



INTRODUCCIÓN

En el presente informe se recogen las actividades realizadas dentro del proyecto "*Evaluación del recurso, ordenación pesquera y explotación del cangrejo rojo (Procambarus clarkii) en el Bajo Guadalquivir*" en el periodo comprendido entre diciembre de 1998 (fecha de la entrega del último informe) y junio de 1999. Se detalla la metodología de recolección de datos en campo, las técnicas de análisis de las muestras en laboratorio y se presentan los datos preliminares resultado de las campañas de muestreo realizadas dentro de este periodo. Asimismo, se comparan dichos datos con los obtenidos en prospecciones anteriores.



CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE CANGREJO

– CARACTERIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN DE CANGREJO ROJO

Metodología

Para caracterizar la distribución, densidad y estructura de las poblaciones de cangrejo rojo del Bajo Guadalquivir se elaboró un programa de muestreo que trata de recoger el máximo de información sobre la variabilidad natural de los parámetros escogidos para caracterizar las poblaciones de cangrejos y el medio donde se desarrollan, minimizando las desviaciones producidas por la toma de muestras en sus diferentes aspectos (muestreo, procesado de muestras, medida de parámetros bióticos y abióticos, etc.).

La recogida de información en campo se lleva a cabo mediante muestreos extensivos en una treintena de estaciones seleccionadas como representativas de los distintos hábitats ocupados por el cangrejo rojo en el Bajo Guadalquivir. El calendario de muestreo contempla la realización de tres muestreos anuales que pretenden recoger los momentos claves del ciclo de vida del cangrejo rojo en los distintos medios que ocupa así como reflejar la variabilidad de dicho ciclo de vida como consecuencias de las diferencias ambientales entre los distintos ecosistemas.

En los meses de agosto y noviembre de 1998 se realizaron sendos muestreos extensivos que proporcionaron una información ya discutida en informes anteriores. En mayo de 1999 se realizó un tercer muestreo extensivo cuyos datos se presentan y discuten en el presente informe.

Los tres muestreos extensivos pretenden recoger la variabilidad hidrológica que caracteriza los sistemas acuáticos de la zona. El primer muestreo, realizado en el verano de 1998, corresponde a la fase de vaciado y desecación de la mayoría de los sistemas acuáticos seleccionados para el estudio, a excepción de los cultivos de arroz que se mantienen inundados todo el verano. La segunda prospección extensiva corresponde al muestreo realizado durante el mes de noviembre de 1998 y pretende recoger el momento de inundación por agua de lluvia de los sistemas naturales, a excepción del arrozal que es desecado por estas fechas. La tercera prospección extensiva se llevó a cabo en mayo de 1999 con el fin de caracterizar el momento de máxima inundación de los sistemas naturales tras las lluvias de otoño y la inundación para una nueva cosecha del arrozal.

Durante el mes de mayo de 1999 se visitaron un total de 34 estaciones cuya localización geográfica se indica en la Tabla 1. Algunas de las estaciones muestreadas en las campañas de agosto y noviembre de 1998 fueron excluidas de este muestreo debido a que no se detectó la presencia de cangrejos. Se trata de las estaciones de Río Agrio (nº 2), Canal de Aguas Mínimas (nº 8), FAO-Entremuros (nº 29) y Canal del Cherry (nº 37). El Canal Marotera (nº 16) fue también excluido del muestreo y en su lugar se ha optado por muestrear otros canales de riego cercanos a la Tabla de Villafranco (nº 12). Asimismo, se excluyó la estación de Cerrado Garrido (nº31) al



considerarse poco representativa de la marisma natural, dado su régimen de inundación artificial.

Tabla 1. Coordenadas UTM y descripción de las estaciones de muestreo de la prospección extensivo llevada a cabo en mayo de 1999.

Nº	Estación	UTM	Descripción
1	Puente Aznalcóllar-Gerena	29SQB484570	Río Guadiamar
3	Puente de las Doblas	29SQB453426	Río Guadiamar
4	Puente de Aznalcázar	29SQB430322	Río Guadiamar
6	Puente de los Vaqueros	29SQB495168	Entremuros
7	Vuelta de las Arenas	29SQB438096	Entremuros
9	Arrozal Puebla	29SQB587251	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
10	Los Pobres	29SQB508178	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
11	Casa Riera	29SQB495148	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
12	Tabla Villafranco	29SQB518147	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
13	Isla Mínima	29SQB568104	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
14	Ermita Nueva	29SQB520099	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
15	Cantarita	29SQB446045	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
17	Cortijo Calonge	29SQB541033	Arrozal margen dcha. Guadalquivir
18	Brazo de la Torre	29SQB474061	Antiguo brazo del Guadalquivir
19	San Vicente Ferrer	29SQB589147	Arrozal margen izq. Guadalquivir
20	Chapatales	29STG670174	Arrozal margen izq. Guadalquivir
21	Vetaherrado	29STG701049	Arrozal margen izq. Guadalquivir
22	Brazo del Este Alto	29SQB635188	Antiguo brazo del Guadalquivir
23	Brazo del Este Bajo	29SQB633117	Antiguo brazo del Guadalquivir
25	Hato Blanco Viejo	29SQB375152	Arrozal de pozo-margen dcha.
26	Hato Blanco Nuevo	29SQB369148	Arrozal de pozo-margen dcha.
27	Caño Guadiamar Alto	29SQB386117	Antiguo caño mareal
28	Caño Guadiamar Bajo	29SQB326070	Antiguo caño mareal
32	La Rocina	29SQB241121	Marisma del Rocío
35	Lucio del Bolín	29SQA272972	Lucio del PND
38	Laguna Zahillo	29SQA221966	Laguna manto eólico PND
39	Laguna de los Ansares	29SQB125108	Laguna manto eólico Abalarío
41	Charco de la Boca	29SQB227121	Arroyo de la Rocina
42	Charco Sacristán	29SQB152156	Arroyo de la Rocina
43	Arroyo de la Parrilla	29SQB278228	Arroyo del Coto del Rey
44	Barrero de El Arrayán	29SQB324246	Sacatierras del Coto del Rey
46	Lucio del Palacio	29SQA278972	Lucio del PND

El método de muestreo empleado ha sido el mismo que se utilizara en las prospecciones anteriores. La densidad de las poblaciones de cangrejo rojo ha sido estimada mediante la utilización del método de capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) a través del empleo de trampas. La estandarización de factores tales como el número y la colocación de las trampas, la utilización de cebo, el tiempo de actuación de las trampas, etc., permite obtener buenas comparaciones en el espacio y en el tiempo con un ahorro considerable de tiempo y esfuerzo.

Las trampas utilizadas fueron en todos los casos nasas holandesas modificadas para la pesca del camarón. Salvo contadas excepciones, el número de nasas colocadas por punto de muestreo fue de 4 y en todos los casos se empleó cebo de pescado (generalmente boquerón). Las nasas se dejaron en funcionamiento aproximadamente 24 horas en todos los casos. A la hora de recoger las nasas se contabilizaron la totalidad de los cangrejos caídos en cada trampa y se anotaron, en caso de encontrarse, otras especies distintas del cangrejo que cayeran en la trampa. Cuando el número de



cangrejos capturados era elevado, se tomaba una muestra representativa al azar (aproximadamente 50 cangrejos) y el resto eran liberados en el medio. Los cangrejos capturados fueron medidos (longitud total, desde el rostro hasta el telson), pesados, sexados y se determinó el estado de madurez ovárica en las hembras y la forma (I o II) en los machos. Se anotó también la presencia o ausencia de gastrolitos. Los gastrolitos son estructuras lenticulares de carbonato cálcico que se encuentran en número de dos unidas a ambos lados de la pared del estómago cardiaco. Cuando la muda se acerca, parte de la calcita del viejo exoesqueleto es almacenada en los gastrolitos. Cuando la cutícula vieja es liberada, los gastrolitos se disuelven y el cuerpo absorbe el carbonato cálcico para endurecer el nuevo exoesqueleto y el aparato bucal.

Resultados

Densidad de la Población

Para caracterizar la estructura y dinámica de las poblaciones estudiadas, se capturaron un total de 5757 cangrejos, 1553 en la prospección de verano, 3040 en la de otoño y 1164 en la prospección de primavera. De las 34 estaciones visitadas durante este último muestreo, cuatro de ellas se encontraban secas (Vetaherrado, Caño Guadamar Alto, Laguna de Zahillo y Laguna de los Ansares), por lo que no se presentan datos para estos puntos. Además, en otras dos estaciones (Puente de Gerena y Puente de las Doblas) no se obtuvieron capturas de cangrejo, aunque si fueron muestreados el resto de los parámetros físico-químicos.

En la Tabla 2 se presentan los datos merísticos correspondientes a las diferentes poblaciones de cangrejo rojo analizadas durante mayo de 1999. Para cada estación se indica el número de cangrejos que fueron medidos así como la longitud y el peso medio de los mismos. Además se presentan los datos de capturas por unidad de esfuerzo (CPUE), medidos como gramos de cangrejo capturados por nasa y por día.

Los datos de CPUE reflejan una baja densidad de cangrejos en la mayoría de los ecosistemas visitados en mayo de 1999 (Tabla 2). En general, las densidades registradas son bajas o muy bajas, manteniéndose los valores de CPUE en torno a los 100 g/nasa/día. Sólo en dos casos (nº 10 - Los Pobres y nº 28 - Caño Guadamar Bajo) se supera el medio kilo de cangrejo/nasa/día. Estos datos contrastan con los obtenidos en los meses de agosto y noviembre del año anterior, donde eran frecuentes capturas superiores al kilo de cangrejos/trampa/día en los arrozales (Tabla 3).

Las bajas densidades observadas en el arrozal parecen en principio directamente relacionadas con el manejo de este cultivo. El momento escogido para esta prospección extensiva coincide con la fase de llenado del arrozal e inicio del crecimiento de la plántula de arroz. Dos factores inciden en este momento negativamente sobre las poblaciones de cangrejo. Por un lado, durante el crecimiento del arroz el agua de la tabla se suele mantener siempre por debajo de la plántula para permitir su crecimiento. Esto significa que el nivel del agua en el arrozal es muy somero durante esta época, por lo que la mayoría de los cangrejos que salen de sus excavaciones migran hacia los canales con mayores profundidades o se entierran esperando un momento más propicio. En este sentido, cabe señalar que la mayoría de las capturas en el arrozal se llevaron a cabo en los canales perimetrales por los que circula el agua en las tablas de arroz. Por otro lado, este es el momento en el cual se realizan los tratamientos más agresivos



destinados a combatir las malas hierbas y las plagas que atacan al arroz. Los pesticidas y herbicidas afectan negativamente a las poblaciones de cangrejo y es frecuente encontrar durante este periodo ejemplares muertos en el arrozal. Asimismo, se ha detectado la utilización por parte de algunos arroceros, de productos químicos para combatir directamente al cangrejo rojo, considerado por muchos agricultores como plaga.

Tabla 2. Datos obtenidos del muestreo de mayo de 1999. Para cada estación se indica el número de cangrejos medidos (N) la longitud media en cm y el peso medio en g \pm la desviación estándar y las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) expresadas como gramos de cangrejo por nasa y por día.

Nº	Estación	N	Longitud \pm SD	Peso \pm SD	CPUE (g/nasa/día)
1	Puente Aznalcóllar-Gerena	0	0	0	0
3	Puente de las Doblas	0	0	0	0
4	Puente de Aznalcázar	9	9.53 \pm 0.88	31.14 \pm 11.90	35.03
6	Puente de Los Vaqueros	24	8.47 \pm 1.00	20.24 \pm 8.61	65.78
7	Vuelta de Las Arenas	3	6.57 \pm 1.16	8.76 \pm 6.97	3.29
9	Arrozal Puebla	10	5.16 \pm 2.25	5.08 \pm 3.86	16.60
10	Los Pobre	51	7.36 \pm 0.88	15.54 \pm 6.33	609.54
11	Casa Riera.	4	8.12 \pm 0.61	24.60 \pm 6.71	30.75
12	Tabla de Villafranco	45	7.02 \pm 2.12	12.78 \pm 8.41	100.85
13	Isla Mínima	10	6.21 \pm 2.21	10.39 \pm 7.96	23.89
14	Ermita Nueva	41	6.25 \pm 1.73	11.35 \pm 9.39	164.51
15	Cantarita	17	8.71 \pm 1.08	24.13 \pm 9.81	126.78
17	Cortijo Calonge	4	7.58 \pm 1.88	20.27 \pm 12.36	20.27
18	Brazo de la Torre	31	7.39 \pm 1.07	14.69 \pm 6.04	162.61
19	Colonia San Vicente Ferrer	29	6.56 \pm 2.09	13.54 \pm 7.83	237.37
20	Chapatales	40	7.63 \pm 0.85	16.66 \pm 5.96	241.56
21	Vetaherrado	S	S	S	S
22	Brazo del Este Alto	34	6.76 \pm 1.73	11.79 \pm 9.89	209.30
23	Brazo del Este Bajo	43	7.36 \pm 1.66	15.48 \pm 10.13	181.86
25	Hato Blanco Viejo	6	7.73 \pm 1.61	20.62 \pm 10.59	51.55
26	Hato Blanco Nuevo	6	9.38 \pm 0.91	32.66 \pm 7.46	48.98
27	Caño Guadamar Alto	S	S	S	S
28	Caño Guadamar Bajo	50	8.26 \pm 0.86	20.42 \pm 7.10	592.19
32	La Rocina	11	7.12 \pm 1.08	13.38 \pm 9.46	43.49
34	Caño Martinazo	4	6.65 \pm 0.84	11.45 \pm 3.00	11.45
35	Lucio de El Bolín	1	5.10	3.30	0.83
38	Laguna Zahillo	S	S	S	S
39	Laguna de Los Ansares	S	S	S	S
41	Charco de la Boca	21	7.33 \pm 1.31	14.43 \pm 8.57	108.21
42	Charco Sacristán	50	6.77 \pm 1.18	10.05 \pm 5.62	261.40
43	Arroyo de La Parrilla	8	7.34 \pm 1.33	14.10 \pm 10.10	28.19
44	Barrero de El Arrayán	28	8.60 \pm 2.22	24.36 \pm 20.41	194.86
46	Lucio de El Palacio	48	8.33 \pm 1.21	21.49 \pm 9.01	327.78

S = seco en el momento del muestreo



Tabla 3. Densidades estimadas en las diferentes estaciones muestreadas durante las tres prospecciones llevadas a cabo hasta la fecha. El color gris claro corresponde a densidades muy bajas (menos de 100 g cangrejo/nasa/día), el gris intermedio corresponde a densidades bajas (entre los 100 y los 500 g/nasa/día), el gris oscuro representa densidades medias (entre 500 g y 1 kg/nasa/día) y, finalmente, el color negro indica densidades elevadas (por encima de 1 kg/nasa/día)

Nº	Estación	Agosto 1998	Noviembre 1998	Mayo 1999
1	Puente Aznalcóllar-Gerena	-		
3	Puente de las Doblas	-		
4	Puente de Aznalcázar	-		
6	Puente de Los Vaqueros			
7	Vuelta de las Arenas	-		
9	Arrozal Puebla		S	
10	Los Pobres			
11	Casa Riera			
12	Tabla Villafranco			
13	Isla Mínima			
14	Ermita Nueva			
15	Cantarita			
16	Marotera			-
17	Cortijo Calonge			
18	Brazo de la Torre			
19	San Vicente Ferrer			
20	Chapatales			
21	Vetaherrado			S
22	Brazo del Este Alto			
23	Brazo del Este Bajo			
25	Hato Blanco Viejo			
26	Hato Blanco Nuevo			
28	Caño Guadamar Bajo			
32	La Rocina	-	-	
34	Caño Martinazo	-		
35	Lucio de El Bolín		S	
38	Laguna Zahillo			S
39	Laguna de Los Ansares		S	S
41	Charco de la Boca			
42	Charco Sacristán			
43	Arroyo de La Parrilla		S	
44	Barrero de El Arrayán			
46	Lucio de El Palacio			

- = No muestreado
 S = seco en el momento del muestreo

Estructura de la población

En la Figura 1 se representa la distribución de abundancias de las diferentes clases de tamaños (clases de 2 mm) de cangrejos en algunas de las estaciones muestreadas mediante histogramas de frecuencia relativa porcentual. Para cada histograma se indica el número de cangrejos que fueron medidos. Junto a los datos de



mayo de 1999 se representan también los datos de las dos prospecciones anteriores con el fin de comparar entre muestreos. Estas representaciones gráficas ofrecen gran información sobre la estructura de las poblaciones de cangrejo y sobre su dinámica cuando las representaciones son temporales.

