

## Observaciones sobre el desarrollo embrionario y el avivamiento de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb) en una finca de «La Serena» (Extremadura)

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

Este trabajo se ha realizado con material procedente de un foco de puesta de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), constituido por varios rodales y situado en una finca de «La Serena» (Extremadura), y en el plazo transcurrido entre finales de agosto de 1995 y finales de abril de 1996.

La longitud media de las ootecas fue de  $22,75 \pm 0,15$  mm, no estando correlacionadas con el número de huevos, ni tampoco éste con su peso medio.

El peso medio del huevo aumentó significativamente después de las primeras lluvias otoñales y de nuevo en el inicio de la catatrepsis.

En el desarrollo embrional, la fase de anatrepsis ocurrió durante septiembre y octubre, la diapausa desde comienzos de noviembre a mediados de febrero y la fase de catatrepsis desde mediados de febrero a finales de marzo.

El estado XX, último de la catatrepsis, lo alcanzaron los embriones a lo largo del mes de marzo, pero el avivamiento de los huevos no se inició hasta el 10 de abril.

Para simular la progresión del estado XX se propone utilizar la integral sobre  $15^\circ\text{C}$  de las temperaturas máximas diarias del aire en caseta meteorológica. El inicio del estado XX coincidiría con una integral de unos  $30^\circ\text{C-día}$  y el final con unos  $100^\circ\text{C-día}$ .

Para el avivamiento de los huevos se propone utilizar la integral sobre  $20^\circ\text{C}$  de dichas temperaturas máximas. El inicio de los avivamientos se produciría con una integral comprendida entre  $20$  y  $40^\circ\text{C-día}$ , necesitando un período de al menos 7-8 días sin lluvia y con temperaturas máximas superiores a  $20^\circ\text{C}$ , que podría reducirse a 4 días con máximas superiores a  $25^\circ\text{C}$ .

A. ARIAS GIRALDA, J. JIMÉNEZ VIÑUELAS y A. PÉREZ ROMERO. Servicio de Sanidad Vegetal. Junta de Extremadura. Plaza de la Soledad, 5-1º, 06001 Badajoz.

**Palabras clave:** *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), ootecas, desarrollo embrional, avivamiento, integrales térmicas.

## INTRODUCCIÓN

Para proyectar adecuadamente una campaña de protección contra la «langosta mediterránea», *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), debería conocerse su dinámica poblacional, determinada por los parámetros clave (tasas de mortandad y de desarrollo en cada estado, diapausa, fecundidad, tasa de crecimiento, proporción entre sexos, variación entre individuos y movimientos de dispersión o migración), así como por la influencia que ejer-

cen sobre ellos los factores externos tales como la disponibilidad de alimentos, los enemigos naturales o los factores meteorológicos (JOERN y GAINES, 1990).

Como cada campaña debe proyectarse con varios meses de antelación sobre el inicio de los avivamientos, es primordial conocer la población de huevos en cada «zona permanente», así como la influencia de los principales factores en su mortandad. No en vano el estado de huevo tiene una duración de casi 10 meses (primeros de junio a primeros de

abril) y se han estimado tasas de mortandad entre el 60 y 70% en Chipre (DEMPSTER, 1957). LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG (1992) proponen una prospección post-invernal, un mes antes del período probable de eclosión, con el fin de evaluar el porcentaje de supervivencia de los huevos.

En otros trabajos ya se ha estudiado la incidencia de los enemigos naturales en la población de huevos de las principales zonas permanentes de «langosta mediterránea» en Extremadura, principalmente «La Serena» y «Los Llanos de Cáceres» (HERNÁNDEZ CRESPO, 1993; ARIAS, *et al.*, 1994 y 1995).

En este trabajo se realizan observaciones en «La Serena» sobre los siguientes aspectos:

- Longitud de las ootecas y número de huevos.
- Peso evolutivo del huevo y su relación con los factores meteorológicos.
- Desarrollo embrionario, avivamiento de los huevos e influencia de los factores meteorológicos.

### Longitud de las ootecas y número de huevos

JANNONE (1939) encontró que la longitud media de 50 ootecas, extraídas en dos localidades de la provincia de Nápoles, era mayor en las de suelo más suelto (21 mm, con valores extremos de 16 y 25 mm) que en las del más compacto (17,5 mm, con valores extremos de 14 y 20,5 mm), y aunque en el mismo trabajo incluye el número de huevos según la longitud de cada ooteca, no concluye que exista correlación entre ambos datos.

En España, las dimensiones que encuentran BENLLOCH y DEL CAÑIZO (1941) en 55 «canutos», oscilan entre 14,3 y 27,5 mm. (media 22,4 mm.) y tampoco pudieron comprobar una relación entre la longitud y el número de huevos, por su gran variabilidad.

Para MORALES AGACINO (1941), la longitud de la ooteca, limpia de tierra, oscila entre 17 y 24 mm, y en un trabajo posterior (1950) amplía el intervalo hasta los 16-32 mm.

### Peso evolutivo del huevo y relación con los factores meteorológicos

El peso del huevo según MORALES AGACINO (1941), oscila entre 9,5 y 12,5 mg., sin que reseñe el mes en que obtuvo los datos.

Para BODENHEIMER y SHULOV (1951), los huevos recién puestos pesan entre 6 y 7 mg, descendiendo lentamente hasta 4,5-5,5 mg, pero al finalizar la diapausa invernal el peso casi se dobla repentinamente hasta 8-10 mg mediante la imbibición por el contacto con agua. Los huevos pierden su viabilidad en caso de no humedecerse durante los meses de primavera.

GRADOJEVIC (in: DEMPSTER, 1957) encontró que la cantidad disponible de agua en contacto con las ootecas y huevos, que precede a la inversión del embrión, es extremadamente crítica; esto explica para DEMPSTER la elevada tasa de mortandad por desecación de los huevos (28,6%), durante el seco mes de febrero de 1955 en Mia Milea (Chipre).

### Desarrollo embrionario

Las descripciones de JANNONE (1939) sobre el desarrollo embrionario, aunque precisas, no son contínuas en el tiempo. Observa que en su región (Nápoles) a primeros de marzo, y en algunos años también en febrero, el embrión ha alcanzado su desarrollo definitivo en el huevo, habiendo consumido todo el vitelo y esperando sólo el óptimo de temperatura y humedad para romper las paredes y salir a la superficie del terreno.

Para BENLLOCH y DEL CAÑIZO (1941), una vez efectuada la inversión del embrión, la falta de humedad (en el laboratorio) retrasa considerablemente el avivamiento, aún cuando no pudieran determinar su límite mínimo («cero de desarrollo»). En un ensayo posterior en laboratorio, BENLLOCH (1947) demuestra que la falta de humedad impide el avivamiento de los huevos.

BODENHEIMER y SHULOV, en su artículo de referencia obligada (1951), distinguen 4 fases y XX estados en el desarrollo del huevo de *Dociostaurus maroccanus* (fig. 1). La

