

# Tamaño medio y ecología reproductiva de *Procambarus clarkii* Girard (1852) (Decapoda, Cambaridae) en las marismas del bajo Guadalquivir

## Average size and reproductive ecology of *Procambarus clarkii* Girard (1852) (Decapoda, Cambaridae) in the Guadalquivir river marshes

E. CANO y M. E. OCETE

Laboratorio de Zoología Aplicada. Departamento de Fisiología y Biología Animal. Facultad de Biología. Avda. Reina Mercedes 6. 41012 Sevilla.

Recibido el 23 de mayo de 1999. Aceptado el 10 de mayo de 2000.

ISSN: 1130-4251 (2000), vol. 11, 17-26.

**Palabras clave:** *Procambarus clarkii*, cangrejos, marismas del Guadalquivir.

**Key words:** *Procambarus clarkii*, crayfish, Guadalquivir river marshes.

### RESUMEN

El seguimiento de la evolución del tamaño medio de *Procambarus clarkii* a lo largo del tiempo, resulta interesante no solo desde un punto de vista comercial sino también biológico, pues da información sobre el tamaño de madurez sexual y la época de reproducción de los cangrejos. Durante el periodo de estudio se produce un aumento significativo del tamaño medio de los cangrejos, desde diciembre hasta junio. Entre junio y julio de ambos años se da un descenso significativo al igual que ocurre entre septiembre y octubre. El tamaño de madurez sexual, en las marismas del Bajo Guadalquivir, puede ser considerado a partir de 6 cm de longitud total (medido desde el extremo del rostro al punto distal del telson). Nuestro estudio muestra un amplio periodo reproductivo a lo largo de todo el año, primavera (coincidiendo con la inundación de las tablas de arroz), mediados-finales del verano (inundación persistente de las tablas) y finales de otoño-invierno (la inundación depende de las lluvias).

### SUMMARY

The study of the changes of the average size of *Procambarus clarkii* is interesting not only from a commercial point of view but also a biological one,

because it provides us with information about the size at which crayfish reaches reproductive maturity. During the study period (1992-1993) the crayfish grew in size from December to June. In both years their size decreased considerably between June and July and also between September and October. Sexual maturity, in the marshes of the Guadalquivir river, is reached at 6 cm total length, measured from the rostrum to the tip of the telson. Reproduction is spread over a wide period of the year: in spring (coinciding with the flooding of the rice fields), mid-end of summer and end of autumn-winter (when flooding depends upon rainfall).

## INTRODUCCIÓN

*Procambarus clarkii* Girard (1852) es originario de América del Norte. Su propagación artificial al resto del mundo comenzó hace más de 30 años, y en la actualidad en el único continente que no se encuentra es en Australia (Laurent, 1983; 1986). En España fue introducido en 1974, concretamente en las marismas del Bajo Guadalquivir, en la finca denominada "Casablanca" (provincia de Sevilla) (Habsburgo-Lorena, 1979; Algarin, 1980; Ocete y López, 1983).

Desde un principio esta especie presentó una buena aclimatación a las condiciones marismeñas, y desde 1979 su pesca se realiza con fines comerciales. En la actualidad España se encuentra entre las tres primeras zonas que contribuyen al mercado mundial, y prácticamente en su totalidad las capturas proceden de las marismas del Bajo Guadalquivir con más de 3.000 Tn de *P. clarkii* al año (Laurent, 1990; Cano y Ocete, 1994 a). Esta pesca no incide en la supervivencia de la especie, pues esta zona ha alcanzado la capacidad de carga máxima soportable (1.100 Kg/ha), la cual es recuperada para la próxima campaña dado el elevado potencial reproductor de *P. clarkii* (Chien y Avault, 1980; Cano y Ocete, 1994 b).

