

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA
GRAU EN CIÈNCIES AMBIENTALS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**Abundancia y estructura de tallas de
la población de cangrejo atlántico
azul (*Callinectes sapidus*) en la
Albufera de Valencia**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor:

Vicent Mocholi Soriano

Tutor:

Miguel Rodilla Alamá

Silvia Laura Falco Giaccaglia

GANDIA, 2017

AGRADECIMIENTOS

A mon pare, per haver estat per a lo que fes falta.

A Miguel y Silvia per tota la ajuda e informació prestada.

Als membres de la Oficina Técnica de Gestió del Parc Natural de l'Albufera per la seua inestimable ajuda, Paloma, Carles, Isaac, Eluteri i en especial als guardes Evarist, Juan i Pepe que son els que mes rato m'han aguantat.

Als membres de la Comunitat de Pescadors del Palmar per la seua col·laboració Amparo, Pepe, Ignacio i a tots el pescadors que han col·laborat.

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 DESCRIPCIÓN.....	2
1.2 HÁBITAT	5
1.3 DISTRIBUCIÓN.....	6
1.4 ECOLOGIA.....	6
1.4.1 CICLO DE VIDA	8
1.4.2 REPRODUCCIÓN	9
1.4.3 ALIMENTACIÓN.....	11
1.4.4 MORTALIDAD	12
1.5 IMPACTO	12
2. OBJETIVOS	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 ZONA DE ESTUDIO.....	14
3.1.1 LOCALIZACIÓN	14
3.1.2 CLIMA	15
3.1.3 EDAFOLOGIA	15
3.1.4 HIDROLOGIA.....	16
3.1.5 BIODIVERSIDAD	17
3.1.6 FIGURAS LEGALES DE PROTECCIÓN	18
3.2 MATERIALES.....	19
3.2.1 CAPTURA DE EJEMPLARES	19
3.2.2 ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN.....	20
3.3 METODOLOGIA.....	21
3.3.1 MUESTREO	21
3.3.2 ANÁLISIS EJEMPLARES.....	21
3.3.3 ANÁLISIS RESULTADOS	22
4. RESULTADOS	23
4.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN	23
4.2 DISTRIBUCIÓN SEXOS.....	23
4.3 ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEMPORAL	25
4.4 TALLAS POR ZONA.....	29
4.5 RELACIÓN ENTRE TALLA Y PESO	31
4.6 ANÁLISIS EJEMPLARES MARCADOS.....	32

4.7	PESCA COMERCIAL DE <i>C. SAPIDUS</i>	34
5.	DISCUSIÓN.....	35
5.1	CAPTURA	35
5.2	ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN	35
5.3	ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEMPORAL	36
5.4	IMPACTO	36
5.5	MARCAJE EJEMPLARES.....	37
5.6	PESCA COMERCIAL	37
6.	CONCLUSIONES	38
7.	BIBLIOGRAFIA.....	39

RESUMEN

El cangrejo azul, *Callinectes sapidus* (Rathbun 1896), originario de las costas occidentales del Océano Atlántico, ha sido introducido en aguas mediterráneas desde mediados del siglo XX donde actualmente se considera una especie invasora. Este estudio brinda información sobre las tallas, la abundancia y distribución de *C. sapidus* en el Parque Natural de l'Albufera de Valencia, en el que se utilizaron diferentes métodos de captura. En el lago, donde las aguas tienen salinidad muy baja, el porcentaje de machos capturados fue mayor que el de las hembras, a diferencia de en las desembocaduras del lago o “golas”, en el que ocurrió lo contrario. Estos hechos coinciden con la información biológica existente de dicha especie. Un mayor conocimiento de la especie en la zona y la comercialización de *C. sapidus* podrían ser útiles para establecer los planes de manejo de esta especie potencialmente invasora.

Palabras clave: Crustáceo; jaiba; especie invasora; Mar Mediterráneo; Parque Natural; pesca

ABSTRACT

The blue crab, *Callinectes sapidus* (Rathbun 1896), originally from the western coasts of the Atlantic Ocean, has been introduced into Mediterranean waters since the mid-twentieth century where it is currently considered an invasive species. This study provides information about the sizes, abundance and distribution of *C. sapidus* in the Albufera Natural Park of Valencia, where different methods of capture were used. In the lagoon, where the waters have very low salinity, the percentage of males captured was greater than females, unlike in the mouths of the lagoon or “golas”, in which the opposite occurred. These facts coincide with the existing biological information of this species. Greater knowledge of the species in the area and commercialization of *C. sapidus* could be useful for establishing management plans for this potential invasive species.