La abundancia en muchas de las estaciones de muestreo de individuos con tallas por debajo de los 30 mm de longitud total es señal clara de un periodo de reclutamiento. La abundancia de individuos juveniles es patente sobre todo en el arrozal donde la clase de individuos de talla inferior a los 30 mm llega a representar en algunos casos casi el 50% de las capturas recogidas (caso del arrozal de San Vicente Ferrer). En otro tipo de sistemas de régimen de inundación natural o semi-natural este periodo de reclutamiento en el mes de mayo no resulta tan evidente. Lo más probable es que en estos ecosistemas el reclutamiento tenga lugar antes en el tiempo.

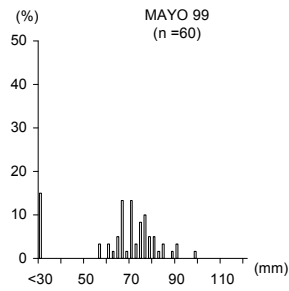
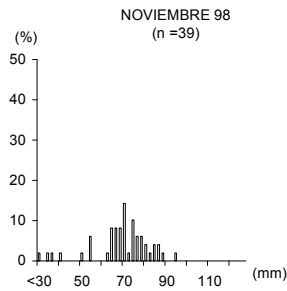
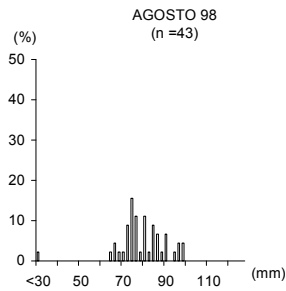
En estudios realizados anteriormente (Librero, 1980) se señalaba el hecho de que en las poblaciones de cangrejo del arrozal se pueden observar reclutamientos durante todo el periodo de inundación, desde la primavera hasta el momento del vaciado de las tablas en el otoño. Esto resulta en el aumento rápido de densidad de las poblaciones a partir del momento de la inundación. Los resultados aquí presentados representarían pues los primeros reclutamientos que se producen en el arrozal tras la inundación, y cabría esperar elevadas proporciones de individuos juveniles a lo largo de todo el verano. De hecho, observando las gráficas representadas en la Figura 1, se aprecia como en el mes de agosto de 1998 se encontraron individuos juveniles por debajo de los 30 mm de longitud total en muchos arrozales y ecosistemas asociados.

En lugares como el Brazo de la Torre (nº 18) o en el Brazo del Este (nº 22 y 23) la población de cangrejo guarda bastante similitud con la del arrozal debido probablemente a que están íntimamente relacionadas (Figura 1).

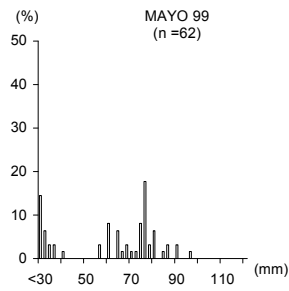
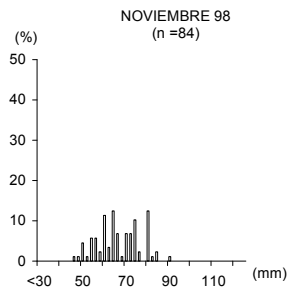
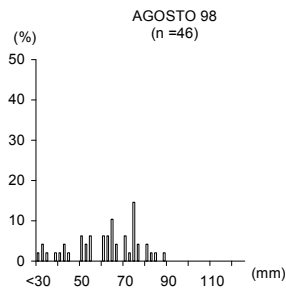
En medios naturales el ciclo del cangrejo es opuesto al del arrozal dados los diferentes regímenes de inundación de ambos sistemas. En medios naturales el periodo de reclutamiento se produce tras las lluvias de otoño y con el principio del invierno (Montes *et al.*, 1993). En ecosistemas con mayor permanencia de las aguas dicho reclutamiento puede extenderse hasta la primavera. En las gráficas representadas en la figura 1 no parece apreciarse un reclutamiento importante en el mes de mayo en medios semipermanente y permanentes como el arroyo de la Rocina (nº 41 y 42). Sin embargo es posible que dada la separación temporal entre muestreos no se halla captado el momento de incorporación de nuevos juveniles. En este sentido, en la Figura 2 se ofrecen los histogramas de frecuencia relativa para la estación nº 6, Puente de los Vaqueros, situada en la zona de Entremuros. Además de los datos correspondientes a las prospecciones extensivas se ofrecen datos de los meses de primavera de 1999. Estos gráficos nos permiten observar como en los meses de marzo y abril se produce una clara incorporación de individuos nuevos a la población que ya no se aprecia tan claramente en la gráfica del mes de mayo.



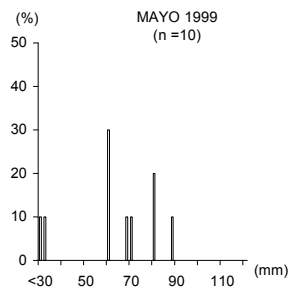
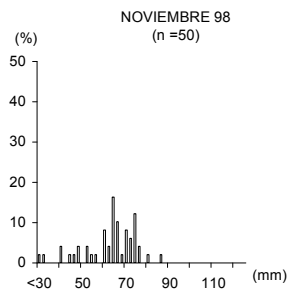
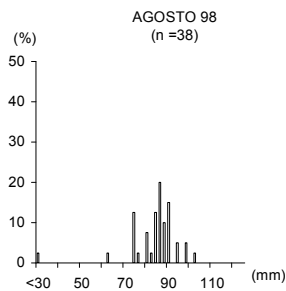
Nº 10. Los Pobres



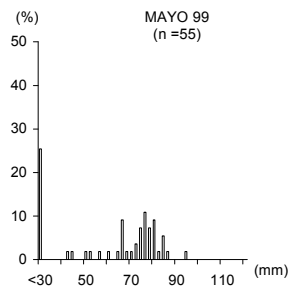
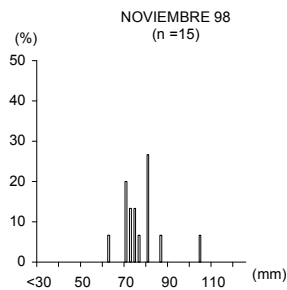
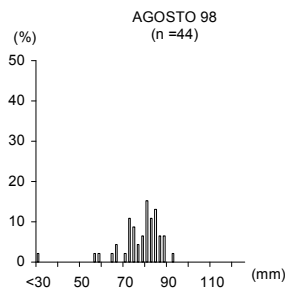
Nº 12. Tabla de Villafranco



Nº 13. Isla Mínima

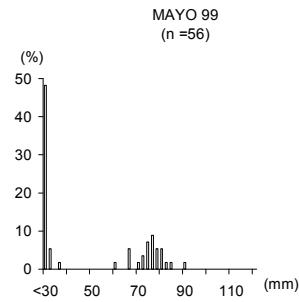
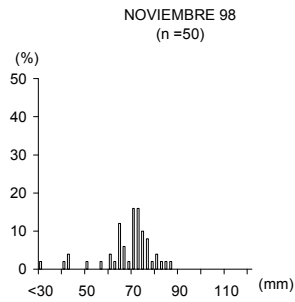
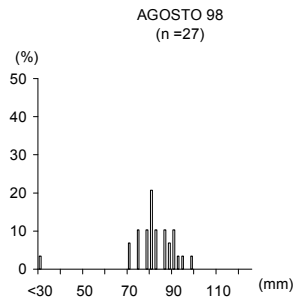


Nº 18. Brazo de la Torre

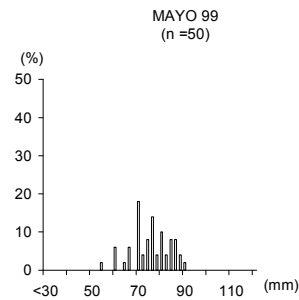
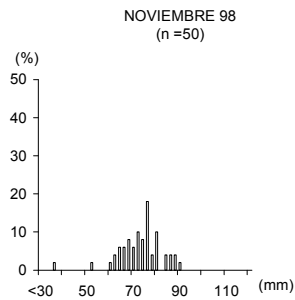
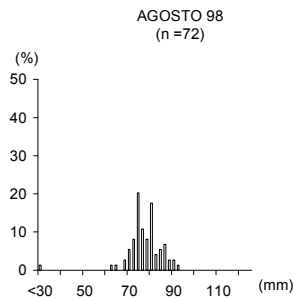




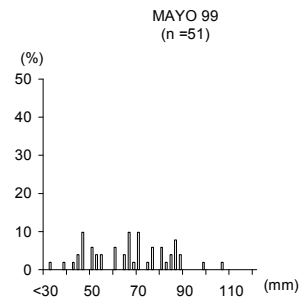
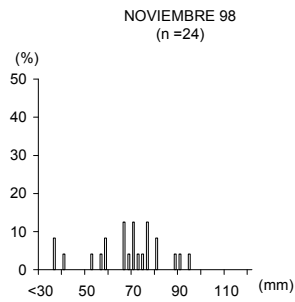
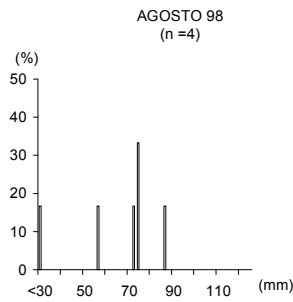
N° 19. San Vicente Ferrer



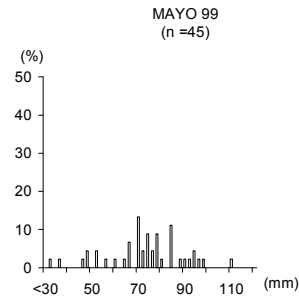
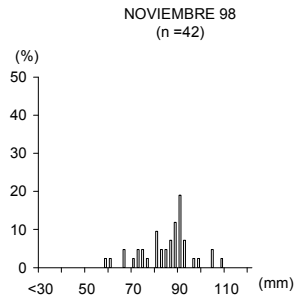
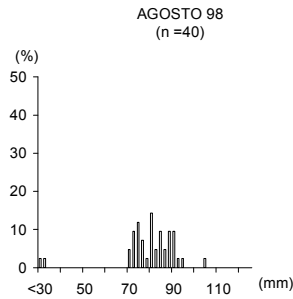
N° 20. Chapatales



N° 22. Brazo del Este Alto

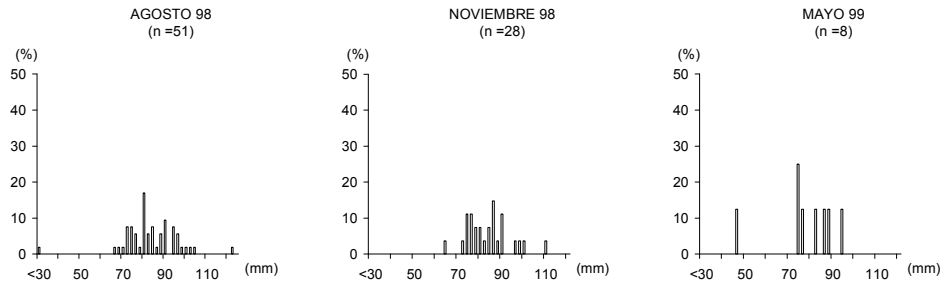


N° 23. Brazo del Este Bajo

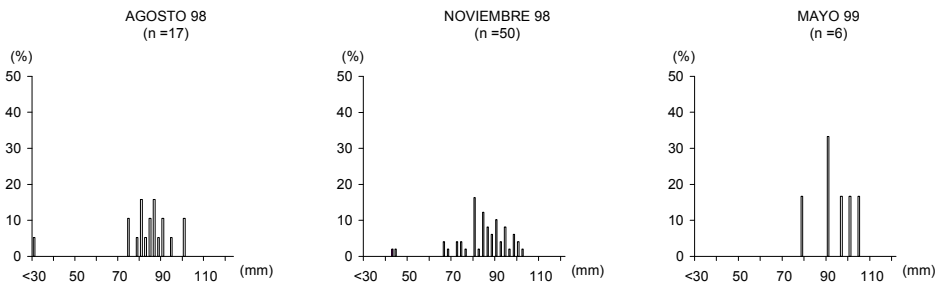




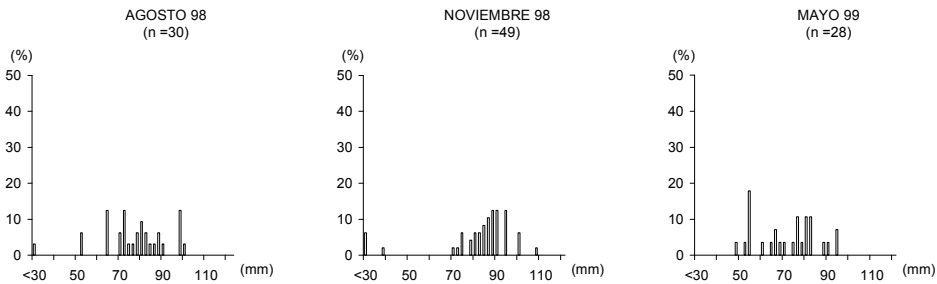
Nº 25. Hato Blanco Viejo



Nº 26. Hato Blanco Nuevo



Nº 41. Charco de la Boca



Nº 46. Lucio del Palacio

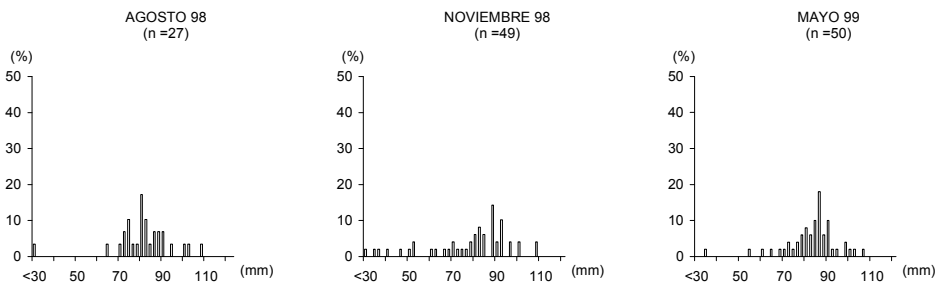


Figura 1. Histogramas de frecuencia relativa para la longitud total de los ejemplares de cangrejo rojo capturados en diversas estaciones durante los muestreos extensivos de agosto y noviembre de 1998 y mayo de 1999.

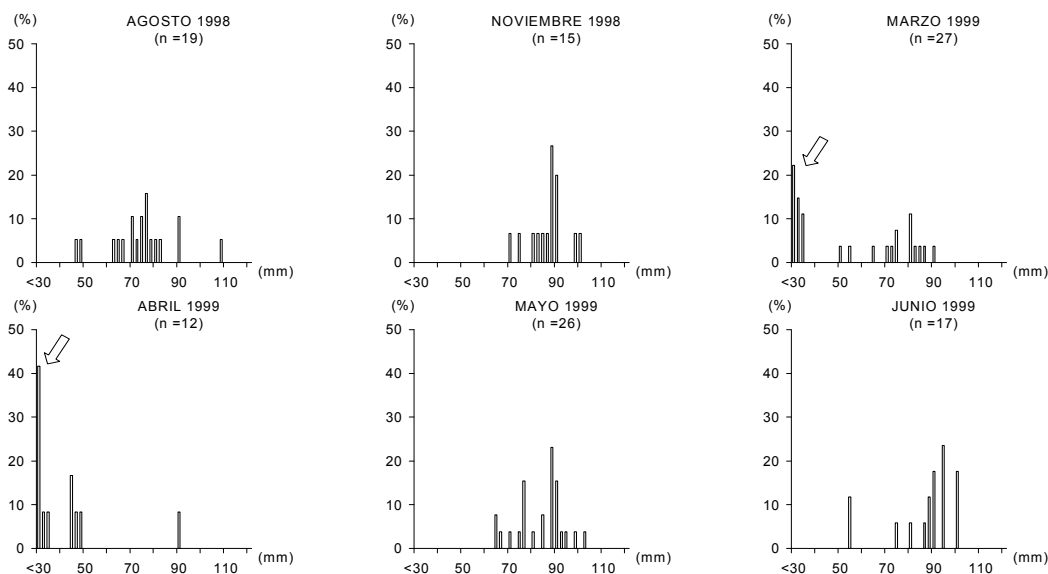


Figura 2 Histogramas de frecuencia relativa para la longitud total de los ejemplares de cangrejo rojo capturados en la estación nº 6 Puente de los Vaqueros (Entremuros) durante los distintos muestreos extensivos y a lo largo de los meses de primavera de 1999. Las flechas indican los momentos de reclutamiento.

