizando la puesta.

El 16 de junio se tomó una muestra con manga y al comprobar que predominaban los machos se completó cogiendo hembras a mano; la muestra total la formaron 560 individuos, 369 machos y 191 hembras.

Se mataron sumergiéndolos en alcohol durante unos 5 minutos, con lo que se

mantiene la coloración con bastante fidelidad, y se pusieron a secar en el mismo campo.

Colorimetría

En el laboratorio se separaron los individuos según el sexo y a continuación según las notas de la escala cromática de PASQUIER para las tres manchas de la cara superior del fémur posterior (Fig. 2), pero aplicada exclusivamente a la mancha proximal en la descripción de SKAF (1972), (Cuadro 2). Previamente se tomó contacto con el material para concretar los patrones cromáticos de SKAF en ejemplares-tipo, que se usaron durante la clasificación (Figs. 15, 16 y 17).

Morfometría

A cada individuo así clasificado se le arrancó el fémur posterior y el élitro del mismo lado, normalmente el derecho.

Los fémures se midieron tomando los cóndilos externos según la propuesta de PASQUIER (1934) (Fig. 1); para ello se colocaba el fémur entre las puntas rectas de un calibre (precisión de 0,02 mm.), girándolo de forma que diese la máxima longitud; para una mayor precisión, la lectura de la medida del calibre se hacía a la lupa con 7 aumentos.

Para medir los élitros se tomaron los puntos extremos propuestos de forma coincidente por PASQUIER (1934) y MORENO MÁRQUEZ (1942) (Fig. 1), es decir, la unión de las venas mediastina y humeral y el extremo del élitro; para ello éste se introducía en una hoja doblada de plástico semirígido y transparente, se situaba en la platina de una lupa, se colocaban las puntas del calibre ya citado en los extremos dichos y se hacía la lectura de la medida con 7 aumentos.

La precisión del método se testó midiendo 50 veces 1 fémur y 1 élitro, resultando un coeficiente de variación inferior al 0,25%.

Cuadro 3.—Longitudes de élitros y fémures y relación élitro-femoral de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), en función de la mancha proximal del fémur posterior (Skaf, 1972)

Mancha proximal del fémur posterior (Escala)	Machos					Hembras				
	n.º	%	Élitros (E) (mm)	Fémures (F) (mm)	E/F	n.º	%	Élitros (E) (mm)	Fémures (F) (mm)	E/F
5	6	1,6	20,72±0,56	14,52±0,28	1,43±0,02	14	7,3	25,81±0,39	16,85±0,23	1,53±0,02
4	95	25,7	21,96±0,11	14,78±0,05	1,49±0,03	73	38,2	26,70±0,14	17,12±0,06	1,56±0,01
3	143	38,7	22,66±0,10	15,06±0,04	1,51±0,01	94	49,2	27,13±0,13	16,97±0,07	1,60±0,02
2	112	30,4	23,70±0,13	15,19±0,05	1,56±0,01	10	5,3	28,21±0,49	17,13±0,21	1,65±0,02
1	12	3,3	24,07±0,32	15,43±0,15	1,56±0,01	0	0,0	—	—	—
0	1	0,3	26,56	15,62	1,70	0	0,0	—	—	—
Media	369	100,0	22,82±0,02	15,03±0,03	1,518±0,004	191	100,0	26,93±0,10	17,03±0,04	1,582±0,005

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se recogen los resultados de las mediciones de élitros y fémures, en función del sexo y de la clasificación según la mancha proximal del fémur posterior, que se analizan a continuación.

Élitros y fémures

En la representación gráfica (Fig. 7), las longitudes de las parejas élitro-fémur se solapan en aquella parte de la muestra constituida por las hembras más pequeñas y los mayos de mayor talla.

Puede apreciarse la existencia de una correlación positiva, tanto en machos como en hembras. El coeficiente de correlación en el ajuste a una recta (Fig. 7), es altamente significativo en ambos casos, apreciándose que

al aumentar los fémures, los élitros crecen proporcionalmente más en los machos que en las hembras.

La distribución de frecuencias del índice élitro-femoral (E/F) (Fig. 8), muestra visualmente que es mayor en hembras que en machos, y por sus valores medios (Cuadro 3) la población debe encontrarse en el inicio de la fase de transición hacia la gregaria (GARCÍA DE LA VEGA, 1980; BARRANCO y PASCUAL, 1994).

El análisis de la varianza ofrece diferencias altamente significativas entre machos y hembras, en élitros, fémures y su relación (Cuadro 4), como ya pusieron de manifiesto MORENO MÁRQUEZ (1942) y PASCUAL (1977).

Los coeficientes de variación (C.V.) tienen valores relativamente bajos (alrededor de un 5 %) y son ligeramente superiores en los 3 parámetros de los machos y en los élitros de ambos sexos, lo que indica que los machos constituyen una población con ma-

Cuadro 4.—Análisis de la varianza de élitros (E), fémures (F) y E/F entre machos y hembras

Sexo	n.º	Élitros (E)			Fémures (F)			E/F		
		mm.	%	c.v.	mm.	%	c.v.	valor	%	c.v.
Machos	369	22,81	100	6,4	15,03	100	3,8	1,518	100	5,1
Hembras	191	26,92	118	5,0	17,03	113	3,6	1,582	104	4,4
Diferencia	—	4,11	—	—	2,00	—	—	0,064	—	—
m.d.s. 1%	—	0,32	—	—	0,14	—	—	0,017	—	—

yor variabilidad que la de hembras y que los élitros son más variables que los fémures.

Mancha proximal del fémur posterior

En la distribución porcentual de los sexos según la escala de la mancha proximal del fémur posterior (Cuadro 3 y Fig. 9), predominan las notas intermedias (2, 3 y 4), correspondientes a la fase de transición, por lo que esta escala colorimétrica confirma, de forma global, los resultados morfométricos.

Sin embargo, las hembras están más desplazadas hacia la fase solitaria (nota media 3,48) y los machos hacia la gregaria (nota media 2,91), habiéndose encontrado ejemplares de estos últimos en cada nota de la escala, con lo que la población de machos también es más variable en este carácter cromático.

La mancha proximal y los élitros y fémures

Las longitudes medias de los élitros crecen linealmente en ambos sexos a medida

que la nota de la mancha progresa desde la fase solitaria (valor 5) hacia la gregaria (valores 1 y 0) (Cuadro 3 y Fig. 10), lo que es una segunda validación de la escala de SKAF (1972).

Como ya se dijo, los élitros crecen proporcionalmente más en los machos que en las hembras, lo que se comprueba al comparar los valores 2-3-4 de ambos en la Fig. 10. Por el contrario, los fémures crecen escasamente en los machos y menos aún en las hembras, donde incluso decrecen al pasar de nota 4 a 3.