Dentro de las marismas del Bajo Guadalquivir se capturan más cangrejos en las zonas de cultivo de arroz que en las marismas libres, debido a que casi todas las labores del arroz interfieren en el ciclo biológico del cangrejo, lo que provoca una alta concentración en los canales que bordean las tablas. Además casi todo su ciclo reproductor se produce cuando los arrozales están encharcados (Librero, 1980) y las marismas libres están secas o casi secas.

En el presente trabajo hemos pretendido hacer un seguimiento de la evolución del tamaño medio de *Procambarus clarkii*, lo cual resulta interesante tanto desde un punto de vista comercial como biológico, ya que da información sobre el período de reproducción.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las marismas del Bajo Guadalquivir se encuentran situadas en el sur de la Península Ibérica (coordenadas geográficas 37° 3' y 37° 17' N, 6° 1' y 6° 5' W), ocupando unos 2.500 Km<sup>2</sup>, incluyendo en ellas una parte considerable del Parque Nacional de Doñana. Esta zona es principalmente agrícola, siendo el arroz el cultivo mayoritario con un 35,5 %. La temperatura media del aire es de 18,3 °C (media de 36 años) y una precipitación anual de 560,6 mm.

Montes et al. (1982) describieron las características físico-químicas del agua de las marismas del Bajo Guadalquivir, así como su variación estacional. En general se trata de aguas con alto contenido en oxígeno, alta salinidad, transparentes, no muy profundas y con bajos niveles de nitratos y fosfatos.

Para el cangrejo existen tres hábitats típicos: campos de arroz, canales de irrigación y marismas naturales. Los arrozales y canales de irrigación están sujetos a fluctuaciones en el nivel del agua, de forma que durante una parte considerable del año (periodo de no cultivo) no es posible muestrear en ellos dado que están secos. En periodo de no cultivo el agua se encuentra presente en las marismas naturales debido a la lluvia.

El muestreo se llevó a cabo desde mayo de 1992 a octubre de 1993. Los muestreos eran realizados con trampas iguales a las usadas por los pescadores de la zona (nasas holandesas adaptadas para la captura del cangrejo). El número de trampas/muestreo y su colocación fue variable dependiendo de la época del año, pues en periodo de no cultivo (coincidiendo con la mínima movilidad del cangrejo, dado que este permanece enterrado en condiciones adversas debido fundamentalmente a las bajas temperaturas y falta de agua), eran colocadas en las marismas naturales, en número de 8 y recogidas mensualmente. En periodo de cultivo (mayo a octubre, 1992 y abril a octubre, 1993) las trampas utilizadas fueron dos y colocadas en los arrozales (coincidiendo la inundación de los campos con el aumento de las temperaturas, por lo que los cangrejos salen de sus refugios). Aunque los cangrejos capturados en este periodo eran recogidos semanalmente, los datos fueron tratados mensualmente.

Debido a la alta cantidad de cangrejos existentes en las marismas del bajo Guadalquivir y a la movilidad de estos, la extracción realizada en cada muestreo puede considerarse despreciable.

Los cangrejos eran transportados vivos al laboratorio, donde se determinaba el sexo, el estado reproductivo (solo en machos) y eran medidos. La longitud de los cangrejos (LT) era medida desde el extremo del rostro al punto distal del telson.

El sexo era determinado por la presencia o ausencia de los gonopodios. El estado reproductivo era observado, en los machos, por la presencia de los

ganchos copuladores diferenciados en el segmento isquial de su tercer y cuarto par de pereiópodos, que serían las formas maduras (Hoobs, 1974; Taketomi *et al.*, 1990)

El estado reproductivo de las hembras era determinado siguiendo el desarrollo del ovario. Para ello eran diseccionadas, y observando la coloración de los huevos se determinaba el grado de madurez: Transparentes-Blanco-Amarillo-Beige-Marrón-Negro (inmaduros a maduros) (De La Bretonne y Avault, 1977; Romaine y Lutz, 1989; De La Bretonne y Romaine, 1990; Niquette y D'abramo, 1991). Las hembras con los huevos beige, marrón o negros eran consideradas maduras y sexualmente activas (Penn, 1943; Suko, 1958; Romaine y Lutz, 1989).