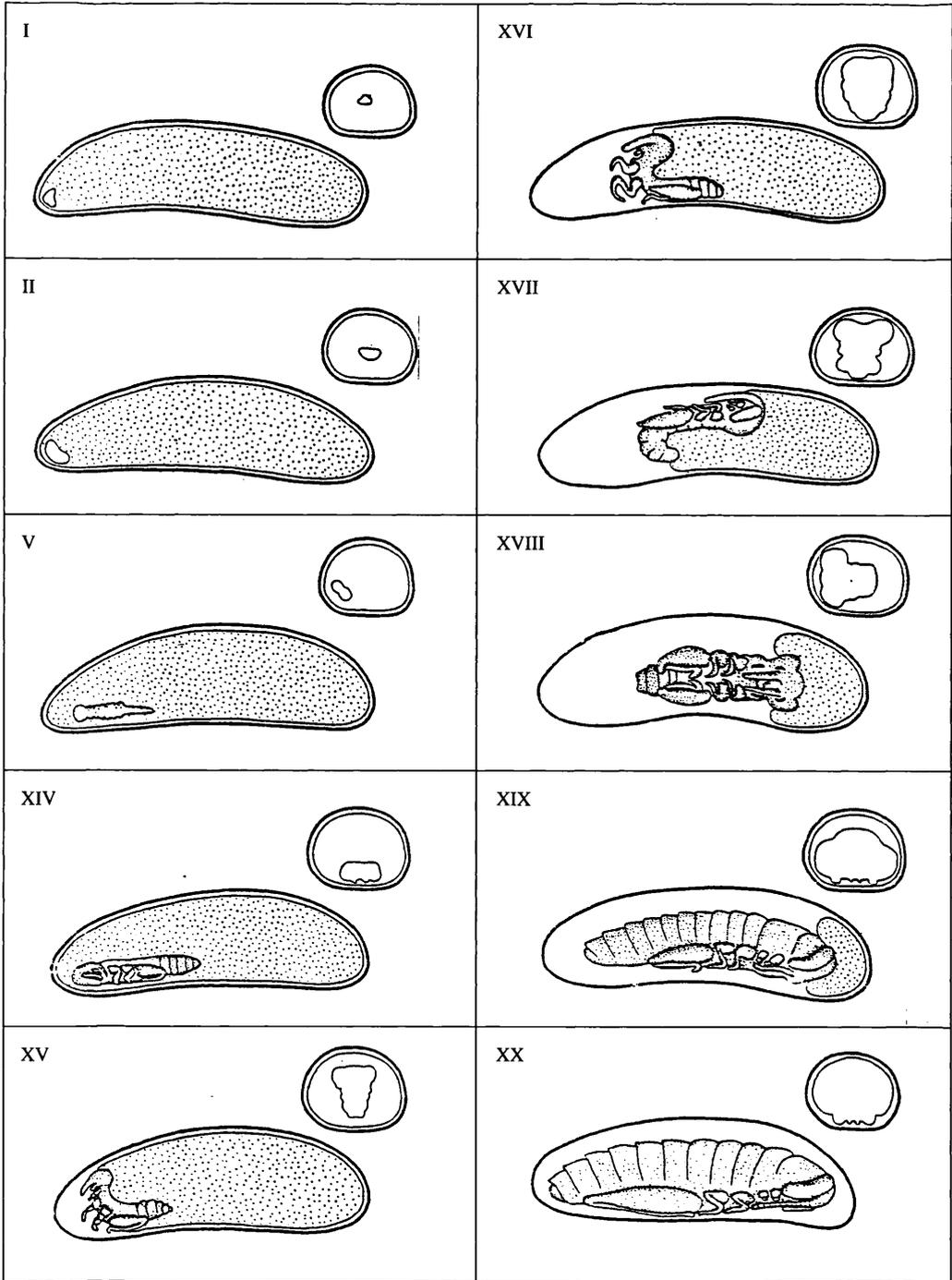


Fig. 1.-Desarrollo embrionario de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) según BODENHEIMER y SHULOV (1951). El giro del embrión dentro del huevo (blastocinesis) está representado por los Estados XV a XVIII.

fase inicial comprende sólo el estado I y termina 3 días después de la puesta; en este momento el desarrollo puede interrumpirse uno, dos o incluso más meses, o bien pasar a la fase siguiente, que denominan anatrepsis. Esta comprende los estados II a XIII/XIV y puede terminarse en el segundo mes desde la oviposición o alargarse hasta el 3<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> mes. Estos XIV primeros estados se diferencian por cambios morfológicos.

La tercera fase es denominada «período dormiente de preparación», ya que se caracteriza por una interrupción del desarrollo. Los huevos, después de una maduración fisiológica con pérdida de contenido graso, están dispuestos para continuar su desarrollo en cuanto existan condiciones ambientales favorables, lo que ocurre en la naturaleza a finales del invierno, por lo que permanecen entre 5 y 8 meses en esta fase.

La cuarta y última fase la denominan catatrepsis y se inicia cuando los huevos, en el estado XIV, tienen agua de contacto y temperatura por encima del umbral de desarrollo, que sitúan en 15 °C. El desarrollo continúa hasta el estado XX, produciéndose un aumento de tamaño del embrión y su giro dentro del huevo (blastocinesis-figural). La duración de esta fase hasta el avivamiento depende principalmente de las temperaturas.

Para estos autores hay 3 momentos que merecen el nombre de diapausa, entendida como cualquier retardo o interrupción temporal del desarrollo: Al finalizar el estado I, el período que va del estado II al XIV y el período de dormancia en el estado XIV. Sin embargo, admiten que son diapausas en condiciones fisiológicas distintas, por lo que proponen una revisión crítica del concepto. Estas diapausas revelan que la tendencia normal

del desarrollo de esta especie en su habitat, está fuertemente fijada en su herencia.

HERNÁNDEZ CRESPO (1993), recogiendo 5 canutos en «La Serena» una vez al mes, encontró sólo el estado I en julio y agosto de 1991 y ya predominó el estado XIV en octubre, en el que permanecieron hasta enero de 1992; la catatrepsis (estados XV a XX) se extendió desde la observación del 17/1/1992 hasta la del 11/3/1992, en que todos los huevos estaban ya en el estado XX; la eclosión tuvo lugar desde mediados de marzo.

El mismo autor encontró variaciones entre el estado de desarrollo de los huevos no sólo de distintos canutos, sino también entre los del mismo, principalmente durante la anatrepsis (septiembre). También considera, a diferencia de BODENHEIMER y SHULOV (1951), que sólo la parada de desarrollo que se produce en otoño puede ser considerada diapausa.

#### Avivamiento de los huevos

En cuanto al avivamiento, LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG (1992) citan los trabajos de TOKGAÏEV en Turkmenia, de 1957 a 1960 y en condiciones de campo, donde muestra que la eclosión en masa de los huevos comienza cuando la suma de temperaturas diarias eficaces del suelo (por encima de 10 °C), es de 130 a 155 °C.

Para HERNÁNDEZ CRESPO (1993), el avivamiento en «La Serena» tuvo lugar después del día 10 pero antes del 20 de abril en el año 1991, y en 1992 se adelantó un mes, existiendo ya larvas de primera edad el 24 de marzo.

Trabajando en puntos delimitados y próximos de una sola finca de «La Serena», SÁNCHEZ, *et al.*, (1994) obtuvieron los siguientes resultados en los avivamientos:

Año	Fechas			N.º de días	
	Inicio	50%	Final	0-100%	10-90%
1991	15/4	25/4	9/5	25	15
1992	7/4	12/4	21/4	15	8
1993	25/3	28/3	13/4	20	7

No se han encontrado estudios que ligen el final del desarrollo embrionario con el inicio del avivamiento de la «langosta mediterránea» en condiciones de campo.

A este respecto UVAROV (1966) señala que «el período de incubación está determinado por el tiempo transcurrido entre la oviposición y el avivamiento, que se asume que ocurre tan pronto como el embrión está completamente desarrollado. Sin embargo, es observación común en el campo que huevos completamente desarrollados empiezan a avivar en cuanto que son excavados y expuestos a una temperatura mayor que en el suelo. Esto es comprensible porque el desarrollo completo del embrión depende de la cantidad de calor necesaria para los procesos metabólicos y la división celular, mientras que el avivamiento es un proceso de movimiento que requiere un estímulo adicional para iniciarse.

Se necesitan observaciones exactas para establecer durante cuánto tiempo no puede avivar un embrión completamente desarrollado por falta de un estímulo para que se mueva».

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante junio del año 1995, se señalaron los distintos rodales de puesta de «langosta mediterránea», *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.), en un cerro suave, con afloramientos de pizarra, de la finca «Peribáñez» (Castuera-Badajoz) (fig. 2).

Para ello se visitó el paraje varios días durante las horas de puesta (11-14 horas aproximadamente), y se clavó una estaca numerada en el centro aproximado de cada concentración o rodal de hembras ovipositoras, con un total de 26 (fig. 2).



Fig. 2.—Montículo de puesta y centro de un rodal señalado por una estaca. Finca «Peribáñez» (Castuera-Badajoz).

