

Densidad poblacional del cangrejo violinista *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) (Brachyura: Ocypodidae) en la costa Atlántica del sur de España.

José M. Boa y José M. Guerra-García*

Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Avda. Reina Mercedes 6, 41012, Sevilla, España

*jmgueerra@us.es

RESUMEN

Uca tangeri es la única especie de cangrejo violinista presente en Europa y se distribuye por el sur de la Península Ibérica y oeste de la costa africana hasta Angola. Se estudiaron dos poblaciones de la costa Atlántica del Sur de España (El Rompido en Huelva y el río San Pedro en Cádiz) desde octubre 2012 hasta septiembre 2013. Las dos poblaciones de *U. tangeri* mostraron actividad durante todo el año, exceptuando el periodo invernal (diciembre a febrero), en el que no se observaron cangrejos y las madrigueras permanecían tapadas durante la bajamar. Los censos visuales subestimaron significativamente la densidad en comparación con los censos por conteo de madrigueras, que resultaron ser más adecuados. La densidad máxima en la población de El Rompido se alcanzó en julio (29,4 ind/m²) mientras que en Río San Pedro fue registrada en mayo (22,2 ind/m²). La población del Río San Pedro mostró una mayor proporción de machos. En El Rompido se observaron muchos machos regenerando la pinza grande, probablemente arrancada por pescadores locales para fines gastronómicos.

Palabras clave: *Uca tangeri*, Península Ibérica, métodos no invasivos, censos visuales y de madrigueras, estacionalidad.

INTRODUCCIÓN

Los cangrejos violinistas (género *Uca*) están representados por 94-97 especies (dependiendo de los autores) de cangrejos intermareales que excavan madrigueras en el sustrato fangoso o arenoso (Rosenberg, 2001). Las hembras tienen dos pinzas del mismo tamaño, mientras que los machos poseen una pinza mucho mayor que la otra. Esta pinza puede alcanzar hasta el 40% del peso total del individuo (Rosenberg, 1997; Jordão y Oliveira, 2001a). Todas las especies de *Uca* son semiterrestres y tanto la alimentación como la vida social tienen lugar en bajamar. Durante la pleamar, los cangrejos permanecen en sus madrigueras y cierran la salida al exterior con fango (Wolfrath, 1992a).

Uca tangeri es la única especie de cangrejo violinista presente en Europa. Su distribución geográfica se extiende desde el Sur de España y Portugal (~37°N) hasta Angola (~16°S) atravesando toda la costa oeste africana (Spivak y Cuesta, 2009). Los machos de *U. tangeri* se caracterizan por presentar una pinza grande blanquecina que contrasta con el color marrón anaranjado del cuerpo y de la otra pinza, y con el color oscuro del

Artículos

ambiente de fango donde viven. Usan la pinza grande en comportamientos agonísticos y también para atraer a la hembra (Jordão & Oliveira, 2001b). Los individuos de *U. tangeri* hacen pequeñas bolas de sustrato (“mudballs”) que colocan alrededor de sus madrigueras (Oliveira *et al.*, 1998). Aunque tanto los machos como las hembras participan en la formación de las bolas, los machos producen más bolas y de mayor tamaño y las disponen más lejos de la entrada de las madrigueras que las hembras (Oliveira *et al.*, 1998). Esta especie se alimenta principalmente de microalgas, que son extraídas del sedimento, pero también de raíces de macrófitos, macroalgas, detritus, y restos de peces (Wolfrath, 1992b). Los cangrejos suelen permanecer en las cercanías de su madriguera en la que entran rápidamente si detectan algún peligro (Ens *et al.*, 1993). Los depredadores naturales de *U. tangeri* son las aves marinas, pero existen evidencias indirectas de depredación por ratas (Von Hagen, 1962). Los pescadores son los principales depredadores en las poblaciones del Algarve del sur de Portugal, pues les quitan las pinzas grandes a los machos adultos para usarlas en gastronomía local (Jordão y Oliveira, 2001b); en muchas ocasiones los machos son liberados nuevamente para que regeneren la pinza arrancada (ver Oliveira *et al.*, 2000; Spivak & Cuesta, 2009)

