

## Efectos de *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (DECAPODA, CAMBARIDAE) sobre las plántulas de arroz y su control usando un surfactante no-iónico, en las marismas del Bajo Guadalquivir

E. CANO, A. JIMÉNEZ

Para comprobar si el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) produce un daño directo sobre el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en las marismas del Bajo Guadalquivir, se han realizado ensayos en balsas artificiales, en las que se han reproducido el cultivo de arroz. Por otro lado, para disminuir el posible daño se ha experimentado un nuevo producto llamado Genapol OX-080, que es un surfactante no-iónico. Se ha obtenido 1. que los cangrejos disminuyen tanto la germinación como la implantación de las plántulas y 2. que el Genapol OX-080 es efectivo para la reducción de este daño. No obstante, este producto tiene la limitación de que se necesita mantener el agua estancada durante 20 días para su total degradación, estancamiento que no es posible mantener en esta zona ya que resulta perjudicial tanto para las plantas de arroz como para los cangrejos.

E. CANO, A. JIMÉNEZ: Dpto. Fisiología y Zoología. Fac. Biología. Univ. Sevilla. Avda. Reina Mercedes 6. 41012 Sevilla.

**Palabras clave:** *Procambarus clarkii*, *Oryza sativa*, control de plagas, cangrejo rojo.

### INTRODUCCIÓN

En las marismas del bajo Guadalquivir, el principal cultivo es el arroz, el cual en la zona de Sevilla se realiza en condiciones casi permanentes de inundación y con flujo continuo de agua. De estos arrozales también se obtiene otro beneficio económico, la pesca del cangrejo rojo, *Procambarus clarkii*, que es a su vez un problema, ya que la actividad de estos crustáceos provoca daños en el cultivo y en los sistemas de riego. Para intentar compatibilizar la producción de estos dos productos alimentarios se ha diseñado un producto químico llamado Genapol OX-080, que provoca un descenso de la actividad fisiológica en el cangrejo y por tanto, reduce sus movimientos.

Los daños que ocasiona *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Cambaridae) en los arrozales están bien documentados (GRIGARICK y WAY, 1982; SOMMER y GOLDMAN, 1983; SOMMER, 1984), al igual que la introducción de este cangrejo rojo en España, debido a que representa un problema para los arroceros dado su elevado potencial reproductor en la zona (HABSBURGO-LORENA, 1979; GALLEGO y OCETE, 1985; OCETE y LÓPEZ, 1983; GAUDÉ, 1984; GUERRA y NIÑO, 1990; CANO y OCETE, 1994a). Varios pesticidas han sido utilizados de forma legal o ilegal para su control (HOLDICH *et al.*, 1999), pero la introducción de esta especie en un hábitat tan favorable para ella, como los arrozales, hace que su control sea muy difícil (HOLDICH, 1988).

*Procambarus clarkii* fue introducido en las marismas del Bajo Guadalquivir de la provincia de Sevilla en 1974, con ejemplares procedentes de Luisiana, EEUU, (HABSURGO-LORENA, 1979; ALGARÍN, 1980; OCETE Y LÓPEZ, 1983). Estas marismas ocupan aproximadamente unos 2.500 km<sup>2</sup> (incluyendo una considerable parte del Parque Nacional de Doñana), donde el principal cultivo es el arroz (35.5%). En Sevilla este cultivo se realiza en condiciones casi permanentes de inundación y con flujo continuo de agua (AGUILAR, 2001). El ciclo biológico, de este crustáceo, se ve afectado por las actividades agrícolas, ya que viven en las tablas de arroz cuando estas están inundadas, coincidiendo con las altas temperaturas y con las marismas naturales secas (CANO y OCETE, 1997). La comercialización del cangrejo rojo en la zona comenzó en 1979, convirtiéndose las marismas del Bajo Guadalquivir, en el primer productor y exportador europeo de esta especie (GAUDÉ, 1984; CANO y OCETE, 1994 b).

Estos cangrejos realizan excavaciones en los almorrones, provocando el drenaje de las tablas, por lo que perjudican el normal desarrollo del cultivo. También horadan en los canales, provocando derrumbes (SOMMER y GOLDMAN, 1983; SOMMER, 1984; ADAO y MARQUES, 1993; CANO y OCETE, 1994 b). Además se ha citado en otras zonas (EEUU y Portugal) que el cangrejo rojo impide el establecimiento de las plántulas de arroz (GRIGARICK Y WAY, 1982; HILL *et al.*, 1992; ANASTÁCIO y MARQUES, 1996).

