



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

Análisis del riesgo de invasión del cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*) en el Mediterráneo español

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Evaluación y Seguimiento Ambiental de Ecosistemas Marinos y Costeros

AUTOR/A: Cheng, Yilun

Tutor/a: Falco Giaccaglia, Silvia Laura

Cotutor/a: Rodilla Alamá, Miguel

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen:

El cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*) figura en la lista de los 100 invertebrados acuáticos más invasores. Hasta la fecha, varias zonas del mundo han sido invadidas por esta especie, entre ellas la costa atlántica de Europa continental. A pesar de ello, el *E. sinensis* no parece haber invadido con éxito el Mediterráneo ni haber establecido poblaciones. En este trabajo analizamos la distribución, hábitos y características biológicas de esta especie y utilizamos la herramienta AS-ISK para analizar el riesgo de invasión en el Mediterráneo español. Los resultados finales se muestran que el índice de BRA (Evaluación de Riesgo Biológico por sus siglas en inglés) para que el cangrejo chino invada el Mediterráneo español era de 34 con un nivel de confianza de 0.83, lo que indica que la probabilidad de que el cangrejo chino se convierta en una especie invasora en el Mediterráneo español es moderada-alta.

Palabras claves:

Especies invasoras; AS-ISK; Identificación de riesgos

Abstract:

The Chinese crab (*Eriocheir sinensis*) is listed among the 100 most invasive aquatic invertebrates. To date, several areas of the world have been invaded by this species, including the Atlantic coast of continental Europe. However, *E. sinensis* does not seem to have successfully invaded the Mediterranean or established populations there. In this study, we analyze the distribution, habits, and biological characteristics of this species and use the AS-ISK tool to assess the risk of invasion in the Spanish Mediterranean. The final results show that the BRA (Biological Risk Assessment) index for the Chinese crab invading the Spanish Mediterranean was 34 with a confidence level of 0.83. This indicates that the likelihood of the Chinese crab becoming an invasive species in the Spanish Mediterranean is moderate-high.

Keywords:

Invasive species; AS-ISK; Risk Identification

ÍNDICE

1. Antecedentes del estudio	1
1.1. Descripción de la taxonomía y zona de distribución nativa de <i>Eriocheir sinensis</i> 1	1
1.2. Descripción de las características biológicas de <i>E. sinensis</i>	1
1.3. La situación invasiva del <i>E. sinensis</i>	4
1.3.1. Invasión del <i>E. sinensis</i> en regiones europeas excluyendo el Mediterráneo 4	4
1.3.2. Invasión de <i>E. sinensis</i> en América del Norte	7
1.3.3. Invasión del <i>E. sinensis</i> en el Mediterráneo	7
1.4. Objetivos del trabajo	8
2. Material y métodos	9
2.1 Metodología	9
3. Análisis de los resultados y debate	10
3.1 Respuestas a las 49 preguntas de la herramienta AS-ISK	10
3.2 Índice de Evaluación de Riesgo Biológico (Biological Risk Assessment Index, BRA)	38
4. Conclusiones	40
5. La relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	41
6. Bibliografía	42

1. Antecedentes del estudio

1.1. Descripción de la taxonomía y zona de distribución nativa de *Eriocheir sinensis*

El cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*) es un crustáceo típico de agua dulce y salada (Animal Diversity Web, 2020), su árbol taxonómico se muestra en la Tabla 1. Se encuentra principalmente en ríos, lagos y aguas costeras del sureste de China (Figura 1).

Tabla 1. El árbol taxonómico del cangrejo chino (*E. sinensis*)

Fuente. Elaboración propia a partir de (Animal Diversity Web, 2020)

Reino:	Animalia	Suborden:	Pleocyemata
Filo:	Arthropoda	Infraorden:	Brachyura
Subfilo:	Crustacea	Superfamilia:	Grapsoidea
Clase:	Malacostraca	Familia:	Varunidae
Subclase:	Eumalacostraca	Género:	<i>Eriocheir</i>
Superorden:	Eucarida	Especie:	<i>sinensis</i>
Orden:	Decapoda		

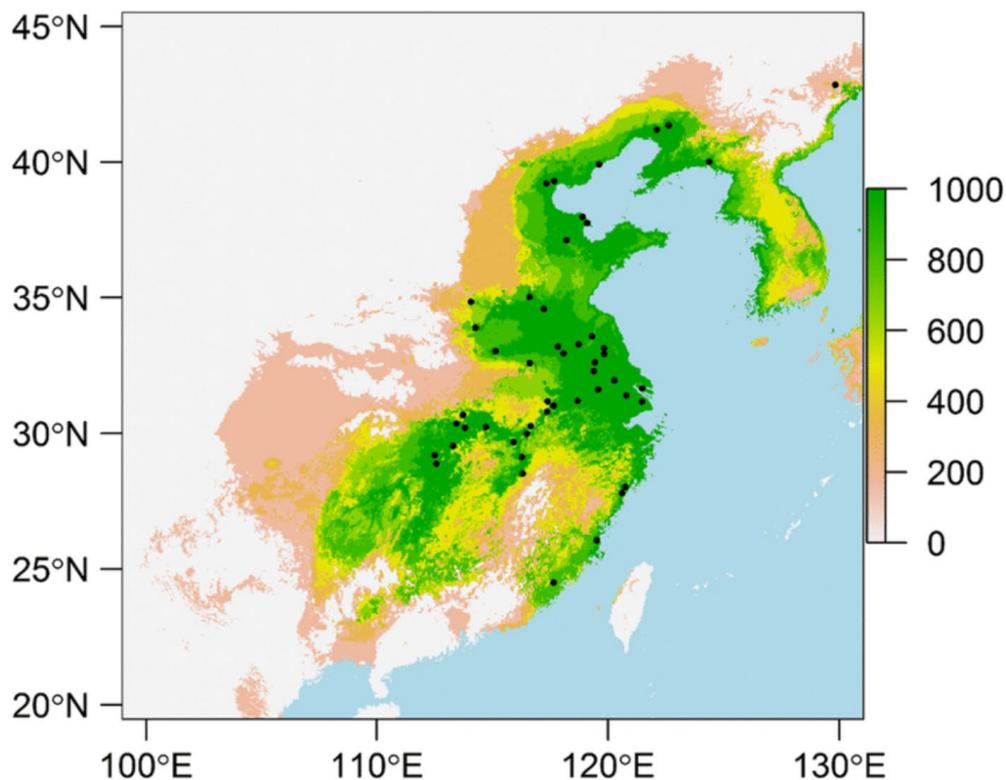


Figura 1. Distribución potencial del cangrejo chino (*E. sinensis*) en su área de distribución nativa. Los mapas de idoneidad del hábitat van de 0 a 1000. Los puntos negros indican los registros de presencia utilizados en este estudio. Los valores de los ejes x e y representan la longitud y la latitud.

Fuente. Zhang *et al.* (2019)

1.2. Descripción de las características biológicas de *E. sinensis*

Se ha proporcionado descripciones detalladas de todas las etapas larvarias de *E. Sinensis* (Kim y Hwang, 1990; Montu *et al.*, 1996). El proceso de desarrollo normal incluye 5 etapas de zoea y 1 etapa de megalopa (Figura 2).

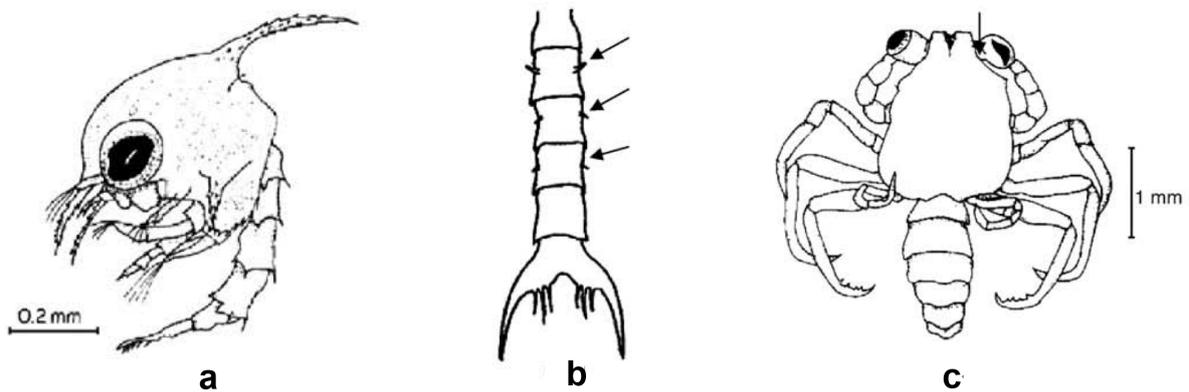


Figura 2. Características morfológicas de las larvas de cangrejo chino.

(a) Vista lateral de la primera etapa zoea del cangrejo chino. (b) Vista dorsal de la primera etapa zoea del cangrejo chino. (c) Vista dorsal de la etapa megalopa del cangrejo chino.

Fuente. Kim y Hwang (1990); Montu *et al.* (1996)

El caparazón del cangrejo chino adulto es redondeado, con 4 espinas afiladas en cada uno de los márgenes anteriores izquierdo y derecho, el caparazón mide unos 47 mm de largo y 53-100 mm de ancho; el cuerpo está cubierto de pelo y es de color principalmente verde y marrón. Los segundos a quinto pares de patas torácicas son idénticas en estructura, capaces de reptar, nadar, excavar y otras funciones. El primer y cuarto pares de pereiópodos son relativamente aplanados y tienen setas en los márgenes anterior y posterior para facilitar la natación, como se muestra en la Figura 3.

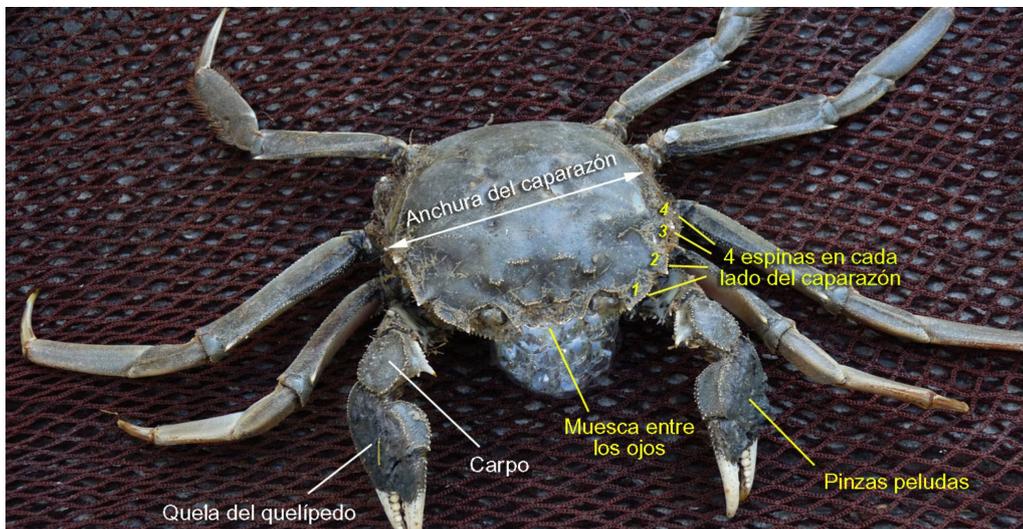


Figura 3. La forma de los *E. sinensis*

Fuente. Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul (2009)

El cangrejo chino macho tiene unos quelípedos fuertes con un denso parche de pelos a modo de mitones, como se muestra en la Figura 4A, mientras que en las hembras los pelos solo están presente en el exterior y es glabro en el interior (Ding y Wan, 1995), como se muestra en la Figura 4B.

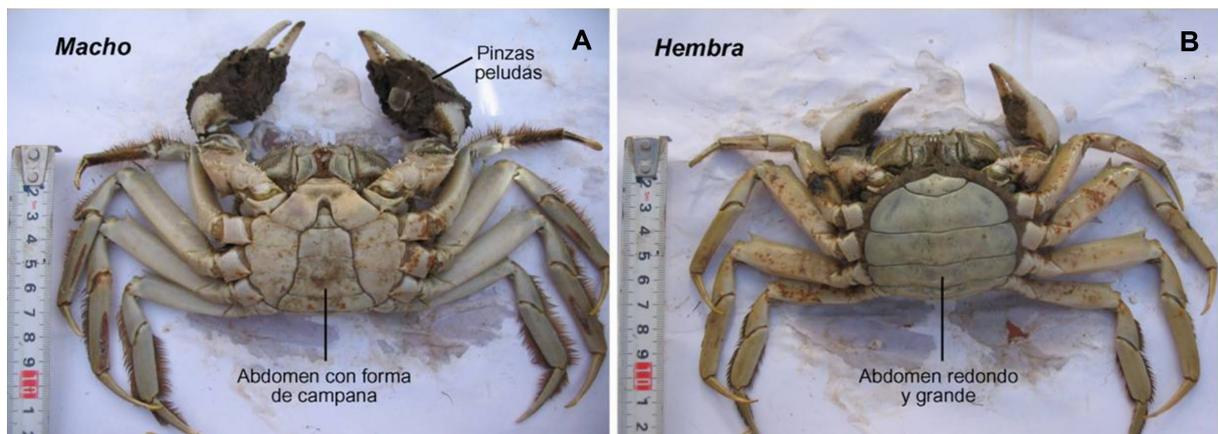


Figura 4. Diferenciación sexual en los *E. sinensis*. A: Macho; B: Hembra

Fuente. Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul (2009)

El *E. sinensis* es un animal de crecimiento rápido, que suele alcanzar la madurez sexual en 1-2 años y vivir hasta 3-5 años. Los estudios han demostrado que su época de reproducción va de abril a septiembre, siendo de mayo a agosto el periodo más reproductivo. Estos cangrejos viven principalmente en ríos y estuarios salobres y de agua dulce, y migran río abajo a ambientes salobres para reproducirse. Durante su migración, cruzan fronteras terrestres, pero no permanecen mucho tiempo (Animal Diversity Web, 2020). Los cangrejos chinos son muy adaptables, capaces de sobrevivir en aguas contaminadas y hábitats acuáticos transformados, tolerando una amplia gama de condiciones abióticas, como un amplio rango de temperaturas (Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul, 2009).

El cangrejo chino tiene hábitos excavadores, que son más fuertes en la etapa de cría que en la edad adulta, y son más prominentes en las hembras que en los machos. Utilizan cuevas para evitar ataques de depredadores y generalmente eligen construir cuevas en pendientes empinadas entre niveles de agua alta y baja con grandes caídas. Las cuevas suelen ser curvas en forma de tubo, inclinadas a 10-20 grados del suelo, y no se comunican con el exterior en la base. A menudo hay una pequeña cantidad de agua estancada en la cueva para mantener una cierta humedad. Los pasajes suelen ser discretos, con una abertura más grande que el cuerpo del cangrejo, un diámetro de túnel similar al tamaño del cuerpo y un fondo de cueva 2-4 veces más grande que el cuerpo del cangrejo, con una profundidad de alrededor de 20-80 centímetros. Además, el cangrejo chino generalmente elige acantilados con suelo más duro para construir sus cuevas para asegurar la estabilidad de la cueva y la facilidad de entrada y salida. Vivir en cuevas no solo es para protegerse a sí mismos, sino que también es beneficioso para pasar el invierno. Cuando la temperatura del agua cae por debajo de 10°C, la actividad del cangrejo chino se reduce y pueden pasar de manera segura la temporada de hibernación. Durante la etapa de cría, se esconden durante el día y salen por la noche, viviendo en cuevas. Una vez que el cangrejo chino madura, abandona su hogar en la cueva, atraviesa diques y se embarca en una larga migración para encontrar un lugar adecuado para reproducirse y poner huevos (Ding y Wan, 1995).

