

## Manipulación del desarrollo embrionario y cría en laboratorio de la langosta mediterránea *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg)

C. SANTIAGO-ÁLVAREZ Y E. QUESADA-MORAGA

En este trabajo se describe una metodología para acelerar el desarrollo embrionario y para criar en laboratorio a la langosta mediterránea *D. maroccanus*. Cajas especialmente diseñadas para el mantenimiento de ninfas en grupos de 400, y otras para la reproducción de adultos en grupos de 16 parejas, permiten obtener ootecas en condiciones controladas. La presencia de lámparas de incandescencia de 60W en el interior de ambos tipos de cajas resulta imprescindible para la consecución de la cría. La manipulación de las ootecas obtenidas en laboratorio mediante incubación diferencial para cada una de las etapas del desarrollo embrionario, permite acortarlo a 80-90 días. El desarrollo de los 5 estadios ninfales se produce en 35-40 días, período equivalente a la longevidad de los adultos, aunque el período de preoviposición es de 10 días. Los porcentajes de supervivencia obtenidos indican que la cría se ha llevado a cabo de forma satisfactoria. Se indican así mismo todos los parámetros que determinan el potencial biótico de *D. maroccanus* en condiciones de laboratorio. Esta metodología de cría nos permitirá disponer de los distintos estados de desarrollo de la especie durante todo el año, y de forma controlada, situación propicia para continuar con el estudio de la especie y de los métodos más adecuados para su control.

C. SANTIAGO-ÁLVAREZ Y E. QUESADA-MORAGA. Cátedra de Entomología Agrícola y Forestal. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. Apartado 3048. 14080.Córdoba

**Palabra clave:** *Doclostaurus maroccanus*, langosta marroquí, langosta mediterránea, cría, diapausa, desarrollo embrionario.

### INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de un método de cría resulta indispensable para profundizar en el conocimiento de los insectos, y para evaluar las estrategias de lucha contra sus plagas (SINGH y MOORE, 1985). La ausencia de un método de cría de la langosta mediterránea puede achacarse en primer lugar a la extraordinaria duración de su desarrollo embrionario, que se puede prolongar incluso durante 10 meses, como consecuencia de dos períodos de reposo (BODENHEIMER y SHULOV, 1951), una quiescencia y una diapausa (QUESADA-MORAGA y SANTIAGO-ÁLVAREZ, 1999).

Por otro lado, la gran exigencia de la especie en cuanto a los requisitos del suelo donde realiza la puesta, se ha considerado como un factor que limita su cría en laboratorio (LATCHININSKY, 1998). El único intento de cría de *D. maroccanus* fue llevado a cabo por GRADOJEVIC (1960), pero en el mismo no se cierra su ciclo vital, puesto que el experimento finaliza con la llegada del estado adulto.

La manipulación de la temperatura de incubación de los huevos de *D. maroccanus* resulta clave para evitar la quiescencia, desarrollar la diapausa, y conseguir avivamientos en 80-90 días (QUESADA-MORAGA y SANTIAGO-ÁLVAREZ, 1999). La posibilidad de acor-

tar el desarrollo embrionario y de tener avivamientos escalonados durante todo el año, requiere la puesta a punto de un método de cría que permita disponer continuamente de ninfas, adultos y ootecas para completar el estudio de la genética, biología y fisiología de la especie, y para evaluar el efecto sobre la misma de las distintas medidas de control que pueden ser empleadas.

En este trabajo se presenta un método para criar *D. maroccanus* en condiciones de laboratorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La cría de la especie se lleva a cabo en un insectario acondicionado a  $26^{\circ} \pm 4^{\circ}\text{C}$ , 60% HR y 13 L: 11 O de fotoperíodo.

Las ninfas recién emergidas (Fig. 1 B) se confinan en cubos armados de madera de  $50 \times 50 \times 50$  cm, con techo de metacrilato del que pende un portalámparas con una lámpara de incandescencia de 60 W, suelo de madera y caras laterales a base de mosquitera metálica, en una de las cuales se ha dispuesto una apertura practicable de  $20 \times 20$  cm (Fig. 1 C). Diariamente, para su alimentación, se realiza un aporte de planta de trigo en los primeros estados fenológicos (Fig. 1 D) y salvado de trigo humedecido, y se procede a la limpieza de la base de las cajas, así como a retirar los insectos muertos.

