

EVALUACIÓN DEL RECURSO, ORDENACIÓN PESQUERA Y CULTIVO DEL CANGREJO ROJO (*Procambarus clarkii*) EN EL BAJO GUADALQUIVIR

J.M. MARTÍNEZ² Y³, M.VARA², Y DÍAZ³, M. OTERO³, A BALTANÁS³, C MONTES³,
J. COBOS¹

¹Delegación Provincial de Medio Ambiente. Avda. de la Innovación s/n-Edif. Minister,41071. Sevilla

²EGMASA, Johan G. Gutenberg, Isla de la Cartuja s/n, 410092 Sevilla.

³Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid.

Palabras clave: *cangrejo*, *especies exóticas*, *Procambarus clarkii*, *impacto ecológico*, *gestión pesquera*, *explotación*,
Keywords: *crayfish*, *exotic species*, *Procambarus clarkii*, *ecological impact*, *fisheries management*, *exploitation*.

RESUMEN

La introducción del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) hace 25 años en las marismas del Guadalquivir ha tenido importantes consecuencias ecológicas y socioeconómicas. Esta especie exótica ha producido cambios en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos de Doñana, y se ha convertido en un recurso trófico para numerosas especies y en un recurso pesquero, que ha generado una industria. La necesidad de minimizar el impacto ecológico, de regular la actividad pesquera, así como de favorecer el desarrollo socioeconómico de la comarca de Doñana, impulsó a la Consejería de Medio Ambiente a desarrollar un proyecto científico-técnico con objeto de obtener la información necesaria para elaborar un Plan de Gestión Integral de las poblaciones de cangrejo americano en el Bajo Guadalquivir.

The introduction of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) 25 years ago into the Guadalquivir river marshes has had important ecological and implications. This exotic species has caused changes in the Doñana aquatic ecosystems functioning, and it has become a trophic resource for a number of species, and a fishery resource, that has produce a growing industry. The need of minimizing the ecological impact, as well as the need of regulating the fishing activity, and favoring the socioeconomic development of the Doñana region, led the Environmental Regional Ministry to promote a scientific-technical project. The final aim of this project was to get the information necessary to prepare a Integrated Management Plan of the crayfish populations in the Lower Guadalquivir.

INTRODUCCIÓN

El cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) es un crustáceo de agua dulce, nativo del sudeste del continente Norteamericano, con una amplia distribución mundial, cuya introducción reciente en las marismas del Guadalquivir en el año 1974 ha tenido importantes consecuencias ecológicas y socioeconómicas. Esta especie ha causado alteraciones en los ecosistemas acuáticos de la marisma dulce de Doñana, modificando su estructura y funcionamiento, convirtiéndose en una especie clave en la transferencia del flujo de energía entre los niveles tróficos y evidenciando su importancia en el ciclo de materia y reciclaje de nutrientes (Montes et al., 1993). El impacto ecológico directo del cangrejo se debe principalmente a su capacidad para alterar la productividad del sistema y a sus hábitos alimenticios. Por otra parte, debido a su carácter detritívoro, su alta fecundidad y rápido crecimiento es capaz de generar una gran biomasa disponible a otros niveles tróficos, constituyéndose en un nuevo y abundante recurso trófico para un gran número de especies, principalmente aves, que utilizan al cangrejo como parte fundamental de su dieta. Estas especies, que han aprendido a utilizar este recurso, han experimentado un aumento en el número de individuos de sus poblaciones (Amat & Soriguer, 1981; Delibes & Adrián, 1987).

Poco tiempo después de su introducción comenzó su pesca y su comercialización en los mercados nacionales y actualmente se considera un importante recurso económico y pesquero en el Bajo Guadalquivir, que ha generado puestos de trabajo y una industria de la cual forman parte los pescadores, los viveros y las empresas de procesado que comercializan el producto vivo o procesado. La exportación, en forma de producto cocinado y congelado a países de la Unión Europea y a Estados Unidos, ha creado nuevas expectativas a esta industria cuyo futuro y consolidación depende en gran medida de la capacidad para abastecer estos mercados mediante el suministro estable de un cangrejo con talla y calidad suficientes. La principal industria de este crustáceo en Europa se localiza en el Bajo Guadalquivir en los términos municipales de Isla Mayor (Villafranco del Guadalquivir) y Los Palacios, aunque el primero es el que agrupa el mayor número de pescadores e instalaciones.