El análisis de la varianza es altamente significativo para la distribución de las longitudes de los élitros según las notas de la mancha proximal en los dos sexos (Cuadro 5), y sólo lo es para los fémures de los machos. Las significaciones entre parejas de valores sólo existen, de modo general, cuando el tamaño de la muestra es mayor de 90-100 individuos (Cuadros 3 y 5).

En la Figura 11 se han representado, con distinto color y símbolo, las parejas de valores élitro-fémur de los machos pertenecientes a cada nota de la escala. Se puede apre-

Cuadro 5.—Análisis de la varianza de élitros (E), y fémures (F) y E/F, de machos (M) y hembras (H) según la escala de la mancha proximal del fémur posterior. (Skaf, 1972)

	Élitros		Fémures		E/F	
	M.	H.	M.	H.	M.	H.
Significación global (Prueba de F)	S.1%	S.1%	S.1%	N. S.	S.1%	S.1%
Diferencia (0-1)	2,493	—	0,195	—	0,140	—
Significación	—	—	—	—	—	—
m.d.s.	—	—	—	—	—	—
Diferencia (1-2)	0,369	—	0,235	—	0,000	—
Significación	N.S.	—	N.S.	—	N.S.	—
m.d.s.	0,643	—	0,307	—	0,029	—
Diferencia (2-3)	1,036	1,087	0,133	0,157	0,055	0,049
Significación	S.1%	S.5%	N.S.	—	S.1%	S.5%
m.d.s.	0,425	0,952	0,138	0,420	0,013	0,049
Diferencia (3-4)	0,703	0,424	0,275	-0,152	0,019	0,039
Significación	S.1%	S.5%	S.1%	—	S.5%	S.1%
m.d.s.	0,400	0,375	0,137	0,176	0,016	0,026
Diferencia (4-5)	1,235	0,891	0,269	0,273	0,056	0,026
Significación	S.5%	S.5%	N.S.	—	S.1%	N.S.
m.d.s.	1,032	0,791	0,509	0,455	0,053	0,047

ciar visualmente cómo las nubes de puntos de las submuestras van desplazándose desde los valores más bajos de élitro y fémur para las notas más altas (solitarias-transiens) hacia los más altos para las notas más bajas (transiens-gregarias).

El ajuste de las 3 submuestras con mayor número de individuos (notas 4, 3 y 2), a rectas de regresión (Fig. 11), las ofrece separadas y casi paralelas, siendo sus coeficientes de correlación altamente significativos.

La representación de las submuestras de las hembras (Fig. 12) arroja resultados similares a los anteriores, aunque en esta ocasión sólo se han obtenido las rectas de regresión para las notas 4 y 3, con mayor número de ejemplares.

Ajustando las parejas de valores, notas de la escala - longitud de élitros o fémures, para cada sexo, se originan las rectas de regresión del Cuadro 6, que dan los va-

lores medios esperables para cada nota (Cuadro 7).

Los coeficientes de correlación son altamente significativos para élitros de ambos sexos y fémures de machos, no teniendo significación para fémures de hembras, lo que es concordante con los resultados anteriores.

Resumiendo este apartado, existe una clara correspondencia entre la longitud de los élitros y las notas de la escala de SKAF, correspondencia poco marcada en los fémures de los machos e inexistentes en los de las hembras.

Una posible interpretación biológica es que la variabilidad cromática de la mancha se ajusta bien a la mayor plasticidad del élitro, estando ambas presentes en cualquier población desde su base genética. Por ello, los estudios sobre el polimorfismo de las fases, encaminados principalmente hacia los

Cuadro 6.-Correlaciones entre la escala de la mancha del fémur ($x = 0\text{---}5$) y los parámetros élitro (E), fémur (F) y E/F (y) de cada sexo

Parámetro	Sexo	Recta de regresión	Coeficiente de correlación	
			Valor	Significación
E	M.	$y = -0,864 x + 25,3371$	$r = 0,5188 \pm 0,0381$	s: 1%
	H.	$y = -0,6338 x + 29,1332$	$r = 0,3360 \pm 0,0644$	s: 1%
F	M.	$y = -0,2066 x + 15,6321$	$r = 0,3170 \pm 0,045$	s: 1%
	H.	$y = 0,0066 x + 17,0088$	$r = 0,010 \pm 0,0725$	n.s.
E/F	M.	$y = -0,0366 x + 1,6249$	$r = 0,4157 \pm 0,0418$	s: 1%
	H.	$y = -0,0376 x + 1,7127$	$r = 0,3787 \pm 0,0621$	s: 1%

Cuadro 7.-Valores medios esperables de la longitud de élitros (E), fémures (F) y del índice E/F, en función de las notas de la escala de Skaf (1972) para la mancha proximal del fémur.

Parámetro	Sexo	Notas de la escala de Skaf					
		0	1	2	3	4	5
Élitro	Machos	—	24,47	23,61	22,74	21,88	21,06
	Hembras	—	—	27,87	27,23	26,60	25,96
Fémur	Machos	—	15,43	15,22	15,01	14,81	14,60
	Hembras	—	—	—	—	—	—
E/F	Machos	—	1,588	1,552	1,515	1,479	1,442
	Hembras	—	—	1,638	1,600	1,562	1,525

factores ecológicos que influyen en la densidad, así como hacia los cambios que ésta induce en el comportamiento, fisiología, morfología y cromatismo, debieran completarse con otros sobre la herencia, genética o citoplásmica.

La mancha proximal y el índice élitro-femoral

El crecimiento de la longitud de los élitros en ambos sexos y de los fémures de los machos en menor medida, en función de las notas de la mancha proximal, se traduce en una relación lineal entre éstas y los valores medios del índice E/F, tanto en machos como en hembras Fig. 13), siendo siempre superiores en las hembras.

En la Figura 14 se han representado las distribuciones de frecuencia del índice E/F, en machos y en hembras, para cada nota de la mancha proximal. Se puede observar el claro desplazamiento de las distribuciones hacia valores más altos de E/F en ambos sexos, cuando la nota progresa de 5 a 0.

El análisis de la varianza (Cuadro 5) es altamente significativo, tanto en machos como en hembras. Las significaciones entre parejas de valores aparecen en los machos para las notas 5-4-3-2 y para las hembras sólo entre 4-3-2.

La mayor influencia en la falta de significación de los restantes pares de valores, la ejerce el tamaño de las submuestras para cada valor de la escala. Aplicando la fórmula

$$n = \frac{8 V_e}{D^2} \quad (\text{DE LA LOMA, 1966}), \text{ donde:}$$

V_e = varianza del error experimental o residual.

D = diferencia entre cada 2 valores de E/F, para: $V_e = 0,005$ y $D = 0,015$ (que son los valores medios encontrados cuando hay diferencias significativas), se obtiene un tamaño de muestra para cada nota de la escala de $n = 175$ individuos, que es el mínimo aconsejable.

La correlación entre las notas de la escala y los valores E/F de cada sexo (Cuadro 6), origina unas rectas que dan los valores medios esperables del índice (Cuadro 7), y cuyos coeficientes de correlación son altamente significativos en ambos casos.