Los adultos se retiran de las cajas de mantenimiento de ninfas, y se disponen en cubos armados de madera, de  $30 \times 30 \times 30$  cm sustentados sobre patas de 10 cm, con techo de metacrilato del que pende un portalámparas con una lámpara de incandescencia de 60 W, suelo de madera con un orificio de 14,5 cm de diámetro y caras laterales a base de mosquitera metálica en una de las cuales se ha dispuesto una apertura practicable de  $15 \times 15$  cm (Fig. 1 E). La alimentación y las operaciones de limpieza son las mismas que las descritas para las ninfas. Para facilitar la oviposición de las hembras, se sitúan en el orificio de la base de las cajas, recipientes de plástico cilíndricos de 800 ml con arena de río pasada por un tamiz de 1 mm y esteriliza-

da. Las ootecas depositadas se recogen diariamente (Figs. 1 E y F).

Para el desarrollo embrionario, las ootecas (Fig. 1 G) se colocan en tarrinas de poliestireno de 210 ml con tapaderas herméticas transparentes de 10 mm de diámetro con vermiculita humedecida a razón de 1,5 gramos de agua por gramo de vermiculita. Estas se sitúan en bolsas de plástico herméticas de  $220 \times 330$  mm (Fig. 1 A), y se incuban de acuerdo con la metodología puesta a punto por nuestro laboratorio (QUESADA-MORAGA y SANTIAGO-ÁLVAREZ, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de 400 ninfas por caja de cría es el más satisfactorio para las dimensiones aquí presentadas, con él se optimiza el espacio sin originar competencia entre los individuos ni problemas de manipulación en las operaciones básicas diarias que se indican en la metodología (QUESADA-MORAGA, 1998; SANTIAGO-ÁLVAREZ y QUESADA-MORAGA, 1998). El Cuadro 1 refleja la duración total del desarrollo postembrionario hasta el estado adulto que oscila entre 35 y 40 días. Esta duración es análoga a la de *Schistocerca gregaria* (Forskål), pero superior a la de *Melanoplus sanguinipes* (F.), donde no supera los 25 días (SINGH y MOORE, 1985). Se observan claras diferencias en la duración de los distintos estadios ninf-

Cuadro 1. - Duración de los distintos estados de desarrollo de *D. maroccanus* en laboratorio a  $26^{\circ}\text{C}$  y con lámparas de 60 W en el interior de las cajas

| Estado                | Duración (días) |
|-----------------------|-----------------|
| N1                    | 6-7             |
| N2                    | 4-5             |
| N3                    | 8-9             |
| N4                    | 6-7             |
| N5                    | 9-12            |
| Total postembrionario | 35-40           |
| Adulto                | 35-40           |
| Total                 | 75-80           |