Las diferencias entre el tamaño medio (LT) de *Procambarus clarkii* obtenido en los distintos meses de muestreo se detectaron empleando el test L.S.D. (Least Significant Difference) a un nivel de significación del 5 %.

## RESULTADOS

El número de cangrejos capturados por muestreo fue muy variable, oscilando entre 322 y 124.

En la figura 1 aparece representada la longitud media de *Procambarus clarkii* a lo largo del periodo de estudio, la cual vario entre 866 mm (junio 1993) y 702 mm (octubre 1992). Durante 1992 existen dos disminuciones de tamaño que son significativas (junio-julio y septiembre-octubre), mientras que en 1993 se dan tres aumentos de tamaño que son significativos (diciembre-febrero, abril-mayo y mayo-junio) y una disminución significativa (junio-julio).

La hembra más pequeña con huevos beige tenía una longitud de 6,1 cm, y el macho más pequeño con ganchos media 5,8 cm de longitud. Así consideramos como inmaduros y sexualmente inactivos los cangrejos más pequeños de 6 cm (LT) y maduros y sexualmente activos los mayores de 6 cm (LT).

La evolución de la estructura de la población la podemos ver en las figuras 2 y 3. La representación de los individuos considerados como inmaduros (< de 6 cm de LT), a lo largo del periodo de estudio, es muy reducida, prácticamente insignificante, excepto en diciembre.

## DISCUSIÓN

El tamaño medio de *P. clarkii* puede sufrir variaciones intraespecíficas dependiendo de las condiciones del medio, lo que también se refleja en el

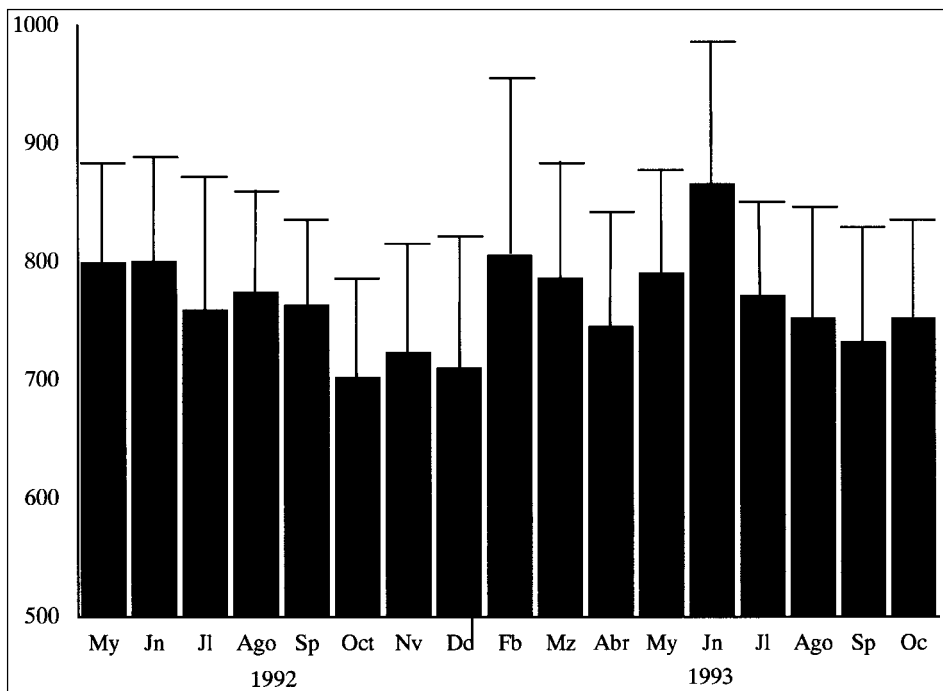


Fig. 1.—Longitud media de *Procambarus clarkii* a lo largo del periodo de estudio.