El cangrejo chino es un animal omnívoro que se alimenta principalmente de plantas y animales. Se alimentan principalmente de organismos bentónicos, incluyendo moluscos, algas, crustáceos y peces pequeños. Tanto en el agua como en tierra, el cangrejo chino se enfrenta a la depredación de muchos animales carnívoros, incluyendo peces, ranas y aves (Animal Diversity Web, 2020). Cuando la temperatura del agua supera los 20°C, el cangrejo chino tiene la mayor cantidad de consumo de alimentos. Durante los períodos de abundancia de alimentos en verano, el cangrejo chino almacena nutrientes en su hígado para mantener la vida durante la muda o la hibernación. Sin embargo, cuando la temperatura del agua cae por debajo de 10°C, el consumo de alimentos del cangrejo chino disminuye significativamente, y pueden pasar meses sin comer. Sin embargo, esta falta de alimentación no resulta en la muerte del cangrejo chino, ya que tienen una fuerte capacidad de resistencia al hambre, lo cual es una característica notable de su alimentación (Ding y Wan, 1995).

Esta información sobre las características y los hábitos ecológicos del cangrejo chino es muy importante para evaluar el riesgo de invasión de esta especie en otras áreas. Al mismo tiempo, el conocimiento de estas características también ayuda a proteger y gestionar la población local de cangrejos chino en los ecosistemas locales.

1.3. La situación invasiva del *E. sinensis*

1.3.1. Invasión del *E. sinensis* en regiones europeas excluyendo el Mediterráneo

El cangrejo chino fue reportado por primera vez en 1912 en el río Aller, un afluente del río Weser en Alemania. Dos años después, también se encontró en el río Eider, a unos 60 km al este del río Weser. A través del río Eider, el cangrejo chino pudo ingresar al Mar Báltico. Esta especie fue reportada por primera vez en el Mar Báltico en 1926 (Panning, 1938). Desde 1933, el cangrejo chino se ha encontrado en todo el Mar Báltico, con registros de su presencia en Dinamarca, Alemania, Polonia, Rusia, Estonia, Finlandia y Suecia. Entre 1920 y 1940, el cangrejo se expandió hacia el oeste desde Alemania e invadió Dinamarca, los Países Bajos, Bélgica y el norte de Francia (Veilleux y De Lafontaine, 2007). También invadió el río Rin y migró 512 km río arriba desde la desembocadura del río en los Países Bajos. En 2003, se descubrió que los cangrejos chinos adultos migraban a lo largo del río Neva y se establecían en la bahía de Finlandia en el extremo oriental del Mar Báltico (Herborg *et al.*, 2003).

En 1935, se informó por primera vez del cangrejo chino en el río Támesis en Inglaterra y se estableció una población en 1973 (Rainbow *et al.*, 2003). En la década de 1980, se encontró el cangrejo chino en el río Tajo de Portugal y se estableció una población en 1990 (Cabral y Costa, 1999).



Figura 5. Distribución de *E. sinensis* en Europa. En rojo las poblaciones con presencia estable. El azul indica poblaciones de viabilidad cuestionable (DAISIE, 2008).

Fuente. Miteco (2013)

1.3.1.1. Invasión del *E. sinensis* en España

En España, actualmente solo se ha encontrado el *E. sinensis* en la desembocadura del río Guadalquivir en Andalucía y en Zumaya en Guipúzcoa en el País Vasco (Miteco, 2013). En 2001, el cangrejo chino fue descubierto en la parte baja de la desembocadura del río Guadalquivir. En el año 2006, se implementaron medidas de control de especies exóticas en Andalucía para prevenir la propagación del cangrejo chino a través del río Guadalquivir. El equipo del proyecto estableció una red de polígonos en el área objetivo. Los organismos capturados fueron separados, contados, pesados y medidos, y los organismos locales fueron rápidamente liberados de nuevo al medio ambiente. Según los resultados del análisis, el 90% de las capturas ocurrieron cerca de las compuertas de agua, y se encontró la presencia de cangrejos en Gelves, Brazo del Este y Brazo de la Torre. Existe un alto riesgo de expansión de los cangrejos, lo que podría afectar los ecosistemas de los ríos y afluentes, así como los campos de arroz circundantes (Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul, 2009).

Sin embargo, actualmente esta especie no es común en Andalucía y su población es pequeña. La Junta de Andalucía, la Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul creen que puede haber dos posibles causas de introducción de esta especie:

1. Introducción accidental a través del agua de lastre de los barcos, como se muestra en la Figura 6.
2. Comercio ilegal para consumo humano.

En cualquier caso, no se declarará como especie capturable y el gobierno será responsable de su control y erradicación.

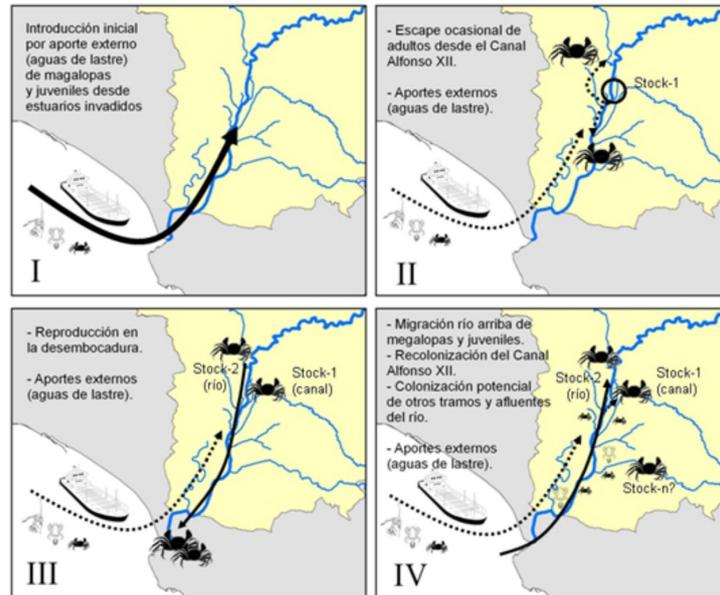


Figura 6. Las etapas de la invasión de España por el *E. sinensis*

Fuente. Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul (2009)

En los últimos años, la cantidad de captura del cangrejo chino ha disminuido significativamente, de 0.85 individuos/trampa en 2006 a menos de 0.02 individuos/trampa en 2008, como se muestra en la Figura 7. En las actividades de captura de la temporada 2009-2010, se confirmó el control efectivo de la población de cangrejos en el área del puerto y la cantidad de captura alcanzó su nivel más bajo, solo se capturaron 3 cangrejos (Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul, 2009).

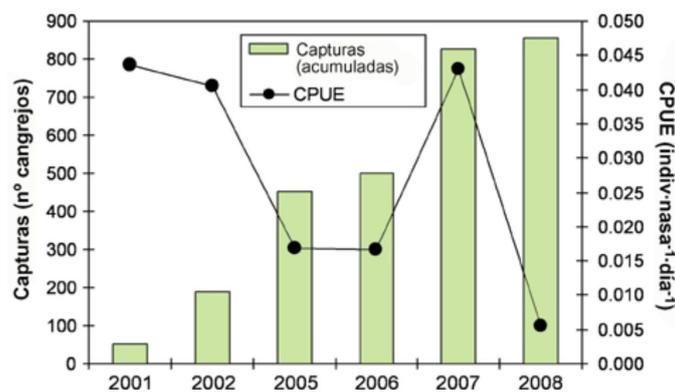


Figura 7. Capturas de cangrejo chino en Andalucía, 2001-2008

Fuente. Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul (2009)

A través del análisis de tamaño de los cangrejos capturados, se reveló la presencia de individuos jóvenes entre abril y septiembre, lo que indica cierta cantidad de reproducción dentro del canal. Debido a la frecuente actividad pesquera en la desembocadura del río Guadalquivir, es muy probable que se capturen cangrejos chinos. Por lo tanto, si se capturan y se eliminan del medio ambiente durante finales del verano y el otoño, esto podría reducir el

número de puestas y retrasar el proceso de invasión.

La participación de los pescadores locales es crucial en la gestión de esta especie invasora. Por lo tanto, el proyecto de la Junta de Andalucía ha llevado a cabo múltiples actividades de sensibilización dirigidas a los pescadores, mercados de pescado y granjas acuícolas, con el objetivo de aumentar la comprensión de esta especie, fomentar la participación y reportar cualquier captura a las autoridades de gestión.

1.3.2. Invasión de *E. sinensis* en América del Norte

Los pescadores de San Francisco informaron por primera vez la captura de cangrejos chinos en la bahía en 1992. Desde 1998 hasta 2000, se capturaron entre 100,000 y 800,000 cangrejos adultos en varias áreas de la bahía cada año. En 1997, se capturó un cangrejo chino en la región de Astoria, Oregón, a lo largo del río Columbia. En mayo de 2005, se capturó la primera muestra de cangrejo chino en la costa este de Estados Unidos en la desembocadura del río Patapsco en el puerto de Baltimore. Luego, en mayo de 2007, se encontraron cuatro muestras de cangrejos en la bahía de Delaware, mientras que en junio de 2007 se capturó uno en el río Hudson de Nueva York (Smithsonian Environmental Research Center, n.d.).

Sobre el caso de Canadá, en 1965 se descubrió por primera vez en los Grandes Lagos, también se encontró en pequeñas cantidades en el Lago Ontario y el Lago Erie. En 2004, apareció en el río San Lorenzo (Veilleux y De Lafontaine, 2007).



Figura 8. Distribución mundial del *E. sinensis*

Fuente. CABI (2014)

1.3.3. Invasión del *E. sinensis* en el Mediterráneo

En 1959, se observó por primera vez esta especie en Sigean (región de Occitania, Francia), desde donde se extendió inicialmente por toda la región de Narbona (al oeste de la bahía de Lyon, Francia) y luego se extinguió en menos de diez años (Fabio *et al.*, 2020). En 2005 y 2015, se registró un único espécimen macho en dos ambientes salobres en Italia: el Lago Veneciano y los pantanos de Grado y Marano, en el norte del mar Adriático (Fabio *et al.*, 2020). Los intentos de colonización de *E. sinensis* en el Mediterráneo parecen haber fracasado, pero en el Mar Negro y el Mar de Azov, conectados con el Mediterráneo, se presentaron

circunstancias diferentes. Actualmente, el cangrejo chino se está extendiendo desde Europa hasta Asia occidental a través de canales. Los cangrejos chinos aparecen con frecuencia en el Mar Negro de Ucrania y el mar de Azov cercano, y se ha confirmado que esta especie ha establecido poblaciones en estas aguas (Veilleux y De Lafontaine, 2007)..

1.3.3.1. Situación del *E. sinensis* en el Mediterráneo español

Hemos establecido nuestra área de estudio en la costa mediterránea de España, que abarca las regiones de Cataluña, Valencia, Murcia y Andalucía. Esto incluye Costa del Sol, Costa Tropical, Costa de Almería, Costa Cálida, Costa Blanca, Costa de Valencia, Costa del Azahar, Costa Daurada, Costa del Maresme, Costa Brava y Baleares (Figura 9). Actualmente, los cangrejos chinos no invaden la zona de estudio.



Figura 9. Zona de estudio (Naranja)

Fuente: Elaboración propia

1.4. Objetivos del trabajo

Dado que Herborg *et al.* (2007) mediante el modelado del nicho ecológico concluyen que la mayoría de las áreas de Europa son susceptibles a la invasión del cangrejo chino, especialmente los ríos que desembocan en el Mar Mediterráneo, que parecen ser hábitats muy adecuados. El objetivo de este trabajo es analizar las posibles vías de entrada del cangrejo chino al Mediterráneo español; y, en caso de una invasión exitosa, evaluar las posibles consecuencias en el Mediterráneo español, incluidas las pérdidas económicas, problemas de salud y el desequilibrio ecológico. En resumen, evaluar el riesgo potencial de una invasión del cangrejo chino en el Mediterráneo español.

2. Material y métodos

Se ha utilizado la herramienta de evaluación de invasividad de especies acuáticas (AS-ISK, por sus siglas en inglés) para realizar la selección de riesgos. Se trata de una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, multilingüe y de uso general para diferentes grupos taxonómicos, desarrollada en colaboración entre la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), basada en conocimientos científicos y de gestión, que evalúa el riesgo de invasión de especies acuáticas no nativas a través de una serie de preguntas e indicadores (Tarkan *et al.*, 2021).

En resumen, AS-ISK consta de 55 preguntas, donde las primeras 49 preguntas corresponden a la Evaluación de Riesgo Biológico (BRA, por sus siglas en inglés) y las últimas 6 preguntas se refieren a la Evaluación del Cambio Climático (CCA, por sus siglas en inglés). En este trabajo nos centraremos únicamente en la Evaluación del Riesgo biológico (BRA).

El Índice de Evaluación de Riesgo Biológico (Biological Risk Assessment Index, BRA) se utiliza para evaluar el riesgo biológico de especies acuáticas no nativas. Considera factores como la adaptabilidad ecológica de la especie, características de su ciclo de vida, capacidad reproductiva, competencia y posibles impactos sobre las especies nativas. Cuanto mayor sea el índice BRA, mayor será la probabilidad de que la especie tenga un impacto negativo en la biodiversidad local y los ecosistemas (Cefas, 2021).

Para llevar a cabo una selección efectiva, los evaluadores deben proporcionar una respuesta para cada pregunta, indicar su nivel de confianza en la respuesta y ofrecer una justificación para la misma. Una vez completada la selección, la especie recibirá una puntuación BRA que oscila entre -20 y 68. Una puntuación inferior a 1 indica que es poco probable que la especie se convierta en invasora en el área evaluada, por lo que se clasifica como "bajo riesgo". Una puntuación entre 1 y 40 indica que la especie podría convertirse en una especie invasora en la zona de evaluación, por lo que se clasifica como "riesgo moderado". Una puntuación superior a 40 indica que la especie tiene una alta probabilidad de convertirse en una especie invasora en la zona de evaluación, por lo que se clasifica como "riesgo alto" (Tarkan *et al.*, 2021).

En este documento, nos centraremos únicamente en el riesgo biológico del cangrejo chino y no discutiremos los efectos del cambio climático. Esto significa que solo utilizaremos el índice BRA para la evaluación de riesgos.

2.1 Metodología

Basándonos en la literatura y fuentes de información, determinamos los 49 problemas basados en diversos aspectos como adaptabilidad ecológica, capacidad reproductiva, competencia, patogenicidad, características genéticas, entre otros, y asignamos un nivel de confianza. Las 49 preguntas se presentan en el Anexo.

3. Análisis de los resultados y debate

3.1 Respuestas a las 49 preguntas de la herramienta AS-ISK

(1) Se ha sometido el taxón a un proceso de domesticación (o cultivo) por, al menos, ¿20 generaciones?

Antes de la década de 1950, los cangrejos chinos en China crecían naturalmente sin influencia de la acuicultura. Sin embargo, después de la década de 1950, la construcción masiva de infraestructura hidráulica y presas en China obstaculizó la migración del cangrejo chino río arriba, lo que provocó una disminución drástica en la población. Los científicos comenzaron a capturar cangrejos en la desembocadura del río y los trasladaron a lagos interiores para su reproducción en cautiverio, lo que generó un alto beneficio económico con una tasa de retorno de captura del 3% al 5% y una relación costo-beneficio superior a 30 (Enciclopedia de China, 2023). Desde entonces, durante los siguientes 20 años, la cría en cautiverio se ha convertido en el principal método de reproducción. En la década de 1970, se logró un avance en la tecnología de reproducción artificial, lo que impulsó el rápido desarrollo de la industria acuícola de cangrejos chinos en la década de 1980 (Enciclopedia de China, 2023).

A partir de finales de la década de 1980, según los métodos de cría y el grado de desarrollo tecnológico, la cría de cangrejos chinos se puede dividir en las siguientes etapas:

La primera etapa (1985-2000), también conocida como la etapa de "Expansión cría de cangrejos", en la que la producción acuícola creció rápidamente. En particular, en la década de 1990, la escala de cría de cangrejos chinos se expandió y su amplia aplicación, beneficios económicos y rápida promoción fueron notablemente destacados. En 1993, la producción acuícola de cangrejos chinos en China fue de 17,500 toneladas, pero para el año 2000, la producción ya había alcanzado las 233,000 toneladas (Enciclopedia de China, 2023).

