

Estudio de la viabilidad y eficacia del uso de nasas para la captura de cangrejo azul en el Mar Menor.



Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar

1. Introducción

El continuo aumento de presencia de las especies no autóctonas en los ecosistemas, se considera hoy en día como un importante aspecto biológico del cambio global, que no solo afecta a los invadidos ecosistemas, sino también a la economía global e incluso a la salud humana (Vitousek *et al.*, 1996; Simberloff *et al.*, 2013). Las especies marinas han sido introducidas por la acción del hombre en nuevos hábitats tanto de forma intencionada, como por desconocimiento o mala práctica desde que los humanos. Sin embargo, en los últimos 150 años, y especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, los avances técnicos y el aumento extremo del comercio marino, han conducido al incremento exponencial de las especies marinas exóticas invasoras (Bax *et al.*, 2003). De los cientos de especies que se introducen en los hábitats fuera de su área de distribución nativa, solo una pequeña fracción realmente se establece permanentemente en un nuevo entorno. Y de ahí, una proporción aún más pequeña consigue alcanzar altas densidades de población y se dispersa con éxito en rangos más amplios con efectos adversos en el sistema receptor, por lo que se denominan "Especies invasoras" (Sakai *et al.* 2001; Colautti & MacIsaac, 2004). El campo de la invasión de especies es estudiado en biología desde varios enfoques, por ejemplo, la ecología, fisiología, evolución y genética, así como los mecanismos y las consecuencias del establecimiento de dicha invasión, con el objetivo de encontrar respuestas de por qué ciertas especies son invasoras exitosas, y proporcionen herramientas para desarrollar planes de gestión (Bremner, 2008; Williams & Grosholz, 2008).

Una de estas especies invasoras con éxito, que se presenta desde hace pocos años en la costa mediterránea española es el cangrejo azul o jaiba, *Callinectes sapidus* Rathbun (1986). Se trata de un crustáceo decápodo de la familia Portunidae, nativo de la costa atlántica occidental (Hill *et al.*, 1989), desde Maine hasta el Río de la Plata. Es una especie eurihalina y euriterma, pudiendo ocupar tanto aguas tropicales como templadas, principalmente ecosistemas someros, productivos y de aguas calmas, como es el caso de las lagunas costeras o esteros, como la albufera de Valencia o el Mar Menor, desembocaduras de los ríos, deltas y rías.

Se caracteriza por una alta fecundidad y un comportamiento agresivo (Mancinelli *et al.*, 2013). La especie sustenta grandes y valiosas pesquerías comerciales y recreativas en las áreas templadas del Atlántico y el Golfo de México y es el cangrejo más consumido en los Estados Unidos (Paolisso, 2007), siendo el 50% de todo el crustáceo que se comercializa cangrejo azul. En el Mediterráneo, la especie se introdujo accidentalmente en Grecia en 1948 (Serbetis, 1959; Zenetos *et al.*, 2018) y desde entonces su abundancia se ha incrementado gradualmente, lo que representa una amenaza para las pesquerías nativas y la diversidad general (Zenetos *et al.*, 2005; Nehring, 2011; Mancinelli *et al.*, 2017). Su detección en las costas españolas se produjo mucho más tarde que los primeros registros en Grecia e Italia, con una primera observación en la laguna de Tancada (Delta del Ebro) en 2012 (Castejón & Guerao, 2013). Sin embargo, su expansión a lo largo de la costa mediterránea parece ser rápida (González-Wangüemert & Pujol, 2016), y en la actualidad ya han llegado a la costa sur de Portugal (Vasconcelos *et al.*, 2019). Estudios previos en otros países mediterráneos como Albania (Beqiraj & Kashta, 2010) e Italia (Mancinelli *et al.*, 2017) sugieren que la gran capacidad de competencia de la especie puede alterar el funcionamiento de los ecosistemas naturales y el impacto de las pesquerías.

locales (Nehring, 2011).

Actualmente está catalogada como una de las 100 peores especies invasoras del Mediterráneo (Zenetas *et al.*, 2005). El cangrejo azul es considerado un consumidor omnívoro generalista (Hill & Weissburg, 2013), capaz de alimentarse de una variedad de recursos alimenticios según la disponibilidad y la etapa de desarrollo ontogénico. Laughlin (1982) investigó el contenido del estómago de más de 4000 cangrejos azules y encontró que los principales alimentos consumidos por todas las clases de tamaño eran los bivalvos (35,7%), seguidos de los peces (11,9%), los cangrejos xantidos (11,4%), los cangrejos azules (9,0%), camarones (4,9%), gasterópodos (4,8%) y en menor medida materia vegetal (3,9%). En el estudio de 2019 de Guijarro *et al.* sobre el contenido estomacal de 165 ejemplares de cangrejo azul capturados en la laguna del Mar Menor entre agosto de 2015 y marzo de 2019, siendo 58 de ellos juveniles recién reclutados, queda patente que la jaiba puede suponer un problema para las poblaciones de algunas especies de mayor interés comercial como el langostino, la quisquilla o el cangrejo verde. Del mismo modo, su expansión supone un riesgo para especies de alto valor ecológico o cultural como es el caso del caballito de mar. En la figura 1 se representan las especies obtenidas en el estómago de los cangrejos azules estudiados atendiendo al volumen de dichas especies como alimento en su estómago. Como se aprecia en la imagen los mayores volúmenes de presas en el estómago de los cangrejos corresponden principalmente al langostino del Mar Menor (*Penaeus kerathurus*) seguido de peces teleósteos.