Aunque la ecología, la fisiología y el comportamiento de *U. tangeri* han sido bastante estudiados (von Hagen, 1987; Wolfrath, 1992a,b, 1993; Rodríguez *et al.*, 1997; Oliveira y Custodio, 1998; Latruffe *et al.*, 1999; Burford *et al.*, 2001; Jordão y Oliveira, 2001a,b, 2003, 2005; Cummings *et al.*, 2008), existen pocos estudios centrados en las fluctuaciones estacionales de las densidades poblacionales. Por tanto, el principal objetivo del presente trabajo es caracterizar el tamaño poblacional y la estacionalidad a lo largo de un año completo de dos poblaciones de la costa Atlántica del sur de España (El Rompido, Huelva y Río San Pedro, Cádiz). Adicionalmente, en estas dos localidades, se comparan dos métodos no invasivos (censos visuales vs conteo de madrigueras) empleados para cuantificar la densidad de población.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo tuvo lugar en dos localidades: La Playa del Rompido (37° 12-13'N, 7° 6-7'W) y las Marimas del Río San Pedro (36° 23-37' N, 6° 8-15' W) (Figuras 1 y 2). El Rompido está localizado en la desembocadura del río Piedras y abarca un área de marismas separada del océano Atlántico por una barra de arena, formada por depósitos marinos como resultado de las contribuciones del río, la marea y los vientos predominantes en la zona. La dinámica geomorfológica de esta flecha de arena es única en cuanto a tamaño en toda la costa andaluza, con una longitud de más de 12 kilómetros; la tasa de crecimiento durante el último siglo ha sido mayor de 30 metros por año.



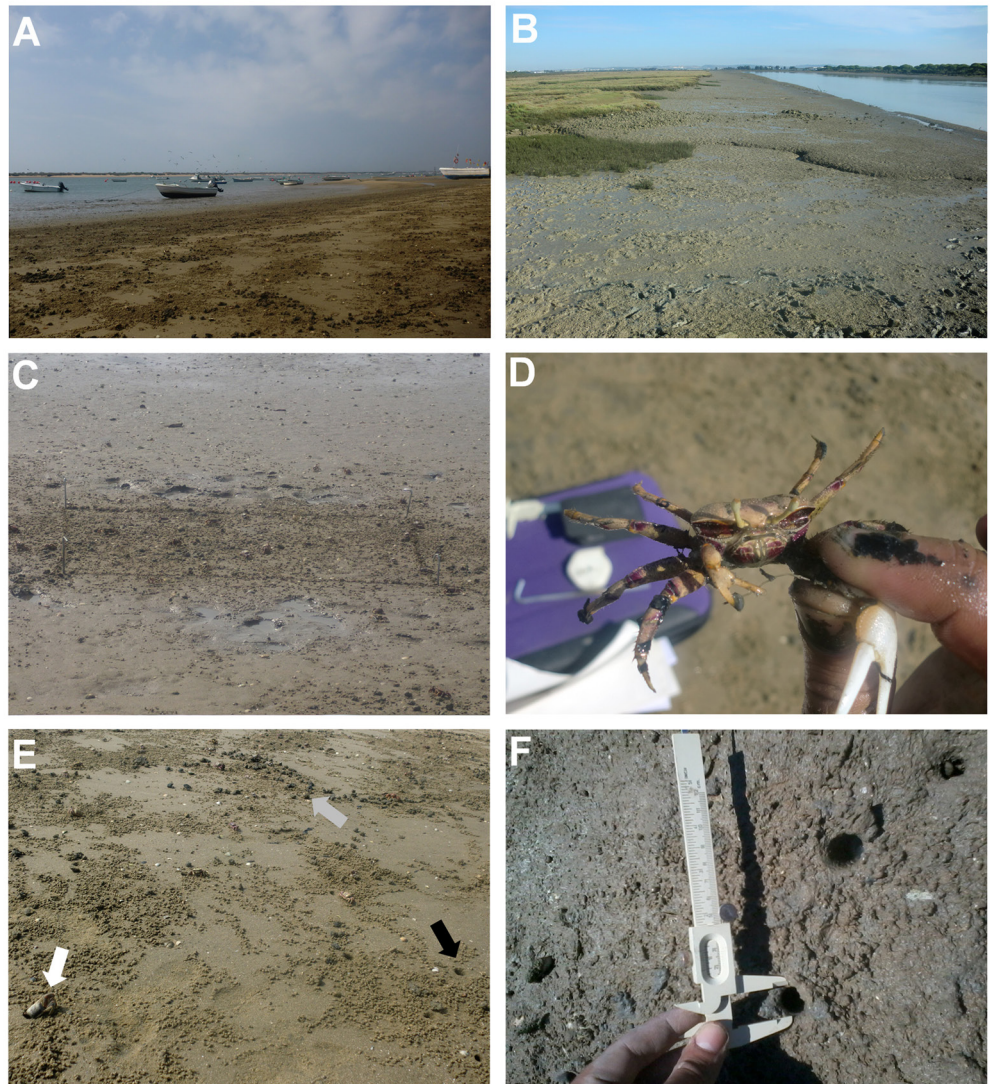
Fig. 1. Área de estudio mostrando la localización de las dos estaciones muestreadas en la costa Atlántica del sur de España.