La segunda etapa (2001-2006), también conocida como la etapa de "cría de cangrejos grandes", se centró en la cría con cercas en lagos, con una alimentación refinada (principalmente con pescado silvestre) para que el tamaño del cangrejo chino aumentara significativamente. Durante esta etapa, la producción acuícola promedio de cangrejos chinos alcanzó 50-75 gramos por mu (Unidad de medida china, 666.67 metros cuadrados por mu), y la mayoría de los estanques compartieron la cría con camarones, con un beneficio promedio de más de 2,000 yuanes por mu (Enciclopedia de China, 2023).

La tercera etapa (2007 hasta la actualidad) se conoce como la etapa de "cría de cangrejos de alta calidad". Durante este período, la industria acuícola de cangrejos chinos en China continuó desarrollándose rápidamente. En 2014, la producción alcanzó las 796,500 toneladas, un aumento de 45 veces en comparación con las 17,500 toneladas en 1993. Desde 2014 hasta 2022, la producción de cangrejos chinos en China se ha mantenido estable, oscilando entre 700,000 y 800,000 toneladas (Enciclopedia de China, 2023).

Debido a que la historia de la cría se remonta a la década de 1980, se cree que el *E. sinensis*

ha sido domesticado (criado en cautiverio) durante al menos 20 generaciones.

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(2) ¿Se captura el taxón en estado silvestre y tiene probabilidades de ser vendido o utilizado vivo?

Es posible capturar y vender cangrejos chinos vivos en la naturaleza. En China, estos cangrejos son comestibles y tienen un alto valor económico, por lo que su captura y venta en la naturaleza son legales y bastante comunes. A nivel mundial, Corea del Sur es el único país que ha informado sobre la producción de cría de cangrejo chino de río (FAO, n.d.).

En diciembre de 2018, bajo el control oficial de la UFS (departamento funcional) de salud pública y seguridad alimentaria veterinaria del centro ASL Toscana, se incautaron dos establecimientos de restauración en la provincia de Florencia; se confiscaron un total de 15 kg de cangrejos chinos vivos. Después de la retención, la fotografía y la identificación morfológica de las muestras, se llevó a cabo la eutanasia y la destrucción de acuerdo con los requisitos de bienestar animal y gestión de subproductos animales en Europa (Sessa *et al.*, 2020).

En el año 2018, los investigadores del Servicio de Protección de la Naturaleza (Seprona) de la Guardia Civil de Madrid incautaron 80 kg de *E. Sinensis* en un almacén operado por un ciudadano chino. De esa carga incautada, 10 kg estaban siendo transportados en un camión con destino a Bilbao (La Vanguardia, 2018).

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(3) ¿Tiene el taxón razas, variedades, sub-taxa o congéneres invasores?

Los estudios indican que *Eriocheir japonica*, también perteneciente al mismo género que el cangrejo chino, es igualmente invasivo (Cohen y Carlton, 1997). Actualmente, ha causado problemas ecológicos en la costa oeste de Estados Unidos.

Otra especie invasora es *Hemigrapsus sanguineus* (cangrejo de roca asiático). Aunque esta especie no pertenece al mismo género que el cangrejo chino, ambos pertenecen a la familia Grapsidae y el cangrejo de roca asiático es considerado una especie invasora en la costa este de Estados Unidos y en algunas áreas de Europa. Su especie hermana, *Hemigrapsus penicillatus*, también es una especie exótica en Europa y fue descubierto en marzo de 1994 en la costa atlántica francesa en La Rochelle (Breton *et al.*, 2002).

En 2022, se realizaron recolecciones de ADN de cangrejos chinos en ocho regiones europeas en Francia, Países Bajos, Inglaterra y Gales. Se descubrió que hay una segunda especie de *Eriocheir* en la desembocadura del río Dee en Gales y en dos puntos de muestreo en los Países Bajos. Los resultados moleculares y el análisis comparativo de la morfología indican

que la segunda especie de las aguas europeas podría ser una especie oculta aún no descrita (Ferran *et al.*, 2022).

Esto demuestra que el cangrejo peludo chino tiene variantes invasoras, subespecies o especies relacionadas.

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(4) ¿Qué tan similares son las condiciones climáticas entre el área de análisis de riesgo y el área de distribución nativa del taxón?

Seleccionamos tres sitios tanto en la zona de distribución nativa (costa este de China) como en la de estudio (costa del Mediterráneo español). En orden de norte a sur, los sitios en el área de distribución nativa son QingDao (XiaoMaiDao), Shanghai (LvSi) y XiaMen (XiaMen); y los sitios en el Mediterráneo español son Barcelona (Tarragona Buoy), Valencia (Valencia Buoy) y Almería (Cabo de Gata Buoy).



Figura 10. Localización geográfica de los lugares nativos y de los lugares de la zona de estudio
Fuente. AEMET (2023); China Meteorological Administration (2021); Puertos del Estado (2022)

Principalmente utilizamos datos de temperatura del agua, salinidad, temperatura del aire y precipitación para evaluar las condiciones climáticas entre las dos regiones. En China, los datos de temperatura del agua en el lugar de origen fueron obtenidos a través del Centro de Datos Oceánicos de China (National Marine Data Center, 2022); la salinidad fue obtenida a través de investigaciones realizadas en Shirota *et al.* (2021); y los datos de temperatura del aire y precipitación fueron obtenidos de la Administración Meteorológica de China (China Meteorological Administration, 2021). En España, los datos de temperatura del agua y salinidad en la zona de estudio fueron obtenidos a través de Puertos del Estado (Puertos del Estado, 2022); mientras que los datos de temperatura del aire y precipitación fueron obtenidos de Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2023).

-Temperatura de agua

Como se muestra en la figura 12, observamos que la temperatura del agua en España en general es similar a la de XiaMen, en el sur de China, siendo más caliente en verano, pero no

demasiado fría en invierno. Sin embargo, al comparar con Shanghai y QingDao, ubicados en el centro y norte de China respectivamente, se observa que la variación anual de la temperatura del agua en el Mar de la China es más pronunciada, con veranos calurosos y inviernos fríos.

Por lo tanto, consideramos que en general, la temperatura del agua en la zona de estudio es más cálida en invierno en comparación con el lugar de origen, mientras que en verano se mantiene similar.

-Salinidad

Según la figura 11, podemos obtener información sobre la salinidad en los tres sitios de China. Tanto la costa de QingDao como Shanghai tienen una salinidad de alrededor de 31 psu, mientras que en XiaMen se encuentra entre 33 y 34 psu.

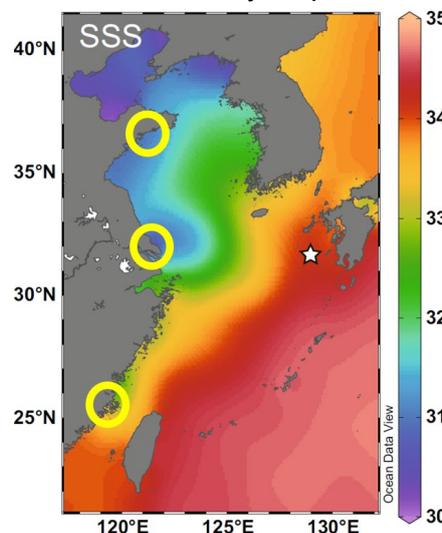


Figura 11. Valores medios anuales de la salinidad de la superficie del mar (SSS) a lo largo de la costa oriental de China. Con la ubicación de las estaciones (círculos amarillos).

Fuente. Shiota *et al.* (2021)

A través de Puertos del Estado, hemos obtenido datos de los tres sitios en España para el período del 01/01/2013 al 31/12/2022. Hemos encontrado que la salinidad en el sitio de Barcelona varía entre 37.54 y 38.33 psu, en el sitio de Valencia varía entre 37.17 y 38.27 psu, y en el sitio de Almería varía entre 36.53 y 38.22 psu. Se puede observar que la salinidad en el Mar Mediterráneo español es más alta que en la costa este de China.

- Las temperaturas y las precipitaciones

Las temperaturas del aire y del agua en ambos lugares muestran un comportamiento similar. En comparación con el lugar de origen, la temperatura en la zona de estudio es más cálida en invierno mientras que en verano son similares o ligeramente más bajas. Sin embargo, las precipitaciones muestran una tendencia completamente opuesta. En el lugar de origen, las precipitaciones son escasas en invierno y abundantes en verano, mientras que, en la zona de estudio, las precipitaciones son más abundantes en invierno y escasas en verano. Además, la cantidad total de precipitaciones en el lugar de origen es mucho mayor que en la zona de

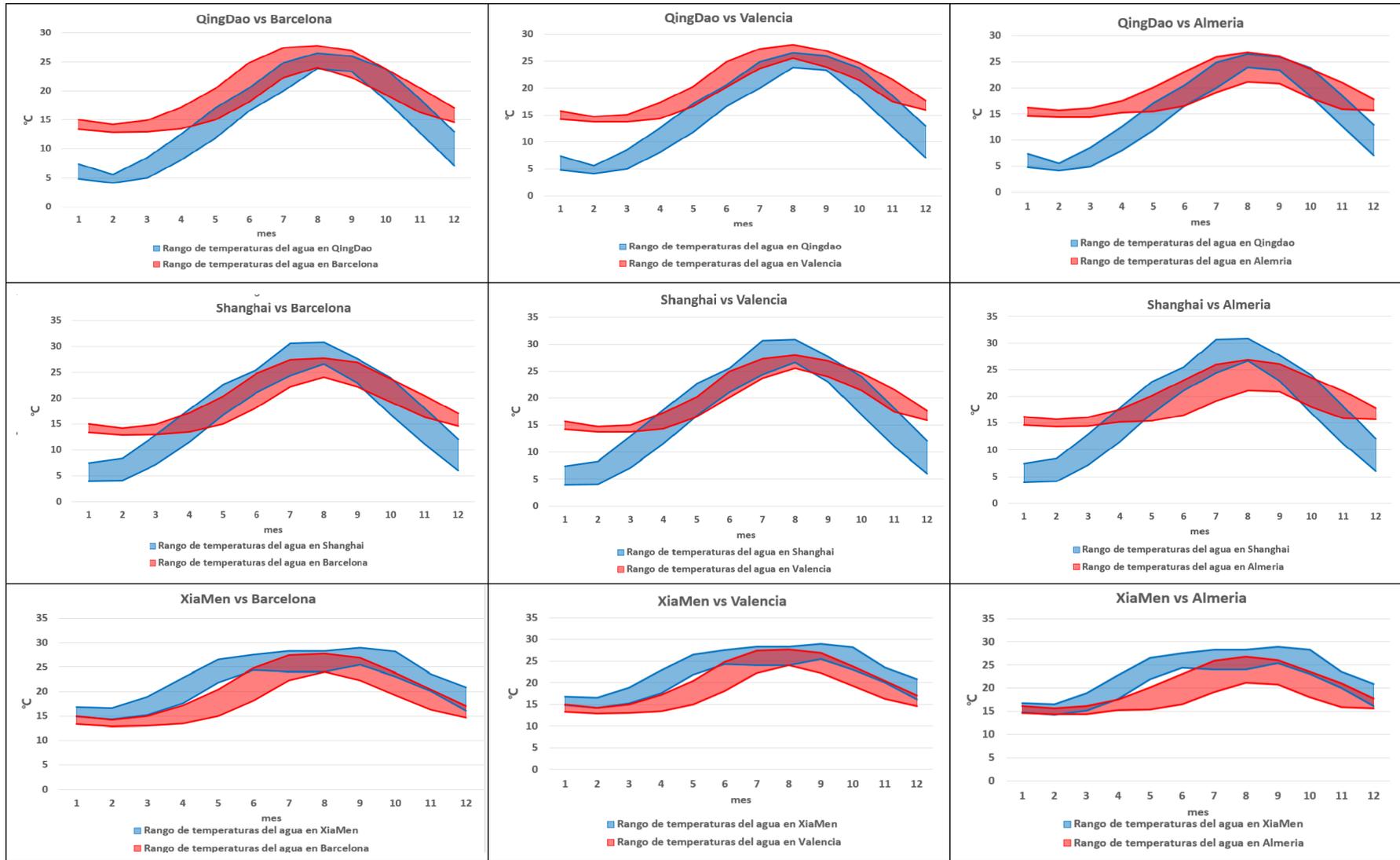


Figura 12. Comparación de la temperatura del agua de los lugares nativos y de los lugares de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de China Meteorological Administration (2021) y Puertos del Estado (2022).

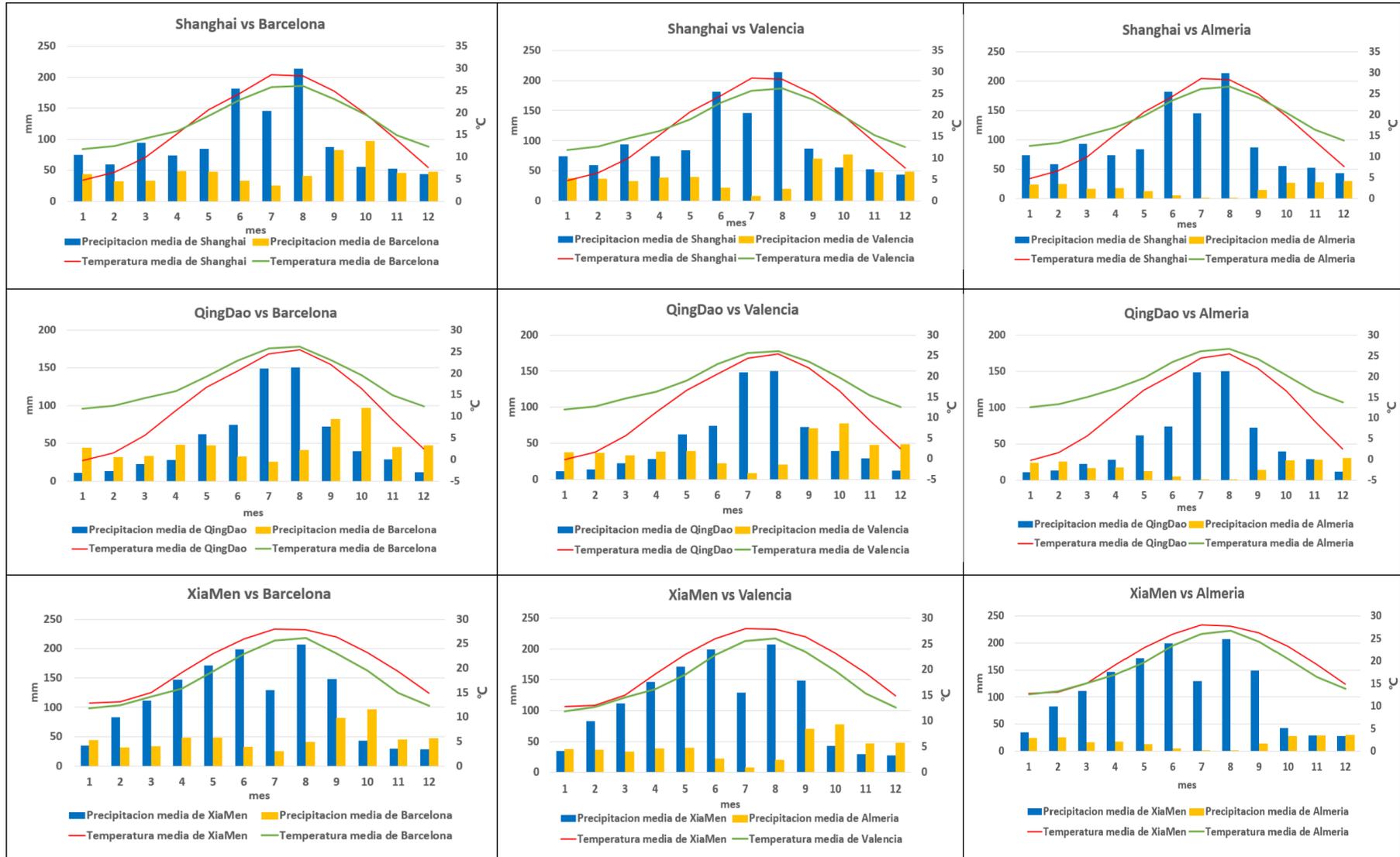


Figura 13. Comparación de las temperaturas y las precipitaciones de los lugares nativos y de los lugares de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de AEMET (2023) y China Meteorological Administration (1982).

estudio. Como se muestre en Figura 13. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores para diversas condiciones climáticas, hemos fijado la respuesta en Media.