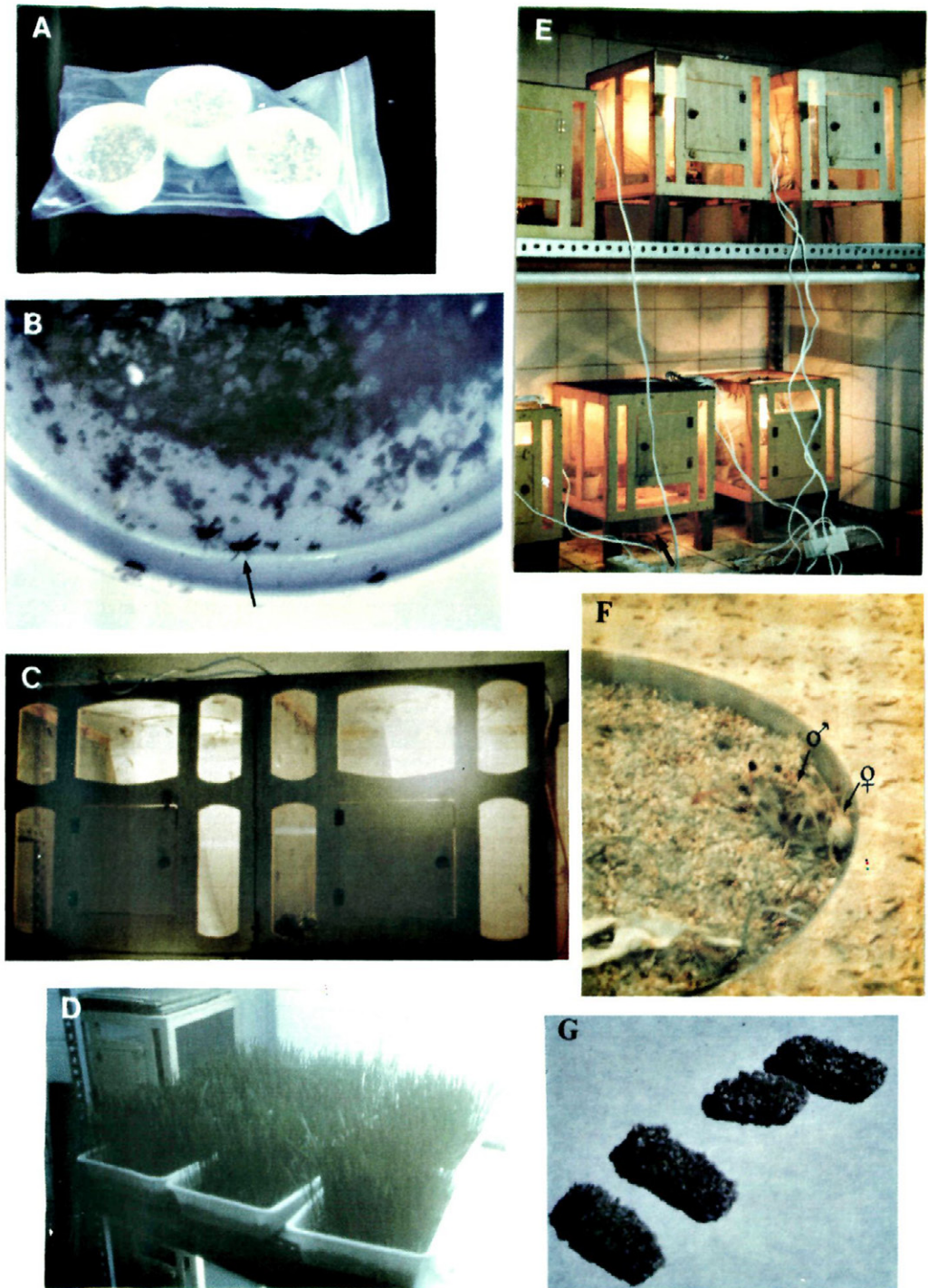


Fig. 1. - (A) Manejo de ootecas; (B) Avivamiento (flecha); (C) Cajas de mantenimiento de ninfas; (D) Bandejas con plantas de trigo; (E) Cajas de mantenimiento de adultos, la flecha indica el recipiente de oviposición; (F) Hembra que realiza la puesta en un recipiente de oviposición; (G) Ootecas depositadas en los recipientes de oviposición.

les, el más corto, entre 4 y 5 días, es el segundo (N2), y el más largo, entre 9-12 días, el N5. La longevidad media de adultos es de 35 a 40 días y no se detectan diferencias significativas entre machos y hembras. Esta longevidad es semejante a la de los adultos de *Locusta migratoria* (L.), que viven 40 días, pero más corta que los de *S. gregaria*, con una media de 50-60 días (NORRIS, 1950; 1952; SCHMIDT y ALBÜTZ, 1994). La duración del desarrollo postembriionario y la longevidad de adultos de *D. maroccanus* en insectario son similares a las detectadas en condiciones de campo (LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992; HERNÁNDEZ-CRESPO, 1993; QUESADA-MORAGA, 1998), lo que indica que la termorregulación en el interior de las cajas resulta óptima.

La mortalidad total varía entre el 25 y 35% (Cuadro 2), lo que puede considerarse normal en la cría de acrididos (SINGH y MOORE, 1985), y supone un porcentaje de supervivencia próximo al 65-75%. Este resultado pone en evidencia que las lámparas de 60 W en el

Cuadro 2. - Eficacia de la cría en laboratorio de *D. maroccanus*

| Estados     | Mortalidad | % supervivencia |
|-------------|------------|-----------------|
| N1-N5       | 20-25%     |                 |
| Última muda | 5-10       | 65-75%          |
| Total       | 25-35%     |                 |

interior de las cajas de cría mejoran los procesos fisiológicos como la termorregulación, y los mecanismos de defensa contra infecciones (CASEY, 1988; BLANDFORD, *et al.*, 1998), que reducen considerablemente la mortalidad de las ninfas. La cría de *D. maroccanus* a temperatura constante, es decir, sin lámparas en

el interior de las cajas, resulta completamente inviable (QUESADA-MORAGA, 1998).

Los adultos de *D. maroccanus* obtenidos en laboratorio maduran sexualmente y ovipositan en condiciones de insectario, lo que no se consiguió en intentos anteriores para criar esta especie (GRADOJEVIĆ, 1960). La copulación tiene lugar a los 5 días de la muda imaginal, la primera oviposición a los 10 días (Cuadro 3) y las siguientes a intervalos de 7-10 días. Las hembras ponen un número medio de ootecas que oscila entre 2 y 4, valor que no se alcanza en condiciones de campo (MERTON 1959; QUESADA-MORAGA, 1998), y que parece normal en condiciones de laboratorio (UVAROV, 1966).