En resumen, dada la correlación existente entre las notas de la escala de SKAF (1972) para la mancha proximal del fémur y el índice élitro-femoral, a efectos prácticos se puede sustituir éste por aquélla para conocer el estado de fase de una población determinada de *Doclostaurus maroccanus*.

Para obtener una buena precisión en la clasificación, deben buscarse previamente ejemplares cuyos fémures se ajusten a los patrones cromáticos (Figs. 2, 15, 16 y 17) y no terminar la clasificación hasta que se hayan superado los 175 ejemplares en cada una de las notas cromáticas dominantes en la población, tanto de machos como de hembras.

CONCLUSIONES

Son las siguientes.

— Existe una correlación lineal positiva entre las longitudes de élitros y fémures en ambos sexos, siendo más largos en las hembras que en los machos, aunque con un solape parcial de las muestras.

— Comparando las rectas de regresión de élitros sobre fémures, existe una pendiente mayor en la de los machos, es decir, sus élitros crecen proporcionalmente más deprisa.

— El índice élitro-femoral medio es mayor en hembras que en machos, encontrándose la población en el inicio de la fase de transición hacia la gregaria.

— Existen diferencias altamente significativas entre las longitudes de élitros y fémures y su relación, de machos y hembras.

— Las notas medias de la mancha proximal del fémur en la escala cromática, sitúan la población en la fase de transición, en coincidencia con el resultado del índice élitro-femoral, pero con los machos más desplazados hacia la fase gregaria que las hembras.

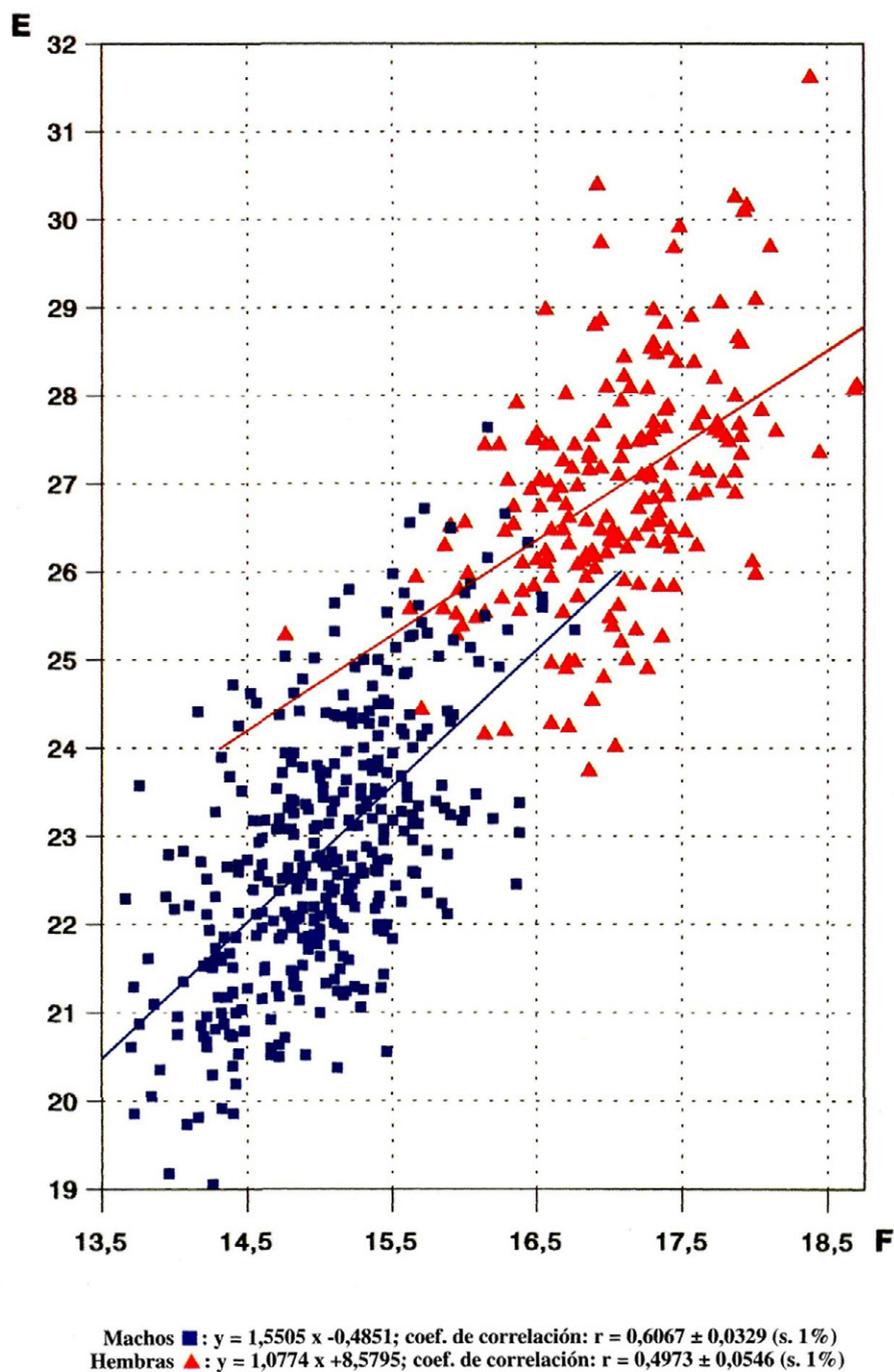


Fig. 7.—Correlación entre fémures (F) y úlnos (E).