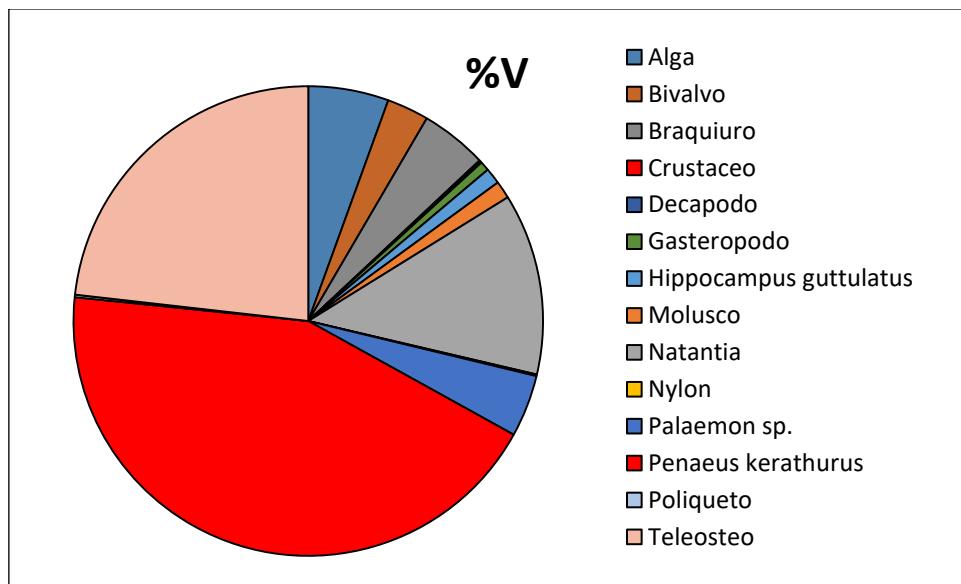


Figura 1. Estrategia trófica de la jaiba azul atendiendo al volumen de las presas.

En la figura 2 se representan las especies obtenidas en el estómago de los cangrejos azules estudiados atendiendo al número de especies distintas que son apresadas como alimento. Como se aprecia en la imagen el mayor número de presas en el estómago de los cangrejos corresponden principalmente a peces teleósteos y al langostino del Mar Menor (*Penaeus kerathurus*) seguido de otras especies de crustáceos del suborden natantia.

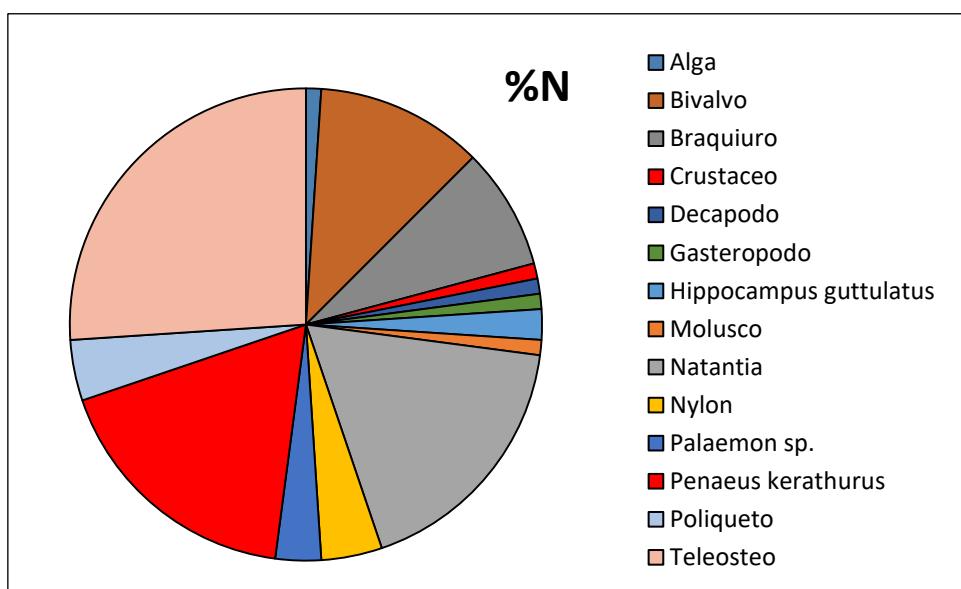


Figura 2. Estrategia trófica de la jaiba azul atendiendo al número de las presas.

Esto implica que el cangrejo azul tiene el potencial de infligir un gran efecto en múltiples niveles tróficos en las comunidades bentónicas, y que los hábitos alimentarios pueden variar en función de la disponibilidad de presas, pues si bien en el estudio de Laughlin son las poblaciones de bivalvos potencialmente las más vulnerables a la depredación del cangrejo azul, en la laguna del Mar Menor son los crustáceos, y entre ellos principalmente el langostino del Mar Menor (*Penaeus kerathurus*), una de las principales especies comerciales de la pesquería artesanal de la Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar.

2. Zona de estudio

El Mar Menor es una laguna costera hipersalina de 135 km², ubicada en el sureste de la Península Ibérica. La profundidad media de la laguna es de 4,5 m y una máxima de 7 m (Martínez-Alvárez et al., 2011). La laguna está separada del mar Mediterráneo por una barra arenosa de 23 km de longitud (La Manga), atravesada por cinco canales muy poco profundos. Uno de estos canales (el Estacio) fue dragado y ensanchado en 1974, convirtiéndose en la conexión principal con el mar abierto y provocando que el tiempo promedio de residencia del agua en la laguna disminuya hasta cerca de 0,79 años (Pérez-Ruzafa, 1989). Este cambio ha provocado una disminución a lo largo de las décadas de la salinidad de las aguas de la laguna, oscilando actualmente entre 42 y 47 psu. Aun así, estos valores se encuentran aún por encima de los del Mediterráneo, debido a la alta evaporación y los bajos tipos de cambio con el mar Mediterráneo. La temperatura media varía entre los 10 °C en invierno y los 32 °C en verano (Pérez-Ruzafa et al., 2002).