Key words: Crustacean; invasive specie; Mediterranean Sea; Natural Park; fishing

1. INTRODUCCIÓN

El cangrejo azul o jaiba, *Callinectes sapidus*, Rathburn (1896), es un crustáceo decápodo de la familia *Portunidae* originario de la costa occidental del Atlántico, desde Nueva Escocia hasta Argentina incluyendo toda la costa caribeña (Nehring, 2011; Tavares, 2002), donde es una importante fuente comercial y un predador clave en la cadena trófica bentónica (Hines, *et al.*, 1987).

Habita ambientes costeros y salobres, normalmente hasta profundidades de unos 35m (Gosner, 1978); son omnívoros, detritívoros y carroñeros, alimentándose de casi cualquier cosa que este a su alcance (Hughes & Seed, 1981).

Las características principales de esta especie (Taissoun, 1973) son, el exoesqueleto que es de un color azul-verdoso con una espina a cada lado, y cinco pares de patas de color azul y blanco, en la que el primer par como pinzas y el último especializado para natación (aletas).

1.1 DESCRIPCIÓN

Las características de *C. sapidus* según las descripciones de (Tavares, 2002; Taissoun, 1973) son:

El caparazón que es más dos veces más ancho que largo con área trapezoidal, algo convexo, con márgenes antero-laterales casi rectos; en los márgenes posee ocho dientes antero-laterales, algo cóncavos y la espina lateral es de 3 a 4 veces la longitud de los dientes precedentes. Dos dientes frontales, anchos y triangulares, subagudos con márgenes internos sinuosos. El caparazón puede crecer hasta unos 250mm de ancho.

Los apéndices sexuales del macho, con los segmentos o esternitos que lo forman soldados, tienen forma triangular y alcanzan la extremidad del abdomen con una ligera curva hacia afuera en forma de "T" invertida (Figura 1.1). En las hembras el abdomen formado por seis segmentos bien diferenciados; en las adultas es muy ancho, redondeado y libre en la parte ventral (Figura 1.4); en las juveniles triangular y sellado al cuerpo (Figura 1.7).

Posee cinco pares de patas, el primero como quelípedos (pinzas) y los otros como pleópodos (patas ambulatorias). Los quelípedos o quelas de esta especie son fuertes, disimilares y estriadas longitudinalmente con pequeñas espínulas en la parte del merus (Figura 1.2). El siguiente par de pleópodos divergen y se curvan, en la parte media distal. Los pares 3 y 4 siguen direcciones horizontales y el quinto par, iniciado en el último segmento del abdomen, es aplanado en forma de palas adaptado para la natación.

El caparazón tiene dorsalmente un color verde azulado, con variados tintes de blanco grisáceo. La parte superior de las patas ambulatorias, el merus, el carpus y los quelípedos del primer par son de color azul violáceo, con regiones de verde marrón (Figura 1.1 y 1.3).

Los tubérculos de las articulaciones de las patas ambulatorias y nadadoras son anaranjados. Las espinas del merus del primer par son azul violeta.

Las hembras difieren de los machos, aparte de en el abdomen, porque presentan un color anaranjado más intenso y extendido en las patas, sobretodo se puede apreciar en las pinzas y algunas veces la región ventral presenta tintes amarillos o rosados (Figura 1.3).