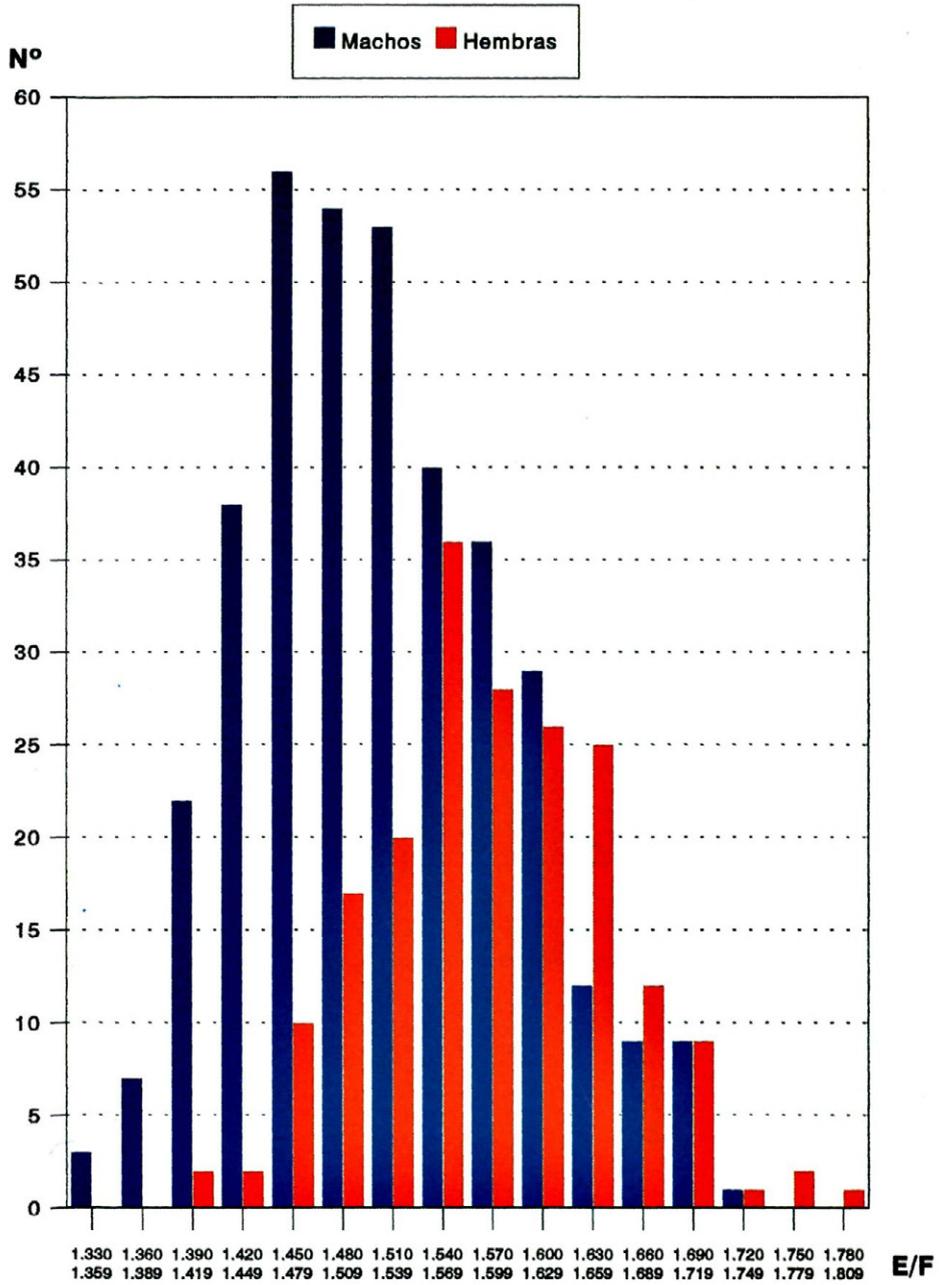


Fig. 8.-Diagramas de las distribuciones de frecuencias del índice élitro-femoral (E/F) en machos y hembras.

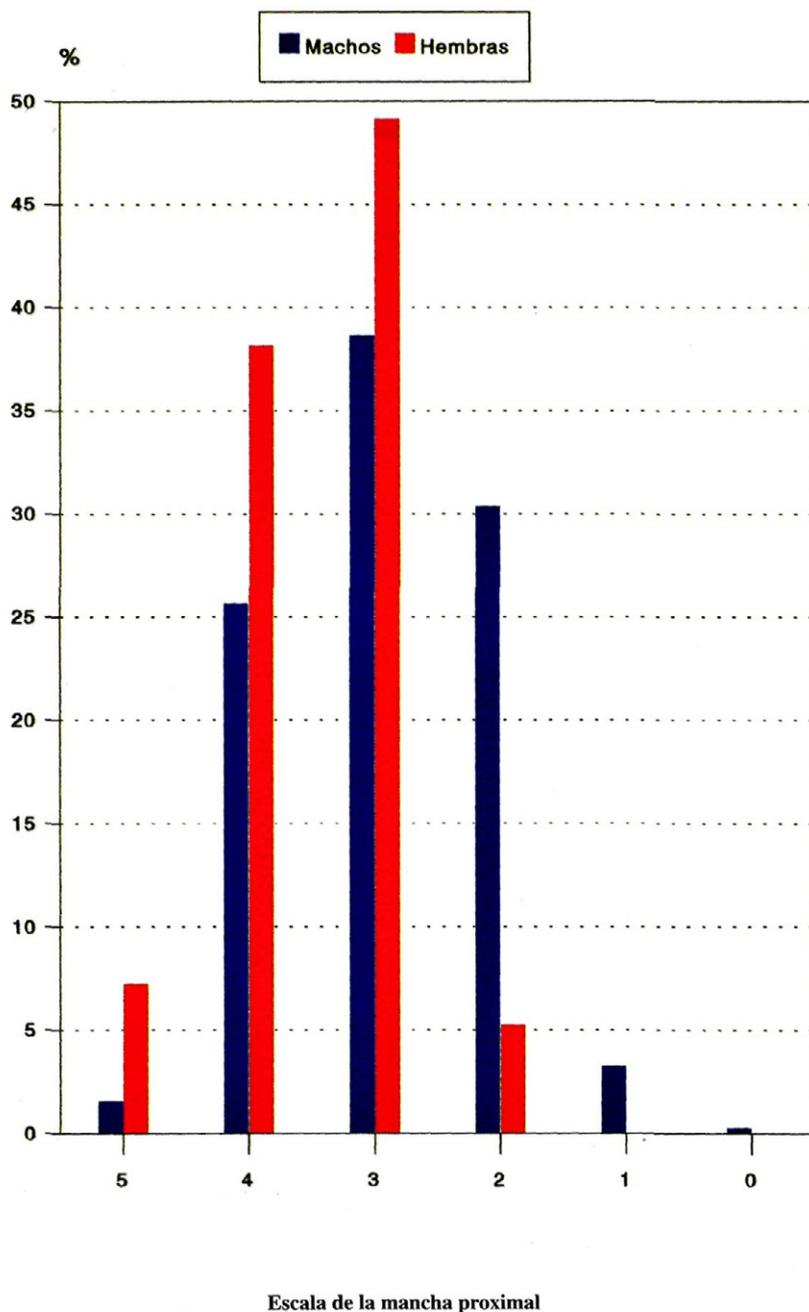
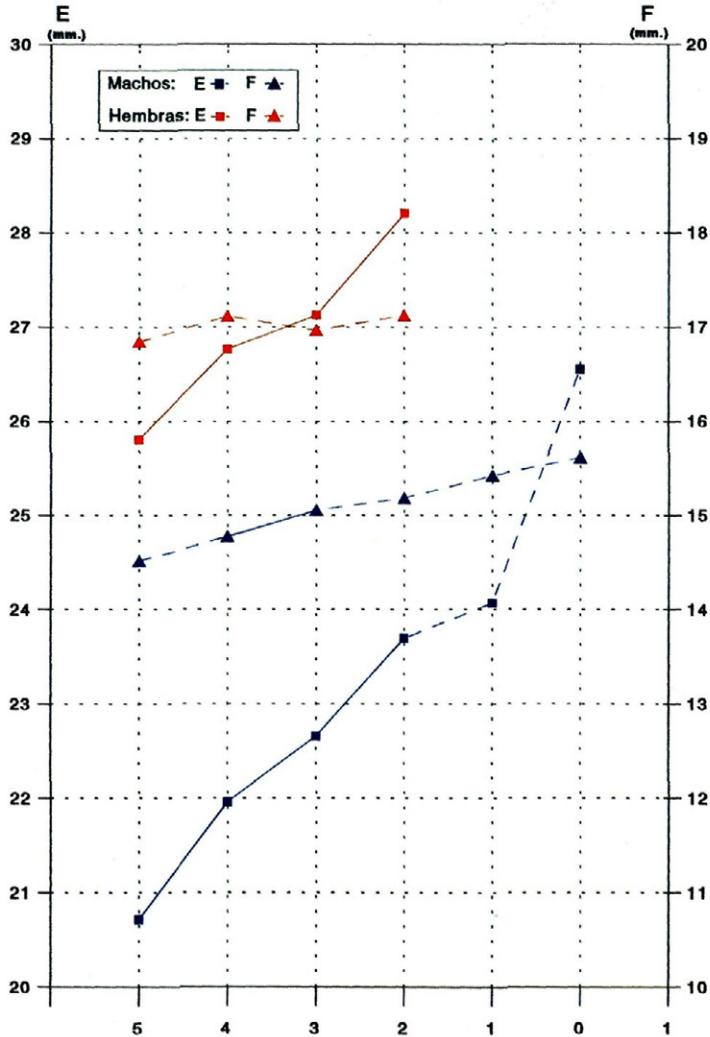