Esta laguna presenta afloramientos volcánicos que formaron las islas Perdiguera y El Barón y que dividen la laguna en dos subcuencas, norte y sur (Bautista et al, 2007). La contribución de los cursos de agua efímeros (ramblas) a este ecosistema costero está altamente regulada por el clima. Al respecto, el clima semiárido del sureste de Iberia hace que estos ríos estacionales permanezcan secos durante todo el año y solo cuando se producen fuertes lluvias el agua dulce llega a la laguna, a excepción de la rambla de El Albujón, que permanece desde hace

años con un flujo constante de agua alimentado por el excedente del regadío de los cultivos agrícolas en el campo de Cartagena, siendo el final de cuenca el Mar Menor al que llegan, cargados de nutrientes, favoreciendo los procesos de eutrofización que sufre la laguna desde hace más de 30 años.

Los sedimentos del Mar Menor presentan altas concentraciones de metales pesados debido a actividades mineras pasadas cerca de la laguna (Simoneau, 1973). Aunque las actividades mineras se detuvieron hace varias décadas, los residuos mineros continúan ingresando a la laguna cuando ocurren lluvias torrenciales (García y Muñoz-Vera, 2015).

La entrada del cangrejo azul en la laguna del Mar Menor se produce en 2015. Si bien se conserva en el Instituto Español de Oceanografía un ejemplar capturado años atrás, no es hasta 2015 cuando la invasión y asentamiento de esta nueva especie en la laguna tiene éxito. En junio de 2016 la Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar comienza a comercializar los pocos ejemplares que comienzan a ser capturados por los pescadores de la laguna.

La evolución de la población de *C. sapidus* en el Mar Menor es vertiginosa, multiplicándose sus capturas de un año a otro, como puede apreciarse en la figura 3, donde los datos corresponden al periodo entre el 10 de junio 2016 y el 27 de octubre de 2021. De los 31 kilos vendidos en 2016 pasamos a 620 en 2017, a 4.716 kg en 2018, 10.450 en 2019 y, de momento, a 27 de octubre de 2021, casi se ha alcanzado la cifra capturada el año pasado, teniendo en cuenta que faltan 2 meses de capturas para terminar 2021. Hay que tener en cuenta que en los meses donde el agua está más fría (enero, febrero) las capturas de cangrejos (igual que otras muchas especies en la laguna) son más bajas, siendo los meses de verano y otoño los que registran las mayores capturas de cangrejo azul.

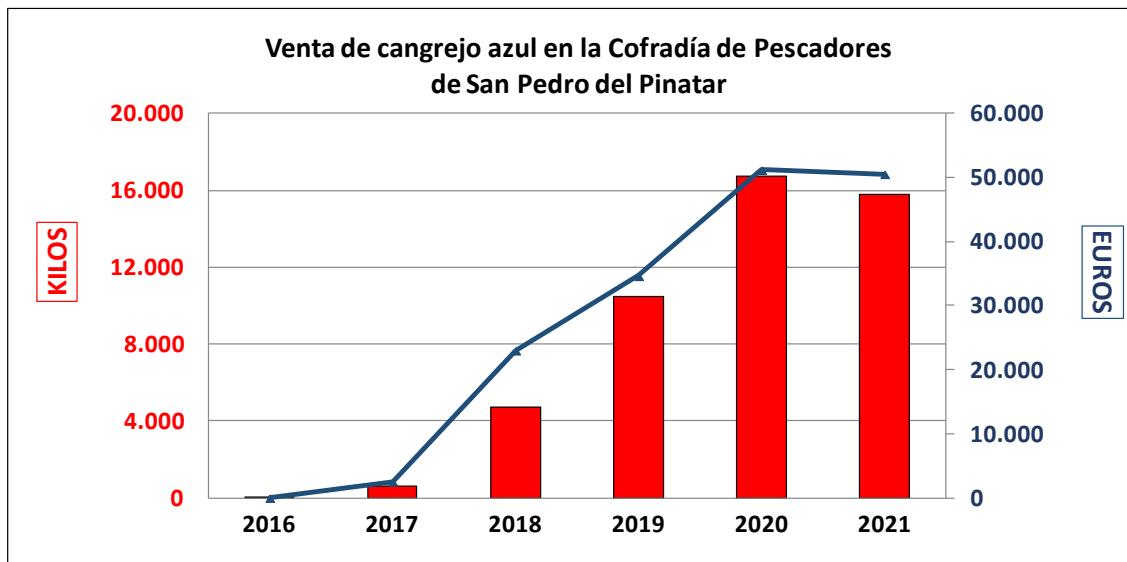


Figura 3. Evolución de la venta de *C. sapidus* en la lonja de Lo Pagán (Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar).