Fig. 1.—Average size of *Procambarus clarkii* throughout the study period.

tamaño en que se produce la madurez sexual (Wenner et al., 1984). En este caso la madurez sexual se considera que ocurre cuando alcanza los 6 cm (LT) (confirmando así el resultado obtenido por Cano y Ocete, 1997).

Las variaciones de tamaño de los cangrejos que ocurren a lo largo del tiempo son importantes para conocer la evolución de la estructura de la población. Así, cambios en la distribución de la frecuencia de clases de tamaños son previsible cuando en una muestra de una población aparece más abundantemente una clase determinada. Este hecho es particularmente notorio cuando se produce un número elevado de individuos de primera clase de tamaño y una disminución en las clases de mayor tamaño (correspondientes a animales de mayor edad) debida a una elevada tasa de mortalidad (Anastacio, 1993), situación que se representa en el histograma correspondiente al mes de diciembre de 1992. Así los aumentos del tamaño medio de los cangrejos capturados que se producen a partir de diciembre nos indican un envejecimiento de la población, mientras que las disminuciones del tamaño medio nos indican un rejuvenecimiento.

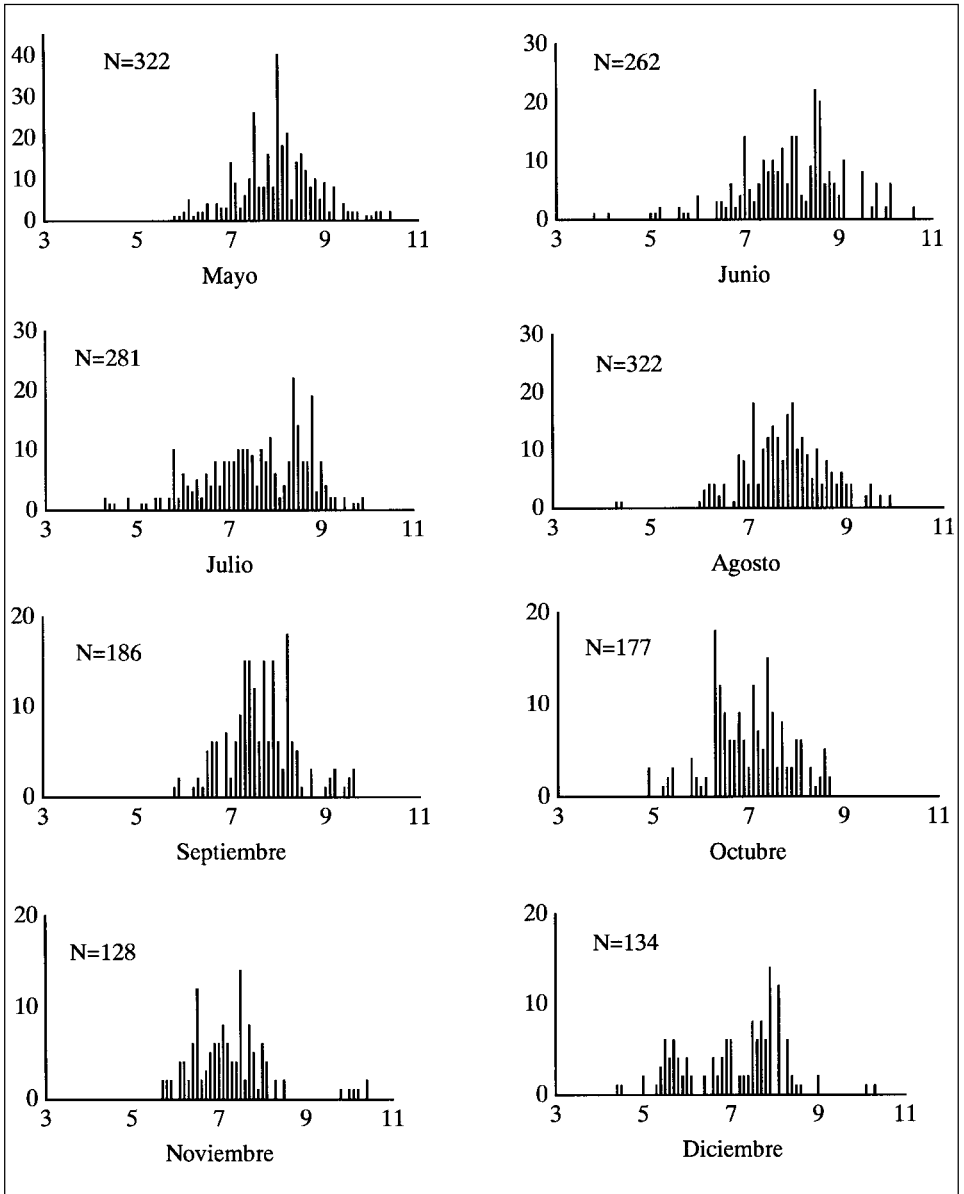


Fig. 2.—Histogramas de frecuencias correspondientes a los distintos meses de estudio del año 1992.

Fig. 2.—Frequency histograms for each month sampled in 1992.