Fig. 9.-Distribución porcentual de machos y hembras según la escala de la mancha proximal del fémur posterior (Skaf, 1972).



Escala de la mancha proximal

Fig. 10.—Longitudes medias de élitros (E) y fémures (F) en función de la escala de la mancha proximal del fémur (según Skaf, 1972).

NOTA: La línea continua une las parejas de valores medios entre los que existen diferencias estadísticamente significativas (cuadro 5).

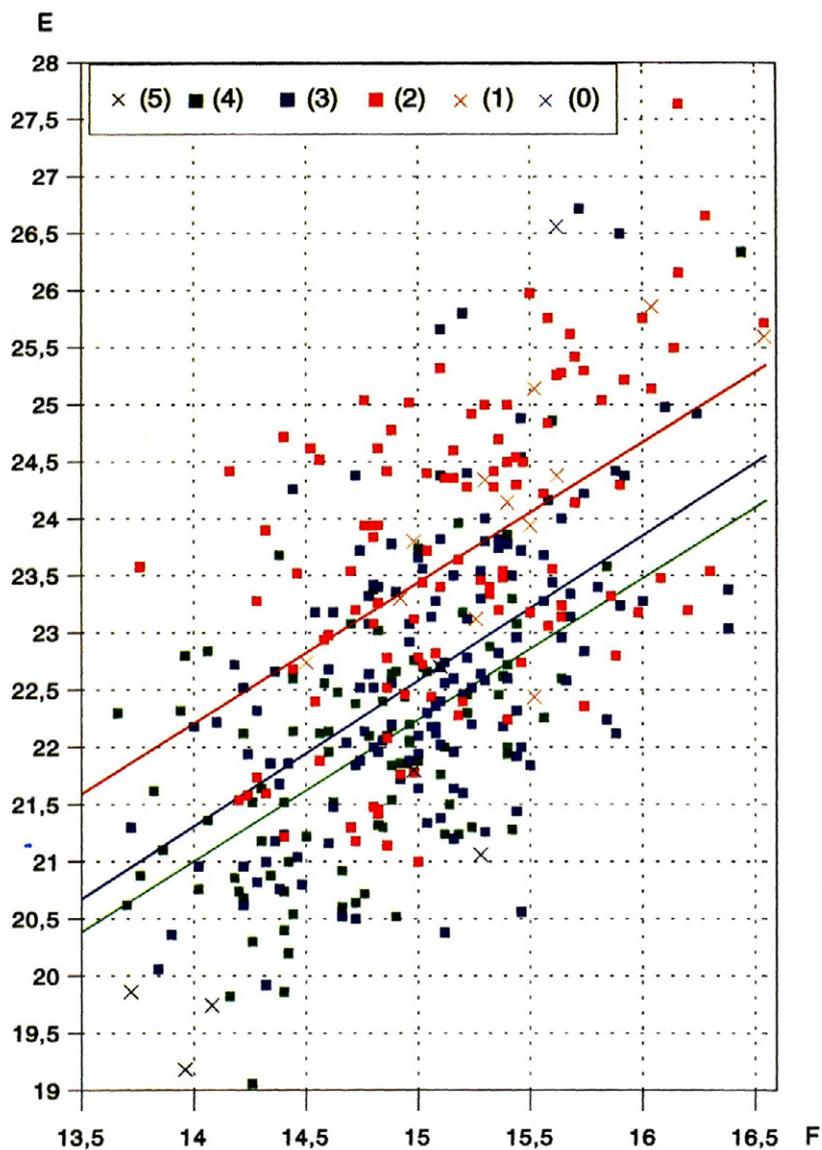


Fig. 11.—Correlación entre fémures (F) y élitros (E) de machos para las notas de la mancha proximal del fémur 4, 3 y 2.

Nota 4: $y = 1,2370 x + 3,6866$; $r = 0,5724 \pm 0,0693$ (s. 1%)

Nota 3: $y = 1,2726 x + 3,4946$; $r = 0,5408 \pm 0,0594$ (S. 1%)

Nota 2: $y = 1,2328 x + 4,9483$; $r = 0,5044 \pm 0,0708$ (s. 1%)