Desde finales de agosto de 1995 a finales de febrero de 1996, excepto en diciembre-enero, se extrajeron las ootecas excavando varios cuadrados de 0,25 m<sup>2</sup> junto a las estacas, a intervalos de 7-15 días, en las fechas y cuantías del cuadro 1.

De los «canutos» (ootecas) separados por cada unidad superficial de 0,25 m<sup>2</sup>, se obtuvieron los siguientes datos:

- Número de viejos (vacíos, del año anterior), de sanos y de depredados
- En los «canutos» sanos:
  - Longitud total, medida con calibre de precisión 0,02 mm., en 112 «canutos».
  - Peso, con precisión de 1 cg., en 112 «canutos».

- Número de huevos, en 112 «canutos».
- Peso de los huevos, con precisión de 1 cg, en 230 «canutos».

En cada fecha se observó el desarrollo embrional en una muestra de huevos por unidad de superficie. Cada muestra se obtuvo partiendo los «canutos» a mano por su centro aproximado y cogiendo unos 10 huevos de cada uno, 5 de cada mitad. Las muestras observadas en cada fecha oscilaron entre 3 y 12.

Para disolver el corion y poder observar por transparencia los embriones a la lupa, (con luz diascópica), se depositaron en lejía comercial durante un cuarto de hora aproximadamente y a continuación se eliminó la lejía y se lavaron con agua (HERNÁNDEZ

**Cuadro 1.—Superficies excavadas y ootecas encontradas por rodal de puesta y fecha (a = ootecas del año, b = m<sup>2</sup> excavados, c = ootecas viejas, vacías)**

N.º del rodal	c	Mes, Fecha, a-b										Total a-b	
		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Febrero			
		31	11	22	2	9	20	3	23	29	21		26
262	6	4-1	11-1										15-2
269	21	4-1	17-1			18-1							39-3
265	4		28-1										28-1
253	1		6-1										6-1
263	1			1-1									1-1
254	6			27-1									27-1
258	0			2-1		5-1							7-2
255	4				22-1								22-1
257	8				35-1								30-1
256	13					23-1							23-1
275	0						4-1						4-1
280	0						5-1						5-1
274	1							5-1					5-1
266	0							4-1					4-1
268	4							5-1			27-0,5		32-1,5
252	0								4-1				4-1
272	0								4-1				4-1
273	0								4-1				4-1
251	26									1-1			1-1
267	46										109-1	42-1	151-2
<b>TOTAL</b>	<b>141</b>	<b>8-2</b>	<b>62-4</b>	<b>30-3</b>	<b>57-2</b>	<b>41-2</b>	<b>14-3</b>	<b>14-3</b>	<b>12-3</b>	<b>110-2</b>	<b>27-0,5</b>	<b>42-1</b>	<b>417-25,5</b>

CRESPO, 1993). A cada muestra se le asignó el estado de desarrollo embrional dominante en sus huevos, según las descripciones de BODENHEIMER y SHULOV (1951).

Para que la observación de la catatrepsis reflejase mejor el conjunto de ootecas del lugar de puesta, desde comienzos de marzo y durante 6 semanas se excavaron semanalmente unos 4 rodales con distintas orientaciones, y en la muestra de huevos obtenida según los criterios anteriores, se anotó el estado de desarrollo embrionario de cada huevo.

También se realizaron observaciones de embriones en «canutos» individualizados, separando la mitad inferior de los huevos de la mitad superior.

A la vez que se excavaban los rodales de puesta para extraer ootecas, se observaba el inicio de los avivamientos. Una vez comenzados se recorrieron los 26 rodales los días 11, 12, 16 y 22 de abril, anotando en cada uno la superficie ocupada por las larvas, su densidad (escala 1 a 4) y la aparición de los estados más avanzados. El primer día también se anotó la orientación de cada rodal, la textura aproximada del suelo, la altura media y el porcentaje de recubrimiento por el pasto y su reparto entre hierba de hoja ancha y estrecha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Observaciones sobre ootecas

Las ootecas viejas, del año anterior, representan un 25% sobre el total de las encontradas (cuadro 1) y se hallaron en 13 de los 20 rodales excavados. Ello apunta a que este cerro es utilizado como lugar de puesta, aunque los rodales visibles de hembras ovipositoras sólo coincidan parcialmente en años sucesivos, lo que concuerda con observaciones de años anteriores en diversas fincas.

La densidad media de ootecas del año (16 ootecas/m<sup>2</sup>, cuadro 1), es baja en relación con las obtenidas en años anteriores de los centros de rodales (ARIAS, *et al.*, 1994 y 1995).

De las 417 ootecas extraídas (cuadro 1), 56 estaban parasitadas por larvas de dípteros y coleópteros, lo que también supone un porcentaje bajo (13%) respecto a otros años, (ARIAS, *et al.*, 1994 y 1995).

La longitud media de 112 ootecas fue de 22,27±0,15 mm, con valores extremos de 18,40 y 26,50 mm, (coeficiente de variación: 7%); En la figura 3 se representa su distribución de frecuencias. La longitud media coincide sensiblemente con la obtenida por BENLLOCH y CAÑIZO (1941) y es superior a las dos que cita JANNONE (1939).

El peso medio de las 112 ootecas fue de 55,3 ± 1,2 cg, con valores extremos de 32 y 95 cg, lo que apunta hacia la variabilidad de este dato, explicable por las adherencias del suelo a las ootecas (coeficiente de variación: 23%); pese a ello, existe una correlación significativa entre longitud y peso de las ootecas (coeficiente de correlación  $r^2 = 0,257$ ).

El número medio de huevos de dichas 112 ootecas fue de 32,5±0,3, no existiendo correlación entre la longitud de las ootecas y el número de huevos (coeficiente de correlación  $r^2 = 0,0034$ , no significativo).

### Desarrollo embrionario y peso de los huevos

En las primeras observaciones sobre el estado de desarrollo embrionario, realizadas el 31 de agosto, sólo se encontraron los estados I y II de BODENHEIMER y SHULOV (1951).

En la siguiente observación, el 11 de septiembre, tras las primeras lluvias y una considerable bajada térmica, sobre todo en las temperaturas máximas (fig. 4), los embriones ya estaban en plena fase de anatrepsis, con estados variables entre el IV y el XII.

Entre el 22 de septiembre y el 20 de octubre progresó la anatrepsis entre los estados IX y XIV, y desde el 3 de noviembre todos los embriones se encontraron en la fase de diapausa del estado XIV (fig. 4).

Cuando se reanudaron las observaciones el 21 de febrero, ya se había iniciado la salida de la diapausa, y el 26 de febrero ya no

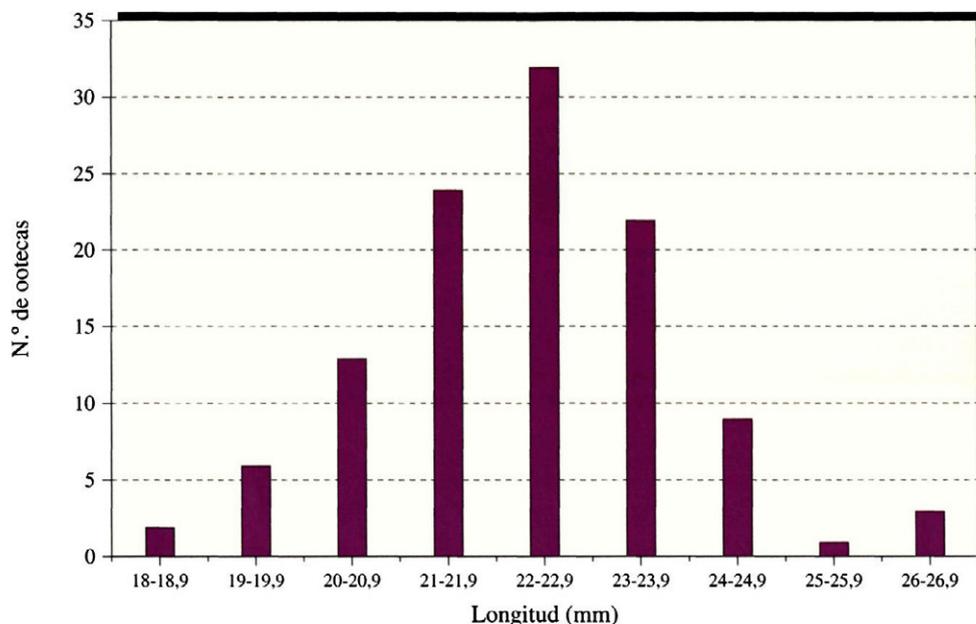


Fig. 3.—Distribución de frecuencias del número de ootecas según su longitud.

se encontró ningún embrión en el estado XIV, habiendo entrado todos en la fase de catatrepsis, comenzando su inversión en el interior del huevo, la blastocinesis (figs. 1, 4 y 6 a 11).