Figura 1.1 Ejemplar *C. sapidus* macho. Foto propia

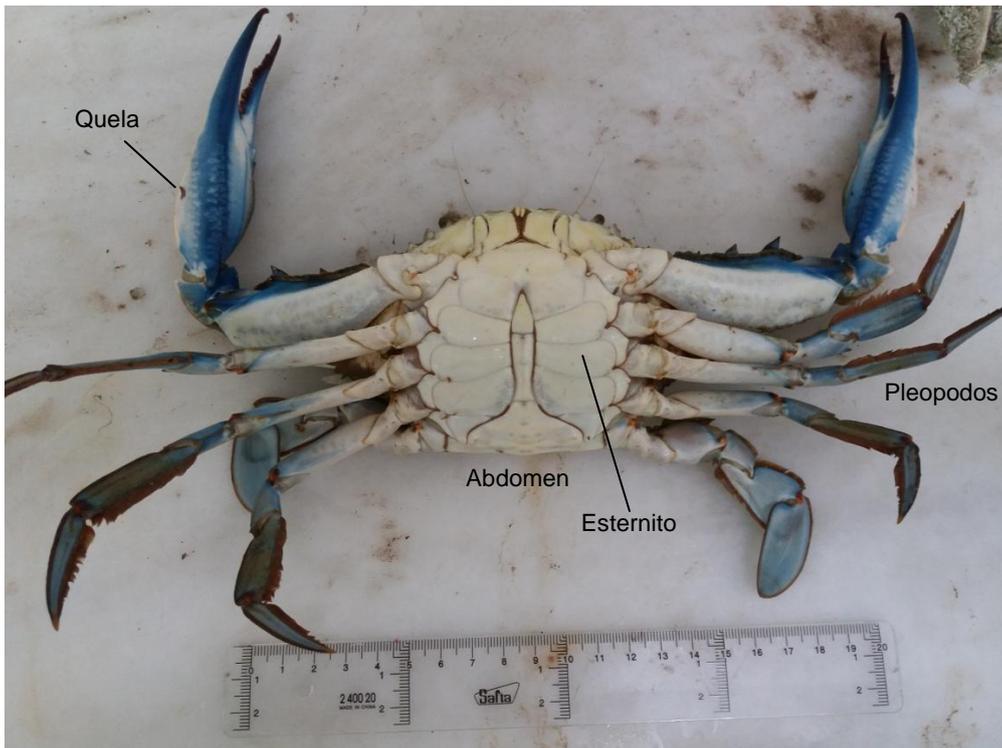


Figura 1.2 Ejemplar *C.sapidus* macho abdomen. Foto propia

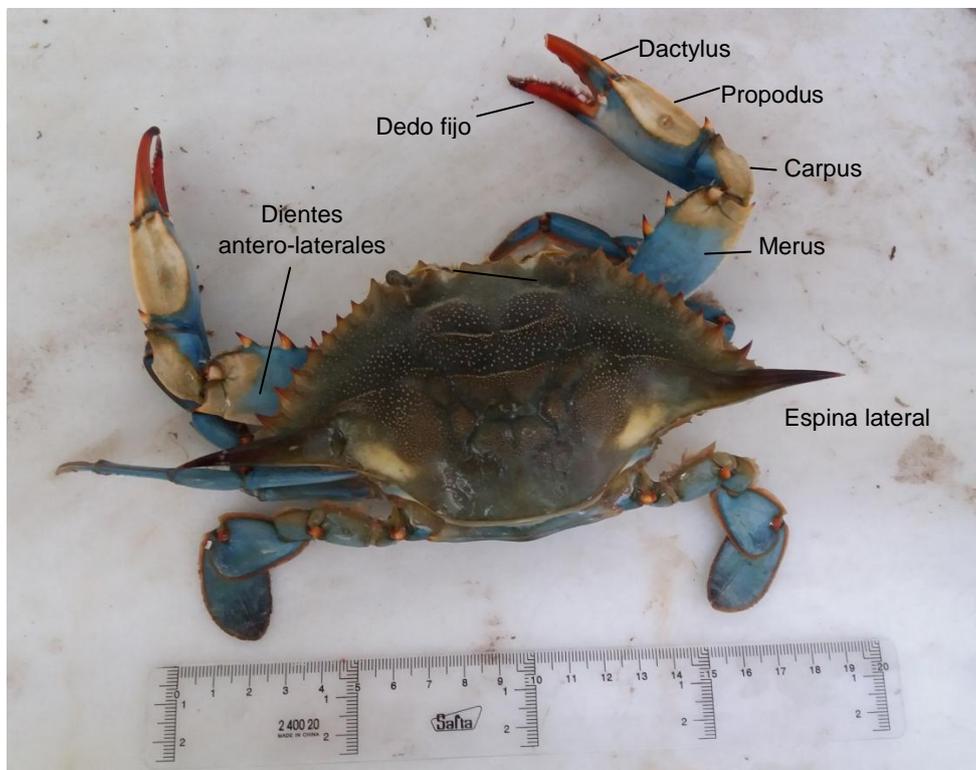


Figura 1.3 Ejemplar *C.sapidus* hembra. Foto propia

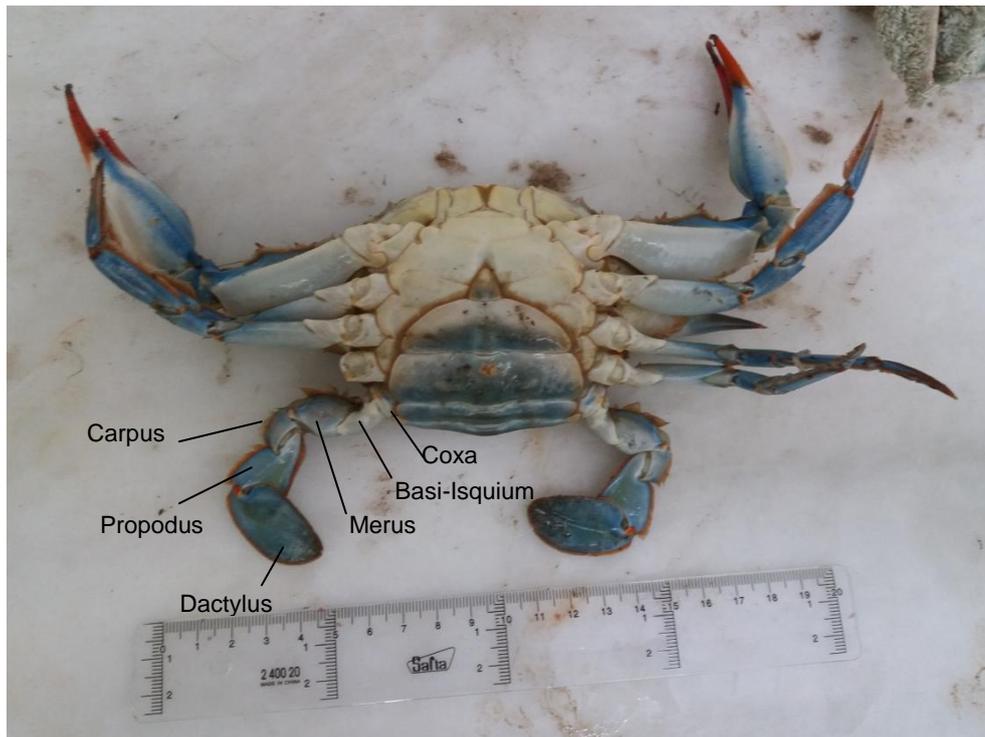


Figura 1.4 Ejemplar *C. sapidus* hembra abdomen. Foto propia

1.2 HÁBITAT

C. sapidus habita en gran variedad de lechos de aguas superficiales, tanto agua dulce como salada ya que son extremadamente eurihalinos (Nehring, 2011); se le puede encontrar en ríos, lagunas costera, estuarios y fondos marinos normalmente hasta una profundidad de 35m pero excepcionalmente puede llegar hasta los 90m de profundidad (Tavares, 2002; Nehring, 2011). El rango de temperatura de las aguas se encuentra entre 10 y 33 °C, aunque puede soportar temperaturas más bajas (hasta 3°C), pero a partir de 33°C los individuos empiezan a morir (Bauer, 2006). El pH debe oscilar entre 6 y 8, menos es letal para ellos.

Aunque se le puede encontrar en todo este rango de zonas, prefiere habitar en zonas salobres con vegetación acuática sumergida, tanto como para refugiarse de la depredación (sobre todo cuando son juveniles y en momentos de muda), como por sus recursos alimenticios. (Hines, *et al.*, 2003), también habitan otros lugares de cría como marismas saladas o áreas con acúmulos de detritus orgánicos superficiales (Minello & Webb, 1997).

Otro hábitat preferido por *C. sapidus* son los que se encuentran cerca de pantanos, sin vegetación, por su abundancia de bivalvos, ya que estos son un recurso alimenticio vital para los cangrejos adultos (Hines, *et al.*, 2003).

1.3 DISTRIBUCIÓN

C. sapidus es nativo de las costas del Atlántico occidental, desde Nueva Escocia hasta Argentina, incluyendo toda la costa caribeña, del golfo de Méjico y las Antillas.