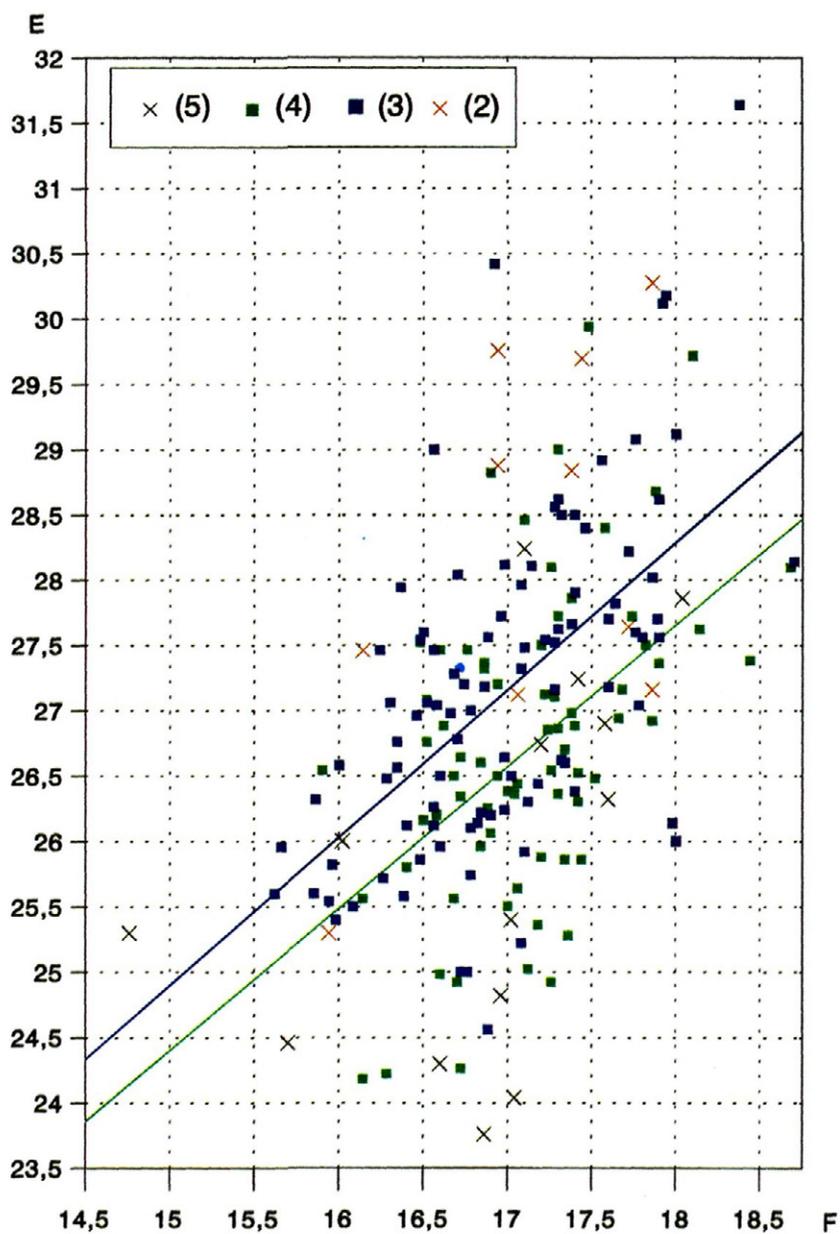
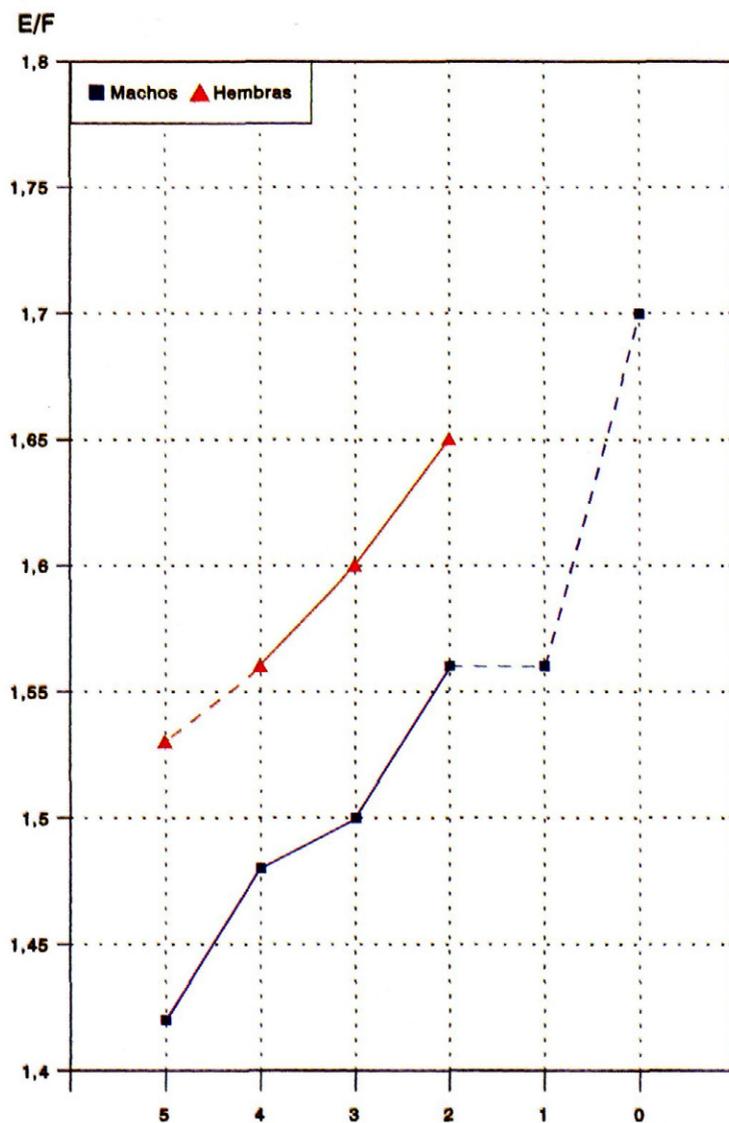


Fig. 12.—Correlación entre fémures (F) y élitros (E) de hembras para las notas de la mancha proximal del fémur 4 y 3.

Nota 4: $y = 1,0844 x + 8,1357$; $r = 0,4785 \pm 0,0909$ (s. 1%)
 Nota 3: $y = 1,1293 x + 7,9616$; $r = 0,5695 \pm 0,0701$ (s. 1%)



Escala de la mancha proximal

Fig. 13.-Valor medio de la relación élitro-femoral (E/F) en función de la escala de la mancha proximal del fémur (Skaf, 1972).

NOTA: La línea continúa une las parejas de valores medios entre los que existen diferencias estadísticamente significativas (cuadro 5).