La frecuencia de aparición de gastrolitos en los ejemplares de cangrejo de una población proporciona una información bastante fiable sobre los periodos de mayor intensidad de muda. En la Figura 3 se representan las frecuencias de aparición de gastrolitos en los ejemplares capturados en mayo de 1999 en las diferentes estaciones de muestreo. Las frecuencias son en general elevadas, por encima del 20% en la mayoría de los casos y por encima del 50% en algunos arrozales. Probablemente se pueda decir que estamos ante un momento de cierta intensidad de muda. Un seguimiento temporal de la frecuencia de aparición de gastrolitos permitiría identificar cuáles son los periodos del año en los que se intensifica el crecimiento o en los que se detecta el paso de los machos a la forma reproductora o Forma I.

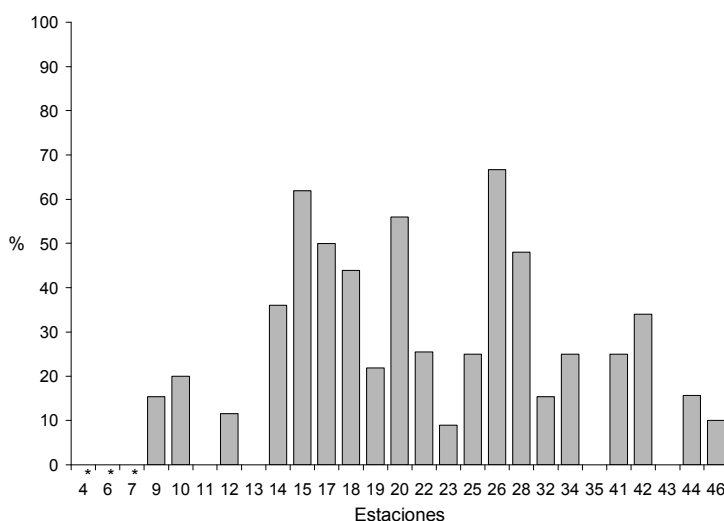


Figura 3. Frecuencia de aparición de gastrolitos en los ejemplares de cangrejo capturados durante el mes de mayo de 1999 en las diferentes estaciones visitadas (* = ejemplares no diseccionados).



Estructura reproductora de la población

El conocimiento de la fenología reproductora de las especies es importante tanto desde el punto de vista puramente científico, al ser un aspecto básico de su biología, como desde el punto de vista aplicado de cara a la gestión de las mismas, ya que condiciona los periodos y la forma en que se deben desarrollar los planes de manejo de la especie.

El método de estudio de la estructura reproductora de la población es el mismo aplicado en las prospecciones anteriores. En cada población analizada se determinó la razón de sexos de la submuestra considerada así como la Forma o estado de madurez sexual de los machos (individuos reproductores o Forma I e individuos no reproductores o Forma II) y el estado de maduración ovárica en las hembras. El grado de madurez ovárica en las hembras se determinó por el color de los ovarios que corresponde con fidelidad al grado de madurez de los huevos (Tabla 4).

Tabla 4. Correspondencia entre la coloración de los ovarios de la hembra de P. clarkii y el estado de madurez ovárica.

Color de los ovarios	Estado de maduración	Estadio
Blanco	Inmaduro	0
Amarillo	Inicio maduración	I
Ocres	Madurando	II
Marrones	Maduros	III
Negros	Oviposición inminente	IV

En la Tabla 5 se presentan los datos sobre proporción de sexos y estado de madurez para las distintas estaciones muestreadas en mayo de 1999. La razón de sexos se mantiene casi siempre en torno a 1. En algunos casos existen ciertas desviaciones a favor de los machos (Tabla de Villafranco, Arroyo de la Parrilla, etc.) aunque también se aprecian otras a favor de las hembras (Isla Mínima, Hato Blanco Nuevo, etc.)

En total se diseccionaron 270 hembras capturadas en esta prospección. Sólo el 6.3% de las hembras presentaban los ovarios maduros y a punto de la oviposición (estadio IV). La mayoría presentaban ovarios inmaduros o estaban en la primera fase de maduración (37 y 23,7% respectivamente). El resto de las hembras se repartían entre las clases de maduración II (el 19.3%) y III (el 12.6%). Aunque los resultados anteriores indicaban la existencia de reclutamientos, no se han encontrado muchas hembras maduras o a punto de la oviposición.

Si tenemos en cuenta los datos referentes a los machos, se analizaron un total de 384 machos y la mayoría de ellos resultaron machos adultos en Forma I o forma reproductora, principalmente en el arrozal.



Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos tras el análisis de los ejemplares de cangrejo rojo capturados en el muestreo de mayo de 1999. Se indica el número de cangrejos medidos, la razón de sexos (hembras/machos) y el porcentaje de machos Forma I presente en la muestra. Se indica asimismo, el porcentaje de para cada una de las clases de maduración ovárica definidas para las hembras.

Nº Estación	N	Razón de sexos (H/M)	%Machos Forma I	Madurez Ovárica				
				%0	%I	%II	%III	%IV
4 Puente Aznalcázar	9	0.13	100	0	0	0	0	0
6 Puente de los Vaqueros	26	0.73	87	0	0	0	0	0
7 Vuelta de las Arenas	3	0.50	50	0	0	0	0	0
9 Arrozal Puebla	13	1.60	20	50	0	13	38	0
10 Los Pobres	15	0.36	100	50	0	25	0	25
11 Casas Riera	5	0.00	100	0	0	0	0	0
12 Tabla Villafranco	36	0.29	89	0	20	80	0	0
13 Isla Mínima	11	1.75	50	14	0	43	43	0
14 Ermita Nueva	50	0.92	50	58	29	13	0	0
15 Cantarita	21	4.25	100	6.3	56	6.3	6.3	25
17 Cortijo Calonge	4	0.33	67	0	0	100	0	0
18 Brazo de la Torre	41	0.71	54	47	24	18	5.9	5.9
19 San Vicente Ferrer	32	1.13	80	22.7	23	38	15	0
20 Chapatales	50	0.61	52	22.6	11	50	11	5.6
22 Brazo Este Alto	51	0.89	44	61	13	13	13	0
23 Brazo Este Bajo	45	1.14	81	17	21	29	29	4.2
25 Hato Blanco Viejo	8	0.33	83	0	0	0	50	50
26 Hato Blanco Nuevo	6	2.00	100	0	100	0	0	0
28 Caño Guadiamar Bajo	50	1.38	43	21	41	10	24	3.4
32 Rocina	13	0.86	71	50	33	17	0	0
34 Caño Martinazo	4	0.33	100	0	100	0	0	0
35 Lucio del Bolín	1	0.00	0	0	0	0	0	0
41 Charco de la Boca	28	0.33	62	71	14	0	14	0
42 Charco Sacristán	50	0.92	46	79	13	8.3	0	0
43 Arroyo de la Parrilla	8	0.14	100	100	0	0	0	0
44 Barrero del Arrayán	32	0.60	50	73	18	9.1	0	0
46 Lucio del Palacio	50	0.67	90	25	10	20	10	35



– DINÁMICA POBLACIONAL DEL CANGREJO ROJO (*PROCAMBARUS CLARKII*) EN LA MARISMA TRANSFORMADA DEL BAJO GUADALQUIVIR

Introducción

Una adecuada gestión del cangrejo rojo en el Bajo Guadalquivir, tanto para mantener poblaciones estables y productivas como para minimizar los efectos perjudiciales que produce sobre los medios naturales, requiere el conocimiento del ciclo vital del cangrejo en los distintos hábitats que lo conforman. Por ello, se está llevando a cabo un estudio intensivo en los arrozales para caracterizar la dinámica de la población de cangrejo en este medio.

Metodología

Selección de las estaciones de muestreo

Se han seleccionado tres estaciones de muestreo que representan diferentes hábitats para el cangrejo en la marisma transformada y que incluyen condiciones hidrológicas distintas en cuanto al periodo de inundación.

- tabla de arroz, en la que se ha diferenciado la parte cultivada (denominada en el texto *tabla de arroz*) de la zona periférica por la que circula el agua de riego de la tabla (denominada *canal perimetral*).
- canal con periodo de inundación dependiente del arrozal (denominado *canal temporal*)
- canal con periodo de inundación independiente del arrozal (denominado *canal permanente*)

El ciclo de inundación del arrozal comienza a finales del mes de abril y se prolonga hasta el mes de octubre, momento en el que se vacían todos los arrozales. El periodo de inundación será por tanto el mismo para la tabla de arroz y el canal temporal. El canal permanente presenta agua durante todo el año con importantes fluctuaciones debidas a la influencia mareal, a la climatología anual y también a los importantes aportes que recibe de los arrozales durante el periodo de inundación de los mismos.

El presente informe muestra los datos preliminares que servirán para profundizar en el conocimiento de la dinámica poblacional del cangrejo en la marisma transformada del Bajo Guadalquivir. Los resultados obtenidos se centran fundamentalmente en el canal con régimen hídrico independiente del arrozal, por ser la única estación, de las tres seleccionadas, con un registro temporal amplio de información que permite caracterizar la evolución de la población de cangrejo, ya que el resto de las estaciones de muestreo se encontraban secas hasta el mes de mayo.



Frecuencia de muestreo

Los muestreos se realizan con una frecuencia mensual, de abril a noviembre en la tabla de arroz y el canal con periodo de inundación dependiente del arrozal y durante todo el año en el canal con periodo de inundación independiente del arrozal.

Método de muestreo

Los aspectos considerados para el estudio de la dinámica poblacional del cangrejo en la marisma transformada son:

Estimación de la densidad de la población.

El método de capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) a través del empleo de trampas ha sido el utilizado en la estimación de las densidades relativas poblacionales de cangrejo. Los datos de captura se expresan en gramos de cangrejos/trampa/día.

Las trampas utilizadas son fundamentalmente nasas holandesas con la luz de malla modificada para la pesca del camarón. En el caso del muestreo del canal de aguas permanentes se utilizan, sin embargo, trampas de tipo tambor, ya que la profundidad que alcanza en ocasiones dicho canal dificulta la colocación de nasas holandesas.

El número de trampas empleadas por estación es de 3-4, separadas entre sí por una distancia de 3 a 6 metros, garantizando de esta forma un mínimo de eficacia. El tiempo de permanencia de las trampas es siempre de 24 horas.

Las trampas se ceban con pescado (sardina y boquerón fundamentalmente). A pesar de que la acción del cebo aumenta la probabilidad de captura por factores independientes de la densidad (aumento de la actividad) el empleo de cebo permite maximizar la captura en momentos de baja densidad de cangrejo.

Caracterización de la estructura de la población.

Para abordar el estudio de la estructura y dinámica de las poblaciones en cada una de las estaciones seleccionadas, una submuestra representativa (50 cangrejos cuando la captura lo permite) de los cangrejos muestreados siguiendo el método anteriormente descrito, son contabilizados, tallados y sexados registrándose la longitud total (longitud máxima rostro-telson), peso, sexo, estado de madurez ovárica de las hembras (Tabla 4) y estado de maduración de los machos (Forma I o Forma II).

Para tener una aproximación de la evolución de la estructura de la población a lo largo del tiempo, se han elaborado histogramas de frecuencia relativa porcentual de las clases de longitud, en el canal permanente. Cada clase de talla se definió con intervalos de longitud total de 2mm, de acuerdo con Romaine y Lutz (1989).

Caracterización de los factores ambientales

La caracterización de los factores ambientales que pueden influir sobre el crecimiento y por tanto sobre la dinámica de las poblaciones de cangrejo se ha realizado mediante la caracterización físico-química del agua, sedimento y de la comunidad biológica.

Los parámetros del agua registrados en cada una de las estaciones de muestro son los siguientes: temperatura del agua, conductividad eléctrica, salinidad, total de sólidos



disueltos, concentración de oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno y pH mediante electrodos de campo, transparencia mediante un disco de Secchi negro de 8cm de diámetro específico de zonas someras.

Se han tomado muestras de agua para su análisis en laboratorio de la alcalinidad, seston (sólidos en suspensión), cloruros, calcio, pigmentos y nutrientes. Asimismo, se han tomado muestras de sedimento para el análisis del contenido de materia orgánica del mismo.

Las muestras de la comunidad bentónica de cada estación se han tomado mediante una red de mano de 250 μ de luz de malla.

Resultados

Densidad de la población

La densidad de cangrejo durante el periodo de estudio es, en general, baja en todos los hábitats considerados.

En el canal permanente se observa una evolución de la densidad de cangrejo, manteniéndose en torno a 130 gramos/trampa/día durante los meses de febrero, marzo y abril para comenzar a descender a partir del mes de mayo (Tabla 6).

Comparativamente, el resto de las estaciones consideradas, excepto el canal perimetral de la tabla de arroz con características muy similares a las del canal permanente, presentan durante el mes de mayo unas densidades más elevadas, similares a las del canal permanente en los meses anteriores. En junio sin embargo, todas las estaciones presentan una disminución aproximada del 50% en la densidad de cangrejo.

Tabla 6. Número de cangrejos capturados en cada uno de los meses analizados (n), capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) expresadas como gramos de cangrejo por trampa y día y longitud media (cm) y peso medio (g) \pm desviación estándar en los diferentes hábitats considerados

<i>Canal permanente</i>				
	N	CPUE	L.media\pmd.e.	P.medio\pmd.e.
Febrero	29.00	130.32	7.18 \pm 0.60	13.03 \pm 4.23
Marzo	33.00	153.63	8.06 \pm 0.67	13.97 \pm 4.81
Abril	26.00	106.08	7.63 \pm 0.87	16.32 \pm 6.47
Mayo	18	68.96	7.71 \pm 0.64	16.23 \pm 5.10
Junio	8	65.13	7.53 \pm 1.11	15.11 \pm 6.96
<i>Canal temporal</i>				
	N	CPUE	L.media\pmd.e.	P.medio\pmd.e.
Mayo	21	131.63	8.10 \pm 0.88	21.06 \pm 7.82
Junio	25	58.01	6.50 \pm 1.27	9.28 \pm 5.16
<i>Tabla de arroz</i>				
	N	CPUE	L.media\pmd.e.	P.medio\pmd.e.
Mayo	36	154.37	6.99 \pm 1.59	13.47 \pm 7.13
Junio	25	50.44	5.01 \pm 2.87	2.87 \pm 9.71

*Canal perimetral de la tabla de arroz*

	N	CPUE	L.media±d.e.	P.medio±d.e.
Mayo	16	56.57	6.38±1.84	10.95±9.65
Junio	25	19.58	5.23±2.05	7.83±9.12

Estructura de la población

En el canal permanente la talla media de los cangrejos se mantiene más o menos constante durante todo el periodo estudiado. Los cangrejos son, en general, de pequeño tamaño (7-8 cm de longitud y 13-16 g. de peso) (Tabla 6).

Los histogramas de frecuencias tampoco revelan importantes variaciones en cuanto a la estructura de edades de la población, pero se aprecia un pequeño reclutamiento de juveniles en el mes de mayo para pasar a un pequeño incremento en las clases de tallas superiores en el mes de junio (Figura 4).

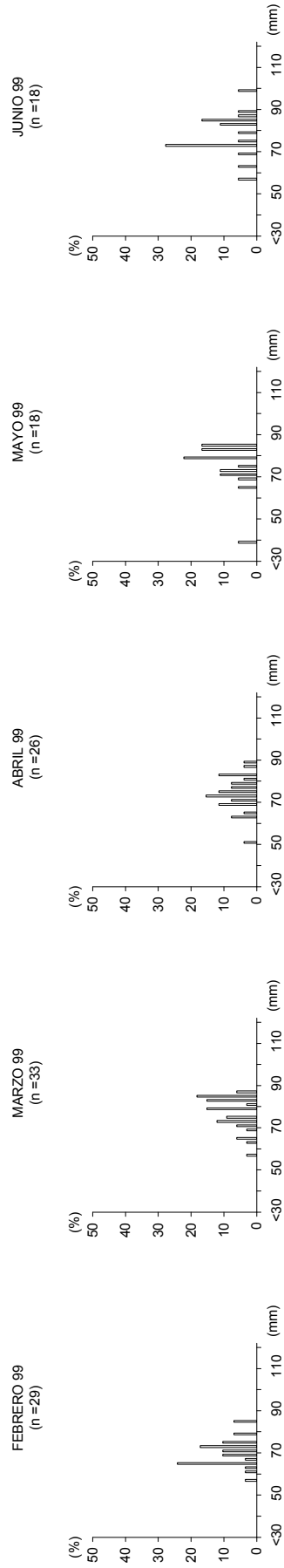


Figura 4. Histogramas de frecuencia relativa para la longitud total de los ejemplares de cangrejo rojo capturados en el Canal permanente entre los meses de febrero y junio de 1999.