En las figuras 4 y 5 se observa que, en el período estudiado (31/8 a 26/2) el peso medio del huevo de cada ooteca puede agruparse en 3 subperíodos:

A: 31 de agosto a 3 de noviembre: Estados II a XIV, antes del inicio de las lluvias.

B: 23 y 29 de noviembre: Estado XIV, después de las fuertes lluvias de los días 9 a 17 de noviembre (109 mm.).

C: 21 y 26 de febrero: Inicio de la catatrepsis, Estados XV y XVI.

Existen diferencias significativas entre los pesos medios de los huevos en los 3 subperíodos (cuadro 2), lo que indica que el aumento de peso por agua de contacto no sólo se produjo en el inicio de la catatrepsis (BODENHEIMER y SHULOV, 1951; GRADOJEVIC,

in DEMPSTER, 1957), sino también en plena diapausa.

El peso casi se llega a duplicar, pasando de 4 a 7,5 mg., valores ligeramente inferiores a los de BODENHEIMER y SHULOV (1951) y muy inferiores, incluso los máximos, a los de MORALES AGACINO (1941).

Se ha encontrado que no existe correlación entre el número de huevos de cada ooteca y el peso medio del huevo. Para ello se han utilizado las 168 ootecas obtenidas antes del inicio de las lluvias, en las cuales el coeficiente de correlación para las dos variables estudiadas no es significativo ( $r = 0,1058$ ).

Como ya se ha dicho, la salida de la diapausa y el inicio de la catatrepsis ya había ocurrido en la observación del 21 de febrero, inducida tal vez por la precipitación de 10 mm, ocurrida el día 14, y la posterior subida de temperaturas máximas (fig. 4). La progresión de la catatrepsis es muy rápida, teniendo una duración ligeramente superior a 1 mes. El 4 de marzo predominan los estados embrionarios XVIII y XIX y aparecen

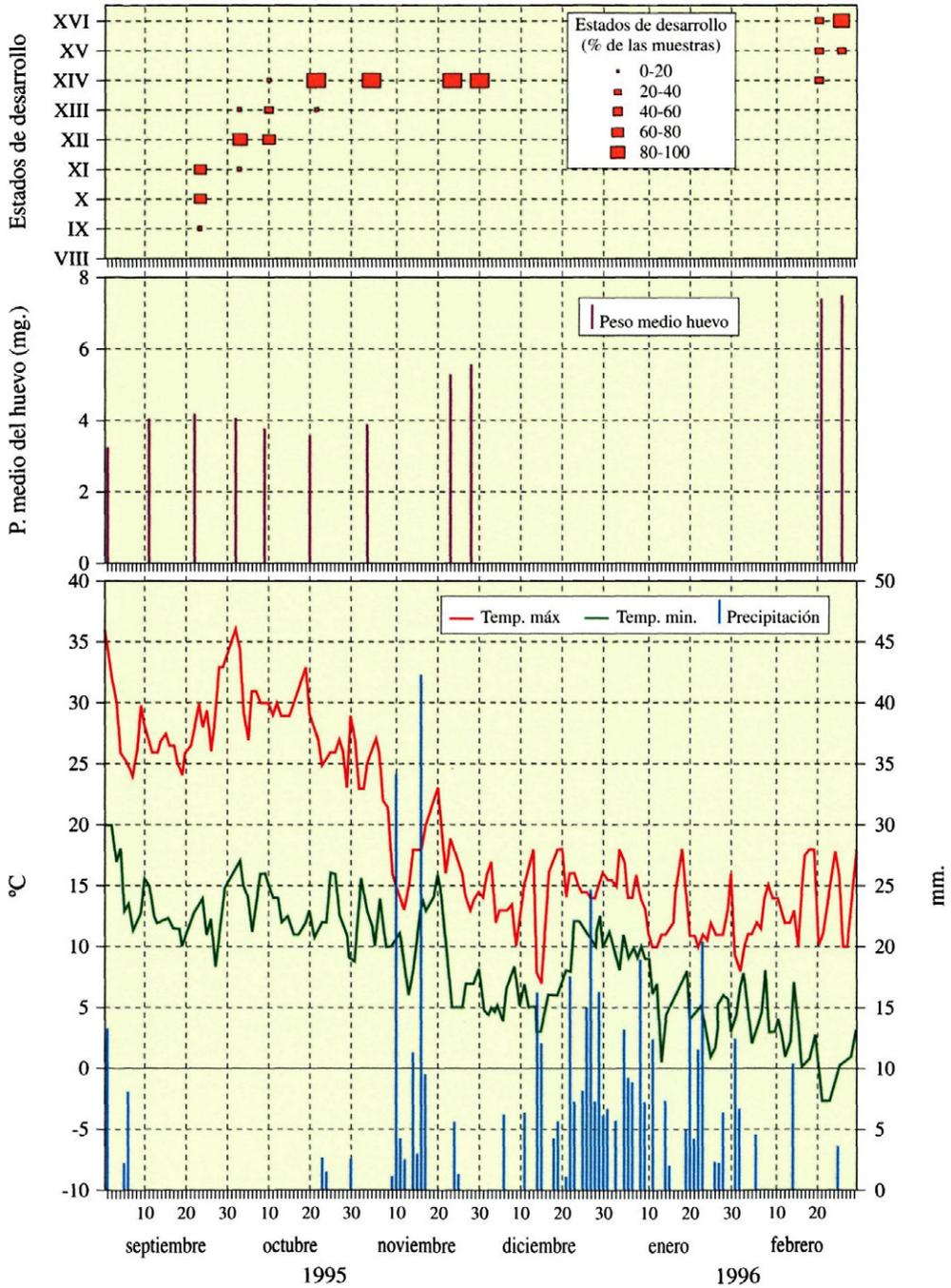


Fig. 4.-Temperaturas, lluvias, peso medio del huevo y estados de desarrollo embrionario (BODENHEIMER y SHULOV, 1951), por fechas.