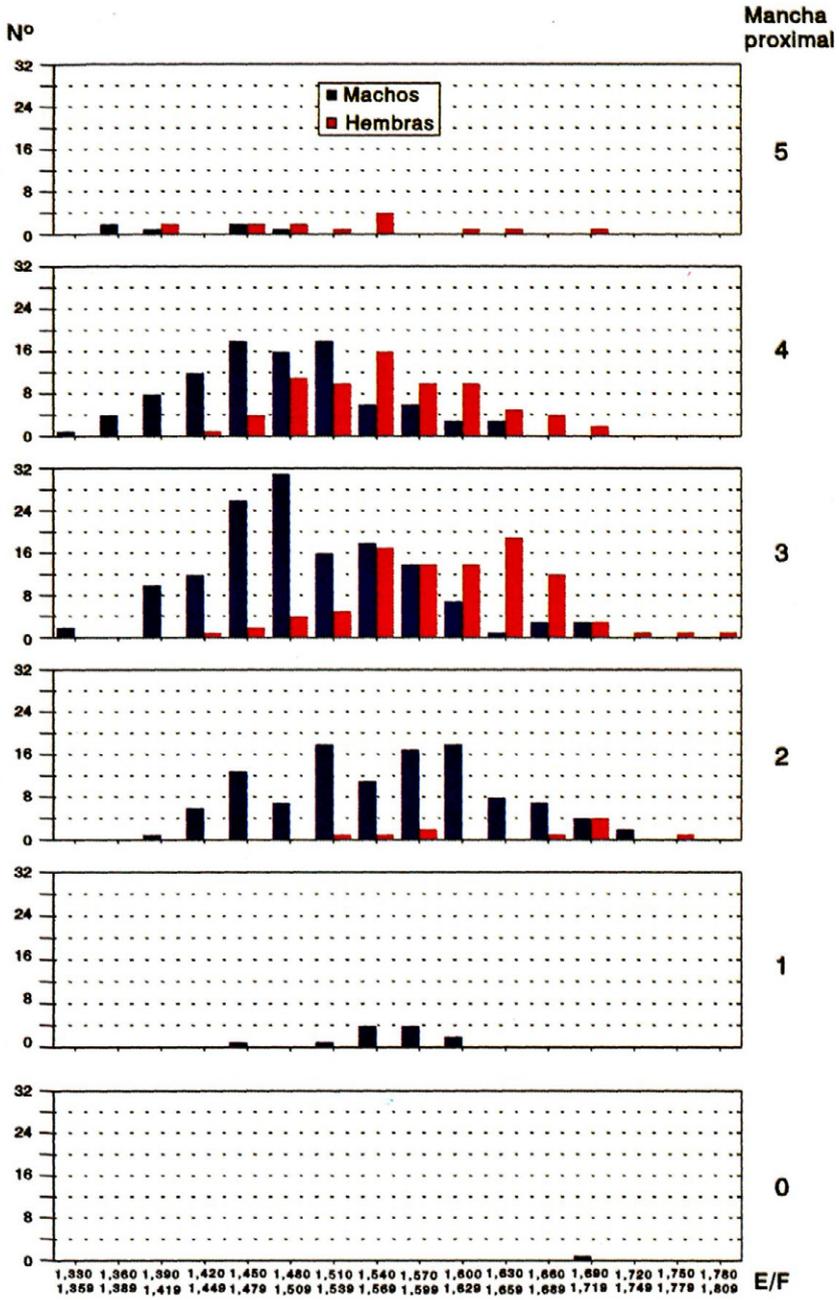


Fig. 14.-Diagramas de las distribuciones de frecuencias del índice élitro-femoral (E/F) en machos y hembras, según la escala de la mancha proximal del fémur posterior (Skaf, 1972).

— Hay correlación lineal entre las notas de la mancha y las longitudes de los élitros en ambos sexos; en los fémures sólo existe para los machos.

— Paralelamente, existen diferencias significativas entre las longitudes de los élitros en ambos sexos, sobre todo en las notas de la escala donde se clasificó un número suficiente de individuos. Para los fémures las diferencias sólo existen en los machos y en menor cuantía.

— A tenor de todo lo anterior, el élitro y la mancha proximal parecen tener una mayor plasticidad, sobre todo en los machos, y una variabilidad que muestra correspondencia entre la longitud y la escala propuesta por SKAF.

— Consecuentemente, también hay correlación lineal, en ambos sexos, entre las notas de la mancha proximal y los valores del índice élitro-femoral, existiendo diferencias significativas entre aquellos valores medios con un número elevado de individuos en la muestra.

— Los resultados permiten sustituir la medición de élitros y fémures, más difícil y lenta, por la clasificación de la mancha proximal del fémur, más fácil y rápida, a efec-

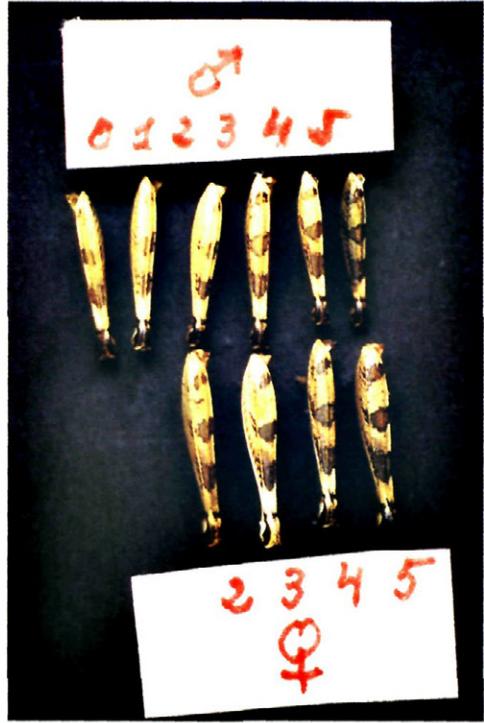


Fig. 15.—Patrones cromáticos de la mancha proximal del fémur posterior (SKAF, 1972). Machos 0-5, hembras 2-5. (Foto: A. Arias.).



Fig. 16.—Detalle del cromatismo de un fémur con mancha proximal de nota 5 (izquierda) y otro con nota 2 (derecha). (Foto: A. Arias.).



Fig. 17.—Cromatismo general de una hembra solitaria (derecha) y un macho "transiers" (izquierda) del mismo enjambre. (Foto: A. Arias.).

tos de determinar el estado de fase de una población.

— Para una mayor precisión deben buscarse previamente ejemplares cuyos fémures se ajusten a la escala cromática y superarse los 175 ejemplares clasificados en cada nota dominante de la población, tanto de machos como de hembras.

AGRADECIMIENTOS

A doña Manuela Merino Carretero, por el tratamiento de texto, don Manuel Ricis Arce, por su ayuda en las mediciones de élitros y fémures, y a don Fernando Arias Sánchez, por la versión inglesa del resumen.

ABSTRACT

ARIAS GIRALDA, A.; JIMÉNEZ VIÑUELAS, J. y PÉREZ ROMERO, A., 1996: The proximal spot of the hind femur and the elytra-femoral relationship in a swarm of *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) upon the meridional border of «La Serena» (Extremadura, Spain). *Bol. San. Veg. Plagas* 22 (1): 3-25.

This study has been carried out on a sample of 560 specimens of the «moroccan locust» (369 males and 191 females), taken from a swarm that surpassed the meridional border of «La Serena» in mid-june, 1994.

The objective has been checking out the validity of the chromatic scale of the spots in the hind femurs, proposed by Pasquier and defined by Skaf, to situate the phase state of a population of *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.).

In order to this, the specimens were separated according to sex and in each one the proximal spot of a hind femur was classified, measuring after its length, as well as that of the elytra of the same side, defining previously its extreme points.

The results show a correlation between the lengths of elytra and femurs on each sex, which are significantly longer on the females, although with a partial overlap of the samples.

The elytra-femoral index is also significantly higher on the females, reaching an average value which places the population in the beginning of the transition phase, between solitary and gregarious.

The average values of the proximal spot confirm that the population is in the transition phase, although with the males more displaced towards the gregarious phase than the females.

There is a lineal correlation between the values on the spots scale and the length of the elytra on both sexes, as well as significative differences between the average lengths corresponding to each value, which are longer on males. Between the femurs, the differences are small among males and none among females.