Artículos

El lugar está sujeto a importantes fluctuaciones en salinidad y temperatura y fuertes corrientes de marea (Guerra-García *et al.* 2000). El Río San Pedro es una zona de marismas situadas al sudeste de la Bahía de Cádiz. El área de marismas tiene 12 kilómetros de longitud y está sometida a mareas de amplitud 1-3,5 m. La desembocadura del río funciona como una laguna de estuario, donde el suministro de sedimentos es de procedencia marina fundamentalmente (ver Borrego *et al.*, 1993).

El muestreo se llevó a cabo mensualmente (12 muestreos, uno por mes desde octubre 2012 a septiembre 2013) en El Rompido y por estación del año (4 muestreos, uno por estación) en Río San Pedro [otoño (octubre), invierno (enero), primavera (mayo) y verano (julio)]. Para estimar la densidad de *U. tangeri*, se utilizaron dos métodos: conteo de madrigueras y censos visuales de ejemplares activos (Jordão y Oliveira, 2003). En cada muestreo, en marea baja, se dispusieron al azar 5 cuadrículas de 1 m² (Figura 2) y el conteo de individuos se llevó a cabo el mismo día, después de haber marcado las cuadrículas (véase metodología en Jordão y Oliveira, 2003). El observador permanecía inmóvil durante 15 minutos a una distancia de 3,5 m de las cuadrículas antes de empezar las observaciones. En cada censo, se anotó el número de machos y hembras por cuadrícula con ayuda de binoculares. Una vez completado el censo visual, se procedió a contar el número de agujeros en cada cuadrado marcado.

Fig. 2.
A) Localidad de muestreo El Rompido, B) Localidad de muestreo del Río San Pedro (Cádiz), C) Cuadrícula de 1m² usada en los censos visuales y el conteo de madrigueras, D) Ejemplar macho de *U. tangeri*, E) Sedimento mostrando un ejemplar entrando en su madriguera (flecha blanca), grupo de bolas de fango (flecha gris) y madriguera (flecha negra), F) Detalle de las madrigueras.



Artículos

La influencia de la localidad, la estacionalidad y el método de muestreo sobre la densidad de *U. tangeri* fue analizada usando un ANOVA de tres vías, con los siguientes factores: 'Localidad', un factor fijo, con dos niveles (El Rompido vs Río San Pedro), 'Estación del año', un factor fijo con 3 niveles (otoño, primavera y verano, ya que en invierno no se registró actividad en los cangrejos), y 'Método de muestreo', un factor fijo con dos niveles (censos visuales vs conteo de madrigueras). Los tres factores fueron ortogonales entre sí. Teniendo en cuenta que El Rompido fue muestreado mensualmente, y que el Río San Pedro se muestreó cada cuatro meses, para comparar adecuadamente las dos localidades, sólo se consideró un mes por estación del año en ambas localidades (octubre, mayo y julio). El muestreo incluyó también el mes de enero pero durante este mes no se registró ninguna actividad en los cangrejos. Para comparar el sex-ratio (calculado a partir de censos visuales) entre localidades y estaciones del año, se utilizó un ANOVA de dos vías. Antes de llevar a cabo los ANOVAS, se utilizó el test de Cochran para verificar la homogeneidad de varianzas. Cuando los ANOVAS indicaron una diferencia significativa para un determinado factor, la fuente de la diferencia fue identificada mediante tests de Student-Newman-Keuls (SNK) (Underwood, 1997). Los análisis se llevaron a cabo con el programa estadístico GMAV5 (Underwood y Chapman, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DENSIDADES POBLACIONES Y FLUCTUACIONES ESTACIONALES