Debido a los daños expuestos, se ha diseñado un surfactante no-iónico para ensayarlo como una posible solución a los daños producidos por *P. clarkii*. Este producto induce una ralentización en el metabolismo de los cangrejos y por lo tanto de sus movimientos (ANASTÁCIO *et al.*, 1995; FONSECA *et al.*, 1996). La materia activa (100%) de este surfactante llamado Genapol OX-080, producida por la Hoechst Portuguesa, es una mezcla de éteres poliglicoles de alcoholes grasos-CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>12-15</sub>-O(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)H con una vida media de dos semanas. El Genapol tiene

varias ventajas: a) los cangrejos no mueren y pueden ser pescados, b) no es tan perjudicial para el medio ambiente como otros productos, c) la toxicidad es relativamente baja en comparación con otros pesticidas usados normalmente en los arrozales, y parece ser que la producción de arroz no se ve afectada por el surfactante (CABRAL *et al.*, 1996; JORGENSEN *et al.*, 1997; CANO *et al.*, 1999).

En este trabajo se pretende ver el posible efecto de los cangrejos sobre el establecimiento de las plántulas de arroz, ya que este daño no ha sido descrito en los arrozales de las marismas del Bajo Guadalquivir, para ello, se utilizó el surfactante antes mencionado. Los resultados obtenidos serán utilizados para calibrar un modelo que se ha diseñado para la coproducción de arroz y cangrejos rojos (ANASTÁCIO *et al.*, 1995, 2000).

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en 1996, en la finca de los Hnos. Lara, localizada en las marismas del Bajo Guadalquivir cuyas coordenadas UTM son 29SQB534246. En esta zona la temperatura media es de unos 18,3 °C y la precipitación anual de 560,6 mm.

Para realizar el estudio se usaron un total de 20 tanques de polietileno de 2 x 3 m y 0,6 m de profundidad, los cuales fueron colocados en el área antes descrita (Fig. 1).

Los ensayos llevados a cabo fueron los siguientes: Ensayo 1. Cinco tanques donde se sembró sólo arroz. Ensayo 2. Cinco tanques con arroz y cangrejos rojos. Ensayo 3. Cinco tanques con arroz y surfactante (Genapol OX-080). Ensayo 4. Cinco tanques con arroz, cangrejos rojos y surfactante (Genapol OX-080).

Los tanques contenían tierra, procedente de las tablas adyacentes a la zona de experimentación, hasta una altura de 0,4 m. En estos tanques se realizaron todas las labores de presiembra típicas de la zona (nivelado, abonado con urea-46%,...), al igual que el control de los distintos niveles del agua durante el periodo que duraron los ensayos (antes de la siembra 8 cm, tres días después

de la siembra 3 cm durante cuatro días sin flujo continuo y 10 cm con flujo continuo hasta el final). En los tanques con cangrejos se introdujeron 3 por  $m^2$  (18 cangrejos/tanque) (ANASTACIO *et al.*, 2000). Los cangrejos utilizados para los ensayos se capturaron tres días antes de la siembra en los canales de irrigación adyacentes. La longitud media de los cangrejos (desde el rostro al final del telson), usados en el ensayo, era de 7,4 cm (rango de 7 a 8 cm). Los cangrejos muertos eran reemplazados cada 7 días. El 4 de julio se realizó la siembra en los tanques ya que fue en este día cuando se sembró en la zona arrocera donde se estaban realizando los ensayos. Se sembró un total de 150 g de semillas certificadas de *Oryza sativa* var. Indica Thaibonet, pregerminada, en cada tanque. En los tanques de ensayo la única labor que no se realizó, igual que en las tablas de arroz, fue el uso de pesticidas, ya que no se aplicó ninguno.

La bajada del nivel de agua a 3 cm, a los tres días de la siembra, sirve para que se produzca la implantación de las plántulas de

arroz y fue entonces cuando se aplicó el Genapol OX-080 en los tanques para realizar los ensayos con este producto, en vez de malatión que es el pesticida utilizado habitualmente en esta zona. Se aplicó a una concentración de 0,005 % (15,75 ml/ha). Mientras los pesticidas están actuando, las tablas de arroz de las marismas se mantienen cerradas, motivo por el cual mantuvimos los tanques cerrados durante el periodo de actividad del surfactante (20 días).