El cangrejo se había pescado tradicionalmente tanto en marisma natural como transformada (arrozales, canales de riego). Sin embargo la presión ambiental que la actividad pesquera estaba ejerciendo hizo que se prohibiera ésta en gran parte de la marisma protegida (Parque Nacional de Doñana). Actualmente, la mayor parte de la captura es estacional (julio-noviembre) y procede de las 37000 ha de arrozales (Gutiérrez-Yurrita et al., 1999). Siendo una producción marginal al cultivo del arroz, no se practica tipo alguno de gestión o manejo para maximizar o adaptar ésta a la demanda del mercado. Además de lo impredecible de la producción debido a factores climáticos, y disponibilidad de agua, entre otros, se observa un descenso en la calidad del cangrejo con abundancia de tallas pequeñas que hace que parte de la captura anual tenga un bajo valor comercial o no pueda alcanzar los mercados de exportación.

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía consciente de la importancia ecológica y socioeconómica de esta especie y dentro del marco del desarrollo sostenible ha impulsado y financiado la realización de un proyecto científico-técnico que contempla los dos aspectos anteriormente mencionados y que tiene como objetivo general crear las bases de un plan de gestión integral y explotación del cangrejo en el Bajo Guadalquivir. Este proyecto se está ejecutando a través de la empresa pública EGMASA y con la colaboración de la empresa procesadora de cangrejo Sevilla Seafood S.L. y el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid en la asesoría científica. En el proyecto se desarrollan tres líneas de trabajo: 1) Conocimiento de la distribución, abundancia, y dinámica de las poblaciones de cangrejo y factores que lo controlan. 2) Evaluación del impacto directo e indirecto que las actividades de la pesca del cangrejo ejercen sobre los sistemas naturales. 3) Explotación de la especie que tenga como objetivo alcanzar una producción estable, controlada y de calidad que pueda abastecer el mercado del producto vivo y procesado. En esta línea incluye el diseño y puesta en marcha de una instalación experimental de cultivo de cangrejo, en una tabla de arroz transformada, que permita adaptar y aplicar la tecnología de cultivo del cangrejo

Estas tres líneas se concretan en los objetivos que se exponen en le siguiente esquema (Fig.1).

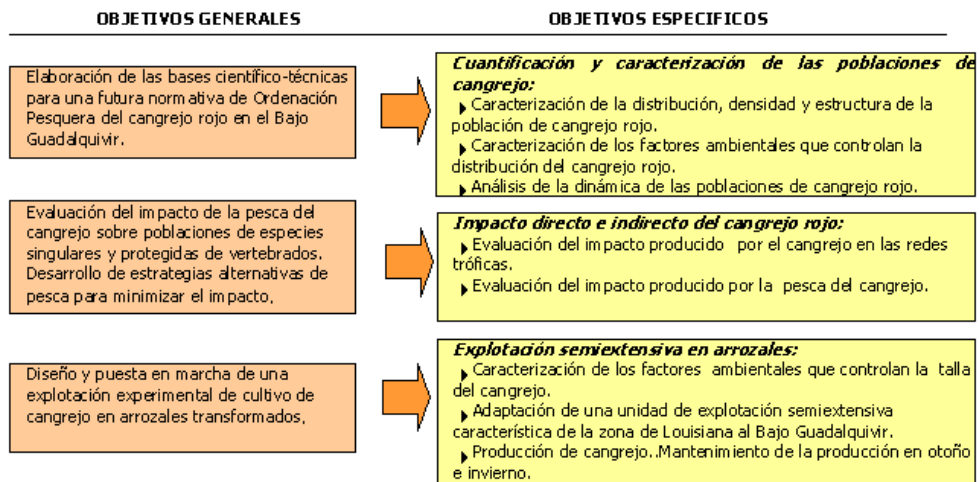


Figura 1.- Objetivos generales y específicos del proyecto Evaluación, ordenación pesquera y cultivo del cangrejo en le Bajo Guadalquivir