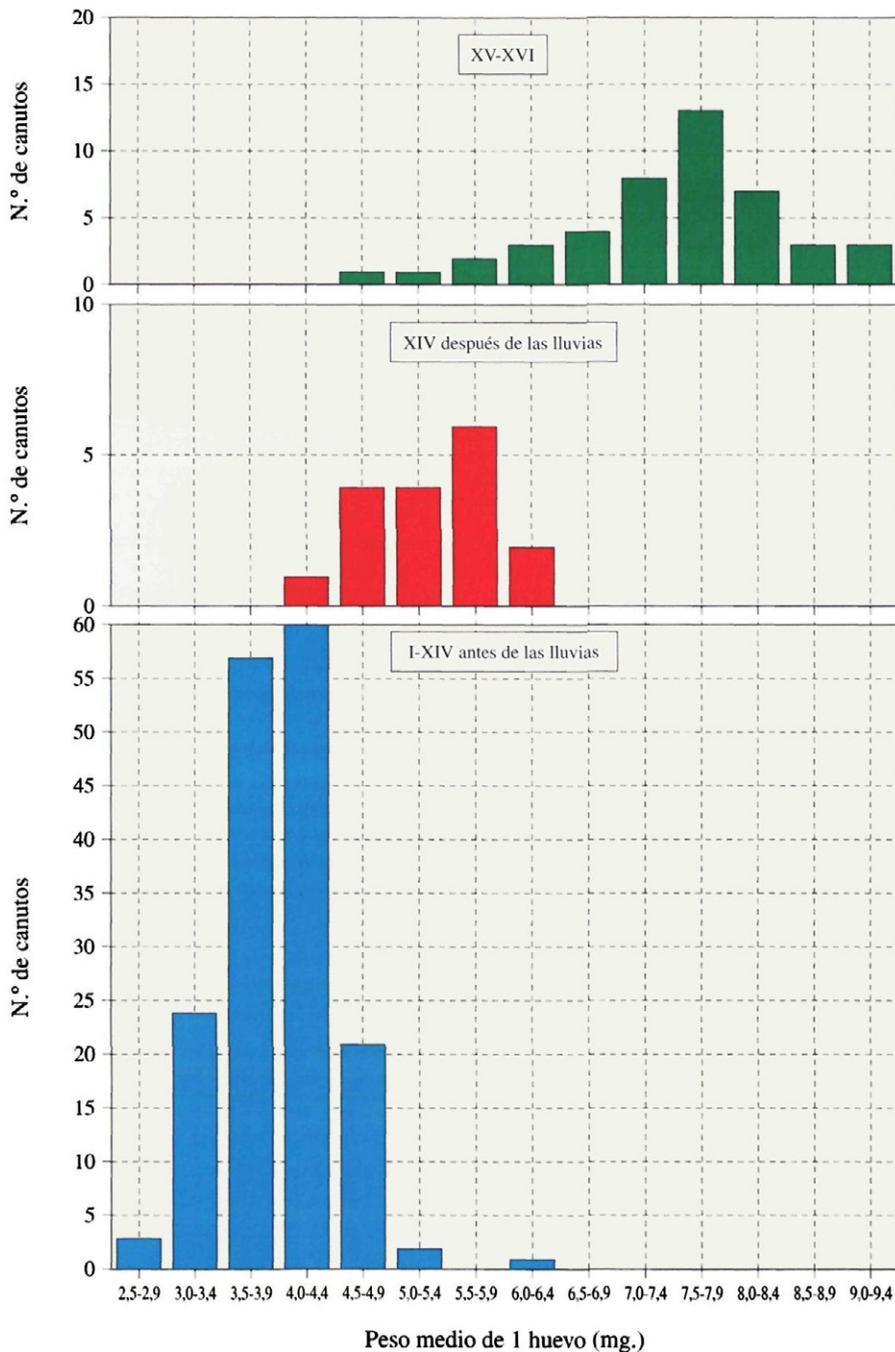


Fig. 5.—Distribuciones de frecuencias del peso medio del huevo en los estados embrionarios I a XIV (antes y después del inicio de las lluvias otoñales), y XV-XVI (Estados de BODENHEIMER y SHULOV, 1951).

Cuadro 2.-Peso medio del huevo por ooteca, según estados de desarrollo y lluvias

	N.º de ootecas pesadas	Peso medio del huevo (mg)	m.d.s. 1%	%
Estados II a XIV, antes del inicio de las lluvias	168	3,977 ± 0,038 a	0,375	100
Estado XIV, después de las primeras lluvias	17	5,409 ± 0,140 b	0,534	136
Inicio de la catatresis	45	7,478 ± 0,144 c		188

los primeros del XX (cuadro 3 y fig. 12); el 11 de marzo ya es dominante el estado XX y el 25 de marzo todos los embriones se encuentran prácticamente en dicho estado. Estas observaciones difieren de las realizadas por HERNÁNDEZ CRESPO (1993) en el año 1992, en que la catatresis fue más tardía y más breve en 1996.

El desarrollo embrionario en el lugar elegido para las observaciones, parece haberse producido en buenas condiciones agrometeorológicas a lo largo de todos los meses y en particular de los períodos clave, como puede ser el de la salida de la diapausa; un dato que lo corrobora es que en las observaciones huevo a huevo durante la catatresis, sólo se ha encontrado un máximo de un 11% de huevos no viables en la correspondiente al 2 de abril (cuadro 3).

En cuanto a las diferencias en el desarrollo embrional de los huevos de una misma ooteca, no se han obtenido resultados concluyentes, aunque parece que aquéllas no son relevantes cuando se alcanza el estado XX.

Se ha correlacionado el porcentaje de embriones totalmente desarrollados (Estado XX) con la integral térmica de las temperaturas máximas diarias sobre el umbral de 15°C, propuesto por BODENHEIMER y SHULOV (1951) (temperatura del aire en caseta meteorológica, cuadro 5 y fig. 12).

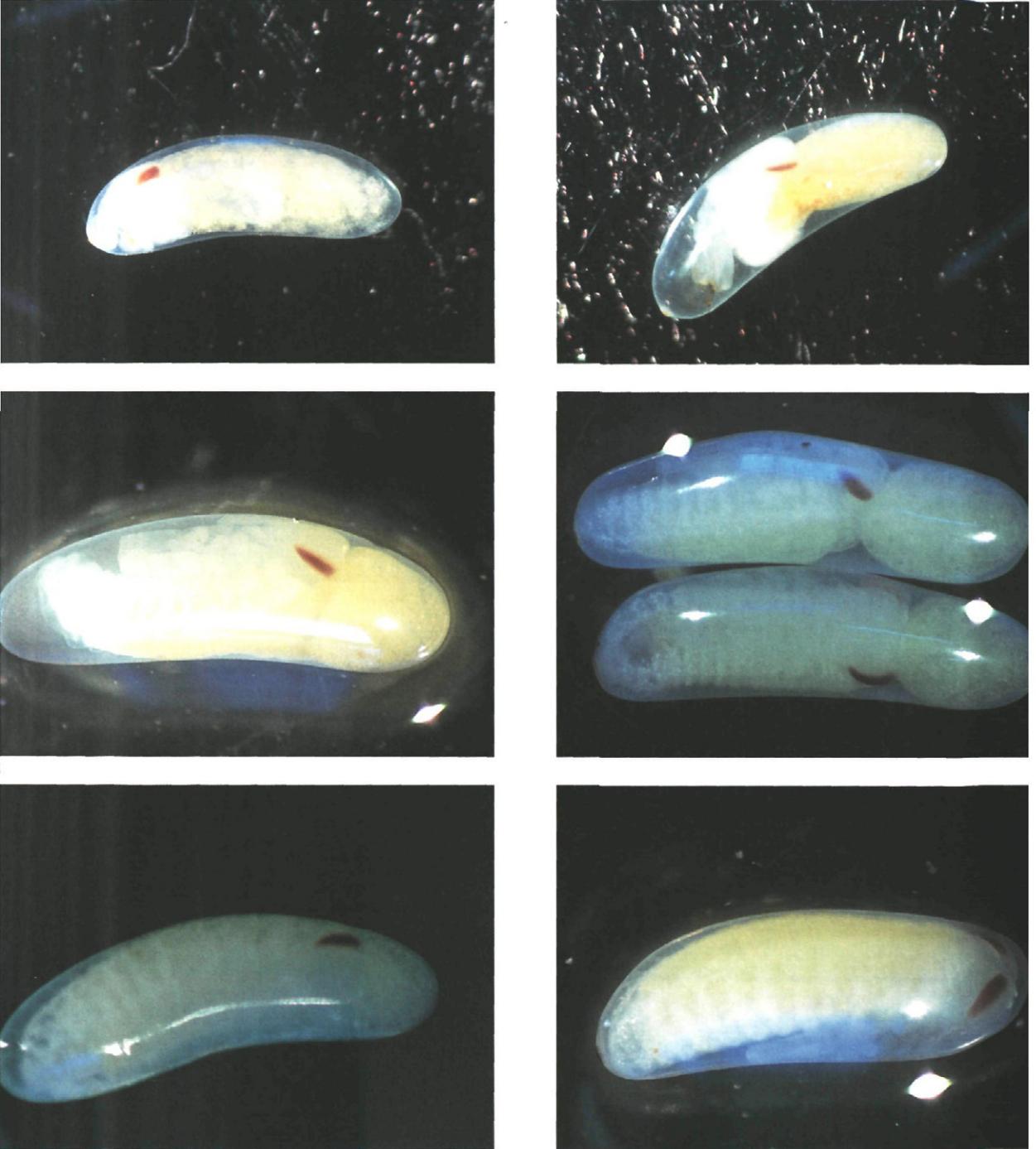
El inicio del Estado XX se corresponde con una integral de unos 30 °C-día y su final con unos 100 °C-día. Estas integrales podrían ser más precisas de haber podido utilizar temperaturas del suelo a la altura de las ootecas (unos 2 cm, de profundidad); sin

embargo, lo que se pierde en precisión se gana en posibilidad de obtener datos meteorológicos en las zonas langosteras extremeñas, dehesas desarboladas de pastizal, escasamente pobladas.