Los tanques fueron revisados semanalmente desde el 4 al 30 de julio de 1996, sobre las 11:00 horas. Los cangrejos eran contados y los muertos se reemplazaban, comprobándose el estado fenológico de las plántulas de arroz, los datos físico-químicos del agua de los tanques y la temperatura del aire.

Para muestrear las plántulas de arroz se usaron cuadrados de 50x50 cm, que se colocaban en los tanques al azar y se contaban y estudiaban las que caían dentro. El primer muestreo se realizó, justo, después de la siembra, obteniendo así el número medio de



Fig. 1. Tanques utilizados en la realización de los ensayos.

Tabla 1.- Condiciones físico-químicas medias, medidas en los tanques durante el mes de julio.

Días de muestreos	4		10		17		24		30	
Variable	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
Conductividad (mS/cm <sup>2</sup> )	0,55	0,4-0,6	0,57	0,5-0,7	0,67	0,5-0,8	2,95	2-4,5	3,14	2,7-5,4
O <sub>2</sub> Disuelto (ppm)	4,8	3,7-6,2	4,5	4-7	3	2,4-5	3,7	3-5,4	2,3	2-4,2
Temperatura (°C)	26	24-27	24,1	22-25	25	24-26	22,6	20-23	23,7	21-25
pH	8,5	-	7,5	-	8	-	8	-	8	-
Temperatura aire*(°C)	21,5	16-27	27	17,5-36,5	31,25	19-43,5	26,75	19,5-34	29	23,7-29

\* 11 horas

granos de arroz por tanque. Seis días después (10 de julio) se contaron los granos de arroz germinados y se midió la talla de las plántulas. El 17 de julio se contaron las plántulas establecidas y se midieron. Estos datos fueron tomados también los días 24 y 30 de julio. Tras el periodo de actividad del surfactante se subió el nivel del agua a 10 cm, y se volvió al flujo continuo de agua en los tanques.

Los resultados fueron analizados usando el test de Kruskal Wallis. Las diferencias se consideraron significativas cuando  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio no se registraron grandes oscilaciones en los valores de los factores físico-químicos medidos (Tabla 1). La variación en la conductividad se debe a los cambios en la salinidad del agua que fluye de forma continua por los tanques y que procede del río Guadalquivir. Es importante, hacer referencia a la hora en que se tomaron los datos, las 11:00 horas, ya que la temperatura a lo largo del día aumentaba considerablemente, esto se comprueba viendo las temperaturas máximas que se alcanzaron en esos días en esta zona (Fig. 2).

Ninguno de los valores de los factores físico-químicos medidos (Tabla 1) son limitantes para la actividad normal de *P. clarkii*, ya que todos ellos están dentro de los rangos descritos como apropiados para la especie (GAULT, 1978; SHARFSTEIN y CHAFIN, 1979;

LIBRERO, 1980; HUNER y AVAULT, 1981; WESTIN y GYDEMO, 1986; DE LA BRETONNE y ROMAIRE, 1990).

Los datos de germinación del arroz muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tanques con y sin cangrejos ( $P=0,0008$ ). Esto nos demuestra que los cangrejos tienen un efecto directo sobre las semillas de arroz, porque aunque en este primer muestreo el producto ya estuviera en los tanques de ensayo con Genapol, hubo tres días después de la siembra, en los que aún no se había aplicado.

En los dos últimos muestreos se ven grandes diferencias en el número de plántulas establecidas entre, los tanques que tenían sólo arroz, arroz + surfactante y arroz + surfactantes + cangrejos, con los que tenían arroz + cangrejos, aunque éstas no son significativas estadísticamente ( $P=0,142$  y  $P=0,207$ ), probablemente por la alta varianza que presentan los datos (Tabla 2). Por tanto, aunque estadísticamente no sean significativas las diferencias, nos indican que, como en otros lugares (ANASTACIO *et al.*, 2000), los cangrejos producen daños directos en el cultivo del arroz, haciendo que el número de plántulas que se establecen sea menor. El surfactante es efectivo, pues los datos de los tanques: con arroz + cangrejos + surfactante, con arroz y con arroz y surfactante, se mantienen muy parecidos hasta el último muestreo que es, cuando el surfactante ha perdido su actividad (Tabla 2).