METODOLOGÍA

Cuantificación y caracterización de las poblaciones de cangrejo

Se han llevado a cabo tres muestreos extensivos estacionales en los distintos tipos de medios acuáticos en la marisma natural, transformada (arrozales y canales) y áreas naturales, lagunas de los arenales y manto eólico del Parque Nacional y Parque Natural de Doñana y según los periodos del régimen hidrológico de cada uno de ellos. Se eligieron 46 estaciones de muestreo de diferentes hábitats ocupados por el cangrejo intentando recoger la máxima variabilidad ambiental (Fig 2).

La estimación de la densidad de población se realizó mediante la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) que aunque no es un método directo permite comparar densidades relativas entre los diferentes sectores considerados. En cada estación de muestreo se colocaron 4 nasas camaroneras utilizando pescado como cebo y en periodos de 24 horas. El contenido de cada nasa se pesaba y se contaba el número de cangrejos. Una muestra al azar de 50 -100 cangrejos se llevaba al laboratorio donde los cangrejos se median (longitud total, rostro-telson) y se pesaban individualmente, anotándose el estado de madurez en los machos, de madurez ovárica de las hembras y la presencia de gastrolitos.

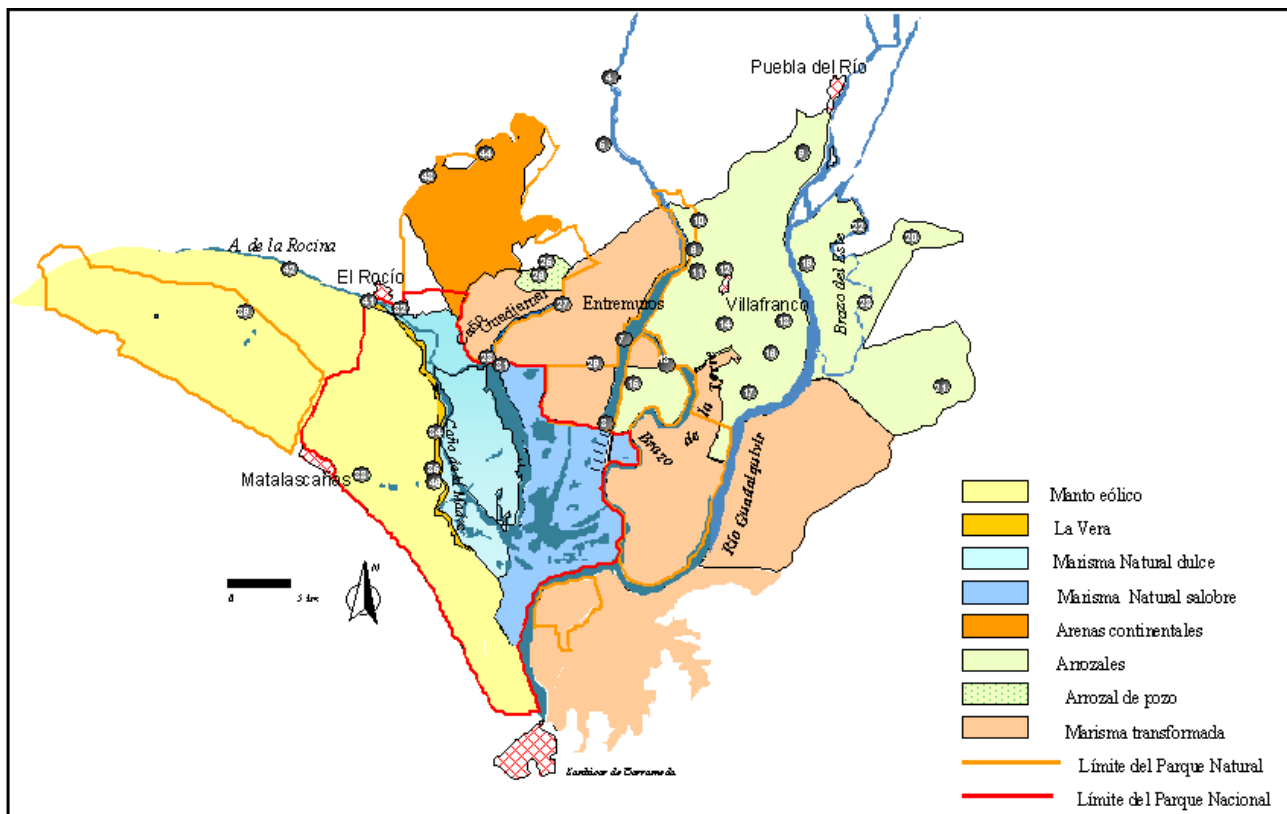


Fig. 2. Ambito de Actuación

Para el análisis de los factores ambientales que controlan la distribución y dinámica de las poblaciones de cangrejo rojo, se tomaron muestras de agua y sedimento y se registraron *in situ* una serie de parámetros físico-químicos del agua (T° , conductividad, pH, O_2 disuelto y transparencia). El listado de las variables físico-químicas consideradas así como el método analítico empleado en su determinación se detallan en la tabla 1.

Se han tomado además muestras biológicas de los organismos del sedimento (bentos) utilizando una manga de 250 μ de luz de malla, cada muestra se recogió recorriendo con la manga una distancia de 3m. Las muestras se fijaron con formol al 4% y se conservan con carbonato cálcico hasta el momento de su análisis

Una vez completadas las prospecciones extensivas se llevaron a cabo los muestreos intensivos mensuales en 13 estaciones seleccionadas, para de esta manera obtener datos más precisos sobre la dinámica de las poblaciones y la variación de los parámetros físico-químicos. La metodología utilizada ha sido la misma que para los muestreos extensivos

Tabla 1. Metodologías empleadas en los análisis físico-químicos del agua.