Respuesta: Media

Confianza: Muy alta

(5) ¿Cuál es la calidad de los datos usados para la comparación climática?

En cuanto a los datos en la zona de estudio, se dispone de una alta calidad de datos, con promedios mensuales y anuales de temperatura del agua, salinidad, temperatura del aire y precipitación de los últimos diez años.

En cuanto a los datos del lugar de origen, se cuenta con promedios mensuales de temperatura del agua, temperatura del aire y precipitación de los últimos diez años, lo que indica una alta calidad. Sin embargo, no se encontraron promedios mensuales de salinidad, solo se dispone de una descripción general y un mapa de SSS (salinidad superficial del mar) del año 2018 de manera aislada.

Todas las fuentes de datos son altamente confiables, ya que provienen de sitios web oficiales como AEMET, Puertos del Estado y la Administración Meteorológica de China (AEMET, 2023; China Meteorological Administration, 2021; Puertos del Estado, 2022).

Respuesta: Alto

Confianza: Muy alta

(6) ¿Se encuentra ya el taxón fuera de cautiverio en el área de análisis de riesgo?

Esta especie ha sido encontrada actualmente en España en la desembocadura del río Guadalquivir en Andalucía y en Zumaia, Guipúzcoa, País Vasco (Miteco, 2013), como se muestra en la sección 1.3.1.1. También se ha registrado un único espécimen macho de *E. sinensis* en los lagos Venecia, Grado y Marano en el norte del mar Adriático en Italia (Fabio *et al.*, 2020), como se menciona en la sección 1.3.3.

En el Mediterráneo español, además de realizar una búsqueda con buscadores científicos (Google académico, Science Research) se ha realizado una búsqueda en prensa escrita de medios locales y nacionales con el buscador Google colocando las siguientes palabras claves en español “cangrejo chino” o catalán “cranc xinès” para tener acceso a documentos adicionales escritos en otros idiomas diferentes al inglés. Todavía no se han encontrado casos o informes sobre el cangrejo chino en un entorno no cautivo.

Respuesta: No

Confianza: Alta

(7) ¿Cuántos vectores potenciales podría usar el taxón para entrar al área de análisis de riesgo?

La opinión generalmente aceptada es que la propagación de los cangrejos chinos a nivel

global se debe principalmente a la intervención humana y no a causas naturales (Cohen y Carlton, 1997). Se han identificado 10 vías, tanto intencionales como no intencionales, para explicar la introducción y propagación de los cangrejos:

- a. Dispersión de larvas a través del flujo de agua.
- b. Dispersión pasiva de adultos o larvas en objetos flotantes.
- c. Transporte de adultos o larvas a través del fouling en los barcos.
- d. Transporte de adultos o larvas en mercancías.
- e. Transporte de adultos o larvas en plataformas semisumergibles, barcazas y otros barcos de movimiento lento a larga distancia.
- f. Transporte de larvas o juveniles en agua de lastre.
- g. Transporte de adultos o larvas en productos pesqueros.
- h. Transporte de larvas en agua utilizada para el transporte de peces vivos.
- i. Escape o liberación intencional desde acuarios de investigación, públicos o privados.
- j. Transferencia intencional para el desarrollo de recursos alimentarios.

Entre todas estas vías de propagación, se considera que hay dos vías que son las más probables: (f) la liberación accidental de cangrejos a través del agua de lastre de los buques y (j) la intencionalidad de transportar y liberar cangrejos en nuevos hábitats para desarrollar recursos alimentarios y proporcionar una nueva fuente de alimento humano (Cohen y Carlton, 1997).

En China, los cangrejos chinos son considerados un manjar y sustentan una importante industria acuícola. Por lo tanto, existe un incentivo para su introducción intencional. Según análisis genéticos, se cree que la población de cangrejos chinos en la bahía de San Francisco tiene su origen en Europa y probablemente fue introducida intencionalmente mediante el transporte y la liberación de ejemplares vivos con el propósito de establecer granjas acuícolas en la costa oeste de Estados Unidos. Actualmente, Canadá y Estados Unidos han prohibido la introducción intencional y el transporte de cangrejos chinos vivos para la industria alimentaria (Cohen y Carlton, 1997).

La vía no intencional más probable para la introducción y propagación de los cangrejos chinos es a través del agua de lastre de los buques. Es posible que las larvas planctónicas de los cangrejos sean transportadas a nuevas áreas a través del agua de lastre de los buques, lo que resulta en la propagación de la especie (Cohen y Carlton, 1997).

De hecho, los cangrejos chinos fueron uno de los primeros grupos utilizados para demostrar que el "agua de lastre puede ser una vía para la introducción de organismos acuáticos vivos invasores". Desde finales del siglo XIX, el tráfico marítimo desde China hacia Hamburgo (río Elba) y Bremen (río Weser) era muy frecuente en la región del norte de Europa, lo que probablemente introdujo los individuos fundadores a través de buques provenientes de China. La presencia de cangrejos en el sur de Francia también puede ser atribuida a actividades de transporte marítimo (Herborg *et al.*, 2003).

En la actualidad, se ha confirmado que la invasión de los cangrejos chinos en los Grandes Lagos de América del Norte fue causada por la liberación de agua de lastre. Entre 1983 y 1998, alrededor del 88% de los buques internacionales que ingresaron a los Grandes Lagos provenían de puertos europeos (Grigorovich *et al.*, 2003). Además, desde 1978, cerca del 50% de los buques que ingresaron a las aguas canadienses provenían de países europeos con poblaciones estables y abundantes de cangrejos chinos (De Lafontaine *et al.*, 2006).

Para el Mar Mediterráneo, la principal vía de introducción de especies no nativas del Mediterráneo es también el transporte marítimo global, que incluye la liberación de agua de lastre y el fenómeno de adhesión biológica (Galil, 2012; Katsanevakis *et al.*, 2013).

Debido a la expansión del Canal de Suez en 2015, se ha incrementado el tráfico marítimo que cruza el Mar Mediterráneo, lo que ha llevado a un aumento en el comercio internacional y ha generado una situación más compleja en el Mediterráneo (Wang *et al.*, 2022). A pesar de las investigaciones de Wang y sus colegas que indican que la cantidad de agua de lastre liberada en los puertos de España se ha mantenido relativamente estable, incluso con el aumento en el tráfico marítimo en años recientes, esto no ha afectado que el agua de lastre siga siendo una vía importante para ingresar a la zona de estudio en la región (Wang *et al.*, 2022).

Respuesta: >1

Confianza: Alta

(8) ¿Se encuentra el taxón actualmente próximo a, y con probabilidades de, entrar en el corto plazo al área de análisis de riesgo (p.ej. introducciones accidentales o intencionales)?

Como se muestra en el capítulo 1.3.1.1, se ha encontrado la presencia de *E. sinensis* en la desembocadura del río Guadalquivir en Andalucía y en Zumaya, Guipúzcoa en la región del País Vasco (Miteco, 2013). Por lo tanto, existe un riesgo de traslado intencional para el desarrollo de recursos alimentarios.

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(9) ¿Se ha naturalizado el taxón (ha establecido poblaciones viables) fuera de su área de distribución nativa?

Para que una especie sea considerada naturalizada, las diferentes generaciones de la especie deben mantenerse en un lugar durante al menos 1-2 años. Como se menciona en el capítulo 1.3.1, los cangrejos chinos fuera de su área de distribución nativa se encontraron en Alemania en 1912 (Panning, 1938) y en América del Norte en 1990 (Smithsonian Environmental Research Center, n.d.). El tiempo de invasión de la especie ha superado ampliamente los 2 años, lo que indica que los cangrejos chinos han establecido poblaciones viables fuera de su hábitat nativo.

Es importante tener en cuenta que actualmente no se han encontrado poblaciones viables a gran escala en el Mediterráneo. Sin embargo, se descubrió una pequeña población de cangrejos chinos en el sur de España en el año 2000 (Miteco, 2013), y aunque la población ha sido controlada, existe la posibilidad de establecer poblaciones más grandes en el futuro. Además, teniendo en cuenta de que existió una población de cangrejos chinos en la región de Narbonne en Francia (Fabio *et al.*, 2020), como se muestra en la Figura 14, aunque actualmente se considera extinta en esa área, no se descarta la posibilidad de establecer nuevamente poblaciones en entornos similares del Mediterráneo.

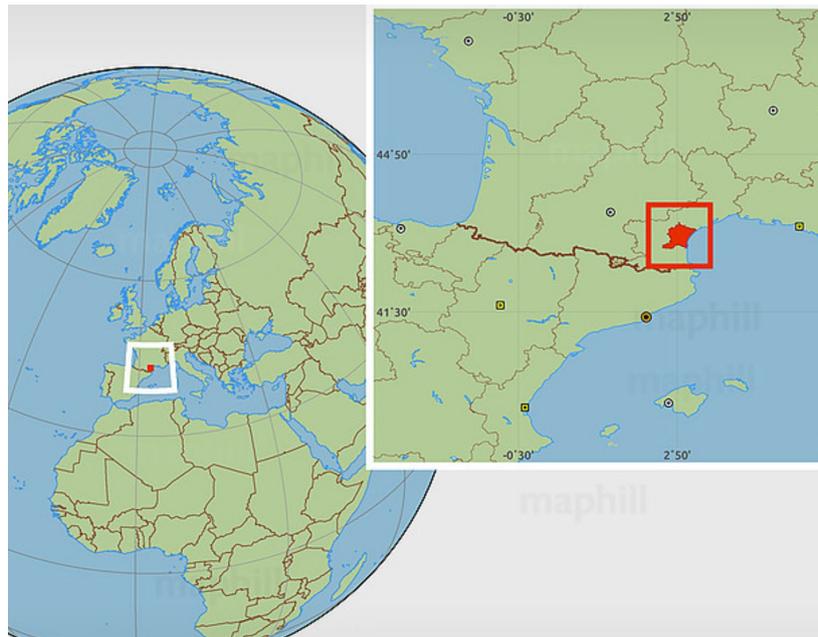


Figura 14. Localización de Narbonne

Fuente. (Maphill, 2013)

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(10) ¿En el área de distribución no nativa del taxón, se ha documentado impactos negativos a poblaciones silvestres o taxones de importancia comercial?

El cangrejo chino es un animal omnívoro, aunque sus hábitos alimenticios pueden variar a lo largo de su ciclo de vida. La afirmación de que el cangrejo chino "come lo que sea que encuentre" podría describir con precisión sus hábitos alimentarios (Panning, 1938). Según investigaciones, el cangrejo chino tiene hábitos de alimentación similares a la mayoría de los crustáceos, como *Procambarus clarkii* y *Pacifastacus leniusculus*. Sin embargo, el cangrejo chino es más agresivo y activo que estas dos especies, lo que puede resultar en una competencia directa entre ellos (Rudnick *et al.*, 2000).



Figura 15. Especies que pueden verse afectadas por el cangrejo chino. (a) *P. clarkii* (b) *P. leniusculus*
Fuente. GBIF (n.d.)

En San Francisco, Estados Unidos, ambas especies tienen un importante valor comercial como crustáceos, especialmente *P. leniusculus*, que genera aproximadamente 4 millones de dólares en ingresos anuales para la industria de la langosta de la zona. Los pescadores de langosta están preocupados por el posible impacto del cangrejo chino en la industria de la langosta. Sin embargo, hasta ahora no se ha observado una competencia fuerte entre el cangrejo chino y estas dos especies locales en Estados Unidos, posiblemente debido a la disponibilidad de hábitats lo suficientemente grandes como para ser compartidos por ambas especies, lo que ha reducido la competencia (Rudnick *et al.*, 2000). No obstante, existe la posibilidad de competencia debido a la superposición parcial de los hábitats. Sin embargo, en Europa, ambas especies son consideradas invasoras, por lo que queda por discutir si se pueden clasificar como especies de valor comercial.

Es importante tener en cuenta que algunos experimentos han demostrado que al colocar peces de tamaño mediano y cangrejos chinos en el mismo acuario, los cangrejos no causaron ningún daño ni ataque a los peces. Además, se ha observado que, al mantener cangrejos chinos junto con peces de tamaño pequeño durante varias semanas, no se observaron efectos negativos en ninguno de los organismos pequeños, aunque los cangrejos pueden depredar los huevos de los peces en el fondo del agua (Panning, 1938).

En el Atlántico de Canadá, el cangrejo chino podría ser un depredador potencial del mejillón lámpara amarillo (*Lampsilis cariosa*) y podría competir potencialmente con el pez cobre redhors (*Moxostoma hubbsi*) o el pez river redhors (*M. carinatum*) (Therriault *et al.*, 2008).

Aunque la mayoría de los informes mencionan el riesgo de impacto negativo del cangrejo chino en las poblaciones de animales silvestres, no hay evidencia directa de impactos negativos.

Sin embargo, el estudio de Schoelynck demostró el impacto negativo del cangrejo chino sobre macrófitos sumergidos (Schoelynck *et al.*, 2020). El cangrejo chino es capaz de destruir eficazmente los tallos de las plantas, lo que lleva a la completa desaparición de la vegetación. Además, las plantas experimentaron una inhibición en su capacidad de crecimiento a corto y

largo plazo después de ser removidas por los cangrejos, incluso cuando se restablecieron en condiciones óptimas (no bióticas).

Respuesta: Si

Confianza: Media

(11) ¿En el área de distribución no nativa del taxón, se han documentado impactos negativos a los productos acuícolas?

El cangrejo chino se alimenta frecuentemente de peces capturados en redes de pesca o trampas, así como de cebos, lo que puede tener un impacto negativo en la pesca comercial (Panning, 1938). Los pescadores en el área de la Bahía de San Francisco han informado que han experimentado robos de cebos por parte del cangrejo chino. Estos cangrejos suelen robar diferentes tipos de cebos, como peces muertos, moluscos, gusanos e incluso señuelos de plástico, y al hacerlo también pueden dañar las redes de pesca (Rudnick *et al.*, 2000). El cangrejo chino ha tenido un impacto devastador en la industria pesquera de Alemania. Según informes de pescadores locales, desde la invasión del cangrejo chino, la producción de productos acuáticos de agua dulce en la región de Mecklemburgo ha disminuido significativamente.

Se ha informado de una gran cantidad de cangrejo de chino que ingresan a las trampas originalmente destinadas a la captura de anguilas, donde consumen los cebos y reducen significativamente la captura de anguilas (Panning, 1938). La producción anual de anguilas y lubinas en Alemania ha pasado de 120-150 toneladas a solo 60 toneladas (Yan, 2012).

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(12) ¿En el área de distribución no nativa del taxón, se han documentado impactos negativos a los servicios ecosistémico?