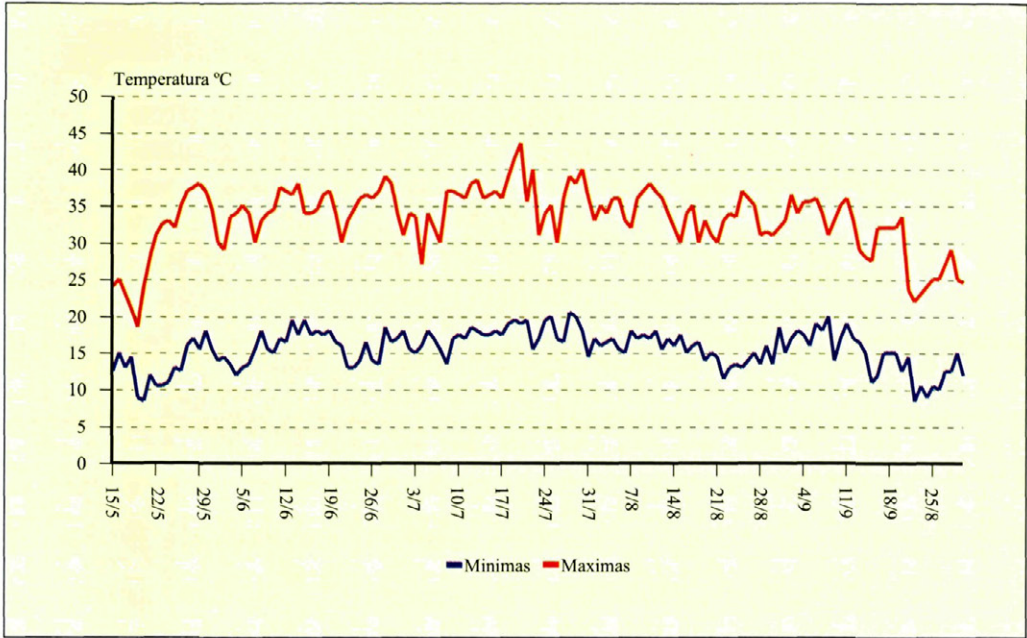


Fig. 2. Temperaturas máximas y mínimas de la zona de estudio en 1996.

La media de la longitud de las plántulas presenta diferencias significativas a lo largo del estudio, siendo las más pequeñas, siempre, las del ensayo número 2, donde había arroz y cangrejos (Tabla 2). Con estos datos, volvemos a comprobar que los cangrejos afectan al desarrollo del arroz en sus prime-

ras fases de crecimiento.

El número de cangrejos muertos es muy alto en todos los tanques. En los dos muestreos iniciales, la media de muertos en los tanques con arroz y cangrejos nunca supera el 32%, mientras que en los que tienen surfactante llega a superar el 50%, a pesar de esto

Tabla 2.- Resultados obtenidos en los tanques con las plantas de arroz.

Ds	Arroz		Arroz+Cangrejos		Arroz+Surfactante		Arroz+Surfactante+Cangrejos		P
	Media	Var.	Media	Var.	Media	Var.	Media	Var.	
0 Granos	228	830	165.6	1553.3	168.6	643.8	136.2	449.2	0,078
6 Germinados	109.2	533.7	74	195.5	136.4	1352.3	77	594	0,002
Longitud(cm)	3.3	0.29	2.76	0.18	3.22	0.35	3.2	0.18	0,000
13 Establecidas	71.2	2407.7	10	62.5	28	572	22.6	367.3	0,0359
Longitud (cm)	6.22	1.45	5.81	0.79	6.12	1.4	5.8	1.5	0,1433
20 Establecidas	17.8	675.2	2.8	9.7	18.75	235.6	14	104.5	0,142
Longitud (cm)	6.29	0.88	5.64	1.3	5.81	1.6	6,02	0.82	0,0118
26 Establecidas	36	1680	4.2	37.8	36.5	625	17.6	446.3	0,2076
Longitud (cm)	6.12	0.52	5.52	0.52	6.05	0.53	6.2	0.88	0,004

Ds: Días después de la siembra

Tabla 3.- Media de cangrejos muertos en los tanques durante el mes de julio.