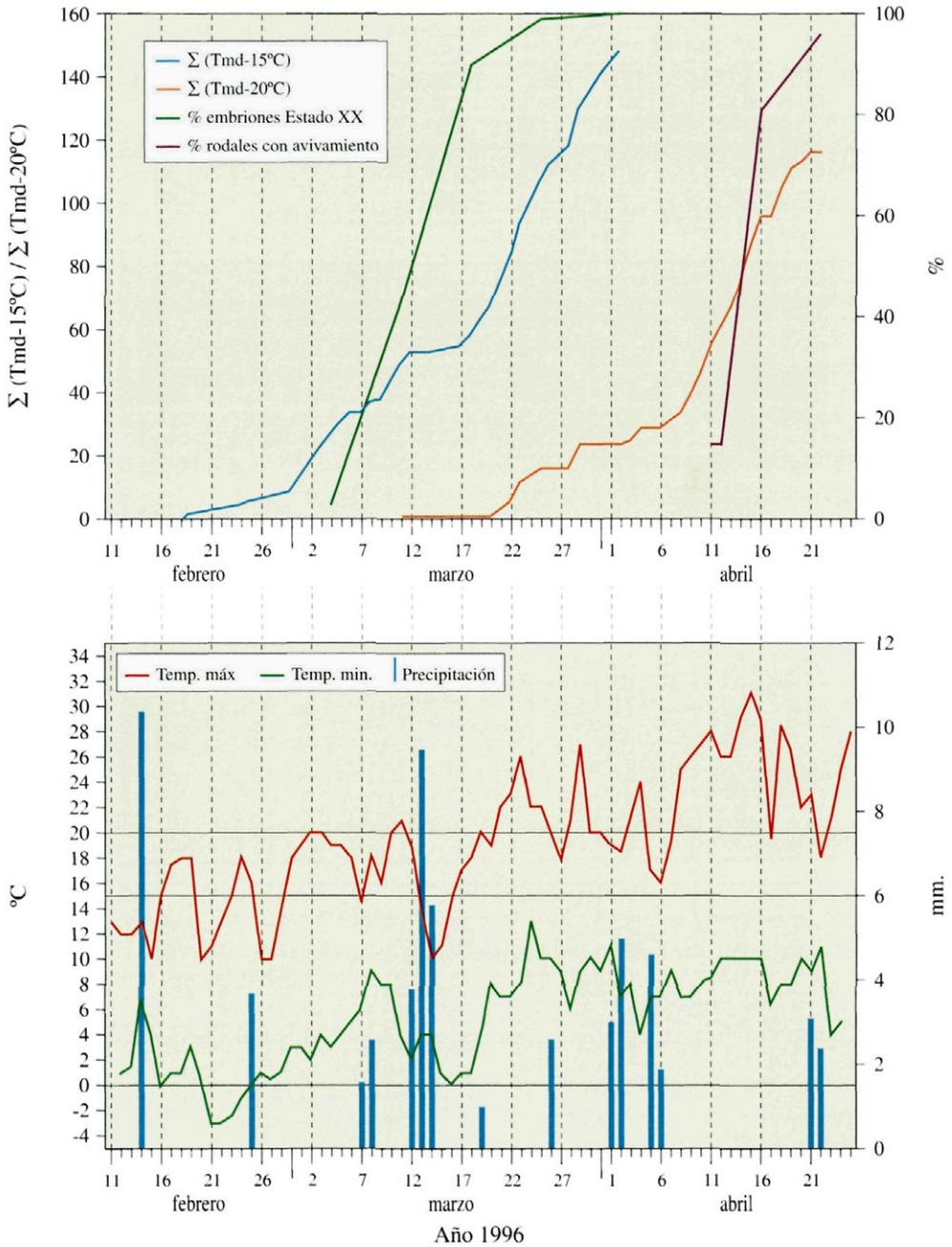
Los avivamientos se iniciaron entre los días 9 y 11 de abril (cuadro 4). Entre el 12 y 16 sufrieron un brusco incremento, en correspondencia con el de las temperaturas máximas (fig. 12). El día 16 ya se observaron las primeras larvas de segundo estado. El día 22 el avivamiento había progresado y se había generalizado a 25 de los 26 rodales, apareciendo las primeras larvas de tercer estado.

Aceptando como umbral la temperatura máxima del aire de 20°C. ya propuesta en un trabajo anterior (SÁNCHEZ, *et al.*, 1994), se ha calculado la integral térmica necesaria para el inicio de los avivamientos, no sólo en el año 1996, (cuadro 5 y fig. 12) sino también en los años 1991, 1992 y 1993, correspondientes al trabajo aludido (SÁNCHEZ, *et al.*, 1994, cuadro 6), para los cuales también se ha calculado la integral sobre 15 °C necesaria para el final de la catatresis.

Teniendo en cuenta las observaciones acumuladas en los 4 años, se puede decir que para el inicio de los avivamientos se debe acumular una integral de 20 a 40 grados centígrados-día, sobre el umbral de 20 °C de temperatura máxima diaria del aire en caseta meteorológica. Pero además dicha integral debe producirse durante un período continuo, de al menos 7-8 días, sin lluvias y con temperaturas máximas superiores a 20 °C; dicho período puede reducirse a sólo 4 días si las temperaturas máximas son superiores a 25 °C.



Figs. 6 a 11.-Estados de desarrollo embrionario de la catatrepsis. Estado XV (fig. 6), Estado XVI (fig. 7), Estado XVII (fig. 8), Estado XVIII (fig. 9), Estado XIX (fig. 10) y Estado XX (fig. 11) (de izda. a dcha. y de arriba a abajo).



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología - Estación de Campanario.

Fig. 12.-Temperaturas, lluvias, integrales térmicas sobre 15 y 20  $^{\circ}C$  de temperatura máxima diaria (Tmd), porcentajes de embriones en estado XX (BODENHEIMER y SHULOV, 1951) y porcentajes de rodales de puesta con avivamiento iniciado, por fecha.

Cuadro 3.—Evolución del desarrollo embrionario según fechas, rodales de puesta y cuadrados excavados

Fecha	Rodal y cuadrado	N.º de ootecas	N.º de embriones según su estado de desarrollo							No viables
			XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	
4/III/96	271					2	31	8	2	
	272						19	18		2
	273				1	7	13			1
	274					11	23	3		
Total	Número					3	68	62	5	3
	%					2	49	46	3	2
11/III	261				1	5	7	11		4
	263		1	2	1	3	4	3		7
	266					9	18	29		
Total	Número		1	2	1	4	18	28	40	11
	%		1	2	1	4	19	30	43	11
18/III	254					1	5		61	1
	257					4	3	2	46	1
	265								50	2
	280					1	1	6	54	3
Total	Número					6	9	8	211	7
	%					3	4	3	90	3
25/III	255-A	4					2	4	66	3
	-B	7							95	
	258-A	5							79	
	-B	6							97	
	269-A	5							71	
	-B	7							89	
	271-A	7							95	
	-B	9							82	
Total	Número	50					2	4	674	4
	%						0,3	0,7	99	0,6
2/IV	259-A	6							95	2
	-B	8							88	3
	265-A	7							78	3
	-B	9							113	3
	266-A	12							91	
	-B	11							76	1
Total	Número	53							541	12
	%								100	11
9/IV	272-A	3							51	
	-B	11							57	
Total	Número	14							108	
	%								100	

La integral, y por tanto el inicio de los avivamientos, puede alcanzarse en cualquier momento entre el inicio y el final del Estado XX de desarrollo embrionario por lo que

pueden darse en paralelo ambos fenómenos, (ejemplo: año 1993, de avivamiento temprano), o bien cumplirse cuando ya todas las ootecas tengan sus embriones en estado XX

Cuadro 4.-Progresión del avivamiento en los 26 rodales de puesta estaquillados

Fecha	Rodales con avivamientos		m <sup>2</sup> ocupados por las larvas		Observaciones
	N.º	%	Totales	Por rodal	
11/IV/96	4	15	3	0,75	
12/IV	4	15	4	1,0	
16/IV	21	81	141,7	6,7	Primeras L <sub>2</sub>
22/IV	25	96	378	15,1	Primeras L <sub>3</sub>

(ejemplo: años 1991 y 1996, de avivamientos tardíos).