En el siglo XX la especie apareció en las costas del Atlántico oriental, la primera captura que quedó registrada fue en la localidad francesa de Rochefort en el año 1901. Más tarde la especie quedó registrada en otros mares europeos: en el Mar del Norte en 1932 en Holanda, en el Mediterráneo en 1949 en Venecia, en el Báltico en 1951 en la costa danesa, en el Mar Negro en 1967 cerca de Varna (Bulgaria) y posiblemente en el mar de Azov en 1967 (Nehring, 2011).

La causa principal de la llegada de esta especie a las costas europeas y África septentrional son las aguas de lastre de los buques (Nehring, 2011). Estas aguas son empujadas para conseguir la estabilidad de un buque, absorbiendo agua del entorno para la inundación total o parcial de unos tanques en el interior del casco. El agua es expulsada normalmente en un lugar alejado del origen, cuando se han producido variaciones en la carga del buque o en la densidad del agua en la que navega.

Los juveniles y larvas de *C. sapidus* son incorporados a estos tanques en el agua y transportados hasta que esta es expulsada. Esta vía también puede ser la causa de la llegada de otras especies marinas invasoras.

En el Mediterráneo la especie se ha establecido en toda su cuenca, especialmente en la oriental. Se datan observaciones en los años cuarenta en el Mar Egeo, donde actualmente es abundante y el Delta del Nilo, pero el primero en registrarse fue el de Venecia (Nehring, 2011)

En la Península Ibérica, el primer registro fue en Portugal, en el estuario del Tajo cerca de Lisboa en 1978. (Nehring, 2011). En el Mediterráneo ibérico la primera captura registrada fue en el Delta de Ebro en 2012 (Castejón & Guerao, 2013). Ha seguido colonizando otras zonas y en 2014 se realizó la primera captura en la Albufera de Valencia.

1.4 ECOLOGÍA

Existen diferentes tipos de interacciones ecológicas para *C. sapidus* dependiendo de su etapa: larval, juvenil o adulta; su movimiento entre diferentes hábitats, alimentación, crecimiento y mortalidad.

Las fases larvales se desarrollan en el mar presentando características planctónicas (organismos transportados por las corrientes marinas), las juveniles migran hacia zonas de menor salinidad y los adultos pueden soportar un amplio rango de salinidad y se distribuyen entre ríos, estuarios, lagunas y costas, pero migran a aguas más

profundas en los meses más fríos en donde varía menos la temperatura. Los adultos son más bentónicos y se desplazan menos que los juveniles (Hines, *et al.*, 2007).

Alcanzan la madurez alrededor de 18-20 meses post larvales (la talla de maduración ronda los 9cm de ancho) y la maduración gonadal puede ocurrir a temperaturas por encima de 10°C (Lacerda, *et al.*, 2016), el apareamiento y desove se produce en los meses cálidos del año. Los machos pueden seguir mudando y creciendo pero la última muda de las hembras es la de madurez (Millikin & Williams, 1984). Para la muda suelen utilizar áreas con ligera salinidad y vegetación sumergida, ya que presenta una ventaja osmótica la baja salinidades debido a que deben absorber mucha agua y reduce el riesgo de canibalismo (Hines, *et al.*, 1987).

Es una especie depredadora, muy agresiva, que compite con otros cangrejos por el espacio y la comida, y omnívora, en su dieta se suelen encontrar bivalvos, peces pequeños, plantas, carroña y otros crustáceos incluyendo otros *C. sapidus*.

Entre sus depredadores naturales en su fase adulta se encuentran tiburones y rayas, anguilas, pulpos, caimanes y algunas de peces de la costa atlántica americana como la lubina rayada o las corvinas. Pero su principal predador es el ser humano (Millikin & Williams, 1984).