There is a lineal correlation between the values on the spots scale and the length of the elytra on both sexes, as well as significative differences between the average lengths corresponding to each value, which are longer on males. Between the femurs, the differences are small among males and none among females.

There is also lineal correlation, on both sexes, among the values of the femurs proximal spot and the values of the elytra-femoral index, with significative differences among these.

The results allow substituting the measure of elytra and femurs, harder and slower, for the classification of the femur proximal spot, easier and faster, in order to determine the state of phase of the populations on the fight campaigns against the «moroccan locust».

Key words: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), morphometry, colorimetry, «La Serena» (Extremadura, Spain).

RESUMÉ

ARIAS GIRALDA, A.; JIMÉNEZ VIÑUELAS, J. y PÉREZ ROMERO, A., 1996: La tache proximale du fémur postérieur et la relation élytre-fémoral dans un essaim de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) sur le rebord meridional de "La Serena" (Extremadura-Espagne). *Bol. San. Veg. Plagas*, **22** (1): 3-25.

Le travail a été réalisé sur un échantillon de 560 exemplaires du "criquet marocain" (dont 369 mâles et 191 femelles), pris sur un essaim ayant survolé le rebord meridional de "La Serena" (Extremadura-Espagne), à mis juin 1994.

L'objectif a été tester la validité de l'échelle chromatiques des tâches sur les fémurs postérieurs, proposée par Pasquier et définie par Skaf, pour situer l'état phasaire d'une population de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.).

On a séparé les individus par le sexe et classifié selon la tache proximale du fémur postérieur, dont la longueur a été mesurée, ainsi que celle de l'élytre du même coté, ayant défini au préalable les points extrêmes.

Les résultats montrent qu'il y a une corrélation entre les longueurs des élytres et fémurs de chaque sexe, qui sont, significativement, plus longues dans les femelles, mais avec un recouvrement partiel des échantillons.

L'indice élytre-fémoral est aussi, significativement, plus grand dans les femelles, obtenant des valeurs moyennes qui situent la population au début de la phase de transition de solitaire à grégaire.

Les valeurs moyennes de l'échelle chromatique de la tache proximale confirment que la population se trouve dans la phase "transiens", mais avec les mâles plus proches que les femelles de la phase grégaire.

Il y a une corrélation linéaire entre les valeurs de l'échelle des tâches et les longueurs des élytres dans les deux sexes, ainsi que des différences significatives entre les longueurs moyennes correspondantes à chaque valeur, qui sont plus grandes dans les mâles. Les différences entre les longueurs de fémurs sont petites dans les mâles et n'existent pas dans les femelles.

Il y a aussi une corrélation linéaire, dans les deux sexes, entre les valeurs de la tache proximale des fémurs et les valeurs correspondantes de l'indice élytre-fémoral, avec des différences significatives entre ces dernières.

Ces résultats permettent substituer la mesure des élytres et fémurs, plus lente et difficile, par la classification de la tâche proximale du fémur, plus rapide et facile, pour déterminer l'état phasaire des populations dans la phase de décision de lutte.

Mots clé: *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), morphométrie, chromatométrie, "La Serena" (Extremadura, Espagne).

REFERENCIAS

- BARRANCO, P. y PASCUAL, F., 1994: Biometría, comportamiento y coloración de una población gregaria de langosta marroquí, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en las proximidades del Cabo de Gata (Almería, España). *Bol. San. Veg. Plagas* **21** (2): 203-212.
- BELDA, J.; PASCUAL, F.; GIMÉNEZ, E., y RUBIO, A., 1993: Nota de la actuación sobre un foco de langosta marroquí, *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) (Orthoptera: Acrididae), en la zona del Poniente Almeriense. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 63-68.
- BEN HALIMA, TH., 1983: Etude expérimentale de la niche trophique de *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse. Université de Paris Sud. FAO, 158 pp.
- DIRSH, V. M., 1953: Morphometrical Studies on Phases of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Förskal). *Anti-locust Bulletin* **16**, 34 pp.
- DE LA LOMA, J. L., 1966: *Experimentación agrícola*. México. Unidad Tipográfica Editorial Hispano Americana, 2.º ed., 493 pp.
- DEARN, J. M., 1990: Color pattern Polymorphism. In: CHAPMAN, R. F., & JOERN, A. (Eds.): *Biology of Grasshoppers*. John Wiley & Sons, Inc. 563 pp.: 517-549.
- GARCÍA DE LA VEGA, C., 1980: Algunos datos morfo-biométricos sobre poblaciones de *Doclostaurus maroccanus* Thb. observadas durante el año 1980 en la comarca de La Serena. *Bol. Serv. Plagas*, **6**: 49-55.
- LATCHININSKY, A. V., y LAUNOIS-LUONG, M-H., 1992: Le Criquet marocain, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), dans la partie orientale de son aire de distribution. *CIRAD-GERDAT-PRIFAS y VIZR*, **XIX** + 270 pp.
- MENDIZÁBAL, M., 1943: Datos sobre la plaga de langosta en la provincia de Almería. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, **XII**: 285-293.
- MORENO MÁRQUEZ, V., 1942: Dos formas de langosta común o marroquí (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.), reveladas biométricamente. Servicio de lucha contra la langosta, publicación núm. 17, 24 pp.

- PAOLI, G., 1932: Osservazioni sulla biologia del *Doclostaurus maroccanus* Thunb. in Italia nelle fasi gregaria e solitaria e sull'azioni di alcuni insetti parassiti. *Nuovi Annali dell'Agricoltura*, **XII**: 626-639.
- PASCUAL, F., 1977: Indice de gregarismo de una población de langosta marroquí, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg). del sureste español- Trab. Monogr. Dpto. Zool. Univ. Granada, núm. 8, 16 pp.
- PASQUIER, R., 1934: Contribution à l'étude du Criquet marocain, *Doclostaurus maroccanus* Thunb. en Afrique mineure (1.^{er} Note). *Bull. Soc. Hist. nat. Afrique du Nord*, **23** (3): 176-200.
- SKAF, R., 1972: Le criquet marocain au Proche Orient et sa grégation sous l'influence de l'homme. *Bull. Soc. Ecol.* **III**, 3: 247-325.
- UVAROV, B. P., 1921. A revision of the genus *Locusta*, L. (= *Pachitylus* Fieb.), with a new theory as to the periodicity and migrations of locusts. *Bull. Ent. Res.*, **XII** (2): 135-163.
- UVAROV, B. P., 1928: *Locusts and grasshoppers. A handbook for their study and control*. London, The Imperial Bureau of Entomology, 1928, 329 pp.
- UVAROV, B., 1966: Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology. Vol. 1. *Anti-locust Research Centre*, **XI** + 481 pp.
- UVAROV, B., 1977: Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology. Vol. 2. Centre for Overseas Pest Research, 1977, **IX** + 613 pp.

(Aceptado para su publicación: 12 febrero 1996)