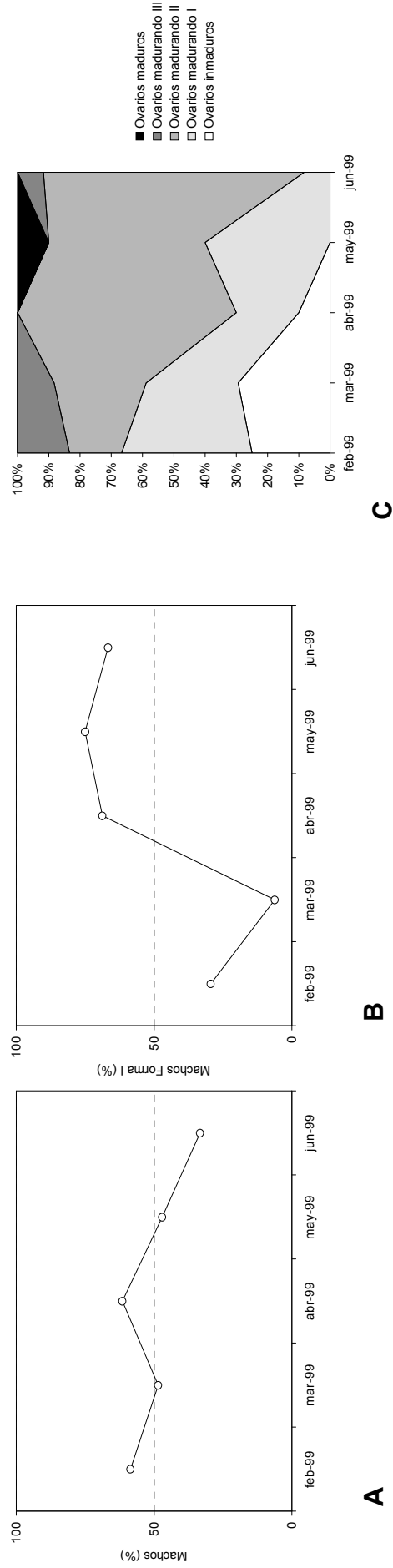


Figura 5 Evolución de la razón de sexos (A), variación en la frecuencia de aparición de machos Forma I (B) y evolución de la madurez ovárica de las hembras (C) de la población de cangrejos del canal permanente entre los meses de febrero y junio de 1999.



La razón de sexos se mantiene en torno a 1 a lo largo de todo el periodo analizado desviándose ligeramente en favor de las hembras durante el mes de junio (Figura 5A).

El estado de madurez de los machos capturados muestra un claro predominio de los machos inmaduros o Forma II durante los meses de febrero y marzo mientras que durante los meses posteriores la proporción de machos FI aumenta claramente (Figura 5B).

En la Figura 5C puede apreciarse la evolución del estado de maduración ovárica de las hembras desde los estadios inmaduro o de inicio de la maduración (estadios 0 y 1 respectivamente), predominantes durante los meses de febrero y marzo, hacia los estadios de maduración más avanzados en los meses posteriores. La escasa representación de hembras en estadio de ovoposición puede deberse a que las hembras en un estado avanzado de maduración no sean capturadas en las trampas al disminuir durante este periodo de su ciclo de vida la actividad.

En las restantes estaciones se aprecia un descenso de tallas de mayo a junio. En el canal temporal, las tallas encontradas en los cangrejos durante el mes de mayo son las mayores registradas durante todo el periodo de estudio (Tabla 6). Este hecho puede estar indicando que los cangrejos presentes durante el mes de mayo en el canal temporal corresponden a la generación del año anterior. La clara desviación de la razón de sexos durante este mes hacia los machos, con una proporción muy elevada de formas reproductoras (94%) y una elevada proporción de hembras en estado de maduración ovárica avanzada (60% estadio de maduración III) (Tabla 7) apoya esta hipótesis.

Los cangrejos de menor talla se encuentran en la tabla de arroz (Tabla 6), donde, durante el mes de mayo, la razón de sexos está desviada positivamente hacia las hembras que se encuentran en un estado de maduración ovárica intermedio (80% estadio II), en el sector cultivado, e inmaduro o iniciando la maduración (estadio 0 o I), en el sector de aguas corrientes. Los machos, durante este mes, son mayoritariamente formas reproductoras en ambas zonas. En el mes de abril la proporción de sexos se encuentra entorno a 1 con predominio de formas inmaduras de los machos en el sector cultivado y formas reproductoras en el sector de aguas corrientes. El patrón del estado de maduración ovárica de las hembras está muy diversificado en el sector cultivado, con hembras en casi todos los estadios mientras que en el sector de aguas corrientes las hembras se encuentran en estado de oviposición o inmaduro (Tabla 7).

Tabla 7. Número total de cangrejos capturados en los tres meses de muestreo (n), proporción de sexos en las capturas (M/H) y porcentaje de los distintos estados de madurez para machos y hembras en los diferentes hábitats considerados.

Canal temporal

	Machos				Hembras				
	n	M/H	%FI	%FII	%0	%I	%II	%III	%IV
Mayo	21	3.20	94	6	20	20	0	60	0
Junio	25	1.27	14	86	36	9	9	18	18

Tabla de arroz



	Machos				Hembras				
	n	M/H	%FI	%FII	%0	%I	%II	%III	%IV
Mayo	36	0.29	89.29	10.71	0	20	80	0	0
Junio	25	0.82	22	78	33.3	16.7	16.7	0.0	33.3

Canal periférico de la tabla de arroz

	Machos				Hembras				
	n	M/H	%FI	%FII	%0	%I	%II	%III	%IV
Mayo	16	0.45	63.64	36.36	20	60	0	20	0
Junio	25	1.25	60	40	75.0	0.0	0.0	0.0	25.0

Caracterización del medio

Durante el periodo de estudio el régimen hídrico del canal permanente se ha caracterizado por estar sometido a la influencia mareal del Guadalquivir y por tanto sujeto a importantes variaciones diarias.

En la Figura 6 se presenta la evolución de las diferentes variables fisico-químicas analizadas lo largo del periodo de estudio en el canal permanente. El patrón general es el carácter fluctuante de la profundidad, el aumento progresivo de la temperatura del agua a medida que avanza hacia los meses más cálidos, una moderada conductividad (3000-4000 µS/cm), que sufre un ligero descenso a partir del mes de abril (momento en el que recibe aportes de agua de los cultivos de arroz). Los valores de pH se encuentran en torno a 7 con un aumento (8-8.5) durante los meses de abril y mayo, mientras que los valores de alcalinidad son medios-altos, indicando una buena capacidad tampón del sistema. En el mes de abril se aprecia un máximo de clorofila a, medida aproximada de la biomasa del fitoplancton, que coincide con el valor máximo de oxígeno registrado, un aumento del pH y un descenso de la alcalinidad. Esto indica que en el mes de abril se produce un máximo de producción primaria del sistema ya que el patrón de los factores descritos anteriormente coincide con un mínimo en la transparencia y profundidad del agua así como un aumento en la temperatura, por lo que el máximo de oxígeno sólo puede explicarse por producción fotosintética.

El canal permanente es un medio con importantes fluctuaciones que sin duda deben influir sobre la población de cangrejo que lo habita y que somete a ésta a un elevado estrés. Es necesario señalar que una parte del canal, próxima a la zona urbana de Villafranco, recibe un continuo aporte de materia orgánica debido a la instalación de unas cuadras de caballos situadas en las márgenes de dicho canal.

Las características fisico-químicas del resto de las estaciones, presentadas en la Tabla 8, muestran valores de conductividad medios-bajos (en un rango de 2000-3300 µS/cm), pH ligeramente básico, concentración de oxígeno media-alta, profundidad moderada y alcalinidad moderada que se mantiene en los dos meses analizados.

La caracterización tanto del sedimento como de las comunidades biológicas del bentos no se ha podido realizar debido a la dificultad que presentaba la toma de muestras de sedimento en el canal permanente, ya que el fondo se encuentra cubierto de escombros procedentes del núcleo urbano de Villafranco del Guadalquivir.

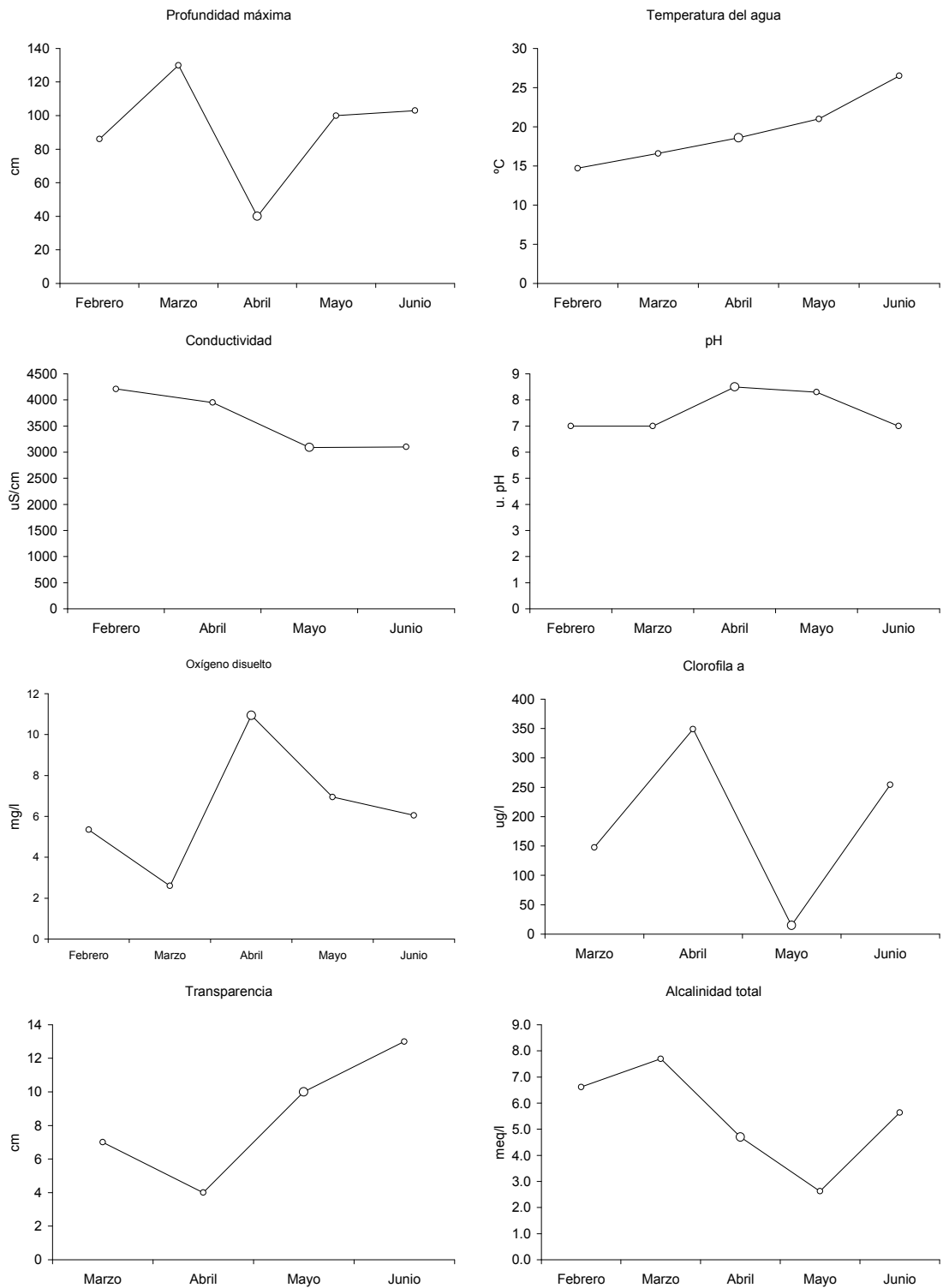


Figura 6. Principales características físico-químicas de las aguas del canal permanente durante los meses de febrero a junio 1999.



Tabla 8. Resultados analíticos de los parámetros físico-químicos del agua del canal temporal durante el periodo de estudio.

Parámetros físico-químicos	Mayo			Junio		
	C.T.	T.A.C.	C.P.T.A.	C.T.	T.A.C.	C.P.T.A.
Tªagua	25.1	24.5	28	26.3	29.3	28.3
Conductividad (µS/cm)	2260	2080	3230	3300	2310	2930
Salinidad (g/l)	1	0.9	1.6	1.6	1.1	1.4
TDS (mg/l)	1139	1044	1015	1651	1156	1465
pH	8.39	8.45	8.61	7	8	8
O ₂ (mg/l)	9.5	10.20	14.48	11.3	15.25	18.39
O ₂ %	116	121	185	137.7	199.7	236
Profundidad**. (cm)	80	30	50	47	15	37
Secchi	15	13	50	35	6.5	37
Alcalinidad (meq/l)	2.48			3.97		

C.T.: canal temporal dependiente del cultivo de arroz.

T.A.C.: tabla de arroz cultivada

C.P.T.A. Canal perimetral de la tabla de arroz



– CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES QUE CONTROLAN LA DISTRIBUCIÓN DEL CANGREJO ROJO

Introducción

El cangrejo rojo (*P. clarkii*) cuenta con adaptaciones ecofisiológicas altamente especializadas que le permiten ocupar eficientemente una gran diversidad de hábitats. Sin embargo, existen espacios cuyas características ambientales limitan el desarrollo de sus poblaciones.

El análisis de los requerimientos de hábitat y nicho ecológico de esta especie que determinan su abundancia y distribución en el bajo Guadalquivir, se ha llevado a cabo mediante la caracterización de los principales factores ambientales de cada una de las estaciones de muestreo seleccionadas.

Material y métodos

La caracterización de los factores ambientales que explican la distribución y densidad de las poblaciones de cangrejo se ha realizado mediante el registro en cada una de las estaciones de muestreo de parámetros físico-químicos de agua y de sedimento, para conocer las condiciones de hábitat del cangrejo. Asimismo, se han recogido muestras de bentos (macroinvertebrados) para caracterizar las condiciones biológicas del sedimento y tener datos de la alimentación potencial del cangrejo.

En la Tabla 9 se recoge el conjunto de parámetros físico-químicos del agua registrados, así como el método analítico y la referencia bibliográfica donde puede ser encontrada la descripción de la técnica utilizada.

Tabla 9. Metodologías empleadas en los análisis físico-químicos del agua.

Parámetro	Método de Análisis	Referencia	Lugar
T ^a	Termistor	-	campo
Conductividad	Conductivímetro (WTW-330)	-	campo
O ₂ disuelto	Oxímetro (WTW-330)	-	campo
PH	pHmetro (WTW-330)	-	campo
Alcalinidad	Volumétrico (Ácido sulfúrico)	APHA (1985)	laboratorio
Iones mayoritarios	Analizador Iónico Capilar (CIA)	APHA (1985)	laboratorio
Sólidos en suspensión	Pérdida de peso por secado/ignición	APHA (1985)	laboratorio
Clorofila a	Método tricromático	Jeffrey&Humphrey(1975)	laboratorio
Materio orgánica sedim.	Pérdida de peso por secado/ignición	APHA (1985)	laboratorio

Los parámetros temperatura, conductividad, salinidad, contenido de O₂ disuelto y pH fueron registrados *in situ* mediante medidores digitales.

Las muestras de agua para análisis de alcalinidad, seston (sólidos en suspensión) e iones mayoritarios, fueron tomadas mediante una botella sumergible y almacenadas en botellas de polietileno, analizándose posteriormente en el laboratorio por los miembros del equipo, a excepción de las muestras de iones mayoritarios, que se conservan congeladas por estar poniéndose a punto la técnica del Analizador Iónico Capilar (CIA).



El análisis pigmentario se realizó filtrando *in situ* cantidades de agua variables, según su contenido sestónico y siempre evitando someter al filtro a situaciones de estrés, a través de un filtro Whatman GF/F que fueron congelados en papel aluminio hasta el momento de su análisis.