3. Material y Métodos

Desde la aparición del cangrejo en el Mar Menor la Cofradía de Pescadores de San Pedro, con la colaboración del Instituto Español de Oceanografía, ha intensificado los muestreos en esta especie para conocer más sobre su biología y evolución en el ecosistema. Se diseñaron unas jaulas hace tres años para realizar un muestreo en toda la laguna y conocer así cuál es la distribución del cangrejo en la misma. Sin embargo, en ese tipo de muestreo nos hemos encontramos con los siguientes inconvenientes:

- Depender de la colaboración de los pescadores que, aunque amablemente han ayudado al estudio transportando y colocando las jaulas en el Mar Menor, éstas eran colocadas junto a la zona de las redes de los pescadores, por lo que del diseño muestral que se estableció al comienzo del estudio ha quedado gran parte de la laguna central y occidental sin cubrir.
- Aunque se han probado 3 tipos de nasas, no han sido lo realmente efectivas que se esperaba. No sabemos si por el material de fabricación, la forma, o el tipo de cebo.

Por tal motivo se plantea realizar un proyecto a través de GALPEMUR para el estudio del uso de jaulas para la captura de cangrejo azul en la laguna, probando distintos cebos en la primera parte del muestreo y, una vez seleccionado el tipo de cebo que hubiera dado mejor resultado, probando distintos tipos de jaulas (un total de 5 jaulas con forma, tamaño y materiales distintos).



Imagen 1. Mapa de las estaciones de muestreo. (Imagen: Google Earth).

Se establecen 4 zonas de muestreo dentro de la laguna.

- La Chanca (N 37°46'41" W0°45'38")
- El Estacio (N 37°45'25" W0°44'54")
- La Sosica (N 37°39'22" W0°43'58")
- Los Urrutias (N 37°40'45" W0°49'26")

Se seleccionan las estaciones de La Chanca y El Estacio por ser dos compañías de pesca donde los pescadores artesanales capturan mayor cantidad de cangrejo azul en sus paranzas. La Sosica, zona más al sur de La Manga, se selecciona como punto de muestreo para conocer el estado de la población de cangrejo en el sur de la laguna, ya que las capturas comerciales de los pescadores en esta zona son inferiores a las del norte.

Y por último se selecciona una zona de muestreo en la costa interior, en Los Urrutias, en la que sabemos que hay también presencia de cangrejo azul.

Entre marzo y octubre de 2021 se realizan 42 salidas de muestreo, divididas en 3 salidas en barco por semana, siendo aproximadamente unas dos semanas de muestreo por mes, hasta hacer un total de 14 semanas muestreadas. El establecer tres salidas por semana se plantea para rentabilizar las salidas en barco, al salir con las jaulas cebadas los lunes para instalarlas en el mar, los miércoles se revisan las jaulas, recogiendo los cangrejos que hayan entrado en ellas y se cambia el cebo y, por último, salida el viernes para recoger las jaulas del mar hasta la siguiente semana de muestreo.

Conforme se va desarrollando el proyecto se realizan algunos cambios en las zonas de muestreo:

- A partir de la 7^a semana de muestreo se cambia la estación en La Sosica por otra frente a la base aérea de Los Alcázares (N 37°43'48" W0°50'53") debido a la prácticamente nula aparición de cangrejo azul en las seis semanas de muestreo en la estación más al sur de La Manga.
- Aunque de todas las jaulas se guardaron como mínimo dos en reserva, en caso de pérdida o hurto, al final del periodo muestral, en concreto la semana 13 y 14, hubo que disminuir de cuatro a tres estaciones de muestreo debido a las pérdidas de jaulas que ha sufrido el proyecto. Estas dos últimas semanas se eliminó la estación de muestreo del Seco Grande, al ser la estación de muestreo que, después de La Sosica, obtuvo menor captura de cangrejo azul.

Con respecto al tipo de cebos, el objetivo era probar entre distintos tipos de cebos hasta que, una vez seleccionado el que tuviera mayor éxito en atraer al cangrejo azul, este tipo de cebo se use para continuar con la segunda parte del proyecto, el uso de distintos tipos de jaulas.

El muestreo del tipo de cebo se realizó durante las tres primeras semanas. Teniendo en cuenta que en cada semana de muestreo la primera salida, que corresponde al lunes, es para colocar las jaulas, realmente por cada semana se obtienen dos datos de capturas (miércoles, que se revisan jaulas, se recogen capturas y se vuelven a cebar y dejar en el mar, y viernes, que se recogen las jaulas del mar con la captura y se llevan a puerto). Por lo tanto el periodo en el que

las jaulas se encuentran trabajando en el mar es siempre de 48 horas.

El muestreo del tipo de jaulas se realizó durante 11 semanas, obteniéndose un total de 22 datos de captura. En cada estación de muestreo se usaron 5 tipos de jaulas para evaluar si la eficiencia y viabilidad en sus capturas podría permitir que se llegaran a usar en el Mar Menor como una alternativa selectiva para intentar poner freno a la expansión de la población de cangrejo azul en esta laguna.



Imagen 2. Jaula “decomisada”. Es el tipo de jaula que se usó para la primera parte del proyecto, probar en todas las estaciones los distintos tipos de cebo. En la segunda parte del proyecto se siguió usando como un tipo de jaula a evaluar. Fotografía: Ana Muñoz.



Imagen 3. Jaula “valenciana”. Tipo de jaula que se está usando actualmente en la albufera de Valencia para

capturar, entre otras especies, cangrejo azul. Fotografía: Ana Muñoz.



Imagen 4. Jaula “plástico”. Tipo de jaula usada para la pesca del pulpo. Fotografía: Juan Tárraga.



Imagen 5. Jaula “cilíndrica”. Tipo de jaula usada para la pesca de cangrejo. Fotografía: Ana Muñoz.