Parámetro	Método de Análisis	Referencia
Alcalinidad	Volumétrico (Ácido sulfúrico)	APHA (1989)
Iones mayoritarios	Analizador Iónico Capilar (CIA)	APHA (1989)
Sólidos en suspensión	Pérdida de peso por secado/ignición	APHA (1989)
Materia orgánica sedim.	Pérdida de peso por secado/ignición	APHA (1989)
Nitritos	Colorimétrico	APHA (1989)
Nitratos	Colorimétrico (Reducción de cadmio)	APHA (1989)
Amonio	Colorimétrico	APHA (1989)
Nitrógeno Total	Colorimétrico (Reducción de cadmio)	APHA (1989)
Fósforo reactivo soluble	Colorimétrico (Ac. ascórbico)	APHA (1989)
Fósforo Total	Colorimétrico	APHA (1989)

Evaluación del impacto producido por la pesca del cangrejo

El estudio del impacto de la pesca del cangrejo se ha realizado en el Paraje Natural del Brazo del Este. En este espacio con cierto nivel de protección se permite la pesca del cangrejo durante el periodo del 15 de septiembre al 15 de abril a un número limitado de pescadores y de nasas por pescador. Las zonas de muestreo se han situado en los en los diferentes sectores que lo conforman definidos por los distintos meandros del antiguo río. Esta sectorización es la utilizada por los pescadores para definir sus zonas pesqueras. La frecuencia de muestreo mensual durante la campaña de pesca ha estado condicionada por la actividad de los. La metodología de muestreo ha consistido en:

- Estimar el número de individuos de otras especies distintas del cangrejo que caen por trampa. Para ello se revisan un número de trampas en cada uno de los sectores y se contabiliza el número de individuos que cae por trampa, sexo, edad y estado (viva, muerta, moribunda...)
- Estimar la cantidad total de nasas existentes en cada sector mediante una encuesta a los pescadores de las dos cooperativas de cangrejo.
- Evaluar los distintos factores que inciden en el grado de impacto que producen las trampas sobre otras poblaciones de fauna diferente del cangrejo:
 - Factores propios de la nasa en cuanto a características, disposición y densidad.
 - Factores propios del sector: características físico-químicas básicas del agua: T° , conductividad, concentración de oxígeno disuelto, pH y transparencia. Estado de conservación mediante análisis cualitativo de estado de las orillas, cauce y vegetación. Factores relacionados con la intensidad pesquera en cada sector: caracterización de la población de cangrejos de cada uno de los sectores mediante una estima de la densidad relativa (CPUE) y de la estructura de la población mediante el análisis de una muestra representativa de cada sector.