Las muestras de sedimento se tomaron mediante un core edáfico de 5 cm de diámetro extrayéndose los primeros 10 cm de suelo para su posterior análisis de contenido de materia orgánica (M.O.), pH y conductividad. El análisis de materia orgánica del sedimento se realizó en el laboratorio por los miembros del equipo mediante la técnica de pérdida de peso por ignición (APHA, 1985). Los restantes parámetros no han sido analizados por estar poniéndose a punto la metodología de Porta, conservándose las muestras refrigeradas hasta el momento de su análisis.

Las muestras de bentos se tomaron mediante una manga de 250 μ de luz de malla que se hizo pasar por la superficie del sedimento. Cada muestra se recogió recorriendo con la manga una distancia concreta que en la mayoría de los puntos fue de 3m. Las muestras se fijaron con formól al 4% y se conservan con carbonato cálcico hasta el momento de su análisis.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha de los análisis físico-químicos se ha realizado un análisis preliminar que permite relacionar algunos de los factores ambientales estudiados con los datos obtenidos sobre densidad relativa de cangrejo. Esta prospección inicial de los datos en la realización de un Análisis de Componentes Principales (ACP) con los datos de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, seston total, clorofila-a y contenido de materia orgánica en el sedimento. Este tipo de análisis ofrece una ordenación de las muestras en un espacio multidimensional definido por una serie de ejes formados por combinación lineal de las variables utilizadas para su realización. Cada uno de estos ejes explica un porcentaje de la variabilidad total de los datos. Normalmente, para su mejor visualización de modo gráfico, se suelen representar los dos primeros ejes resultantes del análisis. Sobre la ordenación obtenida del ACP se han representado los datos de densidad de cangrejo, lo que permite correlacionar de un modo visual la presencia y abundancia de cangrejo con los parámetros físico-químicos básicos medidos en cada estación.

Resultados

En la Tabla 10 se presentan los datos para las principales variables físico-químicas del agua y del sedimento medidas en las distintas estaciones de muestreo durante la campaña extensiva de mayo de 1999. Esta matriz de físico-química fue la utilizada en la realización del análisis de Componentes Principales cuyo resultado aparece de forma gráfica en la Figura 7.

El ACP explica solamente un 50% de la variabilidad contenida en los datos. El primer eje se relaciona fundamentalmente con las variables oxígeno y pH, mientras que el segundo eje está relacionado con la alcalinidad y la conductividad eléctrica (Figura 7). Esta ordenación espacial permite diferenciar entre grupos de estaciones. Por una parte se distinguen aquellas estaciones caracterizadas en el momento de estudio por niveles elevados de oxígeno en disolución (por encima de los 12 mg/l) y pH alto (cerca de 9). Muchos de los arrozales presentan estas características. La circulación del agua durante los llenados y vaciados iniciales del cultivo de arroz probablemente están influyendo de



manera significativa en la oxigenación de las aguas. Los menores valores de oxígeno disuelto se registraron en el Brazo del este (nº 22 y 23) (Tabla 10), lo cual puede relacionarse con el estancamiento de las aguas, los elevados niveles de materia orgánica en el sedimento, etc.

Dentro del este grupo de estaciones caracterizadas por una buena oxigenación y elevado pH se encuentra el Caño Guadiamar Bajo (nº 28), si bien se separa claramente del resto de las estaciones por unos elevados valores de conductividad eléctrica (20200 µS/cm) (Figura 7). Esta es la única estación que presenta una concentración iónica tan elevada. En relación con este parámetro, los arrozales se mantienen en torno a una media cercana a los 3000 µS/cm, mientras que los medios naturales como el río Guadiamar o los ecosistemas del PND presentan conductividades bastante menores, siempre por debajo de los 1000 µS/cm.

Al igual que en muestreos anteriores la mayoría de las aguas son alcalinas y de pH siempre cercanos o ligeramente por encima de 7 (Tabla 10). Las mayores alcalinidades corresponden al Brazo del Este y al Caño Guadiamar, mientras que las menores se encuentran en los medios lóticos, como el río Guadiamar o el arroyo de la Rocina.

En los muestreos extensivos anteriores se observó una cierta relación entre la densidad de cangrejo y las características físico-químicas de los medios que habita. Aparentemente, los arrozales, caracterizados por conductividades moderadas, aguas alcalinas y concentraciones de oxígeno disuelto moderadas, coincidían con los puntos de mayor densidad de la especie. En el presente muestreo este patrón no ha sido observado de modo tan claro. Como ya se comentó con anterioridad las densidades encontradas fueron más bien bajas, y en concreto, en el arrozal, se capturó poco cangrejo debido al manejo particular que se hace del cultivo en esta época. En la Figura 7 se observa que no existe un patrón claro que relacione las condiciones físico-químicas del momento de muestreo y la abundancia de cangrejo.

Tabla 10. Principales características físico-químicas de las estaciones muestreadas durante la prospección extensiva de mayo de 1999.

Nº Estación	Tªagua (°C)	C.E. (µS/cm)	pH	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	Alc.T (meq/l)	M.O.sed (%)	Seston T. (mg/l)	Chl-a (µg/l)
1 Puente de Gerena	18.7	515	7.92	11.11	118.5	3.75	-	0.067	10.01
3 Puente Doblás	21.4	167.2	7.33	8.02	89.3	0.95	2.89	0.028	14.92
4 Puente Aznalcázar	20	1714	7.64	8.92	97	3.5	5.81	0.049	280.61
6 Pte. de Los Vaqueros	18.8	2420	8.64	6.69	106	3.325	9.60	0.158	92.15
7 Vuelta de Las Arenas	20.1	6980	9.12	8.58	140	1.825	10.62	0.158	266.83
8 Canal aguas mínimas	20.1	3990	8.09	9.48	103.5	3.175	-	0.125	72.29
9 Arrozal Puebla	32.2	1647	8.94	14.18	195	1.475	5.85	0.013	12.63
10 Los Pobres	20.1	1794	8.69	8.4	140	3.35	6.78	0.100	60.85
11 Casa Riera.	17.7	6580	8.36	6.5	104	3.55	8.06	0.050	10.31
12 Tabla Villafranco	24.5	2080	8.45	10.2	121	2.575	7.27	0.029	29.04
13 Isla mínima	32	1840	8.8	15.9	218	2.475	7.76	0.031	0.74
14 Ermita Nueva	25.4	2530	9.05	8.5	151	1.875	6.84	0.087	8.41
15 Cantarita	27.70	3940	8.61	6.70	123.00	3.025	9.40	0.063	12.68
17 Cortijo Calonge	21.60	4550	9.50	10.20	172.00	1.25	7.23	0.022	6.86
Nº Estación	Tªagua (°C)	C.E. (µS/cm)	pH	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	Alc.T (meq/l)	M.O.sed (%)	Seston T. (mg/l)	Chl-a (µg/l)
18 Brazo de La Torre	23.50	4250	7.91	4.90	84.00	2.8	10.46	0.067	28.38
19 San Vicente Ferrer	30.80	1878	8.79	18.32	248.00	3	5.37	0.132	20.83
20 Chapatales	25.70	1088	7.89	18.05	221.00	2.775	7.38	0.094	55.61



22	Brazo del Este Alto	24.20	1413	7.23	3.38	39.60	4.05	28.73		82.39
23	Brazo del Este Bajo	27.00	5930	7.65	3.96	48.00	5.9	30.29	0.103	41.33
25	Hato Blanco Viejo	19.80	1338	7.93	5.90	95.00	3.575	6.84	0.112	17.42
26	Hato Blanco Nuevo	21.00	2470	8.62	5.80	97.00	2.5	8.03	0.214	47.95
28	C. Guadamar bajo	23.40	20200	8.90	15.36	179.90	5.55	10.69	0.072	131.86
32	La Rocina	27.30	931	8.49	7.70	96.90	3.7	5.59	0.183	54.58
34	Caño Martinazo	18.80	174.4	7.37	7.87	84.70	0.65	1.85	0.045	7.00
35	Lucio El Bolín	26.40	877	8.72	20.10	256.00	2.7	6.30	0.149	168.52
41	Charco de La Boca	25.50	431	7.15	5.45	66.40	1.8	17.48	0.070	9.04
42	Charco Sacristan	18.10	308	7.14	6.56	69.40	1.075	17.01	0.085	34.17
43	Arroyo de La Parrilla	20.80	525	7.17	4.80	46.00	3.4	6.41	0.094	7.15
44	Barrero de El Arrayán	30.40	1627	7.43	9.24	120.90	0.85	1.27	0.131	10.42
46	Lucio El Palacio	21.90	513	8.10	6.50	67.40	3.45	6.76	0.623	20.19

Como resumen de los resultados obtenidos hasta la fecha se presenta la Tabla 11. En dicha tabla se indican las medias y el rango para las principales variables físico-químicas del medio medidas en las estaciones con mayor densidad de cangrejo durante las tres prospecciones extensivas llevadas a cabo. Al igual que señalaban los resultados obtenidos hasta el momento, la Tabla 11 indica que esta especie prefiere las aguas de conductividad moderada, aunque sus límites de tolerancia parecen ser bastante amplios. Así por ejemplo, en mayo de 1999 el Caño Guadamar Bajo registró una de las mayores densidades de cangrejo de la prospección y la conductividad del agua superaba en ese momento los 20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En las zonas pescables del Bajo Guadalquivir el cangrejo rojo se encuentra preferentemente en aguas alcalinas, de pH neutros-básicos y con una buena oxigenación, aunque no es raro encontrarlo en aguas pobres en oxígeno, especialmente en ambientes someros en los que alcanzan importantes densidades.

Tabla 11. Media y rango para las principales variables físico-químicas que caracterizan los medios en los que se ha encontrado mayor abundancia de cangrejo rojo en los tres muestreos extensivos realizados.

	Media	Rango
T ^a (°C)	23.31	21.9 - 30.80
C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	3012.76	513 - 20200
pH	7.99	8.05 - 9.05
O ₂ (mg/l)	7.85	6.50 - 18.32
O ₂ (%)	98.49	67.4 - 248.0
Alc.Total (meq/l)	4.39	3.45 - 12.40
M.O. sedimento (%)	10.83	6.76 - 30.29
SestonTotal (mg/l)	0.18	0.62 - 0.97
Clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{l}$)	34.95	20.19 - 137.8

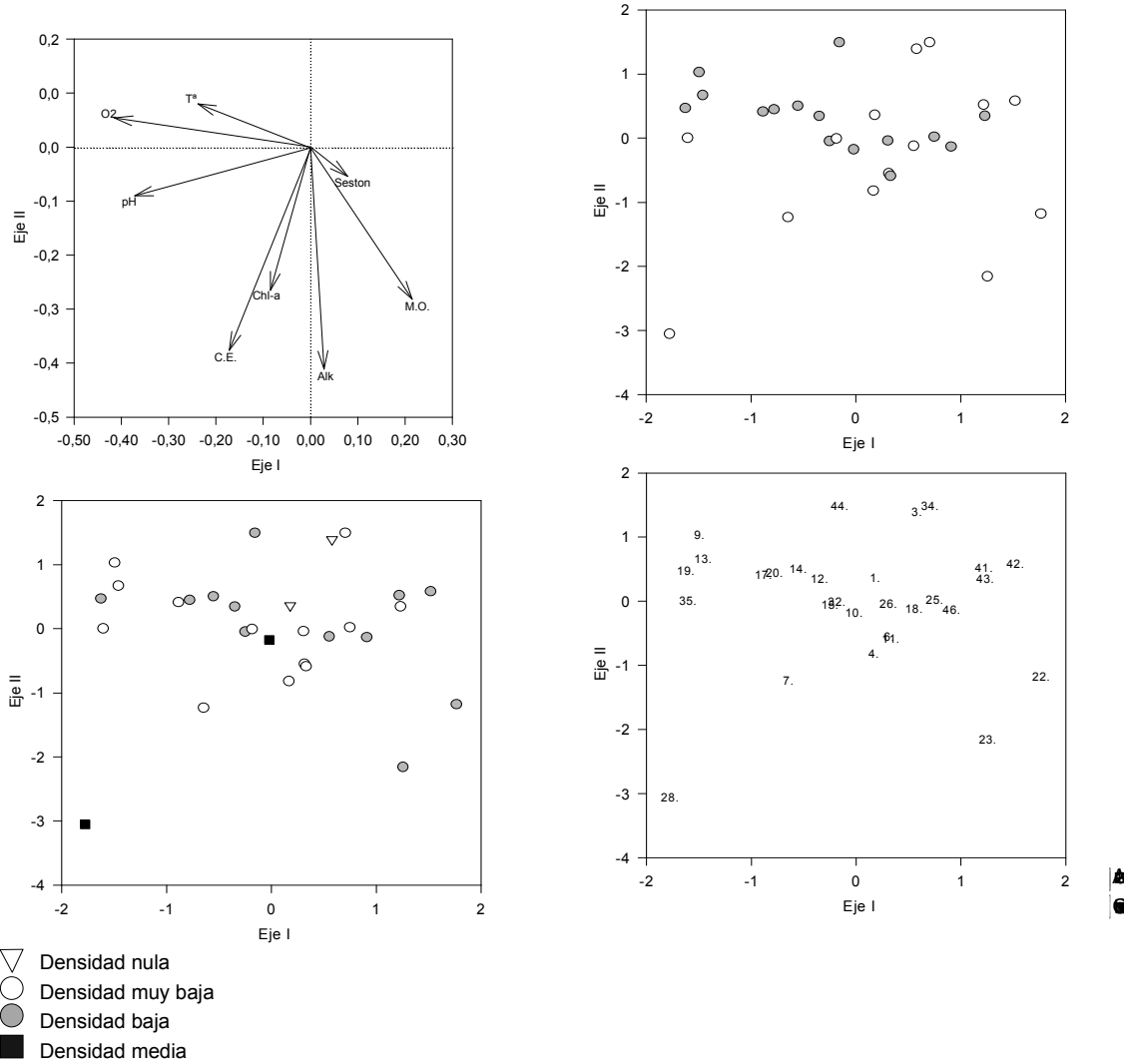


Figura 7. Análisis de Componentes Principales para las estaciones muestreadas en mayo de 1999. Se representan los factores utilizados en el análisis (arriba-izquierda) y la ordenación de las muestras en el espacio multidimensional definido por los dos primeros ejes del análisis (arriba-derecha). Sobre esta ordenación se han representado los datos de densidad de cangrejo (abajo-izquierda) y se han diferenciado las estaciones que correspondían a cultivos de arroz (abajo-derecha).



EVALUACIÓN DEL IMPACTO PRODUCIDO POR LA PESCA DEL CANGREJO ROJO

Introducción

Desde su introducción a principios de los años setenta, el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) ha colonizado la mayoría de los ecosistemas acuáticos del Bajo Guadalquivir. La proliferación de esta especie ha producido un aumento progresivo de pescadores y arte de pesca presentes en la zona. La importancia económica de este recurso pesquero queda reflejada en la importante industria dedicada a la captura, procesado y comercialización del cangrejo existente en las marismas del Guadalquivir.

Sin embargo, las actividades desarrolladas en torno a la pesca de este crustáceo llevan asociadas una serie de efectos negativos para el medio, y especialmente para la fauna y flora que lo habitan. Estudios realizados en los años ochenta en zonas protegidas como el Brazo del Este (Asensio, 1989) o el Parque Nacional de Doñana (PND) (Dominguez, 1987) señalaron el impacto negativo que la actividad pesquera tenía, fundamentalmente, sobre la avifauna acuática. La utilización de nasas poco selectivas para la pesca del cangrejo rojo supone un factor de riesgo para el resto de la fauna, vertebrada e invertebrada, que habita en el área de pesca (Gutierrez-Yurrita et al., 1997). Estos estudios llevaron a la prohibición de pescar dentro del PND y a regular mediante una normativa específica la pesca del cangrejo en zonas de especial interés como el Brazo del Este.

Este estudio tiene por objeto evaluar el impacto directo de la pesca de cangrejo rojo, por captura accidental de otras especies de animales en las nasas cangrejeras. El estudio se desarrolla en una zona protegida de importante valor ecológico como es el Brazo del Este, declarado Paraje Natural, donde se desarrolla una importante actividad pesquera regulada mediante una normativa específica (BOJA nº 60 23/05/98).

Objetivos

Objetivo principal

Evaluar el impacto directo de la pesca de cangrejo rojo por captura accidental de otras especies de animales en las nasas cangrejeras.

Objetivos específicos

Estimar el número de individuos de especies diferentes del cangrejo que caen en las trampas y el estado en el que se encuentran.