Una vez que los embriones empiezan a alcanzar el estado XX, no es necesaria la lluvia para que comience el avivamiento; (ejemplo: año 1993, cuadro 6), por el contrario, si la lluvia se produce y con ella descienden las temperaturas máximas (del aire, y por tanto del suelo), los avivamientos pueden retrasarse (ejemplos: años 1996, cuadro 5 y cuadro 6).

El cuadro siguiente resume los resultados anteriores:

el avivamiento hasta que volvió el buen tiempo»... «En Alcudia podemos citar hechos análogos. Así, el 8 de marzo de 1940 empezó a avivar la langosta en Mestanza, mientras que el año 1941 se retrasó el comienzo del avivamiento hasta mediados de abril, a causa de la primavera fría y lluviosa». También MERTON (1959) realizó una observación en Mía Milea (Chipre), que es paralela a los resultados de este trabajo: «El avivamiento (de *Dociostaurus maroccanus*, en 1952) no ocurrió mientras la superficie del suelo estuvo húmeda».

Estado de desarrollo	Exigencias climáticas			
	Lluvia	Umbral de temperatura máxima diaria (Tmd) del aire en casata	Integral térmica sobre umbral	
			Σ (Tmd. 15 °C)	Σ (Tmd. 20 °C)
<i>Final de la catatrepsis</i> (Estado XX-BODENHEIMER y SHULOV, 1951)				
Inicio	NO	15 °C	30	-
Final	NO	15 °C	100	-
<i>Inicio de los avivamientos</i>	NO	20 °C	>30	20-40

Estos resultados precisan las observaciones de BENLLOCH y DEL CAÑIZO (1941), quienes en la nota al pie de la página 7, dicen textualmente: «Por ejemplo, en la zona de Castuera (Badajoz) avivaron los primeros canutos, en 1940, el día 4 de marzo en las partes bajas (finca Hatosalén, Valle de la Serena); después vinieron las lluvias y se paró

**CONCLUSIONES**

- La longitud media de las ootecas de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en la muestra obtenida fue de 22,27 ± 0,15 mm. (C.V.7%), y su peso medio de 55,3 ± 1,2 cg. (C.V. 23%).

Cuadro 5.-Lluvias, integrales térmicas sobre 15 y 20 °C de temperatura máxima diaria (Tmd), porcentaje de embriones en estado XX y porcentaje de rodales con avivamiento iniciado en el año 1996

Mes y Fecha	Lluvia (mm.)	T° máx (°C)	Σ (Tmd-15)	% Embriones Estado XX	Σ (Tmd-20)	% rodales con avivamiento	
II/96	14	10,4	13	0	0		
	16		15	0	0		
	17		17,5	2,5	0		
	18		18	5,5	0		
	19		18	8,5	0		
	24		18	11,5	0		
	25		16	12,5	0		
	29		18	15,5	0		
III	1		19		0		
	2		20		0		
	3		20		0		
	4		19		0		
	5		19		3	0	
	6		18			0	
	7	1,6	14,5			0	
	8	2,6	18			0	
	9		16			0	
	10		20			0	
	11		21		43	1	
	12	3,8	19			1	
	13	9,5	14			1	
	14	5,8	10			1	
	17		17			1	
	18		18		90	1	
	19	1,0	20			1	
	20		19			1	
	21		22			3	
	22		23			6	
	23		26			12	
	24		22			14	
	25		22		99	16	
	26	2,6	20			16	
	28		21			17	
	29		27			24	
	30		20			24	
	31		20			24	
	IV	1	3,0	19		24	
		2	5,0	18,5	100	24	
		3		21		25	
4			24		29		
5		4,6	17		29		
6		1,9	16		29		
7			19		29		
8			25		34		
9			26		40		
10			27		47		
11			28			55	15
12			26			61	15
13			26			67	
14			29			76	
15			31			87	
16			29			96	81
17			19,5			96	
18			28,5			104,5	
19			26,5			111,0	
20			22			113,0	
21		3,1	23			116,0	
22		2,4	18			116,0	96

Los datos meteorológicos corresponden a la Estación de Campanario, perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología (Observadora D.ª María Díaz Gallardo).

Cuadro 6.-Lluvias, integrales térmicas sobre 15 y sobre 20 °C de temperatura máxima diaria (Tmd), y porcentaje de huevos avivados en los años 1991, 1992 y 1993 (SÁNCHEZ, *et al.*, 1994)

Mes y fecha	Lluvia (mm)			Σ (Tmd-15 °C)			Σ (Tmd-20 °C)			% huevos avivados		
	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993	1991	1992	1993
III												
11												
12	4,2				30	30						
13	0,3	10,4										
14												
15	0,5											
16	2,5				50							
17												
18			0,3			50						
19				30	70			10				
20						70			10			
21	0,5							20				
22	1,2				100							
23								30				
24								Tmd < 15 °C		20		
25								entre el		20		
								24/III y el				I + 10
								7/IV				%
26												
27												
28												
29				50						21,5		50%
30												
31		11,5								30		
IV										30		90%
1		1,7										
2		6,3		70								
3	1,2	10,4										
4	2,5	1,0										
5												
6		7,6										
7								30				Inicio
8		0,6		100			10	30				10%
9												
10							20					
11			2,5									
12			2,6					30	31,5			50%
13			2,9									100%
14	0,9		4,6							56		
15	0,3							37				Inicio
16	3,4								35,5			90%
17												
18								37	40			10%
19												
20			1,9						50			
21			0,6						58,5			100%
22								40				
23												
24												
25	0,7							41				50%

– No existe correlación entre la longitud de las ootecas y su número de huevos, ni tampoco entre el número de huevos de las ootecas y el peso medio de aquéllos.

– El peso medio de los huevos aumentó significativamente en los 3 períodos siguientes: Estados II a XIV, antes del inicio de las lluvias otoñales ( $3,977 \pm 0,038$  mg.), Estado XIV, después de las primeras lluvias otoñales ( $5,490 \pm 0,140$  mg.) y Estados XV y XVI, inicio de la catatrepsis ( $7,487 \pm 0,144$ ).

– La fase de anatrepsis en el desarrollo embrional (BODENHEIMER y SHULOV, 1951), tuvo lugar en los meses de septiembre y octubre.

– La diapausa embrional se extendió desde comienzos de noviembre hasta mitad de febrero aproximadamente.

– La fase de catatrepsis duró unos 35-40 días, desde mitad de febrero hasta finales de marzo.

– El estado XX, último del desarrollo embrional (BODENHEIMER y SHULOV, 1951), lo alcanzaron los primeros huevos a comienzos de marzo, y a finales del mes ya lo presentaban todos.

– El avivamiento se inició hacia el 10 de abril en los primeros rodales, se incrementó considerablemente el día 16 y se generalizó a

todos los rodales el día 22, cuando ya se observaban las primeras larvas de tercer estado.

– Para simular la progresión del estado XX se propone utilizar la integral sobre  $15^\circ\text{C}$  de las temperaturas máximas diarias del aire en caseta meteorológica. El inicio del estado XX coincidiría con una integral de unos  $30^\circ\text{C-día}$  y el final con unos  $100^\circ\text{C día}$ .