Días de muestreos	4		10		17		24		30	
	M	Var.	M	Var.	M	Var.	M	Var.	M	Var.
Arroz+ Cangrejos	0	-	5,6	17,3	5,6	13,3	10,4	7,3	10,4	29,8
Arroz+Cangrejos+ Surfactante	0	-	11,8	13,7	13,6	14,3	14,2	8,7	11,8	41,2
P	-	-	0,0586	-	0,0278	-	0,0578	-	0,601	-

sólo se muestran diferencias significativas en los valores obtenidos en el segundo muestreo ( $P=0,028$ ), esto es debido a que el producto, en el primer muestreo, estaba recién aplicado y en el segundo, ya llevaba actuando unos 10 días (Tabla 3). En los últimos muestreos la mortalidad de cangrejos se iguala, si tenemos en cuenta que el efecto del producto ha dejado de actuar y que en los tanques, sin él, también muere más del 50 %. El motivo de estas muertes, por tanto, hay que atribuírsela a otras causas. La más probable es, que sea debida a las altas temperaturas alcanzadas en los tanques ya que, en la zona de muestreo, a finales de julio se alcanzan temperaturas muy altas (superiores a 40 °C) (Fig. 2).

Este producto requiere que el agua esté estancada durante, aproximadamente, 20 días, periodo recomendado por la empresa productora, Hoechst Portuguesa. Esta técnica es considerablemente distinta a la usada en las marismas del Bajo Guadalquivir donde el cultivo de arroz se hace bajo un flujo continuo de agua, cuyos objetivos son, amortiguar las altas temperaturas de la zona durante el cultivo y oxigenar las partes bajas de las plántulas de arroz. El máximo periodo de estancamiento que se da, en esta zona, es de tres días al principio del cultivo, que es cuando se aplican los insecticidas y se desciende el nivel del agua para un mejor establecimiento de las plántulas. Motivo por el que, parece previsible que, esta nueva técnica de cultivo no tenga éxito en esta zona. Si el desarrollo del cultivo hubiera sido normal, a lo largo del estudio, el porcentaje de plántulas establecidas, al menos en los tanques sin cangrejos, debería haber aumentado des-

pués del primer muestreo o por lo menos mantenerse más o menos al mismo nivel. Sin embargo, el número medio de plántulas establecidas disminuye hasta, aproximadamente, 20 días después de la siembra, momento en el que se produce un aumento (Tabla 2), coincidiendo con la renovación de agua de los tanques. Este aumento, que se produce en el último muestreo se puede deber a que había plantas que aunque no estaban implantadas, estaban vivas y con la renovación del agua ven favorecida su implantación.

En las marismas del Bajo Guadalquivir los tratamientos con insecticidas (malation), para controlar las plagas que afectan a la implantación de las plántulas de arroz, son realizados en las fases iniciales del cultivo. Estas plagas son, especies de Quironómidos pertenecientes al género *Chironomus* y *Cricotopus* y el Efidrido *Ephydra riparia* (STEVENS y WARREN, 1992; HILL *et al.*, 1992; GRIGARICK y WAY, 1982; OTERO, 1997). En este estudio, no se realizó ningún tratamiento para controlar estas plagas, y el aumento que sufrieron sus poblaciones fue tal que provocaron un bajo establecimiento de las plántulas, así como poco desarrollo de las mismas.

En las marismas del Bajo Guadalquivir, esta nueva tecnología de cultivo, por tanto, es como ya hemos indicado inviable, dado que este surfactante necesita 20 días de agua estancada (ocurriendo un aumento excesivo en la temperatura del agua de cultivo) y que no afecta a otras plagas que actúan al mismo tiempo que *Procambarus clarkii*. Pero esto, no significa que pueda ser viable en otro lugar, pues va a depender de las condiciones

y peculiaridades de cada zona de cultivo, en Portugal, concretamente en el Bajo Mondego, esta técnica no ha resultado efectiva, pero por motivos completamente distintos (ANASTACIO *et al.*, 2000) y sin embargo si lo ha sido en la zona sur de USA (GRIGARICK y WAY, 1982).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer muy especialmente a D. Antonio Lara la utilización de su finca como zona de experimentación y a D. Pedro Martín su ayuda en la realización de los trabajos de campo.