Como se mencionó en el **capítulo 1.2**, el cangrejo chino tiene el hábito de cavar madrigueras. La excavación de madrigueras puede eliminar los sedimentos de las orillas, debilitando la estructura general de las riberas. Además, las madrigueras del cangrejo chino tienen la característica de retener agua incluso durante la bajamar, lo que aumenta la presión de los poros en las riberas y aumenta el riesgo de colapso de las mismas. En áreas con una alta densidad de cangrejos chinos, las madrigueras se agrupan estrechamente y a menudo se conectan entre sí, creando una zona de madrigueras de alta densidad, lo que hace que las riberas sean más susceptibles a la erosión natural causada por eventos climáticos como lluvias y mareas (Rudnick *et al.*, 2000). Esto puede afectar aún más la estructura y distribución de la vegetación en el lecho de los ríos, teniendo posibles impactos negativos en la estructura y función general del ecosistema de agua dulce.

Ya en la década de 1930, se informó que la actividad de excavación del cangrejo chino en Alemania estaba causando daños a las riberas y diques (Panning, 1938). En 1999, se encontró que la densidad de madrigueras del cangrejo chino en un afluente del área de la Bahía de San Francisco alcanzaba entre 21 y 39 madrigueras por metro cuadrado, lo que

causaba un gran daño a la función de protección natural de las riberas (Rudnick *et al.*, 2003).

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(13) ¿En el área de distribución no nativa del taxón, se han documentado impactos socioeconómicos negativos?

Según las estadísticas de Antonín *et al.* (2022), el costo económico total de los organismos acuáticos invasores de crustáceos entre 2000 y 2020 fue de 271 millones de dólares estadounidenses a nivel mundial. Los costos más altos correspondieron a la invasión de langostinos y cangrejos, y los costos de control del cangrejo representaron 150.2 millones de dólares, lo que supera el 55% de los costos totales de control de crustáceos invasores a nivel global. Entre todos los cangrejos, los cangrejos chinos (*E. sinensis*) se consideran que tienen un impacto ecológico y socioeconómico notablemente desfavorable, con costos enormes para su gestión. Además, considerando las lagunas de información geográficas y temporales, estos costos están subestimados de manera significativa (Antonín *et al.*, 2022). No se encontraron datos específicos sobre las pérdidas económicas causadas por la invasión del cangrejo chino, pero según informes de medios chinos, Alemania sufrió una pérdida de 80 millones de euros debido a la invasión del cangrejo chino hasta el año 2012 (Global Times, 2012).

Respuesta: Si

Confianza: Alta

(14) ¿Puede el taxón ser venenoso o representar un riesgo de algún tipo para la salud humana?

Hasta ahora, no hay evidencia directa que indique que *E. sinensis* en sí mismo represente un peligro o toxicidad directa para la salud humana. El cangrejo chino es un organismo comestible y no se ha encontrado que tenga órganos o glándulas que secreten sustancias tóxicas. Sin embargo, aún puede existir riesgo indirecto relacionado con la salud, como el riesgo de infección.

Paragonimus westermani es un parásito patógeno que tiene como primer huésped a *Semisulcospira libertina* y *Tarebia granifera*, los cuales, una vez desarrolladas las cercarias, pueden infectar a *E. sinensis*. El cangrejo chino actúa como hospedador secundario para el parásito *P. westermani*, cuyo hospedador final son mamíferos como tigres, leopardos, lobos, hurones, monos, gatos salvajes, tejones, linceos, gatos domésticos, civetas, perros, cerdos, vacas y humanos, entre otros (Yokogawa, 1969). El *P. westermani* tiene una distribución mundial, pero es más frecuente en Asia. El consumo de estos cangrejos chinos infectados brinda la oportunidad para que las larvas de *P. westermani* invadan el tracto gastrointestinal y, atravesando el diafragma hacia la cavidad abdominal, se desarrollen hasta convertirse en adultos, causando daños en los pulmones, la cavidad abdominal y otros órganos, y dando lugar a síntomas típicos como tos, dificultad respiratoria, expectoración sanguinolenta, dolor torácico, dolor abdominal y diarrea (Yokogawa, 1969).

Debido a que la pregunta es general tanto para hábitat nativo como no nativo, la respuesta es "Sí". Los cangrejos chinos representan realmente un riesgo para la salud humana. En su lugar de origen, existe un alto riesgo de propagación de parásitos.

Respuesta: Si.

Confianza: Muy alta

(15) ¿Puede el taxón afectar a uno o más taxa nativos (que no estén amenazados o protegidos)?

El cangrejo chino es un animal omnívoro, lo que sugiere que puede depredar varias especies locales que no están amenazadas (Animal Diversity Web, 2020).

Rudnick y Resh (2005) utilizando el análisis de isótopos de carbono, determinaron que la alimentación de los cangrejos chinos en China consiste principalmente en plantas e invertebrados. Por otro lado, Koester demostró a través de experimentos que los cangrejos chinos en el río Rin en Alemania tienen una estructura dietética similar, identificando a *Jaera sarsi*, *Chelicorophium spp.* y *Echinogammarus ischnus*, entre otros invertebrados bentónicos de gran tamaño, así como plantas acuáticas locales, como sus principales fuentes de alimento (Koester *et al.*, 2022).

Por lo tanto, tenemos razones para creer que especies como *Iris pseudacorus* y *Phragmites australis* (plantas acuáticas de agua dulce), *Phaeophyceae* (algas marinas de agua salada) y *Physa acuta* (invertebrados acuáticos de agua dulce) podrían ser influenciadas por la alimentación del cangrejo chino (IUCN, 2022).

Respuesta: Si

Confianza: Media

(16) ¿Existen taxones amenazados o protegidos que el taxón no nativo pudiera parasitar dentro del área de análisis de riesgo?

El cangrejo chino es un crustáceo de gran tamaño, y no existen pruebas que demuestren que el cangrejo chino sea capaz de parasitar otras especies.

Respuesta: No

Confianza: Media

(17) ¿Es el taxón adaptable en términos de condiciones climáticas o ambientales, de manera que se incremente su persistencia potencial si ya invadió o pudiera invadir el área de análisis de riesgo?

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura considera que el cangrejo chino tiene una adaptabilidad extremadamente alta a entornos complejos y cuerpos de agua contaminados (FAO, n.d.). En esta pregunta, se discute la adaptabilidad de su etapa larval y de su etapa adulta por separado.

Juvenil *E. sinensis*

Durante la etapa de reproducción y crecimiento larval, existen requisitos de temperatura y salinidad. La reproducción no ocurre por encima de los 18-20 °C. La temperatura óptima para el crecimiento larval generalmente se encuentra entre los 15-25 °C. Las larvas no pueden sobrevivir a temperaturas por debajo de los 10 °C. Sin embargo, los cangrejos en período de incubación pueden soportar bajas temperaturas, incluso pueden pasar el invierno en condiciones de -1 a -2 °C sin que los huevos y los cangrejos adultos mueran (Ding y Wan, 1995). El tiempo de desarrollo general varía en diferentes temperaturas, siendo el desarrollo más rápido a 18 °C, donde solo se necesitan entre 37 y 44 días para que se conviertan en adultos (Eberhardt *et al.*, 2016). Dos estudios de laboratorio han demostrado que la salinidad tiene cierto impacto en la calidad de los embriones producidos por el cangrejo chino, siendo la salinidad óptima entre 20 y 25 PSU (Unidades Prácticas de Salinidad), siendo la salinidad de 18 la que muestra las mejores características reproductivas (Huang *et al.*, 2023).

Según la investigación de Wang *et al.* (Wang *et al.*, 2019), las larvas de etapa "Zoea 1" del cangrejo chino muestran una óptima tolerancia a la salinidad en el rango de 10-20. Sin embargo, entre 5-35 demuestran una buena vitalidad, como se muestra en la Figura 16. Es importante destacar que, en agua con una salinidad de 40, la tasa de supervivencia de las larvas es del 0, mientras que la salinidad promedio en la zona de estudio es de alrededor de 37-38.

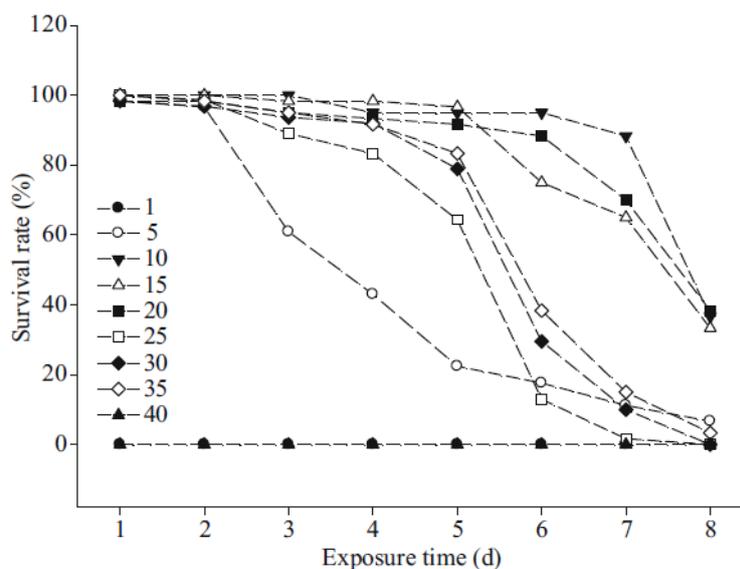


Figura 16. Tasa de supervivencia (%) de las larvas de la etapa "Zoea 1" de *E. sinensis* en diferentes salinidades.

Fuente. Wang *et al.* (2019)

Adulto *E. sinensis*

El cangrejo chino adulto muestra una alta tolerancia a la salinidad del agua y es una especie adaptada a una amplia gama de ambientes salinos. Según Wang *et al.*, los adultos de cangrejo chino pueden mudar en entornos que van desde agua dulce casi pura hasta agua salada (salinidad de 1 a 35), lo que sugiere que los adultos de esta especie pueden adaptarse (al menos gradualmente) a cualquier nivel de salinidad (Wang *et al.*, 2019). Además, los adultos

de cangrejo chino tienen un amplio rango de tolerancia a la temperatura. A nivel mundial, las temperaturas superficiales durante el verano que favorecen el hábitat de este cangrejo oscilan entre 18°C y 30°C, y su crecimiento se detiene en temperaturas inferiores a 7°C y superiores a 30°C. Los adultos de cangrejo chino también exhiben una alta tolerancia a la sequedad, pudiendo sobrevivir varias horas sin estar sumergidos en agua sin sufrir daños mortales (Rudnick *et al.*, 2000).

Respuesta: Si

Confianza: Muy Alta

(18) ¿Puede el taxón alterar la estructura/función de las redes tróficas en los ecosistemas acuáticos que ya ha invadido o que pudiera invadir en el área de análisis de riesgo?

Rudnick y Resh (2005) utilizaron varios enfoques para analizar la dieta de *E. sinensis* en el ecosistema de San Francisco. Esto incluyó el análisis de isótopos estables de nitrógeno y carbono de datos de campo, experimentos de alimentación controlada para estimar el fraccionamiento isotópico, experimentos en mesocosmos y análisis del contenido estomacal.

Los resultados experimentales indicaron que el material vegetal constituye el componente principal del contenido estomacal de los cangrejos chinos, pero también se encontraron varios grupos de invertebrados que habitan en los sedimentos. Los resultados del análisis de isótopos indicaron una fuerte asociación entre *E. sinensis* y las algas, así como con los invertebrados asociados a las algas. Los análisis del contenido estomacal y los experimentos en mesocosmos indicaron que *E. sinensis* se alimenta principalmente de invertebrados que habitan en la superficie de sedimento.

El cangrejo chino, como omnívoro, posee la capacidad de influir directamente en las comunidades bentónicas al depredar sobre invertebrados y peces de mayor tamaño, así como de ejercer una influencia indirecta sobre las mismas al competir por recursos vegetales con consumidores primarios y otros omnívoros. Ambas interacciones pueden dar lugar a efectos observables similares, como la disminución en la abundancia o diversidad de invertebrados bentónicos en los hábitats (Rosewarne *et al.*, 2016).

Koester y sus colegas llevaron a cabo un experimento en el río Rin en Alemania y descubrieron que los cangrejos chinos de río de diferentes tamaños mostraron diferencias significativas en la ingesta de recursos animales (Koester *et al.*, 2022). Los resultados de distintas investigaciones sugieren que las estrategias de alimentación oportunista y los comportamientos alimentarios del cangrejo chino pueden variar significativamente en función de diversos factores ambientales (Rosewarne *et al.*, 2016). Por lo tanto, para evaluar en qué medida el cangrejo chino puede consumir distintos recursos, se requiere continuar con investigaciones adicionales.

Respuesta: Si

Confianza: Alta

(19) ¿Puede el taxón ocasionar impactos negativos a los servicios ecosistémicos en el área de análisis de riesgo?

Se piensa que podría ocasionar impactos negativos a los servicios ecosistémicos en el área de análisis de riesgo, ya que, en otras zonas invadidas, se ha observado que el cangrejo chino puede tener un impacto negativo en la pesca y acuicultura de pequeña escala, como se indica en la pregunta 11.

También, se vio afectada la agricultura en el Valle Central de California que depende del trasvase de agua desde el Delta de Sacramento-San Joaquín. El sistema que facilita este trasvase incluye instalaciones de recolección de peces diseñadas para evitar que los peces ingresen a los canales de transferencia. Sin embargo, el cangrejo chino ha sido introducido en estas instalaciones de rescate junto con los peces esperados, obstruyendo las instalaciones de recolección (Dittel y Epifanio, 2009). En 1998, se introdujeron más de un millón de cangrejos chinos en las instalaciones de recolección de peces de Tracy, cerca de Stockton, California, lo que interrumpió los planes originales de manejo (Dittel y Epifanio, 2009).

Respuesta: Si

Confianza: Alta

(20) ¿Podría ser el taxón huésped de, y/o actuar como vector para, plagas reconocidas y agentes infecciosos que sean endémicos en el área de análisis de riesgo?

Diphyllobothrium spp., *Anisakis simplex*, *Diphyllobothrium latum*, entre otros, son parásitos comunes de crustáceos en la zona de estudio (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2022). Sin embargo, hasta la fecha no hay noticias ni artículos que indiquen que el cangrejo chino pueda ser el vector de estos parásitos.

Respuesta: No

Confianza: Baja

(21) ¿Puede el taxón ser hospedador de, y/o actuar como vector para, plagas reconocidas y agentes infecciosos que estén ausentes (sean nuevos) en el área de análisis de riesgo?

Como se menciona en la pregunta 14, el cangrejo chino es un segundo hospedador de *P. westermani*. Aunque, los primeros hospedadores *S. libertina* y *T. granifera* se pensaba que no existían fuera de Asia, la especie *T. granifera* está presente como exótica en México (Gobierno de México, n.d.) lo cual hace pensar que podría llegar a otras regiones del planeta. Si el primer hospedador ingresa al área de estudio, esto tendría un gran impacto en la salud de los mamíferos. Por lo tanto, los cangrejos chinos tienen el riesgo de introducir y propagar enfermedades, pero hasta la fecha no se han reportado casos de infección por *P. westermani* en personas o animales en áreas no nativas. Sin embargo, otras especies del género *Paragonimus* causan paragonimiasis (enfermedad pulmonar granulomatosa inflamatoria crónica) en otras regiones del mundo como Colombia (Vélez, 2018) Por tanto es posible que

actúe como vector de enfermedades infecciosas si se dan las condiciones adecuadas

Además, las patas peludas del cangrejo chino pueden transportar organismos parásitos potenciales. Se ha registrado que el hongo del *P. clarkii* de América del Norte (*Aphanomyces astaci*) es transportado por el cangrejo chino (Benisch, 1940). Aunque esta enfermedad puede afectar la diversidad de organismos de agua dulce, el impacto de los cangrejos chinos como vectores de transmisión en las especies nativas de cangrejo en Canadá es mínimo, ya que esta enfermedad es localizada en esas especies (Therriault *et al.*, 2008).

Respuesta: Si

Confianza: Media

(22) ¿Puede el taxón alcanzar un tamaño corporal que incremente las posibilidades de ser liberado del cautiverio?

Existen especies, como algunos anfibios y crustáceos, que con el transcurrir del tiempo, sobrepasan la capacidad de confinamiento de las instalaciones (por ejemplo, acuarios o estanques de jardín) porque llegan a alcanzar tallas grandes.