La población de El Rompido de *U. tangeri* mostró actividad durante todo el año exceptuando el periodo de diciembre a febrero (Figura 3). Se ha descrito que *U. tangeri* necesita temperaturas en la superficie del sedimento de al menos 18°C para mantenerse activo (Wolfrath, 1992a). Durante los meses de invierno no se observaron cangrejos y las madrigueras permanecieron cerradas durante la marea baja. Las densidades medias estimadas con los censos visuales oscilaron entre los 6,6 ind/m² en junio y los 12,8 ind/m² en noviembre. Las densidades estimadas por conteo de madrigueras mostraron valores más altos (oscilando entre los 14,2 ind/m² en agosto y 29,4 ind/m² en julio). En el Río San Pedro (Figura 4) el patrón fue similar, con ausencia de actividad en enero y valores más altos para el conteo de madrigueras que para los censos visuales. Las densidades máximas en esta población se midieron en mayo (22,2 ind/m² con el método de conteo de madrigueras). Estas densidades de las poblaciones del sur de España son ligeramente más altas que las medidas en poblaciones del sur de Portugal, que oscilan entre los 6 y los 16 ind/m² (Wolfrath, 1992a; Jordão y Oliveira, 2003).

El ANOVA de tres vías no mostró diferencias estacionales en la densidad de los cangrejos, de forma que podemos asumir una densidad similar en otoño, primavera y verano (Tabla 1). Se obtuvo interacción entre localidad y estación del año (P=0,017) y el SNK mostró densidades más altas en la población de El Rompido en otoño y en verano (otoño: El Rompido: 15,7 ± 2,0 ind/m², media ± error estándar, Río San Pedro: 8,5 ± 1,2 ind/m²; verano: El Rompido: 19,1 ± 3,5 ind/m², Río San Pedro: 12,4 ± 4,3 ind/m²), pero las diferencias no fueron significativas entre las dos localidades en primavera.

Artículos

MÉTODOS PARA ESTIMAR LA DENSIDAD DE CANGREJOS: CENSOS VISUALES VS CONTEO DE MADRIGUERAS

Se obtuvieron diferencias significativas importantes para el factor ‘método de muestreo’ ya que los conteos de madrigueras mostraron valores más altos que los censos visuales en las dos localidades durante todo el año (Figura 3 y 4, Tabla 1). La subestimación del censo visual fue de 49,7% en El Rompido, y 58.9% en el Río San Pedro. Este patrón fue obtenido también por Jordão & Oliveira (2003) en una población del Parque Natural de la Ría Formosa, Algarve, Portugal, con una subestimación del 60,8%. Tal como señalan estos autores, esta subestimación puede deberse a que algunos individuos permanecen en sus madrigueras, particularmente las hembras ovígeras y los individuos que están mudando. Varios autores habían apuntado que los censos visuales subestiman la abundancia absoluta de *U. annulipes* en un 51% (Skov & Hartnoll, 2001). Jordão y Oliveira (2003) también compararon la estimación por conteo de madrigueras con la densidad absoluta obtenida por excavación y conteo directo de ejemplares y no encontraron diferencias significativas entre estos dos métodos. De hecho, el conteo de madrigueras puede considerarse como un método preciso, rápido y no invasivo para los censos de *U. tangeri*.

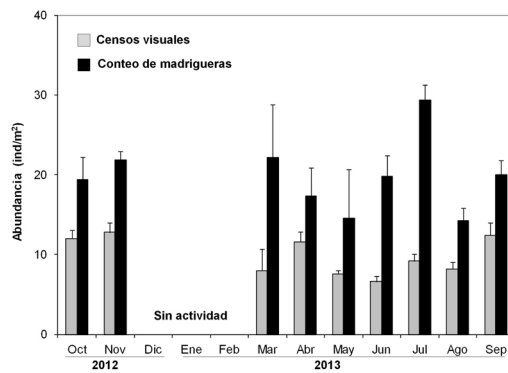


Fig. 3. Fluctuaciones estacionales (media ± error estándar) de la abundancia de *U. tangeri* (ind/m²) estimada con censos visuales y conteos de madrigueras en el Rompido.