Imagen 6. Jaula “cuadrada”. Tipo de jaula diseñada por la Cofradía de Pescadores de San Pedro para el proyecto del cangrejo azul en 2018. Fotografía: Juan Tárraga.



Imagen 7. Embarcación de artes menores Manuel y Ascensión junto con su armador, Juan Tárraga, pescador profesional en la laguna del Mar Menor. Jaulas preparadas en la embarcación para ser colocadas en las estaciones de muestreo. Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar. Fotografía: Ana Muñoz.

4. Resultados

El objetivo del presente estudio es evaluar la eficacia de tres diseños de nasas que mejoren la capturabilidad de la especie en un futuro plan de gestión y aporten información sobre los patrones estacionales de distribución de la especie en la laguna

La primera fase del proyecto contempla el estudio de distintos tipos de cebo para emplear en las jaulas para que, una vez seleccionado el de mayor capturabilidad, ese tipo sea empleado para la segunda fase del estudio con los distintos tipos de jaulas. Para las pruebas del cebo se emplearon 3 semanas de muestreo, obteniendo un total de 6 muestreos, entre el 15 de marzo y el 23 de abril de 2021.

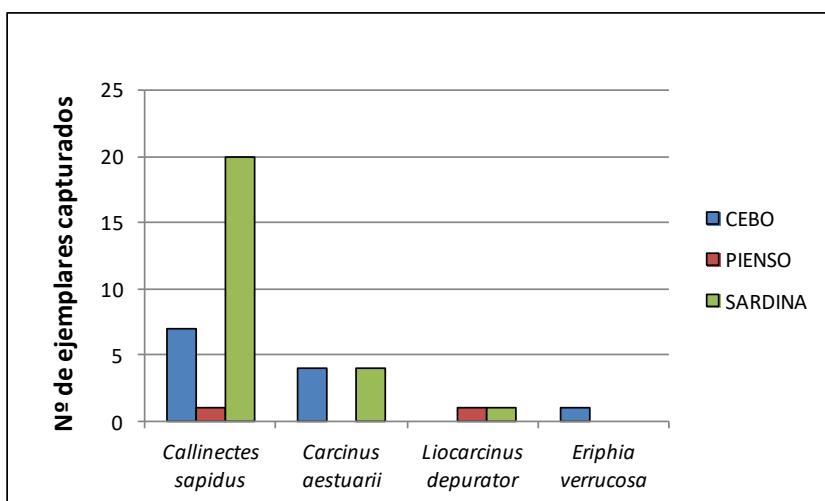


Figura 4. Número de ejemplares de cangrejos capturados en la fase de estudio del tipo de cebo.

El análisis de los datos mediante pruebas ad hoc de Tukey y Bonferroni, con un nivel de confianza del 95%, muestra que no hay diferencias significativas en el empleo del pienso o del cebo experimental para pulpo, mientras que sí que presenta diferencias significativas entre estos tipos y el uso de sardina en las jaulas.

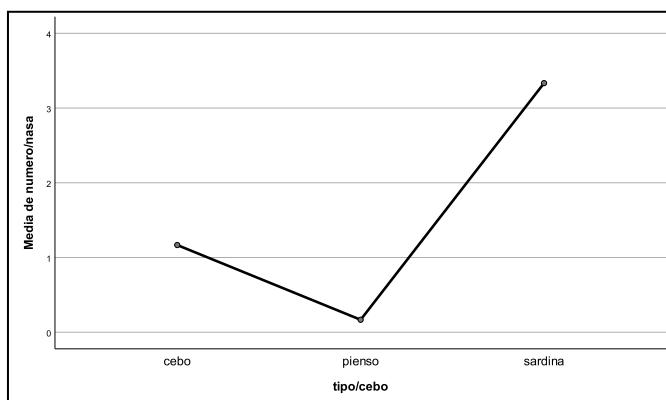


Figura 5. Análisis de Tukey y Bonferroni para el tipo de cebo.

La segunda fase del proyecto realiza la comparación entre distintos tipos de jaulas, dimensión, forma y material, para identificar la que presente mayor capturabilidad con el objetivo de que, en caso de ser viable, sea empleada como herramienta de gestión para el control de la población de *Callinectes sapidus* en la laguna del Mar Menor. Las pruebas de tipo de jaula se realizaron durante 11 semanas de muestreo, obteniendo un total de 22 muestreos, entre el 31 de mayo y el 8 de octubre de 2021.

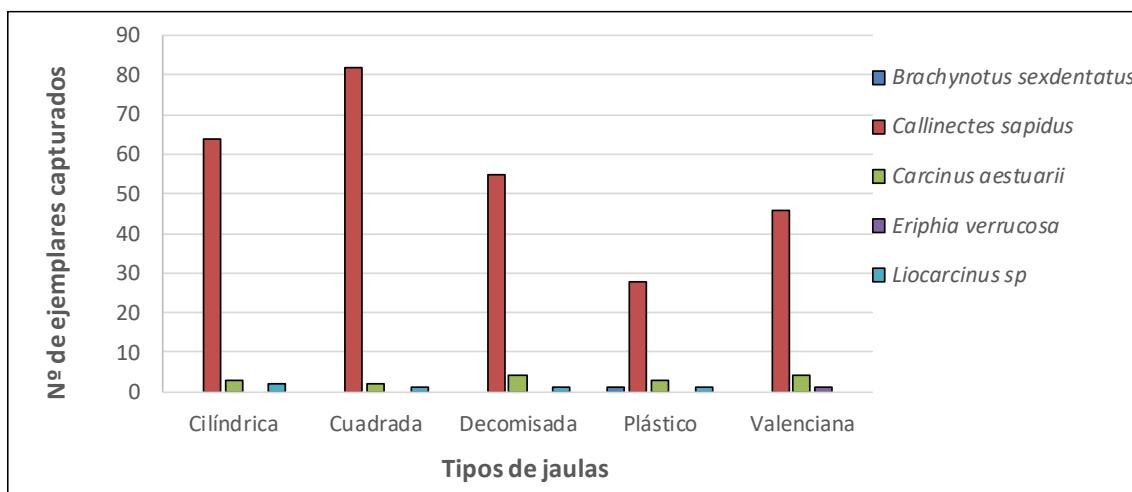


Figura 6. Número de ejemplares de cangrejos capturados en la fase de estudio del tipo de jaula.