No sería el caso de *E. sinensis* ya que el tamaño del cangrejo chino no es muy grande, con una longitud de caparazón de aproximadamente 47 mm y un ancho de 53-100 mm. Además, el cangrejo chino no es una especie ornamental.

Respuesta: No

Confianza: Muy alta

(23) ¿Es el taxón capaz de mantenerse en diversas condiciones de velocidad de corrientes de agua (p. ej. Es versátil en el uso de hábitat)?

Según el estudio de Jiang *et al.* (2014), se utilizó un modelo de idoneidad de hábitat para investigar la distribución espacial de los cangrejos chinos portadores de huevos en su área nativa, la desembocadura del río Yangtsé, y su correlación con los factores hidroambientales. Se llegó a la conclusión de que los cangrejos portadores de huevos se encuentran principalmente en aguas con una salinidad de 9-15, una velocidad del agua de 1.3-1.5 m/s, una profundidad de 3-6 m y una visibilidad de 10-23 cm.

El cangrejo chino muestra una notable capacidad de supervivencia en hábitats acuáticos contaminado (Hoestlandt, 1944). Esto incluye una serie de charcas cerradas y contaminadas sin intercambio de flujo. Estos hábitats tienen velocidades de flujo de casi 0.

Por lo tanto, es una especie que puede persistir en aguas con un rango amplio de velocidades de flujo. Estableceremos la respuesta como "Sí".

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(24) ¿Puede el modo de vida del taxón (p. ej. Excreción de subproductos) o

comportamientos (p. ej. Alimentación) reducir la calidad del hábitat para taxones nativos?

Los cangrejos chinos tienen la costumbre de cavar agujeros (Ding y Wan, 1995), lo que debilita la estructura general de las riberas y aumenta el riesgo de derrumbe y reduce la calidad del hábitat en la zona de estudio (Rudnick *et al.*, 2000).

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(25) ¿Puede el taxón mantener una población viable incluso cuando esté presente a bajas densidades (o persistir en alguna forma latente en condiciones adversas)?

En 1935, se informó por primera vez del cangrejo chino en el río Támesis en Inglaterra y se estableció una población en 1973 (Rainbow *et al.*, 2003). Se pudo concluir que desde su primera invasión en el Reino Unido en 1935 hasta 1973, cuando se pudo determinar la existencia de una población considerable, el cangrejo chino estableció una población continua de baja densidad durante esos 38 años. Sin embargo, el cangrejo chino no pasa por períodos de inactividad (hibernación) para sobrellevar condiciones ambientales desfavorables.

Respuesta: Si

Confianza: Media

(26) ¿Puede el taxón consumir taxones nativos amenazados o protegidos en el área de análisis de riesgo?

Con la respuesta a la pregunta 15, la alimentación del cangrejo chino está principalmente compuesta por plantas e invertebrados (Koester *et al.*, 2022; Rudnick y Resh, 2005). Por lo tanto, al buscar en la Lista Roja de la IUCN las especies amenazadas o protegidas presentes en la región de estudio, las siguientes especies podrían verse afectadas por la influencia del cangrejo chino.

Tabla 2. Los taxones nativos amenazados o protegidos en el área de estudio que podrían verse afectadas por la presencia de cangrejos chinos.

Fuente. Elaboración propia a partir de IUCN (2022)

	Nombre científico	Clase	Agua dulce/salada	Estado de conservación
Animalia	<i>Pelobates cultripes</i>	Amphibia	agua dulce	VU
	<i>Margaritifera margaritifera</i>	bivalvia	agua dulce	EN
	<i>Pseudunio auricularius</i>	bivalvia	agua dulce	CR
	<i>Suboestophora jeresae</i>	Gastropoda	agua dulce	VU
	<i>Tarraconia rolani</i>	Gastropoda	agua dulce	EN
	<i>Moitessieria foui</i>	Gastropoda	agua dulce	VU
	<i>Tarraconia gasulli</i>	Gastropoda	agua dulce	EN
Plantae	<i>Galium viridiflorum</i>	Magnoliopsida	agua dulce	EN
	<i>Narcissus nevadensis</i>	Liliopsida	agua dulce	EN
	<i>Zannichellia contorta</i>	Liliopsida	agua dulce	EN

Es importante señalar que, después de buscar todas las especies amenazadas o protegidas en la IUCN que podrían encontrarse en la zona de estudio, no se encontró ninguna especie marina (de agua salada) que pudiera ser un posible recurso consumido por el cangrejo chino.

Respuesta: Si

Confianza: Media

(27) ¿Puede el taxón retener recursos alimenticios (incluyendo nutrientes) en detrimento de taxones nativos en el área de análisis de riesgo?

Esta pregunta está enfocada específicamente en identificar si el organismo introducido es capaz de aprovechar recursos disponibles (incluyendo nutrientes, minerales, oligoelementos) en detrimento de las especies nativas. Si el valor de Impacto Potencial Relativo (IPR) (Dick *et al.*, 2017) para esa especie ha sido calculado y resultó ser ≥ 1.0 , entonces la respuesta adecuada es "Sí". Sin embargo, si el valor de IPR fue calculado y resultó ser < 1.0 , entonces la respuesta adecuada es "No". El informe señala que el valor del IPR de *E. sinensis* es de 0.45, por lo tanto, el cangrejo chino no causará daño a las poblaciones locales en la zona de estudio debido a la acumulación de alimentos (Dick *et al.*, 2017).

Respuesta: No

Confianza: Muy alta

(28) ¿Puede el taxón exhibir cuidado parental y/o reducir la edad de madurez sexual en respuesta a las condiciones ambientales?

El cangrejo chino en sí mismo no es una especie con cuidado parental y no existen pruebas que respalden su manifestación de cuidado parental debido a las condiciones ambientales.

El estudio de Anger demostró experimentalmente que el tiempo de incubación del cangrejo chino está influenciado por la temperatura ambiental (Anger, 1991).

En su hábitat nativo, el cangrejo chino realiza migraciones río abajo hacia áreas con mayor salinidad para el apareamiento durante finales de otoño e invierno. La migración río abajo comienza después de que las hembras completan la muda de la pubertad. Los huevos eclosionan a principios de la primavera y las larvas de ojos grandes aparecen por primera vez en mayo y junio (Dittel y Epifanio, 2009).

Panning determinó que, en las aguas alemanas, el apareamiento y la puesta de huevos ocurren entre octubre y enero, de manera similar a su hábitat nativo (Panning, 1938). La liberación de las cápsulas de huevos depende de las condiciones climáticas y generalmente ocurre durante un período de cinco meses, desde marzo hasta julio.

Esto refleja la adaptación del cangrejo chino basada en la temperatura para su desarrollo sexual, algo común en todos los organismos poiquilotermos. Sin embargo, no hay evidencia que indique que disminuya la edad de madurez sexual debido a las condiciones ambientales.

Respuesta: No

Confianza: Muy alta

(29) ¿Puede el taxón producir gametos viables (en el área de análisis de riesgo)?

Según las respuestas a las preguntas 4 y 17, el área de estudio tiene condiciones climáticas y de temperatura del agua similares a las del hábitat nativo, aunque hay diferencias en el régimen de precipitaciones y en los niveles de salinidad de la zona marina. El área de estudio tiene temperaturas de invierno y temperatura del agua más cálidas, lo que proporciona condiciones favorables para la producción de gametos viables del cangrejo chino (Figura 12 y Figura 13).

Sin embargo, las larvas del cangrejo chino en la etapa de "primera etapa zoea" muestran una actividad moderada a una salinidad de 35, pero mueren por completo a una salinidad de 40 (Fig.16) (Wang *et al.*, 2019). Por lo tanto, consideramos que las larvas del cangrejo chino son muy sensibles a la salinidad entre 35 y 40. La salinidad promedio del área de estudio es de alrededor de 37-38, si bien en las zonas estuarinas existen áreas con salinidades menores, aunque son de dimensiones reducidas. Actualmente no hay una evaluación de la viabilidad de las larvas en un rango de salinidad de 37-38 psu.

Respecto a los gametos no sabemos y probablemente no les afecte porque la fecundación se realiza en agua dulce, pero con respecto a las larvas, es altamente probable que su actividad disminuya debido a la alta salinidad.

Respuesta: Si

Confianza: Baja

(30) ¿Puede el taxón hibridar con taxones nativos de forma natural?

Aunque el cangrejo chino ha establecido poblaciones en muchas áreas no nativas, la investigación científica actual no proporciona evidencia clara de que puedan hibridarse de forma natural con especies nativas. No se han recopilado informes o información similar sobre la reproducción entre el cangrejo chino y otros grupos taxonómicos.

En 2013, los medios de comunicación chinos informaron que China comenzó a importar cangrejos chinos salvajes de precio asequible desde Alemania. La Facultad de Pesca de la Universidad Marítima de Shanghai confirmó que estos cangrejos importados de Alemania eran de la especie auténtica de China (Global Times, 2013). Esto indica indirectamente que, durante casi un siglo de invasión, el cangrejo chino no ha hibridado de forma natural con los grupos taxonómicos locales.

Respuesta: No

Confianza: Media

(31) ¿Puede el taxón ser hermafrodita o reproducirse asexualmente?

No es posible. El cangrejo chino es una especie dioica, lo que significa que requiere la participación de individuos de ambos sexos para reproducirse sexualmente y no puede reproducirse hermafroditamente o de manera asexual. El artículo de Dittel *et al.* resume la biología invasora del cangrejo chino y enfatiza la importancia de la reproducción sexual dioica

en su ciclo de vida (Dittel y Epifanio, 2009).

Respuesta: No

Confianza: Muy alta

(32) ¿Depende el taxón de la presencia de otro taxón (o de características específicas del hábitat) para completar su ciclo de vida?

El cangrejo chino no depende de otros grupos taxonómicos para completar su ciclo de vida. Sin embargo, requiere un entorno específico de agua dulce-salobre y migra hacia aguas saladas aguas abajo para reproducirse. Durante el proceso de migración, puede cruzar fronteras terrestres, pero no permanece allí durante mucho tiempo (Animal Diversity Web, 2020).

Respuesta: No

Confianza: Muy alta

(33) Se sabe (o es probable) que el taxón produzca un gran número de descendientes en un tiempo corto (p. ej. <1 año)

Los estudios han demostrado que su época de reproducción va de abril a septiembre, siendo mayo a agosto el período más reproductivo (Animal Diversity Web, 2020). Además, las hembras de cangrejo chino son altamente fecundas, poniendo entre 100,000 y 1 millón de huevos, los cuales son transportados típicamente en el abdomen de la hembra en forma de masa adherida (Panning, 1938).

Por lo tanto, consideramos que esta especie es conocida por ser capaz de producir una gran cantidad de descendientes en un solo año.

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(34) ¿Cuántas unidades de tiempo (días, meses, años) requiere el taxón para alcanzar la edad de la primera reproducción?

El *E. sinensis* es un animal de crecimiento rápido con una longevidad de hasta 3-5 años. En su hábitat nativo, generalmente alcanza la madurez sexual y se reproduce por primera vez en 1-2 años. Sin embargo, la longevidad y la duración de cada etapa del ciclo de vida pueden variar considerablemente. En las aguas de California, los cangrejos chinos suelen alcanzar la madurez sexual en 2-3 años (Rudnick *et al.*, 2003), mientras que en los primeros estudios de campo en el norte de Europa concluyeron que pueden tardar de 3 a 5 años en alcanzar la madurez sexual (Panning, 1938).

Por lo tanto, consideramos que el cangrejo chino generalmente tarda alrededor de 2 años en alcanzar la edad de reproducción por primera vez.

Respuesta: 2 años

Confianza: Alta

(35) ¿Cuántos vectores/vías internas potenciales podría utilizar el taxón para dispersarse dentro del área de análisis de riesgo (con hábitats adecuados en la cercanía)?

Como se mencionó en la pregunta 7, hay 10 posibles vías de propagación, y "(a) La dispersión de larvas a través del flujo de agua" y "(j) la intencionalidad de transportar y liberar cangrejos en nuevos hábitats para desarrollar recursos alimentarios y proporcionar una nueva fuente de alimento humano" se consideran las principales razones para la propagación a gran escala dentro de la zona de estudio. Una vez que los cangrejos chinos son introducidos y establecidos en un nuevo hábitat, pueden invadir y colonizar sistemas acuáticos cercanos a través del transporte de larvas o la migración de juveniles. Después de eclosionar en áreas con una mezcla de agua salada y dulce, las larvas de cangrejo pueden ser arrastradas por las corrientes costeras a largas distancias y luego establecerse en un nuevo hábitat. Las larvas metamorfoseadas son capaces de realizar migraciones activas a contracorriente a larga distancia, lo que podría introducir cangrejos en nuevos sistemas de agua dulce adyacentes a áreas donde ya se ha establecido una población (Herborg *et al.*, 2003).

Además, dado que el cangrejo chino ya ha sido encontrado en Andalucía, España, no se descarta la posibilidad de una transferencia directa intencionada de estas especies dentro del territorio de España.

Respuesta: >1

Confianza: Muy alta

(36) ¿Algunos de estos vectores/vías podría llevar al taxón a la proximidad cercana de una o más áreas protegidas (p. ej. ZCM, APM, SICE)?

Según se muestra en la Figura 17 (Miteco, 2021), podemos observar que hay Áreas Marinas Protegidas dentro de la zona de estudio. Dado que el cangrejo chino se dispersa en gran medida de manera pasiva a través de las corrientes de agua en la zona de estudio, esto implica que la especie presenta un riesgo cercano a múltiples áreas protegidas.

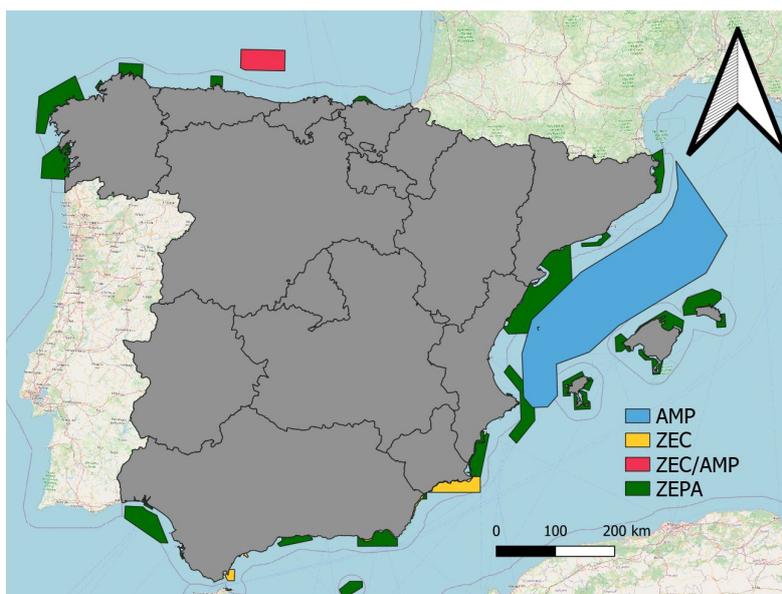


Figura 17. Localización de Áreas Marinas Protegidas en la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia a partir de Miteco (2021).

Respuesta: Si
Confianza: Alta

(37) ¿Tiene el taxón la capacidad de adherirse activamente a algún sustrato duro (p. ej. Casco de embarcaciones, boyas, pilotes) de modo que se incremente su probabilidad de dispersión?

Aunque las larvas del cangrejo chino pueden dispersarse pasivamente a través del flujo de agua y pueden ingresar inadvertidamente al agua de lastre de los barcos (Herborg *et al.*, 2003), los adultos del cangrejo chino en sí no poseen ninguna estructura o adaptación morfológica especializada que les permita adherirse activamente a sustratos duros.

Respuesta: No
Confianza: Muy alta

(38) ¿Puede la dispersión natural del taxón ocurrir por medio de huevos (para animales) dentro del área de análisis de riesgo?