Evaluar los distintos factores que inciden en el grado de impacto que producen las trampas sobre otras poblaciones de fauna diferente del cangrejo:

- Factores relacionados directamente con las características, disposición y densidad de trampas.
- Factores relacionados con las características ambientales de la zona de pesca.
- Factores relacionados con la intensidad pesquera.

Estimar el número de nasas totales en el Brazo del Este.



Hipótesis

La hipótesis de partida de este estudio es que la utilización de nasas poco selectivas para la pesca del cangrejo rojo supone un factor de riesgo para el resto de la fauna, vertebrada e invertebrada, que habita en el área de pesca.

El grado de impacto que produce la pesca del cangrejo sobre otras especies depende de varios factores:

- Factores relacionados directamente con las características, disposición y cantidad de las trampas ya que la cantidad y estado de las especies que quedan atrapadas en las redes varía en función de:
 - dimensiones de la trampa que incide directamente en la capacidad de albergar capturas.
 - luz de malla que va a determinar el tamaño de las especies que quedan atrapadas en las trampas.
 - presencia de pantalla antes de la primera muerte, consistente en un dispositivo que impide la existencia de huecos mayores de 4cm, que evitará la captura de individuos mayores de este tamaño.
 - inundación de la primera muerte que afectará al estado de aquellas especies que quedan atrapadas en las trampas que necesitan respirar pero disminuirá el riesgo de atrapar aves acuáticas.
 - tiempo de permanencia de las trampas que estará directamente relacionado con el número de capturas.
 - situación respecto al cauce (orilla, aguas abiertas, vegetación) ya que de ello dependerá la eficacia de la trampa y por tanto la cantidad de capturas.
 - número de trampas por unidad de superficie ya que un aumento de la superficie ocupada por trampas aumenta la probabilidad de caer accidentalmente en las redes.
- Factores relacionados con las características ambientales de la zona de pesca ya que las características físico-químicas del agua, el nivel y superficie de inundación así como el estado de conservación de cada uno de los sectores del Brazo del Este influyen en la distribución de otras especies diferentes al cangrejo y por tanto en la probabilidad de caer accidentalmente en las trampas.
- Factores relacionados con la intensidad pesquera o criterios del pescador para seleccionar la ubicación de las trampas, ya que la intensidad pesquera aumentará en función de la superficie y nivel de inundación de cada sector y/o la densidad de población de cangrejos.

Metodología

Selección de las estaciones de muestreo

Se ha dividido la totalidad del Brazo del Este en los diferentes sectores que lo conforman definidos por los distintos meandros del antiguo río, en la actualidad separados y limitados por el encauzamiento artificial. Esta sectorización es la utilizada por los pescadores para definir sus zonas pesqueras (Tabla 12).



Tabla 12. Sectorización ambiental del Brazo del Este. Se indican con un asterisco (*) los sectores muestreados durante los meses de marzo y abril de 1999.

SECTOR (N->S)
Conde Grande*
Conde Chico*
El Salgar
Pico Tijeras*
La Hermosilla
El Convento
La Margazuela Grande*
La Margazuela Chica
Capitán
Quintanilla

Frecuencia de muestreo

Los muestreos tienen una frecuencia mensual durante el tiempo que dura la campaña pesquera, que abarca desde el 15 de septiembre hasta el 15 de abril. Hasta la fecha se han realizado dos prospecciones en los meses de marzo y abril de 1999.

Método de muestreo

El método de muestreo para evaluar el impacto que produce la nasa sobre especies diferentes del cangrejo consiste 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...). El número de trampas a revisar será variable ya que dependerá del número que tenga puestas el pescador con el que se realiza la revisión de las nasas.
- Estimar la cantidad de nasas totales existentes en cada sector mediante una encuesta a los pescadores de las dos cooperativas de cangrejo que tienen permiso por la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente para pescar en el Brazo del Este, el día de pesada. Existen dos sectores, Quintanilla y la Bomba, donde se permite pescar a un número reducido de pescadores libres los cuales no serán considerados para este estudio por la dificultad que supone su seguimiento. La encuesta consiste en el preguntar a cada pescador el número de trampas que tiene y su distribución por sectores, así como los kilos de cangrejo en cada sector por semana.
- 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. Cada una de las nasas revisadas ha sido descrita considerando dimensiones (nº de muertes), luz de malla, presencia de pantalla protectora anterior a la primera muerte, primera muerte sumergida o no, tiempo de permanencia, situación respecto al cauce (orilla, aguas abiertas, vegetación) y densidad de trampas por



unidad de superficie.

- Factores propios del sector: características físico-químicas básicas del agua: T^a, conductividad, concentración de oxígeno disuelto, pH y transparencia. Todos estos parámetros han sido medidos mediante aparatos de campo a excepción de la turbidez que se ha medido mediante un disco de Secchi negro de 8cm de diámetro específico para zonas someras.
 - Superficie y nivel de inundación media del sector.
 - Estado de conservación mediante análisis cualitativo de estado de las orillas, cauce y vegetación de ambas.
- Factores relacionados con la intensidad pesquera en cada sector: caracterización de la población de cangrejos de cada uno de los sectores analizados mediante una estima de la densidad relativa (captura por unidad de esfuerzo = n° de cangrejos/nasa/día) contabilizando el número de cangrejos que cae por trampa y de la estructura de la población mediante el análisis de una muestra representativa de cada sector (50 cangrejos) los cuales son sexados, medidos, pesados y controlado su estado de madurez (esta medida sólo se realiza en el caso de los machos ya que para conocer el estado de madurez ovárica de las hembras es necesario su sacrificio lo que supondría una reducción de la captura para el pescador del que se toma la muestra).

Resultados

Impacto producido por el arte de pesca

Para evaluar el impacto de la nasa sobre otras especies diferentes del cangrejo por captura accidental, se han revisado un total de 190 trampas, 71 durante el mes de marzo correspondientes a los sectores de Margazuela Grande, Conde Grande y Pico Tijeras en los que se revisaron respectivamente 39, 13 y 19 trampas y 119 durante el mes de abril, correspondientes a los sectores Margazuela grande, Conde Grande y Conde Chico donde se revisaron respectivamente 42, 62 y 15 trampas.

Las especies encontradas en las trampas son especies de macroinvertebrados: *Dytiscus marginalis* (ditisco); peces: *Cyprinus carpio* (Carpa), *Lisa ramada* (Albur), *Barbus spp.* (Barbo) y *Anguilla anguilla* (Anguila); anfibios: *Rana perezi* (Rana común); reptiles: *Natrix maura* (Culebra de agua) y aves: *Gallinula chloropus* (Polla de agua) y *Fulica atra* (Focha común).

Las especies que aparecen con mayor frecuencia en la totalidad de las trampas revisadas son por orden decreciente carpa>ditisco>anguila>albur> barbo, rana común y polla de agua> culebra de agua y focha común. El promedio de individuos de las diferentes especies capturadas por trampa y semana es, en todos los casos, muy bajo y oscila entre 0.01 y 0.79. (Tabla 13).



Tabla 13. CPUE (número de individuos de cada especie capturados por trampa y semana) \pm desviación estándar registradas en las prospecciones de marzo y abril de 1999.

Especies	Marzo	Abril	Total
Ditisco	0.29 \pm 0.47	0.25 \pm 0.96	0.26 \pm 0.81
Carpa	0.47 \pm 1.13	0.98 \pm 1.60	0.79 \pm 1.46
Albur	0.01 \pm 0.07	0.03 \pm 0.21	0.03 \pm 0.17
Barbo	0.03 \pm 0.09	0.01 \pm 0.09	0.02 \pm 0.09
Anguila	0.20 \pm 0.43	0.07 \pm 0.23	0.12 \pm 0.32
Rana común	0.03 \pm 0.06	0.02 \pm 0.13	0.02 \pm 0.11
Culebra de agua	0.00 \pm 0.00	0.01 \pm 0.09	0.01 \pm 0.07
Polla de agua	0.03 \pm 0.17	0.02 \pm 0.13	0.02 \pm 0.14
Focha común	0.00 \pm 0.00	0.02 \pm 0.13	0.01 \pm 0.10

Comparando las dos prospecciones realizadas hasta el momento, se observa que el número de individuos por trampa de las especies capturadas es similar, excepto en el caso de la culebra de agua y la focha común cuya presencia en las nasas sólo se detecta durante el mes de abril. La diversidad de especies capturadas durante el mes de marzo es menor (7 especies) que durante el mes de abril (9 especies) (Tabla 13).

Las especies más frecuentes en las nasas durante el mes de marzo son la carpa en el sector Margazuela Grande (0.56 \pm 1.41 individuos/trampa/semana), la anguila en el sector Conde Grande (0.92 \pm 0.46 individuos/trampa/semana) y el ditisco en el Pico Tijeras (1.06 \pm 0.03 individuos/trampa/semana) (Tabla 14), mientras que en el mes de abril el máximo de capturas en los tres sectores analizados corresponde a la carpa (2.26 \pm 2.03 en la Margazuela Grande, 0.26 \pm 0.54 en el Conde Grande y 0.40 \pm 0.74 en el Conde Chico). La presencia de aves en las trampas se detectó únicamente en el sector Margazuela Grande (Tabla 15). Este mismo sector durante el mes de abril es el que registra el mayor número de capturas de especies distintas del cangrejo, aunque también presenta el mayor porcentaje de mortalidad de especies encontradas en el interior de las trampas, incluido el cangrejo (Tabla 15).



Tabla 14. CPUE (número de individuos de cada especie capturados por trampa y semana) ± desviación estándar registradas en marzo de 1999 para especies distintas del cangrejo. Se indica además, el número total de capturas para cada especie y el porcentaje de individuos que fueron hallados muertos. Para cada sector del Brazo del Este se muestra entre paréntesis el número de nasas revisadas

Especies	SECTORES											
	Margazuela Grande (39)				Conde Grande (13)				Pico Tijeras (19)			
	n	CPUE	% muertos	n	CPUE	% muertos	n	CPUE	% muertos	n	CPUE	% muertos
Ditisco	1.00	0.03±0.16	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00	19.00	1.06±0.03	5.26			
<i>Dytiscus marginalis</i>												
Carpa	22.00	0.56±1.41	0.00	9.00	0.69±0.88	0.00	2.00	0.11±0.06	0.00			
<i>Cyprinus carpio</i>												
Albur	0.00	0.00±0.00	0.00	1.00	0.08±0.15	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00			
(<i>Lisa Ramada</i>)												
Barbo	0.00	0.00±0.00	0.00	2.00	0.15±0.15	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00			
<i>Barbus spp.</i>												
Anguilla	2.00	0.05±0.22	0.00	12.00	0.92±0.46	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00			
<i>Anguilla anguilla</i>												
Rana común	0.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00	2.00	0.11±0.08	100.00			
<i>Rana perezii</i>												
Culebra de agua	0.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00			
<i>Natrix maura</i>												
Polla de agua	2.00	0.05±0.22	100.00	0.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00			
<i>Gallinula chloropus</i>												
Focha común	0.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00	0.00	0.00±0.00	0.00			
<i>Fulica atra</i>												



Tabla 15. CPUE (número de individuos de cada especie capturados por trampa y semana) \pm desviación estándar registradas en abril de 1999 para especies distintas del cangrejo. Se indica además, el número total de capturas para cada especie y el porcentaje de individuos que fueron hallados muertos. Para cada sector del Brazo del Este se muestra entre paréntesis el número de nasas revisadas.°

Especies	SECTORES											
	Margazuela Grande (42)				Conde Grande (62)				Conde Chico (15)			
	n	CPUE	% muertos	n	CPUE	% muertos	n	CPUE	% muertos	n	CPUE	% muertos
Ditisco	23.00	0.55 \pm 1.37	69.57	2.00	0.03 \pm 0.18	100.00	5.00	0.33 \pm 1.29	0.00	5.00	0.33 \pm 1.29	0.00
<i>Dytiscus marginalis</i>												
Carpa	95.00	2.26 \pm 2.03	49.47	16.00	0.26 \pm 0.54	37.50	6.00	0.40 \pm 0.74	0.00	6.00	0.40 \pm 0.74	0.00
<i>Cyprinus carpio</i>												
Albur	1.00	0.02 \pm 0.11	100.00	1.00	0.02 \pm 0.13	100.00	2.00	0.13 \pm 0.52	100.00	2.00	0.13 \pm 0.52	100.00
<i>Lisa Ramada</i>												
Barbo	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	1.00	0.02 \pm 0.13	100.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00
<i>Barbus spp.</i>												
Anguilla	2.00	0.05 \pm 0.13	0.00	5.00	0.08 \pm 0.27	0.00	1.00	0.07 \pm 0.26	0.00	1.00	0.07 \pm 0.26	0.00
<i>Anguilla anguilla</i>												
Rana común	1.00	0.02 \pm 0.15	100.00	1.00	0.02 \pm 0.13	100.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00
<i>Rana perezii</i>												
Culebra de agua	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	1.00	0.02 \pm 0.13	100.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00
<i>Natrix maura</i>												
Polla de agua	2.00	0.05 \pm 0.22	100.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00
<i>Gallinula chloropus</i>												
Focha común	2.00	0.05 \pm 0.22	100.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00	0.00	0.00 \pm 0.00	0.00
<i>Fulica atra</i>												



De las 42 nasas revisadas en el mes de abril en este sector, 20 de ellas, situadas próximas entre sí, presentan una elevada mortalidad de todas las especies contenidas, lo cual hace sospechar que estas trampas llevaban sin ser revisadas un tiempo superior a la semana indicada por el pescador.

Muchas de las especies que caen en las nasas perecen ahogadas puesto que al estar totalmente sumergida la trampa, no pueden salir a respirar. Es el caso de las aves, anfibios y reptiles (100% de las capturas muertas) o de los ditiscos (38% de las capturas muertas).

Entre los peces la causa más probable de mortalidad es la voracidad de los cangrejos, ya que muchos ejemplares aparecen parcial o totalmente devorados. De las 348 carpas capturadas en total, 53 (el 15.2%) aparecieron sin vida (la mayoría de ellas en la Margazuela Grande durante el mes de abril). Cuatro de los cinco albuces capturados murieron en las redes. Sin embargo, las 22 anguilas que cayeron en las trampas estaban vivas en el momento de revisar las nasas.

En la Tabla 16 se presentan los datos referentes al número de trampas por sector, colocadas por los pescadores de la cooperativa de Los Palacios en el Brazo del Este en el momento en el que se realizó el estudio.

Los datos muestran que el sector con mayor número de trampas era la Margazuela Grande, aunque es también donde hay mayor número de pescadores, seguido por orden decreciente por Capitán, Conde Grande, Pico Tijeras y Conde Chico.

Tabla 16. Número de pescadores de la Cooperativa de Los Palacios y número de nasas colocadas en cada uno de los sectores del Brazo del Este durante la campaña de 1999.

Sector	Nº pescadores	Nª nasas
Conde Grande	4	105
Conde Chico	1	15
Pico Tijeras	1	48
Margazuela grande	6	284
Capitán	4	141

Factores que inciden en el grado de impacto del arte de pesca

Características de las trampas

La orden 23 de abril de 1996 referente a la pesca del cangrejo rojo en el Paraje Natural del Brazo del Este regula algunos aspectos relacionados con las características de las trampas y la disposición de las mismas encaminados a reducir el impacto de las artes de pesca:

- El único arte de pesca autorizado es la nasa holandesa.
- Las nasas deben ir dotadas de un dispositivo que impida la existencia de huecos mayores de 4 cm , dispuestos hacia el exterior y situados antes de la primera muerte.
- Las nasas deben estar construidas con malla que garantice un lado mínimo de los cuadrados que la formen de 15mm, entre la primera y la segunda muerte, y de 8mm en el copo o cola.
- La instalación de las nasas deberá realizarse de forma que , al menos, el 50% de la



longitud del “ala” o “vela”, así como la totalidad de la muerte, queden sumergidos.

Las artes de pesca más ampliamente utilizados para la pesca del cangrejo es la nasa holandesa y la nasa cangrejera. Las características de estos artes se presentan en la Tabla 17.

Del total de nasas revisadas durante el periodo de estudio el tipo de trampa más ampliamente utilizado en el Brazo del Este, es una combinación de los dos tipos de artes de pesca descritos caracterizada por unas dimensiones iguales a la nasa cangrejera y por una luz de malla igual a la nasa anguilera (Tabla 18 y Tabla 19). En el mes de abril en los sectores Conde Grande y Conde Chico hay un pequeño porcentaje de nasas anguileras ya que el objetivo del pescador al que pertenecían las trampas revisadas era la captura no sólo del cangrejo sino también de la anguila (Tabla 19).