En esta segunda fase del proyecto fueron capturados 298 ejemplares de cangrejo. De este total, 275 fueron cangrejo azul, 16 cangrejo verde (*Carcinus aestuarii*), 5 liocarcinus, un ejemplar de *Brachynotus sexdentatus* y otro ejemplar de *Eriphia verrucosa*.

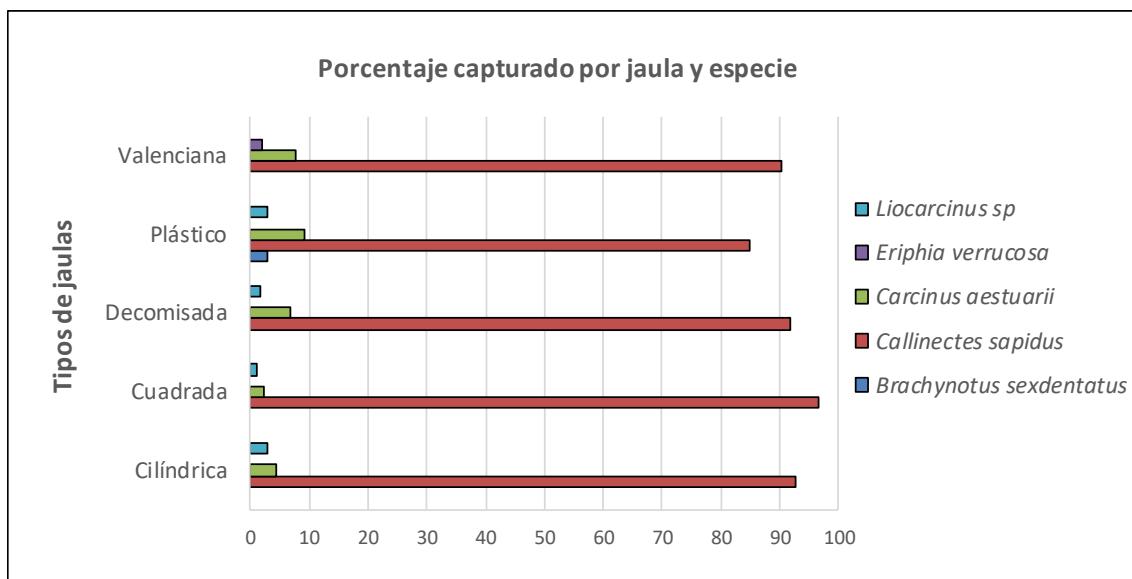


Figura 7. Porcentaje de ejemplares de cangrejos capturados en función del tipo de jaula.