Las larvas del cangrejo chino pueden dispersarse naturalmente a través de las corrientes de agua (Herborg *et al.*, 2003). Sin embargo, no se han encontrado casos de éxito en la dispersión natural de los huevos del cangrejo chino.

Respuesta: No
Confianza: Muy alta

(39) ¿Puede la dispersión natural de taxón ocurrir por medio de larvas/juveniles (para animales) dentro del área de análisis de riesgo?

Una vez que los cangrejos chinos son introducidos y establecidos en un nuevo hábitat, pueden invadir y colonizar sistemas acuáticos cercanos a través del transporte de larvas o la migración de juveniles. Después de eclosionar en áreas con una mezcla de agua salada y dulce, las larvas de cangrejo pueden ser arrastradas por las corrientes costeras a largas distancias y luego establecerse en un nuevo hábitat. Las larvas metamorfoseadas son capaces de realizar migraciones activas a contracorriente a larga distancia, lo que podría introducir cangrejos en nuevos sistemas de agua dulce adyacentes a áreas donde ya se ha establecido una población (Herborg *et al.*, 2003).

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(40) ¿Pueden los estadios post-juveniles y adultos del taxón migrar dentro del área de análisis de riesgo para reproducirse?

Los cangrejos chinos adultos sexualmente maduros migran aguas abajo desde áreas de agua dulce hacia áreas de mayor salinidad durante finales de otoño e invierno para el apareamiento (Dittel y Epifanio, 2009). Después de la migración reproductiva, los adultos de cangrejo chino mueren al finalizar la temporada de desove (Dittel y Epifanio, 2009).

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(41) ¿Pueden los huevos del taxón ser dispersados por otros animales dentro del área de riesgo?

No hay evidencia registrada sobre la propagación de los organismos reproductores o huevos del cangrejo chino por medio de otros animales. Los huevos fertilizados generalmente se adhieren al abdomen de la hembra y eclosionan externamente, lo que dificulta que sean transportados directamente por otros animales (Dittel y Epifanio, 2009).

Respuesta: No

Confianza: Muy alta

(42) ¿Puede la dispersión del taxón a lo largo de los vectores/vías mencionadas en las siete preguntas previas (35-41; es decir, accidentales o intencionales) ser rápida?

Podría expandirse rápidamente debido a que una parte crucial de la dispersión está relacionada con la etapa de larva, cuyo desarrollo ocurre aproximadamente un mes después (Eberhardt *et al.*, 2016). Por lo tanto, la expansión podría completarse en alrededor de un mes.

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(43) ¿La dispersión del taxón es dependiente de la densidad?

No. La dispersión de las larvas del cangrejo chino depende del movimiento del agua (procesos físicos), no de la cantidad de larvas.

Respuesta: No
Confianza: Alta

(44) ¿Puede el taxón resistir fuera del agua por periodos largos (p. ej. Mínimo de una o más horas) en alguna etapa de su ciclo de vida?

El cangrejo chino, tanto en su etapa de larva como en la de adulto, puede sobrevivir fuera del agua durante períodos relativamente largos. Los adultos pueden sobrevivir en prados húmedos durante 35 días y al menos 10 días en sus cuevas durante períodos de sequía (Veilleux y De Lafontaine, 2007).

Otro estudio muestra que los adultos de cangrejo chino pueden sobrevivir entre 31 y 70 horas después de la desecación, dependiendo de la temperatura y la humedad (Fialho *et al.*, 2016).

Respuesta: Si
Confianza: Muy alta

(45) ¿Es el taxón capaz de tolerar un amplio rango de condiciones de calidad de agua relevantes para el mismo? (En el campo de Justificación, indique la(s) variable(s) de calidad de agua a la(s) que se refiere.)

El cangrejo chino muestra una notable capacidad de supervivencia en hábitats acuáticos altamente alterados (Rudnick *et al.*, 2003), ya que se encuentra en muchas áreas de su rango nativo e introducido que han experimentado cambios y contaminación significativos en los cuerpos de agua (Hoestlandt, 1994). Los cangrejos que viven en aguas contaminadas pueden acumular una variedad de compuestos a niveles perjudiciales, los cuales pueden transferirse a los depredadores que se alimentan de los cangrejos.

En 2003 se detectaron niveles de arsénico, selenio y derivados de DDT (DDE) en tejidos de 36 cangrejos en California, pero por lo general, estos niveles estuvieron por debajo de los límites aceptables para el consumo humano (CMCWG, 2003). En 2016, se informó que el cangrejo chino estaba contaminado con dioxinas. El Centro de Seguridad Alimentaria del Departamento de Higiene Alimentaria y Ambiental de Hong Kong detectó niveles de dioxinas y bifenilos policlorados en el cangrejo chino de 11.7 y 40.3 picogramos de equivalente tóxico por gramo, respectivamente, superando los límites mencionados anteriormente (People's Daily, 2016).

Por lo tanto, se puede inferir que el cangrejo chino puede tolerar la contaminación por compuestos orgánicos o metales pesados, como la contaminación industrial.

Respuesta: Si
Confianza: Alta

(46) ¿Puede ser el taxón controlado o erradicado en estado silvestre por agentes químicos, biológicos u otros medios?

El Sistema Nacional de Información sobre Plagas Marinas Introducidas (NIMPIS) del gobierno de Australia logró utilizar con éxito métodos químicos basados en amoníaco - compuestos de amonio, pero durante la implementación, se descubrió que la tolerancia del cangrejo chino al amoníaco aumentaba con el tiempo de exposición (NIMPIS, 2023).

En las décadas de 1930 y 1940, Alemania logró utilizar con éxito barreras eléctricas como método físico para detener la migración aguas arriba del cangrejo chino. Se encontró que pulsos eléctricos a una frecuencia de 30-40 por minuto podían incapacitar y matar a los cangrejos chinos (Veldhuizen y Stanish, 1999). Durante este periodo, Alemania también utilizó métodos físicos con trampas y logró capturar más de 113,000 cangrejos en un solo lugar en un solo día (Panning, 1938).

En el estado de California, Estados Unidos, se logró utilizar con éxito métodos físicos mediante redes de arrastre móviles, lo que permitió eliminar el 90% de los cangrejos chinos sin dañar a los peces (Rudnick *et al.*, 2000).

Respuesta: Si

Confianza: Media

(47) ¿Pueden el taxón tolerar o beneficiarse de alteraciones ambientales/antropocéntricas?

Las represas pueden obstruir las rutas de migración de las especies migratorias. Marmulla G. menciona que, si los peces migratorios son especies que desovan aguas arriba o aguas abajo en ríos y están relacionados con la pesca en aguas marinas, interiores o en grandes lagos, la construcción de represas podría tener efectos negativos potencialmente catastróficos en estas poblaciones y en las industrias pesqueras relacionadas (Marmulla, 2001).

El cangrejo chino un ejemplo típico de una especie que se reproduce a través de migraciones, por lo que actividades humanas similares a la construcción de represas podrían tener un impacto significativo en ellos. En China, a partir de la década de 1950 en el siglo XX, se inició la construcción a gran escala de infraestructuras hidráulicas y represas, lo que obstaculizó la migración aguas arriba del cangrejo lanudo chino y resultó en una drástica disminución de su población (Enciclopedia de China, 2023).

Respuesta: No

Confianza: Alta

(48) ¿Puede el taxón tolerar niveles de salinidad más altos o bajos que los que se encuentran en su ambiente habitual?

En el informe de Normant *et al.* (2012), se realizaron mediciones de la tasa de consumo de alimento, la producción de excremento y amonio, y el consumo de oxígeno de *E. sinensis* en tres ambientes diferentes: agua dulce (salinidad = 0.5), agua ligeramente salada (salinidad = 7) y agua salada (salinidad = 25), con el objetivo de determinar los procesos fisiológicos y las tasas bioenergéticas del cangrejo chino. El experimento reveló que la salinidad no tuvo un

impacto significativo en la tasa de consumo de alimento. La tasa de producción de excremento aumentó entre una salinidad de 0.5 y 25, mientras que la tasa de excreción de amonio disminuyó. A una salinidad de 7 y 25, el cangrejo consumió 1.6 veces y 1.3 veces más oxígeno, respectivamente, en comparación con una salinidad de 0.5. Aunque la alta variabilidad individual tuvo un efecto significativo en los resultados obtenidos, los bajos costos metabólicos y el amplio rango de crecimiento indican que, desde una perspectiva bioenergética, los cangrejos chinos adultos encuentran un entorno más favorable en agua dulce ($S < 7$) en comparación con ambientes salinos.

Esto coincide con las conclusiones de Wang *et al.*: aunque los adultos de cangrejo chino pueden adaptarse a aguas con cualquier salinidad, los huevos de cangrejo chino tienen una mayor tolerancia a bajas salinidades pero una menor tolerancia a altas salinidades.

La baja salinidad es uno de los factores limitantes para la incubación de *E. sinensis* en los estuarios (Panning, 1938), aunque el límite inferior aún no se conoce. Los experimentos de Wang, R *et al.* mostraron que más del 80% de los huevos eran viables y podían eclosionar incluso a una salinidad de 1, y las larvas de Zoea 1 podían sobrevivir a una salinidad ≥ 5 (Wang *et al.*, 2019).

Sin embargo, exponer los huevos de cangrejo chino a una salinidad de 25 reducía significativamente la tasa de éxito en la eclosión, y una salinidad de 35 resultaba en deshidratación y disminución del tamaño de los huevos. El estrés por alta salinidad incluso podría causar daños fisiológicos irreversibles en los huevos de cangrejo chino, ya que no hubo éxito en la eclosión de larvas de Zoea 1 en condiciones de salinidad extremadamente alta (40) (Wang *et al.*, 2019).

El rango óptimo de salinidad para la eclosión de embriones es de 10-20 (Wang *et al.*, 2019), pero la eclosión también puede ocurrir tanto a una salinidad de 1 como a una salinidad de 35 (aunque la calidad de los huevos disminuye a altas salinidades). Por lo tanto, consideramos la respuesta como "Sí". Sin embargo, es importante tener en cuenta que el rango promedio de salinidad en el área marina de estudio es de 37-38, que se clasifica como alta e incluso muy alta salinidad, lo cual no es favorable para la baja tolerancia a la salinidad del cangrejo chino.

Respuesta: Si

Confianza: Muy alta

(49) ¿Existen enemigos naturales efectivos (depredadores) del taxón en el área de análisis de riesgo?

Se sabe poco sobre los depredadores del cangrejo chino. Se ha sugerido que muchas especies de peces, como el lucio (*Esox sp.*), la anguila (*Anguilla sp.*), la trucha común (*Salmo trutta*), el esturión (*Acipenser sp.*), la lubina rayada (*Morone saxatilis*) y el siluro de canal (*Ictalurus punctatus*), podrían depredar el cangrejo. En la zona de estudio, es posible encontrar organismos equivalentes que actúan como sus depredadores.

Otros animales acuáticos como las ranas toro, los mapaches, las nutrias de río, las aves zancudas y los humanos también pueden contarse entre los depredadores potenciales del cangrejo chino (Hymanson *et al.*, 1999).

Respuesta: Si

Confianza: Alta

3.2 Índice de Evaluación de Riesgo Biológico (Biological Risk Assessment Index, BRA)

Después de responder y analizar las 49 preguntas de AS-ISK, finalmente calculamos un índice de BRA de 34 (con una confianza del 0.83) para el cangrejo chino. Esto indica que existe una moderada-alta probabilidad de que el cangrejo chino se convierta en una especie invasora en el Mediterráneo español (Tabla 3).

Tabla 3. Índice BRA de *E. sinensis* en la zona de estudio y su confianza
Fuente. Elaboración propia a partir de AS-ISK Tarkan *et al.* (2021)

Estadísticas	
Calificación	
BRA	34
Componentes de la calificación	
A. Biogeográfico/Histórico	16
1. Domesticación/Cultivo	4
2. Clima, distribución y riesgo de introducción	3
3. Invasora en otros sitios	9
B. Biología/Ecología	18
4. Rasgos no deseables (o persistencia)	9
5. Utilización de recursos	5
6. Reproducción	1
7. Mecanismos de dispersión	2
8. Atributos de tolerancia	1
Confianza	
BRA	0.83

Consideramos que el principal factor limitante para el desarrollo del cangrejo chino en la zona de estudio es la alta salinidad del Mediterráneo, lo que dificulta el desarrollo normal de las larvas. Sin embargo, debido a su notable capacidad de adaptación y a su naturaleza difícil de erradicar, la forma más efectiva de abordar esta situación es cortar directamente las rutas de propagación y establecer medidas de control biológico estrictas y efectivas, especialmente enfocándose en la inspección de las aguas de lastre de las embarcaciones. Además, para las áreas donde esta especie ya ha sido introducida (como Andalucía), es necesario controlar su dispersión y combatir enérgicamente el comercio ilegal.

En el Mediterráneo oriental, el cangrejo chino ha obtenido una puntuación BRA de 43 ± 12 utilizando la misma herramienta (Tarkan *et al.*, 2021), lo que lo clasifica como una especie de

muy alto riesgo y con una alta probabilidad de convertirse en invasora. En nuestra zona de estudio (Mediterráneo español), el valor que obtuvimos está dentro del rango de los valores de la evaluación de Tarkan *et al.*, si bien la región oriental parece ser más receptiva al cangrejo chino. Una posible explicación sería que la región oriental del Mediterráneo tiene una ventaja geográfica para la dispersión de especies debido a su proximidad al Canal de Suez, lo que facilita las invasiones biológicas a través del agua de lastre (Tarkan *et al.*, 2021). Además, ya se ha observado que el cangrejo chino ha formado poblaciones en el Mar Negro (Veilleux y De Lafontaine, 2007).

4. Conclusiones

El presente estudio ha determinado el potencial invasivo del cangrejo chino en el área de estudio (el Mediterráneo español). Los resultados de la evaluación integral de riesgos, incluido un resumen de los riesgos (entrada, establecimiento, dispersión/propagación e impacto), así como la confianza en la evidencia en la que se basan las respuestas, buscan prevenir introducciones innecesarias y reducir la propagación del cangrejo chino. Estas conclusiones permitirán determinar las estrategias de prevención y control más adecuadas para el cangrejo chino. Una estrategia efectiva de gestión de riesgos para el cangrejo chino es esencial para el Mediterráneo español, ya que hemos llegado a la conclusión de que existe un riesgo moderado-alto de que el cangrejo invada esta área.

Desde una perspectiva más amplia, el uso de herramientas de apoyo a la decisión, como AS-ISK, que está disponibles en todos los idiomas de los países del Mediterráneo, proporciona un medio para facilitar la colaboración y comunicación entre científicos, biólogos pesqueros, gestores ambientales, formuladores de políticas y otros interesados en la región del Mediterráneo. Esto es con el fin de establecer, priorizar e implementar estrategias de gestión de conservación adecuadas para los hábitats acuáticos, los recursos y los servicios ecosistémicos de la región.

5. La relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

E. sinensis invadiendo el Mediterráneo español podría estar relacionado con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

A continuación, se presentan algunos de los objetivos que podrían estar relacionados:

Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico. La invasión del cangrejo chino podría afectar el empleo y la actividad económica relacionada con la pesca. Además, gestionar la invasión del cangrejo chino requerirá una gran cantidad de recursos humanos, financieros y sociales.

Objetivo 14: Vida submarina. La invasión del cangrejo chino podría alterar el equilibrio ecológico del Mediterráneo español y competir con especies locales por recursos, afectando la supervivencia y diversidad ecológica de las especies acuáticas nativas.

Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres. Dado que el cangrejo chino es una especie que puede vivir tanto en agua como en tierra, su invasión también podría afectar los ecosistemas terrestres de España. Además, el hábito de estos cangrejos de cavar puede acelerar la erosión de las orillas de ríos.