## ABSTRACT

CANO E., A. JIMÉNEZ. 2003. Effects of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (DECAPODA, CAMBARIDAE) on rice seedlings and its control using a non-ionic surfactant, in the Lower Guadalquivir river marshes. *Bol. San. Veg. Plagas*, **29**: 641-648.

In order to test if crayfish (*Procambarus clarkii*) cause damage to rice seedlings (*Oryza sativa*) in the Lower Guadalquivir river marshes, we have realized experiments in artificial ponds were we reproduced the rice crop. Besides, to reduce this possible damage, we have used a new product, Genapol OX-080, an non-ionic surfactant. We observe 1. that crayfish cause damage to seedlings and implantation of plant, and 2. that Genapol affects on crayfish, reducing its damage.

Nevertheless, this product has the limitation that it need to hold back water for 20 days for its total degradation, but this period is harmful for both cropping and crayfish..

**Key words:** *Procambarus clarkii*, *Oryza sativa*, Pests Control, Crayfish.

## REFERENCIAS

- ADAO, H., MARQUES, J.C., 1993. Population biology of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in southern Portugal. *Crustaceana* **65**: 337-345.
- AGUILAR, M., 2001. Cultivo del arroz en el sur de España. Ed. Caja de Ahorros El Monte: 189.
- ALGARIN, S., 1980. Problemática y perspectiva de la introducción del cangrejo. Actas de las Jornadas de Estudio del Cangrejo Rojo de la Marisma organizadas por la Junta de Andalucía, Sevilla: 25-31.
- ANASTACIO, P. M., FRIAS, A.F., MARQUES, J.C., 2000. Impact of crayfish densities on wet seeded rice and the inefficiency of a non-ionic surfactant as an ecotechnological solution. *Ecol. Eng.* **15**: 17-25.
- ANASTACIO, P.M., MARQUES, J.C., 1996. Crayfish (*Procambarus clarkii*) effects on initial stages of rice growth in the Lower Mondego River valley, Portugal. *Freshw. Crayfish* **11**: 608-618.
- ANASTÁCIO, P.M., NIELSEN, S.N., MARQUES, J.C., JORGENSEN, S.E., 1995. Integrated production of crayfish and rice: a management model. *Ecol. Eng.* **4**: 199-210.
- CABRAL, J.A., ANASTÁCIO, P.M., CARVALHO, R., MARQUES, J.C., 1996. A non harmful chemical methods of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) population control and non target organisms problematics in the Lower Mondego River valley, Portugal. *Freshw. Crayfish* **11**: 289-292.
- CANO, E., OCETE, M.E., 1994a. Estimación sobre las repercusiones socio-económicas de *Procambarus clarkii* Girard (Decapoda, Cambaridae). *Bol. San. Veg. Plagas* **20**: 653-660.
- CANO, E., OCETE, M.E., 1994b. Datos sobre la "capacidad de carga" de las marismas del Bajo Guadalquivir, respecto de *Procambarus clarkii* Girard (Decapoda, Cambaridae). *Bol. San. Veg. Plagas* **20**: 145-149.
- CANO, E., OCETE, M.E., 1997. Population biology of red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in the Guadalquivir river marshes, Spain. *Crustaceana* **70**: 553-561.
- CANO, E., JIMÉNEZ, A., OCETE, M.E., 1999. Acute toxicity of malathion and the new surfactant "Genapol OXD 080" on species of rice basins. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **63**: 133-138.
- DE LA BRETONNE, L.W., ROMAIRE, R.P., 1990. Crawfish culture. Site selection, pond construction and water quality. Louisiana State Univ. Agric. Center, Southern Regional Aquaculture Center. Pub. 2426 (6M): 11pp.
- FONSECA, J.C., MARQUES, J.C., MADEIRA, V.M.C., 1996. Oxygen uptake inhibition in *Procambarus clarkii*, Louisiana crayfish by biodegradable surfactants: an ecotechnological approach for population control in rice fields. *Freshw. Crayfish* **11**: 235-242.
- GALLEGO, L. y OCETE, M.E., 1985. Problemática de la introducción de *P. clarkii* (girard) (Crustacea: Decapoda) en las marismas del Guadalquivir II: Posibles soluciones. Trazos. Ed. Dpto. Zoología y Biología Marina. Fac. de Ciencias. Univ. De Palma de Mallorca: 30 pp.