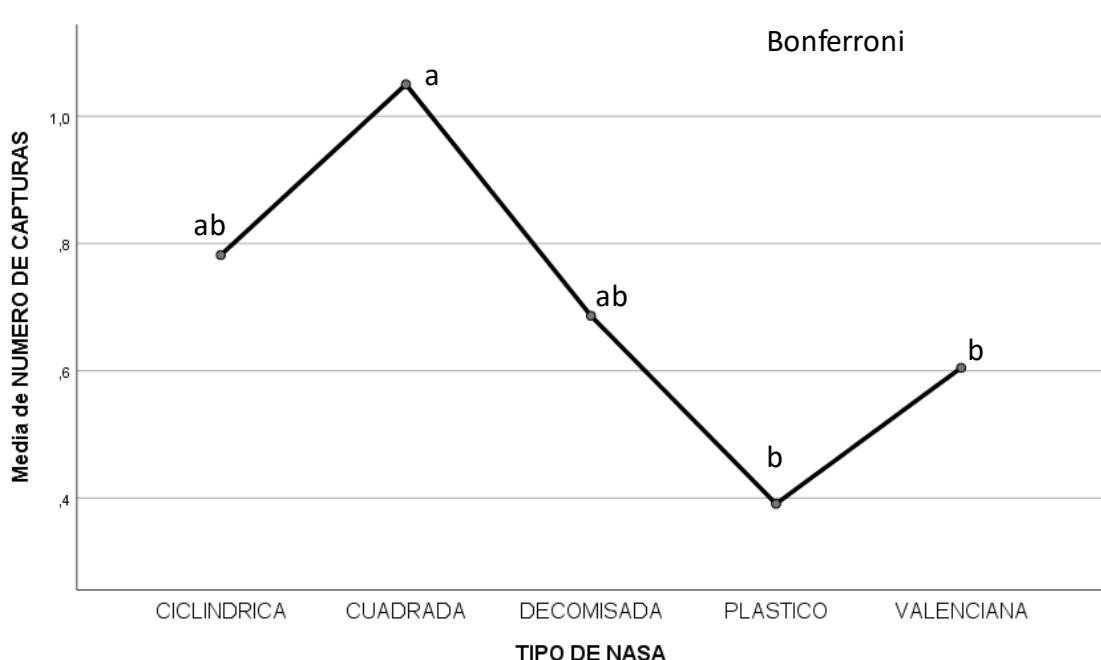
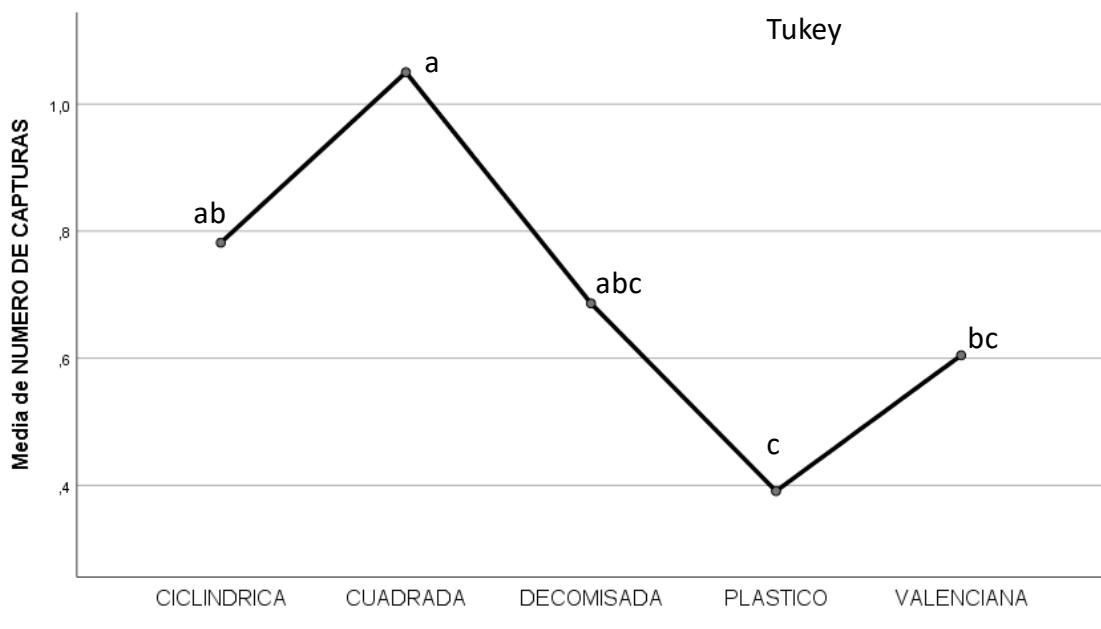


Figura 8. Análisis estadístico de Tukey y Bonferroni para el tipo de jaula.

El estudio estadístico de los resultados muestra que existen diferencias significativas para la jaula cuadrada respecto al resto de jaulas, siendo la jaula cuadrada la que más cangrejos capturó, y para la jaula de plástico, siendo la que menos ejemplares capturó, mientras que para los otros tres tipos de jaulas no hubo diferencias significativas.

5. Conclusión

El objetivo del presente estudio ha sido evaluar la viabilidad del uso de jaulas para la pesca del cangrejo azul en la laguna del Mar Menor. El arte del marisqueo y el empleo de nasas se encuentran prohibidos en esta laguna, sin embargo, debido al establecimiento de este crustáceo tan agresivo desde 2016 y con tan elevada capacidad de invasión, se plantea investigar sobre el uso de jaulas como medida de control de su población. Teniendo en cuenta los datos de captura obtenidos por los prototipos usados en los muestreos de este estudio, no sería eficiente el uso de estos artes para su captura, porque, si bien sería necesaria una tercera fase del estudio en el que se usarán las nasas de forma profesional, el número de capturas que han presentado las jaulas, sumado al gasto de cebarlas y el mayor esfuerzo que debería emplear el pescador tanto en tiempo como en espacio que representa su uso, por el momento no hacen funcional el empleo de este arte de pesca para la captura del cangrejo azul en el Mar Menor. Sin embargo, este es el primer estudio sobre el uso de jaulas en esta laguna para la pesca de la jaiba y, teniendo en cuenta que en otras regiones la pesca de este cangrejo azul se realiza precisamente con jaulas similares a las utilizadas en el presente estudio, sería recomendable profundizar más en el empleo de jaulas como medida de gestión para realizar un mayor control y presión pesquera sobre *Callinectes sapidus* en el Mar Menor.

6. Agradecimientos

La Cofradía de Pescadores de San Pedro del Pinatar, con José Blaya como Patrón Mayor y Carlos Sala como secretario de la misma, agradecen al Grupo de Acción Local de Pesca y Acuicultura de la Región de Murcia (GALPEMUR) la gestión para la financiación a través de los Fondos FEMP del presente estudio.

7. Bibliografía

- Bautista, E.G., Sánchez-Badorrey, E., Díez-Minguito, M., Losada, M.A., Baraza, F., 2007. Modelo de gestión integral del Mar Menor (I): modelo de circulación de la laguna y tramo litoral próximo. IX Jornadas Españolas de Costas y Puertos, San Sebastián, Spain.
- Bax, N., Williamson, A., Aguero, M., Gonzalez, E., & Geeves, W., 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine policy*, 27(4), 313-323.
- Beqiraj, S., & Kashta, L., 2010. The establishment of blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 in the Lagoon of Patok, Albania (south-east Adriatic Sea). *Aquatic Invasions*, 5(2), 219-221.
- Bremner, J., 2008. Species' traits and ecological functioning in marine conservation and management. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1-2), 37-47.
- Castejón, D., & Guerao, G., 2013. A new record of the American blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda: Brachyura: Portunidae), from the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula. *BioInvasions Records*, 2(2), 141-143.