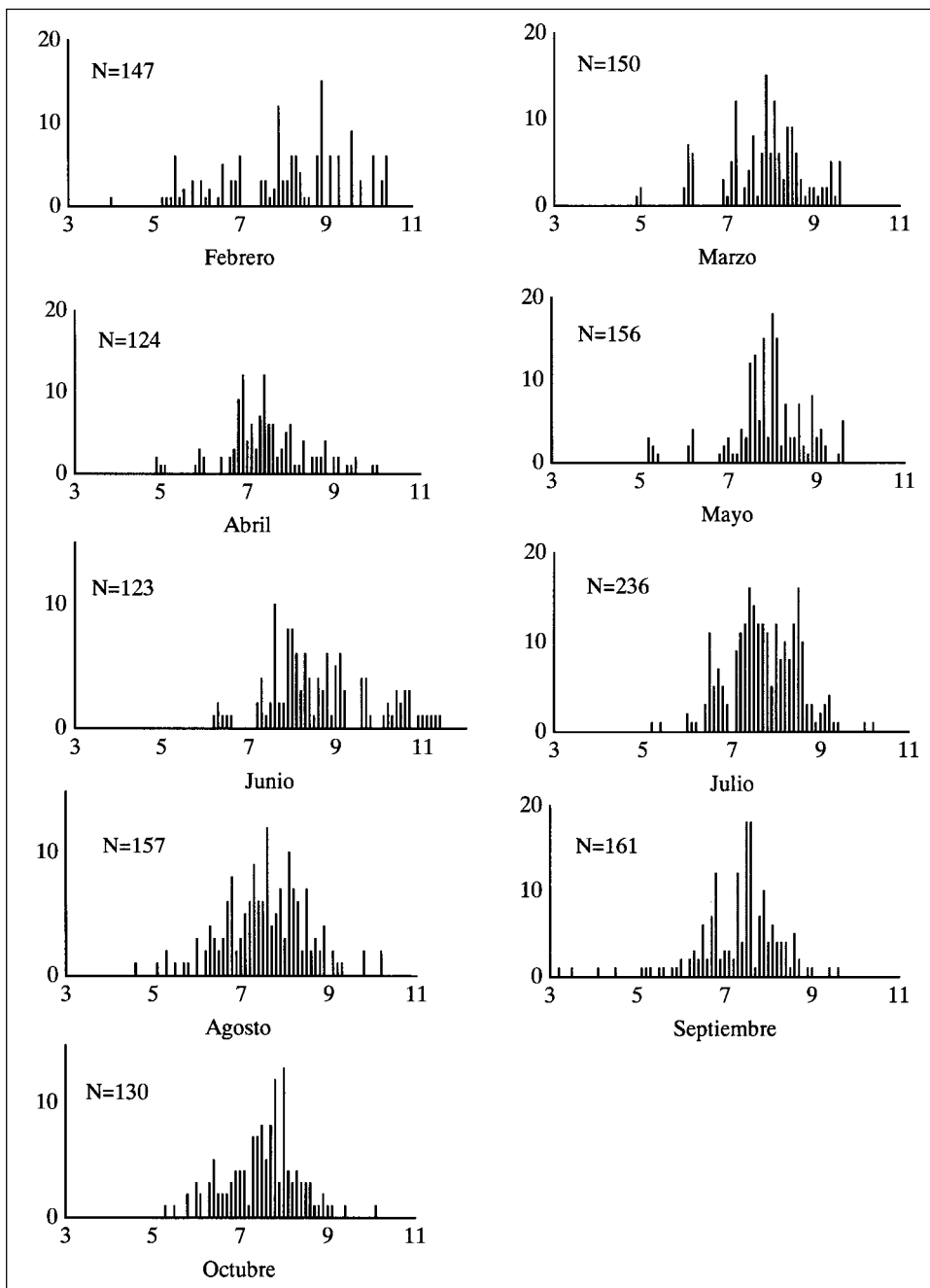


Fig. 3.—Histogramas de frecuencias correspondientes a los distintos meses de estudio del año 1993.

Fig. 3.—Frequency histograms for each month sampled in 1993.

En condiciones favorables *Procambarus clarkii* puede tener tres generaciones por año, y el periodo de reproducción depende tanto de factores externos (por ejemplo, técnicas de cultivo del arroz, el tiempo, etc.) como internos (fisiológicos normalmente) (Sommer, 1984). Este periodo puede ser determinado por los juveniles o jóvenes del año (Y-O-Y) recolectados, siendo variable en diferentes lugares (tabla I). Nuestro estudio muestra un amplio periodo reproductivo a lo largo de todo el año, primavera (coincidiendo con la inundación de las tablas de arroz), mediados-finales verano (inundación persistente de las tablas) y finales de otoño-invierno (inundación dependiente de las lluvias).

Tabla I.—Periodos de recolección de Y-O-Y de *Procambarus clarkii* encontrados en la bibliografía.

Table I.—Recruitment periods of Y-O-Y of *Procambarus clarkii* cited in the bibliography.

Lugar	Periodo de recolección	Referencia
Loussiana	Mediados invierno-primavera	Bretonne y Avault, 1977; Huner y Romaine, 1979; Romaine y Lutz, 1989
California	Enero-febrero	Sommer, 1984
Japón	Finales primavera-otoño	Suko, 1958
Portugal	Enero-febrero-noviembre Invierno-primavera	Adao, 1991 Costa <i>et al.</i> , 1996
España	Principios verano-finales otoño	Librero, 1980; Guerra y Niño, 1990

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAO, M. H., 1991. *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) espécie exótica em Portugal. Considerações sobre a ecobiologia e aspectos da sua biologia populacional na barragem de Monte Novo (Alentejo, Portugal). Tesina. Universidad de Evora (Portugal).
- ALGARÍN, S., 1980. Problemática y perspectiva de la introducción del cangrejo. *Actas de las Jornadas de Estudio del Cangrejo Rojo de la Marisma, Sevilla*, 25-31.
- ANASTACIO, P., 1993. *Ciclo biológico e producao do langostim vermelho da Louisiana (Procambarus clarkii, Girard) na regio do baixo mondego*. Tesina. Universidad de Coimbra (Portugal).
- CANO, E. y OCETE, M. E., 1994a. Estimación sobre las repercusiones socio-económicas de *Procambarus clarkii* Girard (Decapoda, Cambaridae) en las marismas del Bajo Guadalquivir. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20 (3): 653-660.