Tabla 17. Características en cuanto a dimensiones y luz de malla de los artes de pesca utilizados para la pesca del cangrejo rojo.

ARTES	DIMENSIONES MÁXIMAS (cm)	LUZ DE MALLA (lado del cuadrado mm.)
Nasa Holandesa	5 aros de madera o hierro plastificados: 55, 50, 45, 40 y 35 cm de diámetro	Primera muerte: 12 Segunda muerte: 8 Tercera muerte : 6
Nasa cangrejera	Igual a la anterior con una muerte menos	Primera muerte: 15 Copo: 8

El 100% de las nasas revisadas carecen de la pantalla establecida por la normativa que pretende minimizar la captura accidental de otras especies (Tabla 18 y Tabla 19).

El único artículo de la normativa que cumplen la totalidad de las trampas revisadas durante este periodo es la instalación de la trampa con más del 50% del ala o vela así como la primera muerte sumergidos (Tabla 18 y Tabla 19).

La totalidad de las trampas son revisadas y se retira su contenido semanalmente.

Tabla 18. Características de las nasas revisadas en los diferentes sectores del Brazo del Este durante el mes de marzo de 1999 expresado en %.

Sector	n	Dimensiones		Luz de malla*		Pantalla	Muerte+vela sumergida	Permanencia (días)
		3 muertes	2 muertes	AG.	CGJ.			
Margazuela Grande	39	0	100	100	0	0	100	7
Conde Grande	13	0	100	100	0	0	100	7
Pico Tijeras	19	0	100	100	0	0	100	7

* AG.=anguilera; CGJ.=cangrejera



Tabla 19. Características de las nasas revisadas en los diferentes sectores del Brazo del Este durante el mes de abril de 1999 expresado en %.

Sector	n	Dimensiones		Luz de malla*		Pantalla	Muerte+vela sumergida	Permanencia (días)
		3 muertes	2 muertes	AG.	CGJ..			
Margazuela Grande	42	0	100	100	0	0	100	7
Conde Grande	62	22.58	77.42	77.42	22.58	0	100	7
Conde Chico	15	26.67	73.33	73.33	26.67	0	100	7

* AG.=anguilera; CGJ.= cangrejera

Características del área de estudio

El Brazo del Este, hasta hace relativamente pocos años un ecosistema fluvio-mareal, se ha convertido en un humedal caracterizado por su desconexión con el Guadalquivir, con una elevada tasa de sedimentación y desecación de sus tramos por las sucesivas actuaciones y transformaciones humanas que han favorecido la interrupción del propio cauce mediante la construcción de infraestructuras de riego.

El uso de los terrenos colindantes de este paraje es fundamentalmente agrícola, basado en el cultivo de arroz y algo de regadío de algodón y remolacha, los cuales han invadido muchas playas o incluso el propio cauce.

Actualmente el régimen hídrico del Brazo del Este depende de las precipitaciones y del manejo hídrico de los arrozales.

Los sectores en los que se encuentra dividido el cauce son los siguientes:

El Conde

Corresponde a la zona más cercana al Nuevo Cauce del río Guadaira y lo constituyen el Conde Grande y el Conde Chico hasta el muro Caño Navarro. Este tramo permanece inundado la mayor parte del año por los aportes mareales procedentes del Guadaira y los que recibe de los canales de desagüe de los regadíos colindantes. Está conectado mediante tuberías carentes de compuertas con el encauzamiento del Brazo del Este. En el momento en el que se realizaron las prospecciones es el sector que presenta el mayor grado de inundación y la máxima profundidad (>1.00m) (Tabla 20). El Conde presenta una abundante vegetación relativamente bien conservada de eneas salpicadas por manchas de carrizo que alternan con superficies de aguas libres. Las playas de esta zona se encuentran desigualmente conservadas. Las características físico químicas de este sector son salinidad y contenido de oxígeno disuelto medios y transparencia muy elevada (Tabla 20).

Pico Tijeras

Este tramo comienza al pie del muro caño Navarro y continúa en dirección sur hasta encontrarse de nuevo con el citado muro. Esta zona permanece inundada gran parte del año por los aportes que recibe de los desagües de los cultivos de regadío cuando el arrozal está seco. Presenta una densa vegetación de eneas y bandas de carrizos, principalmente en las márgenes, con pequeños abiertos en el centro del cauce. Sin embargo, el nivel de agua es el mínimo registrado en los sectores analizados durante este



periodo (20cm) (Tabla 8). Las playas están prácticamente invadidas por los cultivos colindantes. Es el sector, de todos los analizados, que presenta menor salinidad y mayor transparencia. La concentración de oxígeno es elevada (Tabla 20).

El Salgar

Este sector parte del Caño Navarro hasta encontrarse de nuevo con el encauzamiento del Brazo del Este. El cauce sin embargo ha desaparecido ya que se ha desecado, rellenado y ocupado por los cultivos colindantes.

La Hermosilla

Continuando en dirección sur, la Hermosilla abarca una enorme curva del cauce al oeste del encauzamiento del Brazo del Este que se continúa hasta cruzar de nuevo dicho encauzamiento. Este sector está flanqueado y atravesado por varios canales construidos para el drenaje del arroz. Su régimen hídrico depende del manejo hídrico de dicho cultivo. En el momento en el que se realizaron las prospecciones de este estudio sólo contaba con pequeñas zonas encharcadas mientras el resto del cauce permanecía seco. La escasa vegetación de esta zona compuesta de eneas y carrizo se encuentra en un estado de conservación muy pobre ya que presentaba muestras de pisoteo y corta. Se encontró presencia de ganado equino ocupando el cauce. Las orillas han sido invadidas por los cultivos de arroz colindantes.

El Convento

Es el tramo que se continúa desde el oeste del encauzamiento hasta volver a encontrarse con él. La inundación de este sector depende absolutamente del manejo hídrico de los arrozales que le circundan cuyos canales desaguan aquí. En el momento en el que se realizó este estudio se encontraba completamente seco. Las márgenes están cubiertas de escasa vegetación de enea con síntomas de quema y corta. Este sector se encuentra limitado a su derecha por un canal de desagüe muy grande que ocupa las antiguas playas del cauce del Brazo del Este correspondiente a este sector.

Margazuela Chica

Es el tramo siguiente del cauce que va desde el encauzamiento del Brazo del Este hasta el nuevo Muro de los Portugueses. El nivel hídrico de este sector depende de las labores de los cultivos de arroz que lo rodean, sin embargo, en el momento en el que se realizó este estudio que todavía no estaban los arrozales inundados (la fecha de inundación de los arrozales comienza la tercera semana de abril), se encontraba con agua (Z media= 30cm) (Tabla 20). Comunica mediante tuberías con los tramos anterior y posterior aunque, al igual que la mayoría de los tramos, no se comunica con el encauzamiento. Se trata de una pequeña laguna somera cubierta de vegetación compuesta por enea, carrizo y castañuela encharcada en las márgenes con amplias zonas de aguas libres en el centro. Las playas han sido ocupadas casi totalmente por los cultivos de arroz circundantes. Las aguas se caracterizan por una salinidad y oxígeno disuelto elevados, pH elevado y una transparencia baja.



Margazuela Grande

Es la curva del cauce contigua por el este en sentido sur. Su nivel hídrico es dependiente del manejo hídrico que se realiza con el arroz, aunque, al igual que ocurría con la Margazuela Chica, en el momento en el que se realizó el estudio se encontraba inundada con un nivel medio de 50-60 cm (Tabla 20). Presenta densa vegetación de enea y carrizo con pequeños abiertos en las partes centrales del cauce y con castañuela encharcada ocupando las playas. Es el tramo cuyas orillas están mejor conservadas aunque se encuentran rodeadas de cultivos de arroz. El agua de esta zona se caracteriza por una salinidad y oxígeno disuelto elevados durante el mes de abril respecto al mes de marzo donde ambos parámetros se podrían considerar medios. Este aumento seguramente puede deberse a la falta de circulación del agua y al aumento de las temperaturas ambientales que producen una concentración de las sales disueltas en el agua y un aumento de la producción primaria.

Capitán

Es el siguiente tramo del cauce comprendido entre el Muro de los Portugueses y el encauzamiento del Brazo del Este.

La mayor parte del sector se encontraba seco en el momento en el que se realizó la prospección para este estudio. Sólo se permanecía con agua una pequeña superficie en la margen del cauce opuesta al muro, con una profundidad media de 30cm (Tabla 20), mientras que por el resto del sector discurría un pequeño canal que en ocasiones se difuminaba formando zonas encharcadas. Presenta una gran heterogeneidad ya que se mezclan zonas de densa vegetación de enea con superficies de aguas libres, carrizales espesos y extensiones encharcadas cubiertas de castañuela. Parte de las orillas están ocupadas por cultivos de arroz. Las características físico-químicas del agua son elevada salinidad, siendo el sector que presenta mayor salinidad de todos los analizados en el momento de estudio, elevado oxígeno disuelto y transparencia media.

Quintanilla

Este sector es el siguiente tramo del cauce en sentido sur que abarca, entre el Muro de los Portugueses y el encauzamiento del Brazo del Este, desde el anterior sector hasta la intersección de dicho muro con la carretera del Pinzón. El sector termina en una gran compuerta que comunica con un canal de desagüe. En el momento en el que se realizó el estudio sólo había un pequeño canal de agua circulando por el interior del cauce pero la mayoría del mismo se encontraba seco. Cuenta con un eneal muy aclarado con muestras de pisoteo del ganado. Las orillas se encuentran ocupadas por los cultivos de arroz circundantes que invaden también parte del cauce.



Tabla 20. Características físico-químicas del agua en los distintos sectores del Brazo del Este durante los meses de marzo y abril de 1999.

Parámetros físico-químicos	Marzo			Abril		
	Margazuela Grande	Margazuela Grande	Conde Grande	Pico Tijeras	Capitán	Margazuela Chica
Tªaire (°C)	-	21	20	22	24	22
Tªagua (°C)	16.6	19.8	17	23.3	20.8	21.6
C.E (µS/cm)	2970.0	4300	2720	1809	5350	4010
Salinidad (g/l)	1.4	2.2	1.3	0.7	2.8	2
TDS (mg/l)	1485.0	>1999	1630	903	>1999	>1999
O2 (mg/l)	5.9	9.42	4.05	13.2	11.48	18.01
O2 (% saturación)	62	103.6	41.7	152.8	132.8	205
pH	7	7.5	7	7	7	8.5-9
Profundidad (cm)	59	50	>100	20	30	30
Secchi (cm)	-	8	15.5	20	8	4

Características de la población de cangrejo

En la Tabla 21 se presentan los datos referentes a las capturas de cangrejo registradas en los diferentes sectores del Brazo del Este durante las dos prospecciones llevadas a cabo. Además de las CPUE se indica el porcentaje de individuos de talla comercial (mayores de 8 cm en longitud total) y la longitud media de éstos.

En general se aprecia que el sector que presenta mayor número de cangrejos por trampa es la Margazuela Grande durante el mes de abril mientras que el que presenta menos capturas es este mismo sector durante el mes de marzo. Sin embargo, se debe hacer notar que más de la mitad de los cangrejos capturados en las trampas durante el mes de abril estaban muertos. Los tamaños medios de los cangrejos considerados comerciales se encuentran entre 8.3-8.8cm.

Tabla 21. Capturas de cangrejo registradas durante marzo y abril de 1999. Se indica, para cada sector, el número de nasas revisadas (n), las CPUE (número de cangrejos/trampa/semana) y el porcentaje y la longitud media ± SD de los cangrejos de talla comercial (mayores de 8cm de longitud total).

Sector	Fecha	n	CPUE	% > 8cm	L. media±SD (> 8cm)
Margazuela Grande	Marzo	39	7.77	90.10	8.28 ± 0.85
Margazuela Grande	Abril	42	55.29	-	8.83 ± 0.90
Conde Grande	Abril	62	26.00	78.05	8.40 ± 13.85
Conde Chico	Abril	15	28.13	85.78	-



EXPLOTACIÓN SEMIEXTENSIVA DE CANGREJO ROJO EN ARROZAL

– SEGUIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL CANAL DE RIEGO DE LA TABLA EXPERIMENTAL DE CULTIVO DE CANGREJO

Introducción

La tabla experimental transformada para el cultivo de cangrejo se abastece de un canal con influencia mareal que permanece con agua todo el año. Durante el periodo de cultivo del arroz recibe también aportes de las aguas que proceden de los desagües de las tablas de arroz colindantes. En los meses en que los arrozales permanecen secos, el canal presenta un régimen hídrico mareal con importantes fluctuaciones en el nivel de inundación nivel.

La cantidad y calidad del agua disponible para el abastecimiento de la tabla experimental está condicionada por las importantes fluctuaciones tanto del régimen de inundación, como de las características físico-químicas del agua del canal. Por esta razón resulta fundamental tener un conocimiento de las variaciones tanto diarias como mensuales de las características del agua de riego de la tabla, ya que de ello depende el óptimo desarrollo del cultivo de cangrejo.

Metodología

El seguimiento de las características del agua de riego de la tabla experimental para el cultivo de cangrejo se ha realizado con carácter mensual. Además se han llevado a cabo tres ciclos diarios de medidas durante los meses de marzo y abril de 1999 con objeto de registrar la variabilidad diaria del agua del canal.

Durante los ciclos diarios se han realizado registros de los parámetros básicos del agua: temperatura del aire y del agua, concentración de oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, conductividad eléctrica, salinidad, total de sólidos disueltos (TSD), pH y profundidad.

Resultados

La variación de los parámetros medidos en los ciclos diarios que se presentan en la Figura 8, Figura 9 y Figura 10 muestran la relación entre el régimen de inundación del canal y los parámetros analizados.

La conductividad es una medida indirecta del grado de mineralización del agua, y por tanto de la concentración de los electrolitos (aniones y cationes) disueltos en el agua. En general a mayor concentración de iones, mayor conductividad. En este caso la medida de la conductividad se puede usar para obtener estimas de la salinidad y sólidos disueltos totales. La observación diaria de este parámetro (Figura 8, Figura 9 y Figura 10) muestra que, en general, varía de forma inversa a la oscilación del nivel de agua en el canal. Se produce una bajada de la conductividad con el aumento de la profundidad del agua del canal, lo que se corresponde con el periodo de subida de la marea.



Aunque el oxígeno se puede difundir entre el aire y el agua, los procesos biológicos son más importantes que los físicos en la regulación las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua. Además de presentar una estrecha relación con los procesos biológicos se encuentra relacionado con algunas características físicas como son la temperatura, presión atmosférica y la salinidad. La concentración de oxígeno disuelto tiene una amplia variación a lo largo del día dependiendo de los procesos de respiración y fotosíntesis y la (Figura 8, Figura 9, Figura 10) se observa un patrón de variación similar en las tres fechas y en función de la hora del día, aunque también es necesario señalar que puede haber una cierta influencia de la acción mareal del canal.

El pH juega un papel fundamental en la dinámica de nutrientes del agua y presenta relación con la actividad biológica que en ella se desarrolla. En los ciclos diarios en los que se realizó el seguimiento se observa que la variación del pH es pequeña (Tabla 22) y no parece tener una relación clara con el nivel de inundación del canal (Figura 8, Figura 9, Figura 10).

La temperatura del agua del canal no parece estar influida por el nivel de inundación del canal sino que más bien está en función del régimen térmico diario.

En la Tabla 22 se presentan las diferencias de cada uno parámetros analizados entre la pleamar y la bajamar, que abarca alrededor de 6-7 horas, en los ciclos de medida diarios.

Puede apreciarse que los parámetros que presentan una variación menor durante el tiempo que dura la creciente o la vaciante de la marea son el pH y la T^a. La conductividad presenta un rango de variación en torno a 500 μ S/cm en los días analizados y la concentración del oxígeno disuelto presenta unos rangos de amplitud muy variados.

Por tanto, durante el tiempo que el canal recibe principalmente la influencia mareal, las fluctuaciones tanto de la cantidad como de la calidad del agua de abastecimiento a la tabla experimental son elevadas y difíciles de predecir. Se ha realizado un estudio de la variación horaria y en altura de la pleamar y la bajamar para intentar encontrar un patrón de variación de la marea observada respecto a la teórica del anuario de mareas de 1999 y de esta forma poder hacer una predicción que permita anticiparse a los acontecimientos. El análisis de los primeros datos obtenidos no ha mostrado ningún patrón claro de comportamiento, por lo que es necesario seguir recopilando información.