Explotación semiextensiva del cangrejo: Experiencias de cultivo

Este objetivo del proyecto se ha desarrollado en dos fases:

- Diseño y puesta en marcha de una instalación experimental de cultivo
- Experiencias de producción y de engorde

Diseño y construcción de una instalación experimental de cultivo de cangrejo

Se ha diseñado una explotación experimental de cultivo cuyas características pueden ser aplicables a futuras instalaciones comerciales de mayor tamaño. La instalación experimental se ha construido transformando una tabla de arroz de 3.5 ha en estanques de tierra que constituyen las unidades experimentales donde se realizan las experiencias de cultivo. En la fig. 2 se muestra un plano y las características de los estanques construidos y la instalación.

Experiencias de producción y engorde

La producción de cangrejo en estanques se basa principalmente, en el control y manejo de la hidrología de los estanques para simular las condiciones óptimas en el medio natural y en el aprovechamiento de la vegetación espontánea natural o cultivada (arroz) que crece en los estanques y que sirve de base para la alimentación y refugio del cangrejo. El modelo de cultivo consiste en el establecimiento de poblaciones de cangrejo en estanques de tierra, o en tablas de arroz, con algunas modificaciones. Los estanques se repueblan, solamente la primera vez, con adultos maduros sexualmente al final de la primavera o principios de verano. Los estanques se drenan lentamente para estimular la reproducción y el enterramiento de los cangrejos y se procede a la siembra del arroz o se deja que crezca la vegetación espontánea. En el comienzo del otoño se inundan los estanques de forma permanente y la recolección (pesca) se lleva a cabo desde finales de otoño y durante la siguiente primavera, siempre que la captura justifique el esfuerzo. El arroz que se planta en los estanques se utiliza exclusivamente como forraje para el cangrejo.

Las experiencias de producción programadas tratan de comparar diferentes estrategias para evaluar el efecto sobre le rendimiento (kg/ha) y la talla media del cangrejo en captura.

Estrategias de producción

Efecto de la densidad inicial de cangrejo y de la fecha de inundación de los estanques.

Estrategias de captura

Efecto de la densidad de trampas y de la frecuencia de captura.

Con las experiencias de engorde se trata de investigar el potencial de crecimiento a talla comercial de los cangrejos que son

desechados por su pequeño tamaño en la selección que se hace en las procesadoras. Estos cangrejos, en su mayoría son inmaduros, se llevan a los estanques que no se utilizan experiencias para las de producción donde se hace un seguimiento del crecimiento. Tanto en las experiencias de engorde como de producción se lleva el control de la dinámica de las poblaciones y de los parámetros físico - químicos del agua de los estanques.

Características de la instalación experimental de cultivo de cangrejo rojo

La instalación experimental de cultivo se ha construido mediante la transformación de una tabla de arroz en estanques de cultivo, ubicada en el Término Municipal de Villafranco del Guadalquivir (Isla Mayor).

Superficie Total de la instalación: 3.5 ha.

Estanques de Experimentación: 12 estanques de tierra con muros interiores para facilitar la circulación de agua y una profundidad media de 0.6 m. Los estanques están agrupados en 4 bloques independientes (parcelas de cultivo) para el manejo del agua y con muros perimetrales que permiten la circulación de vehículos.

Superficie media de los Estanques:

9 estanques de 0.2 ha

2 estanques de 0.3 ha

1 estanque de 0.07 ha

Abastecimiento de agua: Agua procedente del canal mareal permanente cercano a la instalación.