– Para el avivamiento de los huevos se propone utilizar la integral sobre  $20^\circ\text{C}$  de dichas temperaturas máximas. El inicio de los avivamientos se produciría con una integral comprendida entre  $20$  y  $40^\circ\text{C día}$ , necesitando un período de al menos 7-8 días sin lluvias y con temperaturas máximas superiores a  $20^\circ\text{C}$ . El período podría ser de sólo 4 días con temperaturas máximas superiores a  $25^\circ\text{C}$ .

## AGRADECIMIENTOS

A D. Antonio Salamanca García por su ayuda en la extracción de «canutos», mediciones, pesadas y observaciones.

A D<sup>a</sup> Mercedes Martínez Sánchez por el tratamiento informático del texto.

A D. Fernando Arias Sánchez por la traducción del resumen al inglés.

## ABSTRACT

ARIAS GIRALDA, A.; JIMÉNEZ VIÑUELAS, J. y PÉREZ ROMERO, A., 1997: Observations on the embryological development and hatching of *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) in a farm in «La Serena» (Extremadura-Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **23**(1): 113-132.

This paper was done with material coming from a egg-fiel of *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) made up of several egg-pods concentrations, located on a grazing farm in «La Serena» (Extremadura), in the period turning from the end of August, 1995 to the end of April, 1996.

The average length of the egg-pods was  $22,75 \pm 0,15$  mm., being uncorrelated with the number of eggs, or this with its average weight.

The average weight of the egg grew significantly after the first autumn rains and again at the beginning of the catatrepsis.

In the embryological development, the anatrepsis phase took place during September and October, the diapause from early November to mid-February, and the catatrepsis phase from mid February until the end of March.

The XX state, last of the catatrepsis, was reached by embryos during March, but the hatching of the eggs did not begin until the 10th of April.

To simulate the progression of the XX state the use of the integral over  $15^\circ\text{C}$  of the maximum daily temperature of air in meteorological post is proposed. The beginning of state XX would correspond to an integral of  $30^\circ\text{C-day}$  and the end to one of around  $100^\circ\text{C-day}$ . For the hatching of the eggs the use of the integral over  $20^\circ\text{C}$  of those ma-

ximum temperatures is proposed. The beginning of the hatching would happen with the integral taking values between 20 and 40°C-day, needing a period of 7 or 8 days without rain and maximum temperatures reaching over 20°C at least, which could be reduced to 4 days if the maximum temperatures were over 25°C.

**Key words:** *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.), egg-pods, embryological development, hatching, thermal integral.

## RESUME

ARIAS GIRALDA, A.; JIMÉNEZ VIÑUELAS, J. y PÉREZ ROMERO, A., 1997: Observations sur le développement embryonnaire et la naissance des larves, de *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.) dans une exploitation de «La Serena» (Extremadura-Espagne). *Bol. San. Veg. Plagas*, 23(1): 113-132.

Ce travail a été réalisé dans un champ de ponte de *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.), constitué par plusieurs foyers de ponte et placé dans une exploitation avec pâturages pour brévis de «La Serena» (Extremadura-Espagne), dans le délais compris entre le fin août 1995 et le fin avril 1996.

La longueur moyenne des oothèques a été de 22,75 ± 0,15 mm., n'ayant pas corrélation avec le nombre des oeufs, et non plus ceci avec leur poids moyen.

Le poids moyen de l'oeuf augmenta significativement après les toutes premières pluies de l'automne et de nouveau au début de la katatrepsis.

Dans le développement embryonnaire, la phase d'anatrepsis eut lieu pendant septembre et octobre, la diapause dès le début novembre à mi-février et la phase de katatrepsis dès la mi-février à la fin mars.

Le stade XX, dernier de la katatrepsis, a été acquis par les embryons tout le long du mois de mars, mais la naissance des larves n'a pas débuté que le 10 avril.

Pour simuler la progression du stade XX on propose utiliser l'intégrale sur 15°C des températures maximales journalières de l'air. Le début du stade XX se produira avec une intégrale autour de 30°C-jour et le final avec 100°C-jour.

Pour la naissance des larves on propose utiliser l'intégrale sur 20°C des températures maximales. Le début des naissances se produira avec une intégrale comprise entre 20 et 40°C-jour, ayant besoin d'une période d'au moins 7-8 jours sans pluie et avec des températures maximales au dessus de 20°C, qui pourra descendre à 4 jours avec des maximales sur 25°C.

**Mots clés:** *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.), oothèques, développement embryonnaire, naissance des larves, integrales thermiques.

## REFERENCIAS

- ARIAS, A.; SÁNCHEZ, M.; JIMÉNEZ, J., SANTOS, R. y MARTÍNEZ DE VELASCO, D., 1994: Distribución en el suelo de las ootecas de *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.) e importancia de su depredación en dos fincas de Extremadura. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 20(1): 3-22.
- ARIAS, A.; JIMÉNEZ, J.; SANTOS, R. y MARTÍNEZ DE VELASCO, D., 1995: Distribución de las ootecas de *Docioestaurus maroccanus* (Thunb.) en dos fincas langosteras de Extremadura (España). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 21: 261-276.
- BENLLOCH, M., 1947: Influencia de la humedad y la temperatura sobre la vitalidad y desarrollo de los huevos de langosta (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.). Servicio de Lucha contra la langosta. Publicación núm. 30, 4 pp.
- BENLLOCH, M. y DEL CAÑIZO, J., 1941: Observaciones biológicas sobre la langosta común (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.), recogidas en los años 1940 y 1941. Servicio de lucha contra la langosta, Publicación núm. 11, 15 pp.
- BODENHEIMER, F. S. y SHULOV, A., 1951: Egg-development and diapause in the moroccan locust (*Docioestaurus maroccanus* Thunb.). *Bulletin of the Research Council of Israel*, 1(1-2): 59-75.
- DEMPSTER, J. P., 1957: The populations dynamics of the Moroccan Locust (*Docioestaurus maroccanus* Thunberg) in Cyprus. *Anti-Locust Bulletin*, 27, 60 pp.
- HERNÁNDEZ CRESPO, P., 1993: La langosta mediterránea, *Docioestaurus maroccanus* (Thunberg), sus enemigos naturales autóctonos y el posible control de sus plagas por medio de microorganismos

- patógenos. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba, E.T.S.I.A.M., 251 pp. ( Director: Dr. D. Cándido de Santiago Alvarez, Catedrático de la E.T.S.I.A.M.).
- JANNONE, G., 1939: Studio morfologico, anatomico e istologico del *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) nelle sue fasi transiens congregans, gregaria e solitaria (Terzo contributo). *Bollettino del R. Laboratorio di Entomologia Agraria in Portici*, 443 pp.
- JOERN, A. y GAINES, S. B., 1990: «Population dynamics and regulation in grasshoppers». 415-482, en: CHAPMAN, R. F. y JOERN, A., Eds.: *Biology of grasshoppers*. John Wiley & Sons, Inc., 563 pp.
- 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. Etude monographique relative à l'ex-URRS et aux pays proches-CIRAD-GERDAT-PRIFAS et VIZR, XIX + 270 pp.
- MERTON, L. F. H., 1959: Studies in the Ecology of the Moroccan Locust (*Doclostaurus maroccanus*, Thunberg.) in Cyprus. *Anti-Locust Bulletin*, 34, 123 pp.
- MORALES AGACINO, E., 1941: El género *Doclostaurus* (Fieber) en España (Nota sistemática). *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, X: 341-360
- MORALES AGACINO, E., 1950. Las ootecas de los acrididos. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, XVIII: 89-109
- SÁNCHEZ, M.; JIMÉNEZ, J. y ARIAS, A., 1994.: Observaciones sobre el avivamiento de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) en una finca de «La Serena» (Extremadura), durante los años 1991 a 1993. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20(1): 23-34.
- UVAROV, B., 1966. *Grasshopper and locust. A handbook of general acridology*. Cambridge University Press, 481 pp.

(Aceptado para su publicación: 15 noviembre 1996)