- CANO, E. y 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 (1): 145-149.
- CANO, E. y OCETE, M. E., 1997. Population Biology of Red Swamp Crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in the Guadalquivir river marshes, Spain. *Crustaceana*, 70 (5), 553-561.
- CHEN, Y. y AVAULT, J. W. JR., 1980. Production of crayfish in rice fields. *The Progressive culturist*, 42 (2), 67-71.
- COSTA, A. C., CORREIA, A. M. y RODRIGUES, M. L., 1996. Monitoring a population of *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae) in Sao Miguel (Azores, Portugal). *Freshwater Crayfish* 11, 203-212.
- DE LA BRETONNE, L., JR y AVAULT, J. W. JR., 1977. Egg development and management of *Procambarus clarkii* (Girard) in a south Louisiana commercial crayfish pond. *Freshwater Crayfish*, 3: 133-140.
- DE LA BRETONNE, L. W. y ROMAIRE, R. P., 1990. *Crawfish production systems*. Louisiana State University Agricultural Center, Southern Regional Aquaculture Center. Pub. 2424 (6M) 9.
- GUERRA, L. J. y 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.
- HABSBURGO-LORENA, A. S., 1979. Present situation of exotic species of crayfish introduced into spanish continental waters. *Freshwater Crayfish* IV: 175-184.
- HOBBS, H., JR., 1974. A checklist of the american crayfishes (Decapoda, Astacidae and Cambaridae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 166: 1-161.
- HUNER, J. V. y ROMAIRE, R. P., 1979. Size at maturity as a means of comparing populations of *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea; Decapoda) from different habitats. *Freshwater Crayfish*, 4, 53-64.
- LAURENT, P. J., 1983. Un siècle de transplantations d'écrevisses Nord-américaines. *C. R. Soc. Biogéogr.*, 59 (3c): 393-404.
- LAURENT, P. J., 1986. *Especies y distribución. Interés de su explotación y mercado*. Jornadas de Estudio del cangrejo de río (Informes técnicos N° 4), Vitoria, 38-66.
- 1990. Point sur les risques engendrés par l'introduction intempestive de l'écrevisse rouge des marais de Louisiane (*Procambarus clarkii*). *Courrier de la Cellule Environnement*, 11: 7-9.
- LIBRERO, M., 1980. Biología y pesca del cangrejo. *Actas de las Jornadas de Estudios del cangrejo rojo de la marisma, Sevilla*, 17-24.
- MONTES, C., AMAT, J. A. y RAMÍREZ-DÍAZ, L., 1982. Ecosistemas acuáticos del Bajo Guadalquivir (SW España) I. Características generales, físico-químicas y biológicas de las aguas. *Studia Oecologica*, 3: 129-158.
- NIQUETTE, D. J. y D'ABRAMO, L. R., 1991. Population dynamics of red swamp crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), cultured in earthen ponds. *Journal of Shellfish Research*, 10 (1), 179-186.
- OCETE, M. E. y 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, León*, 515-523.
- PENN, G. H., 1943. A study of the life history of the Louisiana red-crawfish, *Cambarus clarkii* Girard. *Ecology*, 24: 1-18.
- ROMAIRE, R. P. y LUTZ, C., 1989. Population dynamics of *Procambarus acutus acutus* (Girard) (Decapoda, Cambaridae) in comercial ponds. *Aquaculture*, 81: 253-274.
- SOMMER, T., 1984. The biological response of the crayfish *Procambarus clarkii* to transplation into California ricefields. *Aquaculture*, 41: 373-384.

- SUKO, T., 1958. Studies on the development of the crayfish V. The histological changes of the developmental ovaries influenced by the condition of darkness. *Journal Ibid*, 3 (1): 67-83.
- TAKETOMI, Y., MURATA, M. y MIYAWAKI, M., 1990. Androgenic gland and secondary sexual characters in the crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of Crustacean Biology*, 10 (3): 492-497.
- WENNER, A. M., FUSARO, C. y OATEN, A., 1984. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. *Canadian Journal of Zoology*, 52 (9): 1095-1106.