Figura 1.5: Caimán devorando un cangrejo azul

1.4.1 CICLO DE VIDA

El cangrejo azul vive de 2 a 3 años y su ciclo de vida consta de 5 fases (Hines, *et al.*, 1987):

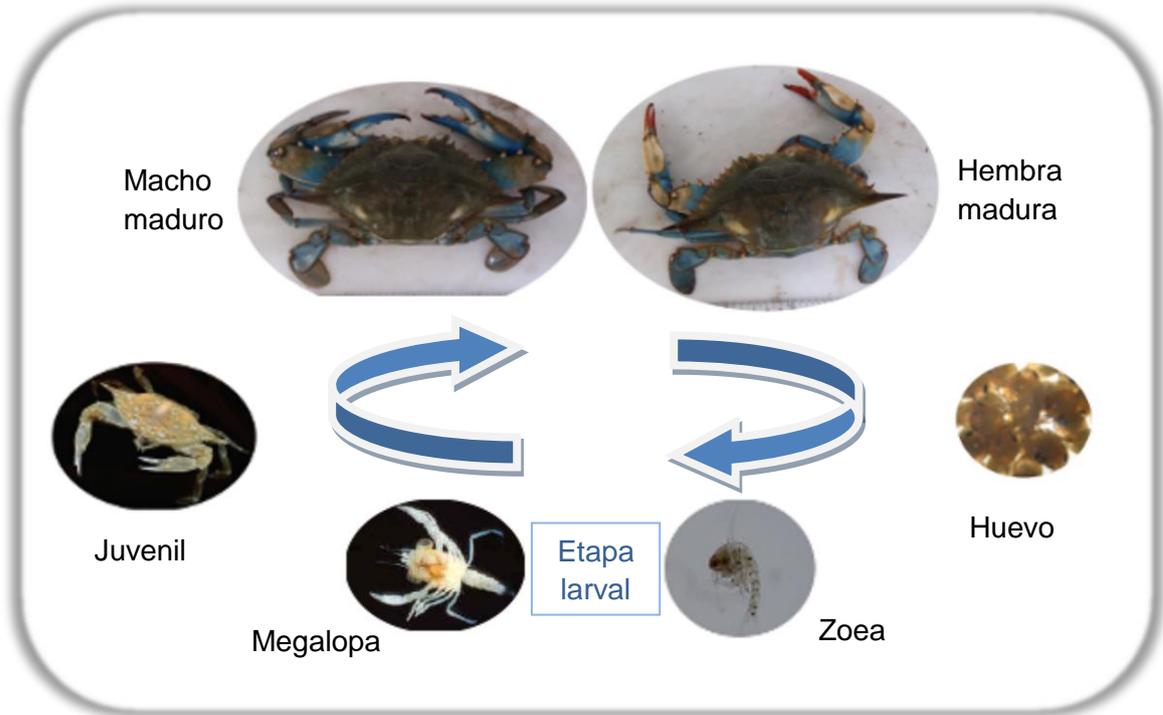


Figura 1.6: Ciclo de vida de *C. sapidus*

1. **Huevos:** Permanecen unidos al abdomen de la hembra, en forma de esponja, durante unas 2 semanas después de su extrusión desde los ovarios. La media de peso de esta esponja de huevos es de 37g pudiendo llegar a los 100g (Millikin & Williams, 1984).
Aproximadamente la edad de los huevos va acorde con el color:
 - 1-7 días, color anaranjado
 - 8-15 días, color marrón-negro
2. **Zoea:** Tras la eclosión dos semanas después, las larvas de cangrejo tienen forma parecida a la de los camarones. Como zoea pasa por 7 etapas con una duración total de 30-50 días, dependiendo de la temperatura. Durante las 2 primeras fases de zoea sufre una gran mortalidad. (Millikin & Williams, 1984).
3. **Megalopa:** Después de las 7 etapas de zoea se transforma en megalopa, con forma similar a una langosta.
4. **Juvenil:** Los cangrejos en etapa juvenil miden entre 5 - 30 mm. Se desarrollan en aguas costeras pero migran hacia aguas menos salinas durante los meses más cálidos para alimentarse en los productivos estuarios durante su etapa de

máximo crecimiento y utilizar la vegetación sumergida como zona de guardería (Hines, *et al.*, 1987).

- 5. Adulto:** El cangrejo azul adulto desarrolla hábitos bentónicos y nectónicos, puede llegar a los 25cm de anchura del caparazón y es su etapa de menos mortalidad. Los adultos migran a aguas más profundas en los meses más fríos (Gosner, 1978).

1.4.2 REPRODUCCIÓN

Como la gran mayoría de los crustáceos son ovíparos, dioicos y con fecundación externa. Con dimorfismo sexual fácilmente identificable en el abdomen.