El número óptimo de parejas que deben situarse en las cajas de mantenimiento de adultos descritas en la metodología de cría es de 16, ya que esta cantidad permite aprovechar todo el espacio en el interior de la caja, nos proporciona un mayor número de ootecas para la siguiente generación, y no da lugar a efectos de competencia ni por los recursos alimenticios ni por el lugar de puesta (QUESADA-MORAGA, 1998; SANTIAGO-ÁLVAREZ y QUESADA-MORAGA, 1998).

El número medio de huevos por ooteca, aproximadamente 18-20 (Cuadro 3), resulta inferior al de 30 obtenido en campo (HERNÁNDEZ-CRESOI, 1993; QUESADA-MORAGA, 1998), lo que podría estar relacionado con un aumento del porcentaje de resorción de oocitos en condiciones de laboratorio ocasionado por la alimentación de la especie con plantas distintas a las existentes en su hábitat característico (HINKS *et al* 1990), e incluso menos variadas (HALIMA *et al.*, 1984).

El desarrollo embrionario de los huevos puestos por las hembras se completó en laboratorio en 75-92 días, tal como queda reflejado

Cuadro 3. - Potencial biótico de *D. maroccanus* en laboratorio

| Período de preoviposición (días) | Días entre cada puesta | Número de ootecas por hembra | Número de huevos por ooteca | Viabilidad de huevos |
|----------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 10                               | 7-10                   | 2-4                          | 18-20                       | 60-70%               |

en el Cuadro 4. Esta aceleración del desarrollo embrionario se consiguió al incubar los huevos en diapausa, estado embrionario XIV, durante 30-40 días a 10°C (QUESADA-MORAGA y SANTIAGO-ÁLVAREZ, 1999), lo que permite romper la diapausa y acortar enormemente el prolongado desarrollo embrionario (BODENHEIMER y SHULOV, 1951) de esta especie.

La viabilidad de los huevos depositados por las hembras de *D. maroccanus* en insectario varió entre el 60-70% (Cuadro 3). Este valor, que está influenciado por las condiciones empleadas para acelerar el desarrollo embrionario (QUESADA-MORAGA y SANTIAGO-ÁLVAREZ, 1999), resulta satisfactorio si se compara con el obtenido en *S. gregaria*, 40-60%, en *L. migratoria*, 60-70%, y en *M. sanguinipes*, 65% (NORRIS, 1950; 1952; REES, 1986; SCHMIDT y ALBÜTZ, 1994).

A nuestro entender, en este trabajo se cierra por primera vez el ciclo de *D. maroccanus* en laboratorio, lo que indica la consecución de la cría. Esta metodología de cría nos permitirá disponer de los distintos estados de desarrollo de la especie durante todo el año, y de forma controlada, situación propicia para continuar con el estudio de la especie y de los métodos más adecuados para su control.

#### ABSTRACT

C. SANTIAGO-ÁLVAREZ y E. QUESADA-MORAGA, 1999: Manipulación del desarrollo embrionario y cría en laboratorio de la langosta mediterránea *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg). *Bol San. Veg. Plagas*, 25 (4): 460-474.

Embryonic development management and rearing under laboratory conditions of the Moroccan locust *Doclostaurus maroccanus*

This work describes a method for accelerating the embryonic development of *D. maroccanus* and for rearing this species under laboratory conditions. Two sizes of cages were designed for rearing nymphs in groups of 400 insects, and adults in groups of 16 pairs respectively. The presence of 60 W bulbs within the cages is indispensable for rearing this species. The management of egg-pods by differential incubation for each stage of embryonic development, shortened the full embryonic development to 80-90 days. The duration of postembryonic development from N1 to N5 was 35-40 days, similar period to that of the adult longevity, although the preoviposition period was 10 days. The optimal surviving percentages indicates that the rearing of the species has been achieved properly. Moreover, this work provides the full information about the biotic potential of *D. maroccanus* under laboratory conditions. This method would allow a continuous availability of egg-pods, nymphs and adults of *D. maroccanus* under controlled conditions, to complete the study of different unknown aspects of the species and to select the best control measures.

**Key words:** *Doclostaurus maroccanus*, moroccan locust, mediterranean locust, rearing, diapause, embryonic development.