6. Bibliografía

AEMET. (2023). <<https://www.aemet.es/es/portada>> [Consulta: 20 de junio de 2023]

Anger, K. (1991). *Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab Eriocheir sinensis (Decapoda, Grapsidae)*. Marine Ecology Progress Series, 72, 103–110.

Animal Diversity Web. (2020). *Eriocheir sinensis*. <https://animaldiversity.org/accounts/Eriocheir_sinensis/> [Consulta: 12 de marzo de 2023]

Antonín, K.; Francisco, J.; Ross, N.; Melina, K.; Josie, S.; Elena, T.; Rodolphe, E.; Franck, C.; Phillip, J. (2022). *Identifying economic costs and knowledge gaps of invasive aquatic crustaceans*. Science of The Total Environment, Volume 813.

Benisch, J. (1940). *Kunstlich hervorgerufener Aphanomyces – Befall bei Wolhandkrabben*. Leitschrift fur Fischerei 38, 71-80.

Breton, G.; Faasse, M.; Noël, P.; & Vincent, T. (2002). *A new alien crab in Europe: Hemigrapsus sanguineus (Decapoda: Brachyura: Grapsidae)*. Journal of Crustacean Biology, 22(1), 184-189.

CABI. (2014). *Eriocheir sinensis*.

<<https://www.cabi.org/isc/datasheet/84120#toDistributionMaps>> [Consulta: 1 de septiembre de 2023]

Cabral, H.; Costa, M. (1999). *On the occurrence of the Chinese mitten crab, Eriocheir sinensis, in Portugal (Decapoda, Brachyura)*. Crustaceana 72(1): 55-58

Cefas. (2021). *DECISION SUPPORT TOOLS FOR THE IDENTIFICATION AND MANAGEMENT OF INVASIVE NON-NATIVE AQUATIC SPECIES*. <www.cefas.co.uk/nns/tools/> [Consulta: 17 de mayo de 2023]

China Meteorological Administration (中国气象局).(2021). <<https://www.cma.gov.cn/>> [Consulta: 20 de junio de 2023]

CMCWG-Chinese Mitten Crab Working Group. (2003). *National management plan for the genus Eriocheir (mitten crabs)*. Aquatic Nuisance Species Task Force.

Cohen, A.; Carlton, J.; (1997). *Transoceanic transport mechanisms: introduction of the Chinese mitten crab, Eriocheir sinensis, to California*. Pacific Science, 51(1), 1-11.

De Lafontaine, Y.; Calvé, R.; Tepolt, C.; Despatie, S. (2006). *Chinese mitten crabs (Eriocheir sinensis) in the St. Lawrence River, Canada: new records and risk of invasion*. Poster

presented at the 14th International Conference on Aquatic Invasive Species, Key Biscayne, FL, May 14-19.

Dick, J.; Lavery, C.; Lennon, J.; Barrios-O'Neill, D.; Mensink, P.; Robert Britton, J.; Caffrey, J. (2017). *Invader Relative Impact Potential: a new metric to understand and predict the ecological impacts of existing, emerging and future invasive alien species*. *Journal of Applied Ecology*, 54(4), 1259-1267.

Ding, Y.; Wan, M. (1995). Tecnología de cría del *Eriocheir sinensis*: *Editorial Wuhan*.

Dittel, A.; Epifanio, C. (2009). *Invasion biology of the Chinese mitten crab Eriocheir sinensis: A brief review*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 374(2), 79-92.

Eberhardt, A.; Pederson, J.; Bisson, B. (2016). *Rapid Response Plan for Management and Control of the Chinese Mitten Crab*. Northeast United States and Atlantic Canada.

Enciclopedia de China. (2023). *History of Chinese mitten crab culture in China*. <<https://www.zgbk.com/ecph/words?SiteID=1&ID=314545&SubID=74614>> [Consulta: 22 de marzo de 2023]

Fabio, C.; Valentina, T.; David, O.; Edoardo, T. (2020). *The Chinese mitten crab Eriocheir sinensis H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Decapoda: Varunidae) reappears in the northern Adriatic Sea: Another intrusion attempt or the trace of an overlooked population?* *Marine Pollution Bulletin*, Volume 156.

Ferran, P.; Inma, F.; Ben, W.; R, H.; David, M.; Mario, L.; Michiel K.; Magnus, M.; Mary T.; Seyit A.; Lisa, S.; Julia, L.; Paul, F. (2022). *Presence of a second Eriocheir species in Europe as confirmed by molecular and morphological data*. *Aquatic Invasions*, Volume 17, Issue 3: 374-392

Fialho, C.; Banha, F.; Anastácio, P. (2016). *Factors determining active dispersal capacity of adult Chinese mitten crab Eriocheir sinensis (Decapoda, Varunidae)*. *Hydrobiologia* 767, 321–331.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (n.d.). *Eriocheir sinensis*. <<https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3466/en>> [Consulta: 27 de mayo de 2023]

Galil, B. (2012). *Truth and consequences: the bioinvasion of the Mediterranean Sea*. *Integrative Zoology*, 7(3), 299-311.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (n.d.). *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852). <<https://www.gbif.org/species/2226990>> [Consulta: 31 de agosto de 2023]

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (n.d.). *Procambarus clarkia* (Girard, 1852).

<<https://www.gbif.org/species/2227300>> [Consulta: 31 de agosto de 2023]

Global Times. (2012). 中国大闸蟹入侵“吓坏”德国 损失达 8000 万欧元 . <<https://finance.huanqiu.com/article/9CaKrnJwYEG>> [Consulta: 28 de mayo de 2023]

Global Times. (2013). 德国大闸蟹泛滥 漂洋过海下个月上国内餐桌 . <<https://finance.huanqiu.com/article/9CaKrnJBSwg>> [Consulta: 22 de junio de 2023]

Gobierno de México. (n.d.). *Método de Evaluación de Invasividad (MERI) de especies exóticas en México. Tarebia granifera (Lamarck, 1816)*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222683/Tarebia_granifera.pdf> [Consulta: 30 de agosto]

Grigorovich, I.; Colautti, R.; Mills, E.; Holeck, K.; Ballert, A.; MacIsaac, H. (2003). *Ballast-mediated animal introductions in the Laurentian Great Lakes: retrospective and prospective analyses*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60:740-756.

Herborg, L.; Rudnick, D.; Siliang, Y.; Lodge, D.; MacIsaac, H. (2007). *Predicting the range of Chinese mitten crabs in Europe*. Conserv Biol 21(5):1316–1323.

Herborg, L.; Rushton, S.; Clare, A.; Bentley, M. (2003). *Spread of the Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis H. Milne Edwards) in Continental Europe: analysis of a historical data set*. Hydrobiol. 503: 21-28.

Hoestlandt, H. (1944). *Le crabe Chinois (Eriocheir sinensis Mil. Ed) en Europe et principalement en France*. Annales des Épiphyties 3: 223–233.

Huang X.; He L.; Feng G.; Gen Z.; Zhao F.; Zhang T.; Tan R.; Du N.; Zhuang P. (2023). Effect of salinity on reproductive characteristics and embryo quality of *Eriocheir sinensis*. Journal of Aquaculture,47,3,039611-1,039611-10.

Hymanson, Z.; Wang, J.; Sasaki, T. (1999). *Lessons from the home of the Chinese mitten crab*. IEP Newsletter 12: 25-32.

IUCN. (2022). <<https://www.iucnredlist.org/>> [Consulta: 21 de junio de 2023]

Jiang, J.; Feng, G.; Zhang, L.; Hou, J.; Yang, G.; Zhuang, P. (2014). *Preliminary assessment on habitat suitability of Eriocheir sinensis spawning crabs in Yangtze River estuary*. Chinese Aquatic Journal, 36(3): 232-236.

Junta de Andalucía, Consejería de Sostenibilidad Medio Ambiente y Economía Azul. (2009). <<https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/biodiversidad-y-vegetacion/especies-exoticas-invasoras/actuaciones-de-control/trabajos-de-control-de-fauna/cangrejo-chino>> [Consulta: 21 de marzo de 2023]

Katsanevakis, S.; Zenetos, A.; Belchior, C.; Cardoso, A. (2013). Invading European Seas: assessing pathways of introduction of marine aliens. *Ocean & Coastal Management*, 76, 64-74.

Kim, C.; Hwang, S. (1990). *The complete larval development of Eriocheir japonicus de Haan (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) reared in the laboratory*. *Korean J. Zool.* 33, 411–427.

Koester, M.; Frenzel, C.; Becker, G.; Sahm, R. (2022). *Food spectrum of the Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis): insights from the Lower River Rhine comparing stable isotope mixing models and genetic gut content analyses*. *Aquatic Invasions*, 17(4).

La Vanguardia. (2018). *De China a Cobo Calleja: El peligroso cangrejo invasor que acaba en el plato*. <<https://www.lavanguardia.com/vida/20180722/451020818822/de-china-a-cobo-calleja-el-peligroso-cangrejo-invasor-que-acaba-en-el-plato.html>> [Consulta: 6 de junio de 2023]

Maphill. (2013). *France*. <<http://www.maphill.com/france/>> [Consulta: 25 de mayo de 2023]

Marmulla G. (2001). *Dams, fish and fisheries: Opportunities, challenges and conflict resolution*. Fishery Resources Officer, Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fishery Resources Division, FAO Fisheries Department.

Ministerio de Trabajo y Economía Social. (2022). *Parásitos*. <<https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/parasitos>> [Consulta: 11 de agosto de 2023]

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco). (2013). *CATÁLOGO ESPAÑOL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS*. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce_eei_crustaceos.aspx> [Consulta: 12 de marzo de 2023]

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco). (2013). *Eriocheir sinensis Edwards. 1853*. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/eriocheirsinensisedwards1853_tcm30-436605.pdf> [Consulta: 27 de junio de 2023]

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco). (2021). *Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE)*. <<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/rampe.html>> [Consulta: 11 de agosto de 2023]

Montu, M.; Anger, K.; deBakker, C. (1996). *Larval development of the Chinese mitten crab Eriocheir sinensis H. Milne-Edwards (Decapoda: Grapsidae) reared in the laboratory*. *Helgol. Meeresunters.* 50, 223–252.

National Introduced Marine Pest Information System (NIMPIS). (2023). *Species - Eriocheir sinensis*. <<https://nimpis.marinepests.gov.au/species/species/74>> [Consulta: 11 de agosto de 2023]

National Marine Data Center (国家海洋科学数据中心). (2022). 海洋水文. <<https://mds.nmdis.org.cn/>> [Consulta: 20 de junio de 2023]

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)*. <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>> [Consulta: 24 de septiembre de 2023]

Normant, M.; Krol, M.; Jakubowska, M. (2012). *Effect of salinity on the physiology and bioenergetics of adult Chinese mitten crabs Eriocheir sinensis*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volumes 416–417, Pages 215-220, ISSN 0022-0981.

Panning, A. (1938). *The Chinese mitten crab*. Ann. Rep. Smithsonian Inst. 361-375.

People's Daily. (2016). 新华社三问大闸蟹遭二恶英污染：是否有害健康？ <<http://env.people.com.cn/n1/2016/1108/c1010-28844801.html>> [Consulta: 29 de junio de 2023]

Puertos del Estado. (2022). Oceanografía. <<https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>> [Consulta: 20 de junio de 2023]

Rainbow, P.; Robbins, R.; Clark, P. (2003). *Alien invaders: Chinese mitten crabs in the Thames and spreading*. Biologist 50(5): 227-230.

Rosewarne, P.; Mortimer, R.; Newton, R.; Grocock, C.; Wing, C.; Dunn, A. (2016). *Feeding behaviour, predatory functional responses and trophic interactions of the invasive Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis) and signal crayfish (Pacifastacus leniusculus)*. Freshwater Biology 61: 426–443.

Rudnick, D.; Halat, K.; Resh, V. (2000). *Distribution, Ecology and Potential Impacts of the Chinese Mitten Crab (Eriocheir sinensis) in San Francisco Bay*. University of California Water Resources Center.

Rudnick, D.; Hieb, K.; Grimmer, K.; Resh, V. (2003). *Patterns and processes of biological invasion: The Chinese mitten crab in San Francisco Bay*. Basic and Applied Ecology, Volume 4, Issue 3, Pages 249-262.

Rudnick, D.; Resh, V. (2005). *Stable isotopes, mesocosms and gut content analysis demonstrate trophic differences in two invasive decapod crustacea*. Freshwater Biology, 50, 1323-1336.

Schoelynck, J.; Wolters, J; Teuchies, J. et al. (2020). *Experimental evidence for the decline of submerged vegetation in freshwater ecosystems by the invasive Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis)*. Biol Invasions 22, 627–641.

Sessa, F.; Cianti, L.; Brogelli, N.; Tinacci, L.; Guidi, A. (2020). *Risks and critical issues related to the discovery on the market of unauthorized live alien species on the Italian territory: Chinese crab (Eriocheir sinensis)*. Ital J Food Saf.19;9(2):8774.

Shirota, K.; Okazaki, Y.; Konno, S. et al. (2021). *Changes in surface water masses in the northern East China Sea since the Last Glacial Maximum based on diatom assemblages*. Prog Earth Planet Sci 8, 66.

Smithsonian Environmental Research Center. (n.d.). *Eriocheir sinensis*. <https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/99058> [Consulta: 14 de marzo de 2023]

Tarkan, A.; Tricarico, E.; Vilizzi, L.; Bİlge, G.; Ekmekçi, F.; Filiz, H.; Giannetto, D.; İlhan, A.; Killi, N.; Kirankaya, Ş.; Koutsikos, N.; Kozic, S.; Kurtul, I.; Lazzaro, L.; Marchini, A.; Occhipinti-Ambrogi, A.; Perdikaris, C.; Piria, M.; Pompei, L.; Sari, H.; Smeti, E.; Stasolla, G.; Top, N.; Tsiamis, K.; Vardakas, L.; Yapici, S.; Yoğurtçuoğlu, B.; Copp, G. (2021). *Risk of invasiveness of non-native aquatic species in the eastern Mediterranean region under current and projected climate conditions*. The European Zoological Journal, 88:1, 1130-1143.

Therriault, T.; Herborg, L.; Locke, A.; McKindsey, C. (2008). *Risk assessment for Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis) in Canadian waters*.

Veilleux, E.; De Lafontaine, Y. (2007). *Biological synopsis of the Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis)*. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 2812. 1-45.

Veldhuizen, T.; Stanish, S. (1999). *Overview of the life history, distribution, abundance and impacts of the Chinese mitten crab, Eriocheir sinensis*. California Department of Water Resources, Environmental Services Office, Sacramento, California, USA.

Vélez, C. (2018). *Caracterización morfológica y molecular de paragonimus caliensis little 1968 y paragonimus mexicanus miyazaki & ishii 1968 (digenea: paragonimidae) en colombia*. Doctoral dissertation, Universitat de València.

Wang, R.; Huang, X.; Wang, H. et al. (2019). *Effects of salinity on embryonic and larval development of Chinese mitten crab Eriocheir sinensis (Decapoda: Brachyura) and salinity-induced physiological changes*. J. Ocean. Limnol. 37, 1777–1788.

Wang, Z.; Saebi, M.; Grey, E.; Corbett, J.; Chen, D.; Yang, D.; Wan, Z. (2022). *Ballast water-mediated species spread risk dynamics and policy implications to reduce the invasion risk to the Mediterranean Sea*. Marine Pollution Bulletin, 174, 113285.

Yan, H. (2012). *德国大闸蟹背后的种质资源保护问题*. Global Human Geography, (10), 4-4.

Yokogawa, M. (1969). Paragonimus and paragonimiasis, *Adv Parasitol.*, Vol 7, p.375~387.

Zhang, Z.; Capinha, C.; Weterings, R.; Mclay, C.; Xi, D.; Lü, H.; Yu, L. (2019). *Ensemble forecasting of the global potential distribution of the invasive Chinese mitten crab, Eriocheir sinensis*. *Hydrobiologia*. 826. 367–377.