Las hembras en etapa púber presentan un abdomen con forma triangular (Figura 1.7) que cambia a circular cuando alcanza la madurez en su última muda (Figura 1.4), los machos siempre tienen el abdomen en forma de “T” invertida (Figura 1.2).



Figura 1.7: *C.sapidus* hembra inmadura o púber. Foto propia.

El apareamiento ocurre dentro de los estuarios, mayoritariamente en aguas de baja salinidad, y estrechamente coordinado con el ciclo de muda ya que en general las hembras solo se aparean una vez en su vida y esta ocurre durante su última muda; los machos pueden aparearse repetidas veces (Hines, *et al.*, 2003).

Las hembras listas para la muda liberan una feromona para atraer a los machos, estos tienden a competir y el que es aceptado se coloca encima de ella agarrándola con sus patas ambulatorias, la lleva durante varios días hasta que esta lista para mudar (Figura 1.8). La copula empieza antes de que se endurezca el nuevo caparazón, uniéndose por su parte abdominal (Figura 1.9). Esta puede durar entre 5 y 12 horas, y al finalizar el macho protege a la hembra hasta que se endurece el nuevo caparazón (Millikin & Williams, 1984). Después del apareamiento los machos permanecen en aguas altas estuarinas o de baja salinidad mientras que las hembras migran a aguas mas salinas para desovar. (Lacerda, *et al.*, 2016).



Figura 1.8: Macho de *C. sapidus* protegiendo a la hembra. Imagen de www.thinglink.com



Figura 1.9: Copula de *C.sapidus*. Imagen de www.chesapeakebay.net

El esperma es guardado en el receptáculo seminal de la hembra y una parte es utilizada para la fecundación de los óvulos. El esperma restante es utilizado para futuras ovulaciones. (Hines, *et al.*, 2003)

La incubación de los huevos ocurra en las bocas de los estuarios y en aguas marinas poco profundas, reteniendo los huevos durante un par de semanas adheridos al abdomen con forma de color naranja los cuales cambian a color marrón oscuro a medida que están listos para la eclosión (Figura 1.10). Un mes después de la reproducción las hembras están listas para desovar una cantidad que generalmente oscila entre 1,75 y 2 millones de huevos en cada desove, teniendo las hembras entre 1 y 3. En latitudes templadas con marcada estacionalidad el desove ocurre durante

primavera y verano, cuando la salinidad es más alta. (Tavares, 2002; Millikin & Williams, 1984).

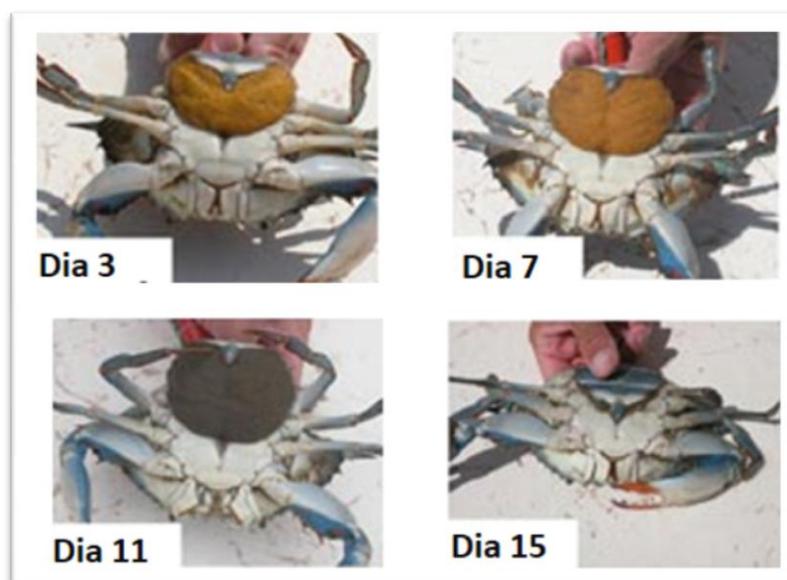


Figura 1.10: Ejemplo de evolución de los huevos de *C. sapidus*.

1.4.3 ALIMENTACIÓN

La dieta de *C. sapidus* varía según su etapa y tamaño. Siendo en su fase adulta son depredadores omnívoros, agresivos y voraces; donde su principal alimento son los bivalvos, pero también forman parte importante de su dieta peces, otros crustáceos, gasterópodos y materia vegetal (Laughlin, 1982).