Cuadro 4. - Manipulación del desarrollo embrionario de *D. maroccanus*

| Estados de desarrollo embrionario | Tª incubación (°C) | Duración (días) |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------|
| I-XIV                             | 25                 | 35-40           |
| Diapausa                          | 10                 | 30-40           |
| XV-XX                             | 30                 | 10-12           |
| Total                             |                    | 75-92           |

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del Proyecto AGF94-0145 «Estudio Ecológico de la langosta mediterránea, *D. maroccanus*, y de las medidas más adecuadas para el control de sus plagas en España» financiado por la CICYT, del que es investigador responsable el Prof Dr. D. Cándido Santiago Álvarez. El primer autor agradece al Ministerio de Educación y Cultura la concesión de la Beca AP94 24247227 correspondiente al programa de Formación de Profesorado Universitario y Personal Investigador.

## REFERENCIAS

- BLANDFORD, S.; THOMAS, M. B. y LANGEWALD, J., 1998: Behavioral fever in the Senegalese grasshopper, *Oedaleus senegalensis*, and its implications for biological control using pathogens, *Ecol. Entomol.*, **23**: 9-14.
- BONDENHEIMER, F. S. y SHULOV, A., 1951: Egg development and diapause in the moroccan locust. *Bull. Res. Coun. Israel*, **1**: 59-75.
- CASEY, M. T., 1988: Thermoregulation and Heat Exchange. *Advances in Insect Physiology*, **20**: 119-146.
- GRADOJEVIĆ, M., 1960: Some laboratory experiments on phases in the Moroccan Locust (*Doclostaurus maroccanus* Thunb). *Zashtita Bilja*, **57-58**: 129-142.
- HALIMA, T. B.; GILLON, Y. y LOUVEAUX, A., 1984: Utilisation des ressources trophiques par *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Ecologica Generalis*, **5**: 383-406.
- HERNÁNDEZ-CRESPO, P., 1993: *La langosta mediterránea, Doclostaurus maroccanus* (Thunberg), sus enemigos naturales y el posible control de sus plagas por medio de microorganismos patógenos. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, 251 pp.
- HINKS, C. F.; OLFERT, O.; WESCOTT, N. D.; COXWORTH, E. M. y CRAIG, W., 1990: Preference and performance in grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae), feeding on kochia, oats and wheat: implications for population dynamics. *J. Econ. Entomology*, **83**: 1338-1343.
- LATCHININSKY, A. V., 1998: Moroccan locust *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815): a faunistic rarity or an important economic pest? *J. Insect. Conservat.*, **2**: 167-178.
- LATCHININSKY, A. V., y LAUNOIS-LUONG, M. H., 1992: Le cricket marocain, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) dans la partie orientale de son aire de distribution. Etude monographique à L'ex-URSS et aux pays proches. CIRAD-GERDAT-PRIFAS: Montpellier/VIZR: Saint-Petersbourg, 270 pp.
- MERTON, F. H., 1959: Studies on the ecology of the moroccan locust in Cyprus. *Anti-Locust Bull.*, **34**, 123 pp.
- NORRIS, M. J., 1950: Reproduction in the african migratory locust (*L. migratoria migratorioides*) in relation to density and phase. *Anti Locust Bull.*, **6**: 1-50 pp, 7 figs.
- NORRIS, M. J., 1952: Reproduction in the desert locust (*S. gregaria*) in relation to density and phase. *Anti Locust Bull.*, **13**: 1-49.
- QUESADA-MORAGA, E., 1998: Biología y ecología de la reproducción y desarrollo embrionario de la langosta mediterránea *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg) y su posible interferencia como estrategia de lucha. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, 228 pp.
- QUESADA-MORAGA, E. y SANTIAGO-ÁLVAREZ, C., 1999: Inducción de la salida de la diapausa en la langosta mediterránea *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg). *J. Orthop. Research*, **8**: (En Prensa).
- REES, N. E., 1986: Effect of dipterous parasites on reproduction and viability of *Melanoplus sanguinipes* eggs (Orthoptera: Acrididae). *Environ. Entomol.*, **15**: 205-206.
- SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. y QUESADA-MORAGA, E., 1998: Mediterranean locust *D. maroccanus*, embryonic development management and colony maintenance. VI Congreso Europeo de Entomología, Ceske Budejovice, República Checa, Vol. I: 222.
- SCHMIDT, G. H. y ALBÜTZ, R., 1994: Laboratory studies on pheromone and reproduction in the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk). *J. Appl. Ent.*, **118**: 378-391.
- SINGH, P. y MOORE, R. F., 1985: *Handbook of insect rearing*, Vol. I, Elsevier Science Publisher B. V. Amsterdam. 488 pp.
- UVAROV, B. P., 1966: *Grasshoppers and Locust*, Vol. I, Cambridge University Press, London.

(Recepción: 8 julio 1999)

(Aceptación: 30 septiembre 1999)