Sistema de conducción, bombeo y filtración con capacidad de 120 m³/hora.

Regulación del caudal de agua mediante sistema de válvulas.

Regulación del nivel de agua en las salidas de los estanques

Posibilidad de reutilización parcial del agua.



Fig. 3. Plano de la tabla y características.

DISCUSIÓN

En este trabajo se ha querido presentar los objetivos y la metodología de un proyecto que aborda, mediante la investigación científico técnica, la compleja situación del cangrejo rojo americano en el Bajo Guadalquivir, donde se encuentran áreas con gran importancia ambiental (Doñana), pero donde también es necesario mantener desarrollo económico de los habitantes de la zona. Por tanto, no se trata de hacer una exposición de resultados y su discusión sino, de plantear el problema y mostrar una posible aproximación, no utilizada anteriormente, que integra los diferentes aspectos.

Se han aplicado las herramientas metodológicas más comunes en las fases de prospección y evaluación (métodos directos e indirectos) de la investigación biológico - pesquera de un recurso, aunque con las necesarias modificaciones por las características biológicas de la especie considerada. De igual manera, se han utilizado técnicas y estrategias de cultivo que han sido ensayadas en Louisiana (lugar de procedencia del cangrejo rojo y donde existe una industria establecida), pero que necesitan ser modificadas y adaptadas y a las condiciones propias del Bajo Guadalquivir (Martínez, 1994). En este sentido, la instalación experimental de cultivo no es sólo el lugar donde se realizan las experiencias de producción sino que también constituye un gran laboratorio natural donde obtener información que puede ser aplicada al manejo y control de las poblaciones naturales.

Se ha querido imprimir un carácter "práctico", y para ello, se ha contado con la participación directa de una empresa del sector y la colaboración del colectivo de pescadores que han aportado valiosa información y sugerencias, acercándonos a la realidad. Esto ha permitido reajustar algunos planteamientos iniciales y ampliar objetivos.

Durante el desarrollo del proyecto se ha constatado la dificultad que supone abordar un proyecto con tanta amplitud en el tiempo estipulado, especialmente en las experiencias de cultivo donde pueden surgir problemas ajenos a la planificación inicial. Sería muy conveniente prolongar las experiencias para analizar, integrar y dar consistencia estadística a toda la información recogida. Por otra parte, los beneficios que puedan derivarse de la aplicación de los resultados suponen un aliciente para el personal que interviene en el proyecto por su contribución al desarrollo sostenible de un área de gran importancia ecológica.

BIBLIOGRAFÍA

AMAT, J.A. & SORIGUER, R.C. (1981). *Alimentación primaveral de la garcilla bueyera*. Acta Vertebrata, 8:207-212.

American Public Health Association (APHA) (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 17th edn.

APHA, Washington, D.C.

DELIBES, M. & ADRIÁN, I. (1987). *Effects of crayfish introduction on otter (Lutra lutra) food in the Doñana National Park SW Spain*. *Biological Conservation*, 42:153-159

GUTIÉRREZ-YURRITA P.J, MARTÍNEZ J.M., ILHÉU M., BRAVO-UTRERA M.A., BERNARDO J.M. & MONTES C. (1999) *The status of crayfish populations in Spain and Portugal. The introductions of alien species of crayfish in Europe: How to make the best of a bad situation*. (Eds. D.M. Holdich, F. Vannini & F. Gheardi). Universiteit van Amsterdam, Crustacean Issues, Amsterdam.

MARTÍNEZ J.M. (1994) *Efecto de diferentes estrategias de alimentación y captura sobre el rendimiento y la talla del cangrejo rojo (Procambarus clarkii) cultivado en estanques en Louisiana (EE.UU)*. Ph.D Thesis, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

MONTES C., BORJA F., BRAVO- UTRERA M.A., BALTANÁS A., DUARTE C. & GUTIÉRREZ-YURRITA P.J. (1993) *Bases ecológicas para la gestión del cangrejo rojo en las marismas del Parque Nacional de Doñana*. España. Informe ICONA, UAM. Madrid.