- Colautti, R. I., & MacIsaac, H. J., 2004. A neutral terminology to define 'invasive' species. *Diversity and distributions*, 10(2), 135-141.
- Geburzi J.C., McCarthy M.L., 2018. How Do They Do It? Understanding the Success of Marine Invasive Species. In: Jungblut S., Liebich V., Bode M. (eds) YOUNMARES 8 – Oceans Across Boundaries: Learning from each other. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93284-28>.
- García, G. & Muñoz-Vera, A., 2015. Characterization and evolution of the sediments of a Mediterranean coastal lagoon located next to a former mining area. *Marine Pollution Bulletin*, 100: 249-263. doi:10.1016/j.marpolbul.2015.08.042.
- Gonzalez-Wanguemert, M., & Pujol, J. A., 2016. First record of the atlantic blue crab *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the Segura river mouth (Spain, southwestern Mediterranean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 40(4), 615-619.
- Guijarro-García, E., Vivas, M., García, E., Barcala, E., Trives, M. and Muñoz, A., 2019. Atlantic blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) in a protected coastal lagoon in SE Spain. *Frontiers in Marine Science. Conference Abstract: XX Iberian Symposium on Marine Biology Studies (SIEBM XX)*. doi: 10.3389/conf.fmars.2019.08.00196.
- Hill, J. M., & Weissburg, M. J., 2013. Habitat complexity and predator size mediate interactions between intraguild blue crab predators and mud crab prey in oyster reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 488, 209-219.
- Laughlin, R. A., 1982. Feeding habits of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Apalachicola estuary, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 32(4), 807-822.
- Mancinelli, G., Chainho, P., Cilenti, L., Falco, S., Kapiris, K., Katselis, G., & Ribeiro, F., 2017. The Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* in southern European coastal waters: distribution, impact and prospective invasion management strategies. *Marine pollution bulletin*, 119(1), 5-11.
- Martínez-Alvarez, V., Gallego-Elvira, B., Maestre-Valero, J.F., Tanguy, M., 2011. Simultaneous solution for water, heat and salt balances in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91(2), 250-261. DOI: 10.1016/j.ecss.2010.10.030.
- Nehring, S., 2011. Invasion history and success of the American blue crab *Callinectes sapidus* in European and adjacent waters. In *In the wrong place-alien marine crustaceans: distribution, biology and impacts* (pp. 607-624). Springer, Dordrecht.
- Paolisso, M., 2007. Cultural models and cultural consensus of Chesapeake Bay blue crab and oyster fisheries. *Napa Bulletin*, 28(1), 123-135.
- Prado, P., Peñas, A., Ibáñez, C., Cabanes, P., Jornet, L., Álvarez, N., and Caiola, N., 2020. Prey size and species preferences in the invasive blue crab, *Callinectes sapidus*: Potential effects in marine and freshwater ecosystems, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 245, 2020, 106997, ISSN 0272-7714, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106997>.
- Pérez-Ruzafa, A., 1989. Estudio ecológico y bionómico de los poblamientos bentónicos del Mar Menor (Murcia, SE de España). Ph. D. Thesis. University of Murcia.

- Pérez-Ruzafa, A., Gilabert, J., Gutiérrez, J.M., Fernández, A.I., Marcos, C., & Sabah, S., 2002. Evidence of a planktonic food web response to changes in nutrient input dynamics in the Mar Menor coastal lagoon, Spain. *Hydrobiologia* 475, 359-369. DOI: 10.1023/A:1020343510060.
- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Holt, J. S., Lodge, D. M., Molofsky, J., With, K. A., & Weller, S. G., 2001. The population biology of invasive species. *Annual review of ecology and systematics*, 32(1), 305-332.
- Serbetis, C., 1959. Un nouveau crustacé commestible en mer Egee *Callinectes sapidus* Rath.(Decapod brach.). In *Proc. Gen. Fish. Counc. Medit* (Vol. 5, pp. 505-7).
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., & Vilà, M., 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*, 28(1), 58-66.
- Simoneau, J., 1973. Mar Menor: Evolution sedimentologique et geochemique recente du remplissage. Thesis, Université Paul Sabatier de Toulouse, France.
- Vitousek, P. M., D'Antonio, C. M., Loope, L. L., & Westbrooks, R., 1996. Biological invasions as global environmental change.
- Williams, S. L., & Grosholz, E. D., 2008. The invasive species challenge in estuarine and coastal environments: marrying management and science. *Estuaries and Coasts*, 31(1), 3-20.
- Zenetos, A., Çinar, M. E., Pancucci-Papadopoulou, M. A., Harmelin, J. G., Furnari, G., Andaloro, F., & Zibrowius, H., 2005. Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean marine science*, 6(2), 63-118.
- Zenetos, A., Corsini-Foka, M., Crocetta, F., Gerovasileiou, V., Karachle, P. K., Simboura, N., & Pancucci-Papadopoulou, M. A., 2018. Deep cleaning of alien and cryptogenic species records in the Greek Seas (2018 update). *Management of Biological Invasions*, 9(3), 209-226.

En San Pedro del Pinatar, 29 de noviembre de 2021.

Fdo: Ana Muñoz Vera
Bióloga de la Cofradía de San Pedro del Pinatar

Fdo: José Blaya Gómez
Patrón Mayor de la cofradía de pescadores de San Pedro del Pinatar