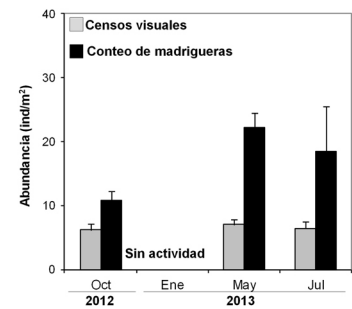


Fig. 4. Fluctuaciones estacionales (media ± error estándar) de la abundancia de *U. tangeri* (ind/m²) estimada con censos visuales y conteos de madrigueras en el Río San Pedro.

Tabla 1. Resultados del ANOVA de tres factores realizado para estimar la influencia de la localidad (El Rompido vs Río San Pedro), estación del año (otoño, primavera y verano) y método de muestreo (censos visuales vs conteo de madrigueras) en la densidad de *U. tangeri*. GL= Grados de libertad, MS = Media cuadrática.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	MS	F	P
Localidad (Lo)	1	187.27	4.42	0.041*
Estacionalidad (Es)	2	78.75	1.86	0.167 n.s
Método de Muestreo (Me)	1	1837.07	43.39	0.000***
Lo x Es	2	185.61	4.38	0.017*
Lo x Me	1	3.26	0.08	0.782 n.s
Es x Me	2	127.51	3.01	0.058 n.s
Lo x Es x Me	2	87.31	2.06	0.138 n.s
Residual	48	42.34		
Test de Cochran			C=0.62	
Transformación			Ninguna	

Artículos

SEX RATIO

Basado en el censo visual, el sex ratio (machos: hembras) pudo ser calculado para ambas poblaciones (Figura 5). La población del Río San Pedro mostró una mayor proporción de machos que la población del El Rompido (Tabla 2) y durante el final de la primavera y el comienzo de verano, el sex ratio se incrementó en ambas localidades (Figura 5). En cualquier caso, se ha de tener en cuenta que normalmente el sex ratio estimado por censos visuales está más desviado hacia los machos que el sex ratio real (Jordão y Oliveira, 2003). Además, estos autores señalaron que hay datos obtenidos en las poblaciones de *U. tangeri* del Algarve que reflejan una variabilidad del sex ratio entre 0,43 y 5,00 (machos: hembras) dependiendo de la hora del día (antes o después de la marea baja) y del ciclo lunar. Por consiguiente, los datos de sex ratio deben ser tomados con cautela.