- GAUDÉ, A.P., 1984. Ecology and production of Louisiana red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Southern Spain. In: P. Brinck (Editors), Sixth International Symposium on Freshwater Crayfish. International Association of Astacology. *Freshw. Crayfish* VI: 111-130.
- GAULT, J., 1978. Ecrevisses en Louisiane. L'association pour le Developpement de L'aquaculture, (a.d.a. N°5): 24 pp.
- GRIGARICK, A.A., WAY, M.O., 1982. Role of crayfish (Decapoda: Astacidae) as pest of rice in California and their control. *Journal of Economic Entomology* **75**: 633-636.
- GUERRA, L.J., NIÑO, A.E., 1990. Ecology of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) (Girard) in the central meseta of Spain. Patronato de promoción Económica. Diputación de Cuenca: 21 pp.
- HABSURGO-LORENA, A.S., 1979. Present situation of exotic species of crayfish introduced into spanish continental waters. In: P. J. Laurent (Editors), Fourth International Symposium on Freshwater Crayfish.. Institut National de la Recherche Agronomique. *Freshw. Crayfish* IV: 175-184.
- HILL, J.E., ROBERTS, S.R., BRANDON, D.M., SCARDACI, S.C., WILLIAMS, J.F., WICK, C.M., CANEVARI, W.M., WEIR, B.L., 1992. Rice production in California. Cooperative Extension University, Division of Agriculture and Natural Resources, Pub. 21498: 22 pp.
- HOLDICH, D.M., 1988. The dangers of introducing alien animals with particular reference to crayfish. *Freshw. Crayfish* **7**: 15-30.
- HOLDICH, D.M., GYDEMO R., ROGERS, W.D., 1999. A review of posible methods for controlling nuisance populations of alien crayfish. *Crustacean issues* **11**: 245-270.
- HUNER, J.V., AVAULT, J.W., Jr., 1981. Producing crawfish for fishbait. Louisiana State University, Center for Wetland Resource, Sea Grant Pub. N° LSU-T1-76-001: 19 pp.
- JORGENSEN, S.E., MARQUES, J.C., ANASTÁCIO, P.M., 1997. Modelling the fate of detergents and pesticides in a rice field. *Ecol. Model.* **104**: 205-213.
- LIBRERO, M., 1980. Biología y pesca del cangrejo. Actas de las Jornadas de Estudio del Cangrejo Rojo de la Marisma organizadas por la Junta de Andalucía. pp: 17-24.
- OCETE, M.E., LÓPEZ, S., 1983. Problemática de la introducción de *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea: Decapoda) en las marismas del Guadalquivir. Actas del I Congreso Ibérico de Entomología organizado por la Asociación Española de Entomología y Sociedade Portuguesa de Entomología: 515-523.
- OTERO, M., 1997. Problemática fitosanitaria del cultivo del arroz en España. En Cultivo del arroz en clima mediterraneo, Edita Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca: 147-170.
- SHARFSTEIN, B., CHAFIN, C., 1979. Red swamp crayfish: short-term effects of salinity on survival and growth. *The Progressive Fish-Culturist* **41**: 156-157.
- SOMMER, T., 1984. The biological response of the crayfish *Procambarus clarkii* to transplation into California ricefields. *Aquaculture* **41**: 373-384.
- SOMMER, T.R., GOLDMAN, C.R., 1983. The crayfish *Procambarus clarkii* from California ricefields. Ecology, problems and potential harvest. *Freshw. Crayfish* **5**: 418-428.
- STEVENS, M.M., WARREN, G.N., 1992. Insecticide treatments used against a rice bloodworm, *Chironomus tepperi* Skuse (Diptera: Chironomidae): suppression of larval populations. *J. Econ. Entomol.* **85**: 1606-1613.
- WESTIN, L., GYDEMO, R., 1986. Influence of light and temperature on reproduction and moulting frequency of the crayfish, *Astacus astacus* L. *Aquaculture* **52**: 43-80.

(Recepción: 16 enero 2003)  
(Aceptación: 9 junio 2003)