Aunque es muy necesario continuar con la monitorización del agua del canal en diferentes estaciones, los primeros datos apuntan a que la mejor calidad del agua está en relación con la pleamar.

Tabla 22. Rango de variación entre la pleamar y la bajamar para los distintos parámetros físico-químicos del agua analizados durante los ciclos diarios de medida en el canal de riego de la tabla experimental de cultivo de cangrejo.

Fecha	T ^a agua(°C)	Conduc. (μ S/cm)	pH	O ₂ (mg/l)	Z(cm).
18/03/99	3.4	-	0.5	5.5	49
09/04/99	3.5	530	1	12.55	48.5
26/04/99	1.4	542	1.5	8.94	32

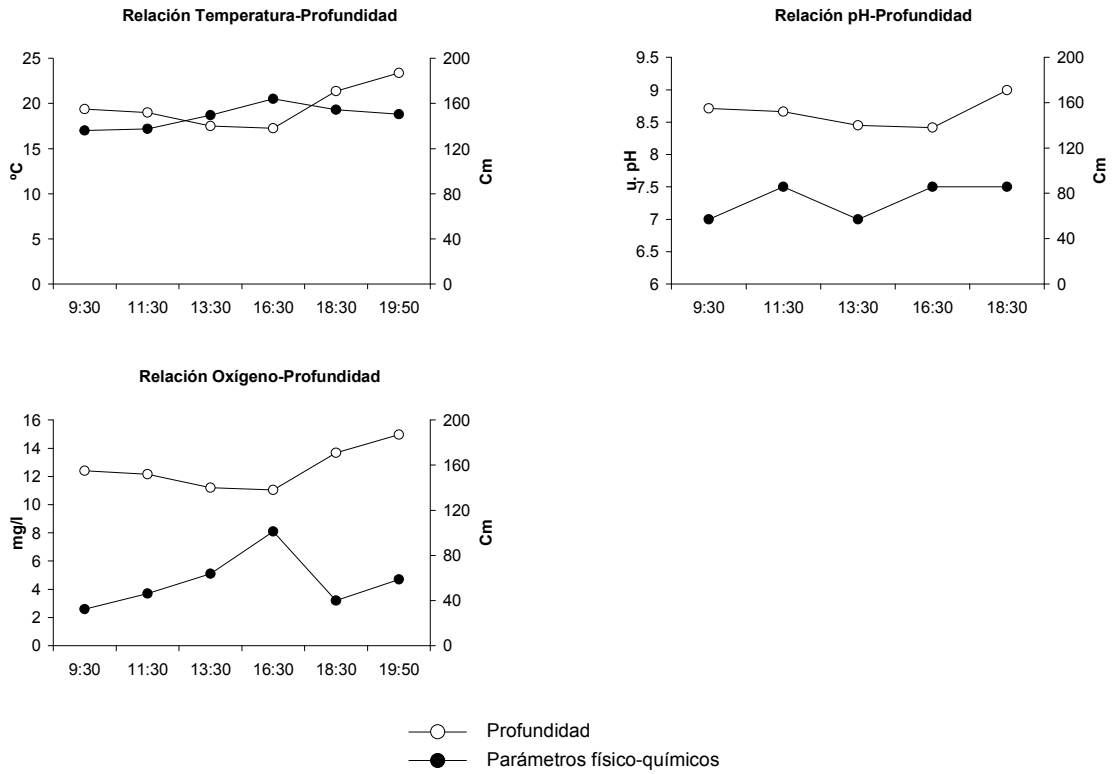


Figura 8. Variación diaria de los principales parámetros físico-químicos del agua registrada el 18 de marzo de 1999 en el canal de riego de la tabla experimental. Para cada parámetro se indica como referencia la variación diaria del nivel de agua.

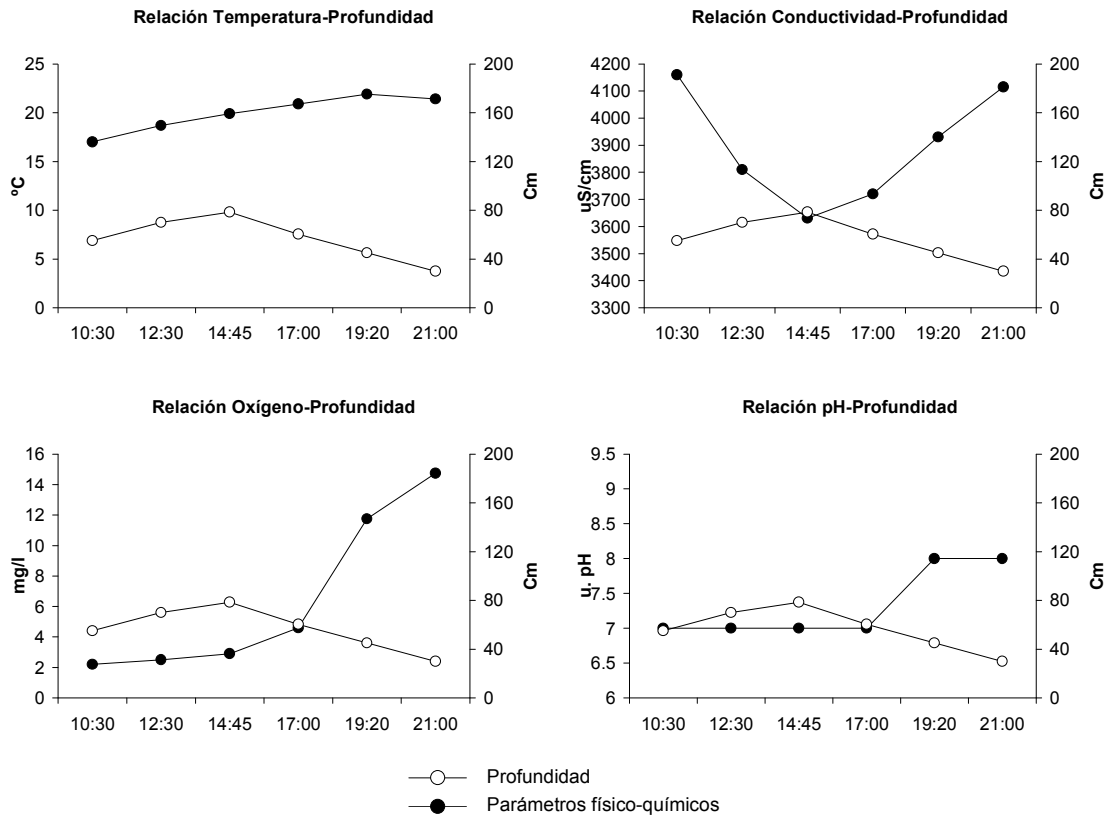


Figura 9. Variación diaria de los principales parámetros físico-químicos del agua registrada el 9 de abril de 1999 en el canal de riego de la tabla experimental. Para cada parámetro se indica como referencia la variación diaria del nivel de agua.

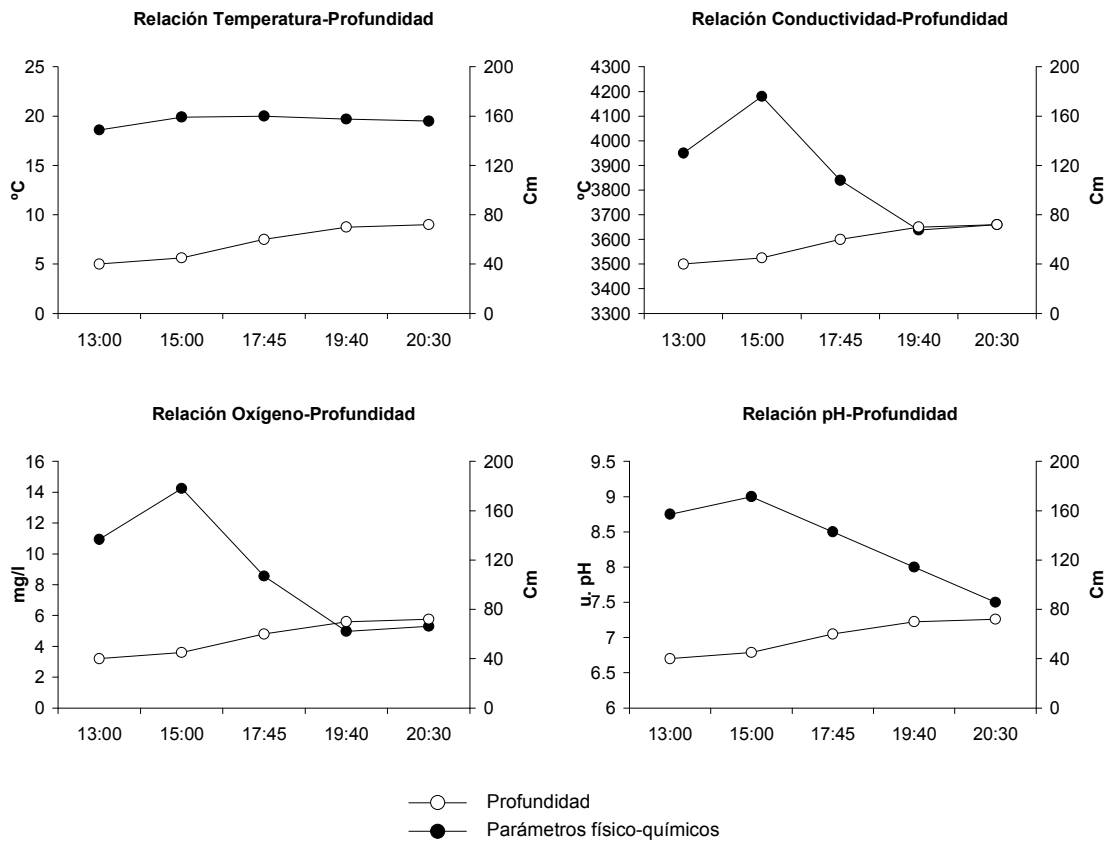


Figura 10. Variación diaria de los principales parámetros físico-químicos del agua registrada el 26 de abril de 1999 en el canal de riego de la tabla experimental. Para cada parámetro se indica como referencia la variación diaria del nivel de agua.



EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CANGREJO ROJO (*PROCAMBARUS CLARKII*) EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

Se ha realizado la selección definitiva del emplazamiento para el experimento de exclusión de cangrejo rojo. La ausencia de lluvias en los últimos meses con la consiguiente falta de llenado de la Marisma de Doñana, ha impedido la utilización de la Marisma de Hinojos como área de trabajo para evaluar el efecto del cangrejo rojo en el ecosistema que habita. Por tal razón se ha cambiado la localización del área de estudio, que actualmente se ubica en el Lucio del Palacio.

El Lucio del Palacio es un humedal artificial inundado por agua de pozo que se mantiene con agua durante todo el año. Para comprobar su homogeneidad, se procedió a un muestreo estratificado del mismo, en el que se tomaron todos los parámetros bióticos y abióticos que serán controlados en el futuro experimento.

Los resultados demostraron la homogeneidad del Lucio, que presenta unas características muy similares en toda su superficie. Esto permitió seleccionar un área de trabajo dentro del lucio donde instalar los corrales de exclusión.

El experimento con corrales de exclusión consiste en aislar un área del medio relativamente grande para que incluya toda la red trófica presente pero permitiendo el manejo de alguno de sus parámetros, en este caso la densidad de cangrejo rojo.

Se construyeron seis corrales de 5x5 m con malla de plástico de 0,5 cm de luz, enterrados en el sedimento un mínimo de 15 cm, y con una banda de plástico liso cubriendo la parte superior. De esta forma se impide el paso del cangrejo en ambos sentidos, tanto por encima de los corrales, en caso de que escalasen la malla, como por su parte inferior, si es que se enterrasen en el sedimento. Tres de estos corrales se mantendrán con una densidad de cangrejo nula o muy baja, mientras que en los tres restantes se añadirá una población de cangrejo conocida similar a la que se ha encontrado de forma natural en el lucio en estudios previos.

Al mismo tiempo se determinaron tres áreas control de 5x5 m, que no fueron cerradas por malla pero se marcaron con alambre en todo su perímetro. Esta limitación permite el libre paso de cangrejo pero no el de ganado, cérvidos u otros vertebrados de gran tamaño que producen impacto en el medio mediante su pisoteo. Por otro lado se ha considerado otras tres áreas elegidas al azar en la superficie del Lucio, no marcadas y que cambiarán a lo largo del experimento, para comprobar cuan representativa es la red trófica presente en los corrales en comparación con el medio natural no manejado.

Tras la instalación de todas las estructuras necesarias se procedió a la toma de muestras en cada uno de las áreas consideradas: seis corrales, tres controles y tres puntos al azar del Lucio. Para completar estos análisis se tomó otro punto de muestreo en el Lucio de El Bolín, humedal también artificial situado al lado del Lucio del Palacio, pero de características un poco diferentes. Con ello se estudia al mismo tiempo la red trófica de otro medio acuático marismeno presente en el Parque Nacional de Doñana.

Al tiempo que se construyeron los corrales de exclusión para cangrejo, se procedió al muestreo de la población de cangrejo en el Lucio del Palacio, mediante el



trapeo del mismo. Se dispusieron doce nasas cubriendo toda la superficie del humedal, con el fin de capturar la población activa de cangrejo. A los individuos capturados se les tomaron los parámetros acostumbrados (edad, sexo, longitud total, peso) y se guardó una muestra de hembras para analizar el estado ovárico de las mismas.

Tras la construcción de los corrales y la toma de muestras en el interior de los mismos, se realizó un trapeo intensivo durante cuatro días, con dos nasas por cada corral, para extraer todos los individuos de cangrejos que aun pudiera haber dentro de ellos. Estos individuos se trataron igual que los capturados en el resto del lucio.



BIBLIOGRAFÍA

- APHA 1985. *Standard methods for the examination of water and wasted water*. 16th Ed.
- Asensio, J.M. (1989). *Impacto de la captura del cangrejo rojo sobre otras poblaciones animales del brazo del Este*. Informe inédito. Junta de Andalucía.
- Domínguez, L. (1987). *Impacto de la pesca del cangrejo del cangrejo rojo americano (Procambarus clarkii Girard) en el Parque Nacional de Doñana durante la temporada 1987*. ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Gutierrez-Yurrita, P.J.; Green, A.; López-Romero, M.A.; Bravo, M.A. & Montes, C. (1997). Nuevo modelo de trampa para reducir el impacto de la pesca del cangrejo sobre los vertebrados en las marismas del Guadalquivir. *Doñana Acta Vertebrata*, 24 (1-2): 51-66.
- Librero, M. (1980). *Biología y pesca del cangrejo*. Jornadas de estudio del cangrejo. Junta de Andalucía.
- Montes, C.; Bravo, M.A.; Baltanás, A.; Duarte, C. & Gutierrez-Yurrita, P.J. (1993). *Bases ecológicas para la gestión integral del cangrejo rojo de las marismas en el Parque Nacional de Doñana, España*. ICONA. Madrid.



Indice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE CANGREJO	2
2.1	CARACTERIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN DE CANGREJO ROJO	2
	<i>Resultados</i>	4
2.2	DINÁMICA POBLACIONAL DEL CANGREJO ROJO (PROCAMBARUS CLARKII) EN LA MARISMA TRANSFORMADA DEL BAJO GUADALQUIVIR.....	14
	<i>Introducción</i>	14
	<i>Metodología</i>	14
	<i>Resultados</i>	16
2.3	CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES QUE CONTROLAN LA DISTRIBUCIÓN DEL CANGREJO ROJO	28
	<i>Introducción</i>	28
	<i>Material y métodos</i>	28
	<i>Resultados</i>	29
3	EVALUACIÓN DEL IMPACTO PRODUCIDO POR LA PESCA DEL CANGREJO ROJO	33
	<i>Introducción</i>	33
	<i>Objetivos</i>	33
	<i>Hipótesis</i>	34
	<i>Metodología</i>	34
	<i>Resultados</i>	36
4	EXPLOTACIÓN SEMIEXTENSIVA DE CANGREJO ROJO EN ARROZAL	46
4.1	SEGUIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL CANAL DE RIEGO DE LA TABLA EXPERIMENTAL DE CULTIVO DE CANGREJO	46
	<i>Introducción</i>	46
	<i>Metodología</i>	46
	<i>Resultados</i>	46
5	BIBLIOGRAFÍA	53