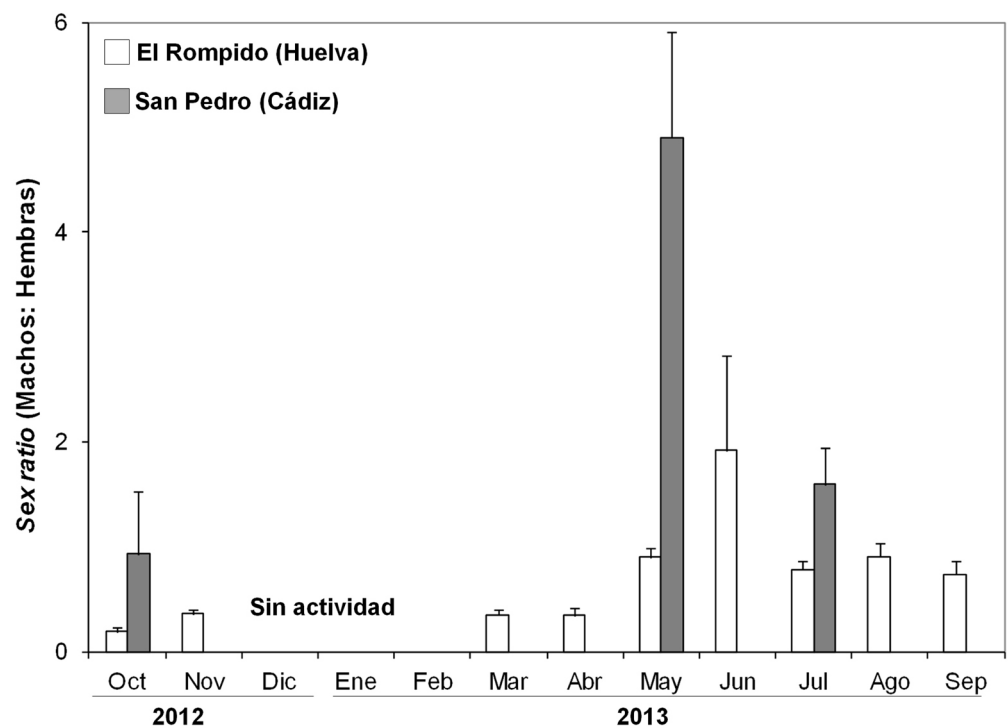


Fig. 5. Fluctuaciones estacionales (media ± error estándar) del sex ratio (machos: hembras *U. tangeri*) en el Rompido y Río San Pedro.

Tabla 2. Resultados del ANOVA de dos factores realizado para estimar la influencia de la localidad (El Rompido vs Río San Pedro) y estación del año (otoño, primavera y verano) en el sex ratio de *U. tangeri*. MS=Media Cuadrática, GL=grados de libertad.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	MS	F	P
Locality (Lo)	1	10.01	13.66	0.001**
Estacionalidad (Es)	2	14.38	19.64	0.000***
Lo x Es	2	0.60	0.82	0.45 n.s.
Residual	24	0.73		
Test de Cochran	C=0.36			
Transformación	Ln (x+1)			

Artículos

OBSERVACIONES DE COMPORTAMIENTO

Las mayores actividades de los individuos de *U. tangeri* se detectaron al final de la primavera y comienzos del verano. Durante este periodo los machos agitaban la pinza grande hacia arriba y hacia abajo con mayor intensidad (“waving activity”). A comienzos del verano, los enfrentamientos entre machos fueron más frecuentes. En la población de El Rompido, se observaron muchos machos regenerando su pinza grande, probablemente arrancada por los pescadores locales, tal como ocurre en el sur de Portugal (Jordão y Oliveira, 2001b). El patrón de distribución espacial de los individuos difirió entre El Rompido y el río San Pedro. En el río San Pedro, los machos más grandes se localizaron en la zona superior, más lejana a la costa, mientras que las hembras y los machos juveniles se localizaron en las zonas más bajas, próximas a la costa. La población de El Rompido, sin embargo, no mostró esta segregación espacial.

CONCLUSIONES

Se han estudiado las fluctuaciones estacionales de la especie *U. tangeri* en el sur de España a lo largo de un año completo. Durante los meses invernales los cangrejos permanecen en sus madrigueras, sin mostrar actividad en superficie. El método basado en los censos visuales subestima los valores de densidad en comparación con el método basado en el conteo de madrigueras. En cualquier caso, se requieren estudios futuros de comportamiento para comprender la biología de esta especie y las diferencias ecológicas entre poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Blanca Orgambides y a Manuel Boa su ayuda durante los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- BORREGO, J., MORALES, J.A., PENDÓN, J.G., 1993. Holocene filling of an estuarine lagoon along the mesotidal coast of Huelva: the Piedras river mouth, Southwestern Spain. *Journal of Coastal Research*, 9: 242-254.
- BURFORD, F.R.L., MCGREGOR, P.K., OLIVEIRA, R.F., 2001. Mudballing revisited: further investigations into the construction behaviour of male *Uca tangeri*. *Behaviour*, 138: 221-234.
- CUMMINGS, M.E., JORDÃO, J.M., CRONIN, T.W., OLIVEIRA R.F., 2008. Visual ecology of the fiddler crab, *Uca tangeri*: effects of sex, viewer and background on conspicuousness. *Animal Behaviour*, 75: 175-188.
- ENS, B.J., KLAASSEN, M., ZWARTS, L., 1993. Flocking and feeding in the fiddler crab (*Uca tangeri*): prey availability as risk-taking behaviour. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31: 477-494.
- GUERRA-GARCÍA, J.M., CORZO, J., GARCÍA-ASENCIO, I., GARCÍA-GÓMEZ, J.C., 2000. Seasonal fluctuations of *Phtisica marina* Slabber (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) in estuarine zone of southwest Spain. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 47: 527-531.

Artículos

- JORDÃO, J.M., OLIVEIRA, R.F., 2001a. Major claws make male fiddler crabs more conspicuous to visual predators: a test using human observers. *Hydrobiologia*, 449: 241-247.
- JORDÃO, J.M., OLIVEIRA, R.F., 2001b. Sex differences in predator evasion in the fiddler crab *Uca tangeri* (Decapoda: Ocypoidae). *Journal of Crustacean Biology*, 21: 948-953.
- JORDÃO, J.M., OLIVEIRA, R.F., 2003. Comparison of non-invasive methods for quantifying population density of the fiddler crab *Uca tangeri*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 981-982.
- JORDÃO, J.M., OLIVEIRA, R.F., 2005. Wandering in male fiddler crabs (*Uca tangeri*): alternative reproductive tactic or a functional constraint? *Behaviour*, 142: 929-939.
- LATRUFFE, C., MCGREGOR, P.K., OLIVEIRA, R.F., 1999. Visual signalling and sexual selection in male fiddler crabs *Uca tangeri*. *Marine Ecology Progress Series*, 189: 233-240.
- OLIVEIRA, R.F., CUSTÓDIO, M.R., 1998. Claw size, waving display and female choice in the European fiddler crab, *Uca tangeri*. *Ethology Ecology and Evolution*, 10: 241-251.
- OLIVEIRA, R.F., MCGREGOR, P.K., BURFORD, F.R.L., CUSTÓDIO, M.R., LATRUFFE, C., 1998. Functions of mudballing behaviour in the European fiddler crab *Uca tangeri*. *Animal Behaviour*, 55: 1299-1309.
- OLIVEIRA, R.F., MACHADO, L.L., JORDÃO, J.M., BURFORD, F.L., LATRUFFE, C., MCGREGOR, P.K., 2000. Human exploitation of male fiddler crab claws: behavioural consequences and implications for conservation. *Animal Conservation*, 3: 1-5.
- RODRÍGUEZ, A., DRAKE, P., ARIAS, A.M., 1997. Reproductive periods and larval abundance patterns of the crabs *Panopeus africanus* and *Uca tangeri* in a shallow inlet (SW Spain). *Marine Ecology and Progress Series*, 149: 133-142.
- ROSENBERG, M.S., 1997. Evolution of shape differences between the major and minor chelipeds of *Uca pugnax* (Decapoda: Ocypodidae). *Journal of Crustacean Biology*, 17: 52-59.
- ROSENBERG, M.S., 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. *Journal of Crustacean Biology*, 21: 839-869.
- SKOV, M.W., HARTNOLL, R.G., 2001. Comparative suitability of binocular observation, burrow counting and excavation for the quantification of the mangrove fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards). *Hydrobiologia*, 449: 201-212.
- SPIVAK, E.D., CUESTA, J.A., 2009. The effect of salinity on larval development of *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) (Brachyura: Ocypodidae) and new findings of the zoeal morphology. *Scientia Marina*, 73: 297-305.
- UNDERWOOD, A.J., 1997. *Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance*. Cambridge University Press, 524 pp.
- UNDERWOOD, A.J., CHAPMAN M.G., 1998. GMAV5 for windows: An analysis

Artículos

- of variance program. Institute of Marine Ecology, University of Sydney.
- VON HAGEN, H.O., 1962. Freilandstudien zur Sexual- und Fortpflanzungsbiologie von *Uca tangeri* in Andalusien. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 51: 611-725.
 - VON HAGEN, H.O., 1987. Allometric growth in two populations of *Uca tangeri* from the Guadalquivir estuary (Andalucía). *Investigaciones Pesqueras*, 51: 443-452.
 - WOLFRATH, B., 1992a. Burrowing of the fiddler crab *Uca tangeri* in the Ria Formosa in Portugal and its influence on sediment structure. *Marine Ecology Progress Series*, 85: 237-243.
 - WOLFRATH, B., 1992b. Field experiments on feeding of European fiddler crab *Uca tangeri*. *Marine Ecology Progress Series*, 90: 39-43.
 - WOLFRATH, B., 1993. Observations on the behaviour of the European fiddler crab *Uca tangeri*. *Marine Ecology Progress Series*, 100: 111-118.