En sus fases larvales el principal alimento es el zooplancton (Millikin & Williams, 1984).

Para las etapas juvenil y adulta (Laughlin, 1982) los clasifica en tres grupos dependiendo de su tamaño, siendo para los tres su principal alimento bivalvos, representado un 35% de su dieta.

- En su etapa juvenil (<30mm), aparte de bivalvos su principal alimento es la materia vegetal, detritus y pequeños invertebrados.
- De 30 a 60mm, peces, gasterópodos, materia vegetal y pequeños crustáceos.
- Mayores de 60mm, peces y otros crustáceos, incluyendo otros *C. sapidus*.

En el estudio de (Hughes & Seed, 1981), observan que los mejillones (bivalvos) son detectados a una distancia de varios centímetros a través del agua por receptores químicos en las antenas, los cuales también pueden captar las vibraciones en el agua. Prefieren los ejemplares pequeños y rompen la concha con facilidad. En los grandes,

los ataques se centran en la región umbonal y con cada intento fallido cambian la posición del molusco.

Cuando están cerca de la muda dejan de alimentarse y absorben agua casi el (70% de su peso), y así la presión junto con su movimiento, rompen el viejo caparazón (Hines, *et al.*, 1987).

1.4.4 MORTALIDAD

La mortalidad en *C. sapidus* varía dependiendo de su etapa, y no es fácil de evaluar debido al poco conocimiento sobre los cambios fisiológicos en el hábitat, las enfermedades y lo difícil que es de estimar durante su muda cuando los organismos se liberan de su exoesqueleto (Hines, *et al.*, 2003). En general los principales factores de mortalidad serían la predación, enfermedad, condiciones extremas, contaminación y escasez de alimento (Millikin & Williams, 1984).

Como se ha mencionado anteriormente durante las primeras fases larvales la especie sufre una gran mortalidad, debido a que forman parte del zooplancton y son fuente de alimento de muchas especies, son más sensibles a la contaminación que en etapas adultas y a la escasez de alimento (Millikin & Williams, 1984). La supervivencia en la fase de megalopa y en juveniles se ve afectado por su tamaño y tipo de hábitat ya que son muy susceptibles a predación (Bauer, 2006).

En los adultos y juveniles un factor de mortalidad importante son las bajas temperaturas, ya que son sensible a ella, y existe relación directa entre el descenso de la temperatura y la disminución la regulación osmótica y el metabolismo (Bauer, 2006). Por eso la temporada de invierno, su duración e intensidad, es un factor clave en la supervivencia de la especie.

1.5 IMPACTO

Como se ha mencionado anteriormente, *C. sapidus* es una especie originaria de las costas del Atlántico Occidental que se registró su existencia en las costas del Atlántico Norte Oriental (Europa y Norte de África) desde principios del siglo XX y en el Mediterráneo a mediados de siglo.

Actualmente es considerada una especie invasora y listada entre las 100 “peores” especies invasoras en el Mediterráneo (Zenetos & Streftaris, 2006), debido a que su amplio rango de tolerancia lo hacen un invasor exitoso (Nehring, 2011). El cambio climático también favorece su expansión al aumentar la temperatura de los mares (Bauer, 2006).

La aguas salobres en la que ha establecido poblaciones se caracterizan por un número bajo de especies autóctonas, al parecer dejando muchos nichos ecológicos abiertos, teniendo el máximo potencial para el establecimiento de especies exóticas (Nehring, 2011).

Aunque falta información sobre los efectos negativos del cangrejo azul sobre las comunidades bentónicas que ha invadido y el funcionamiento de los ecosistemas en los que se encuentra (Mancinelli, *et al.*, 2017), se ha demostrado que *C. sapidus* es un importante predador en la cadena trófica y puede producir un potente impacto ecológico en los hábitats costeros y salobres invadidos al alimentarse prácticamente de cualquier cosa a su alcance (Carrozzo, *et al.*, 2014). Aparte de en los ecosistemas, producen efectos negativos en las actividades pesqueras mutilando los peces atrapados y desgarrando las redes y trampas (Nehring, 2011).

En el ámbito nacional, *C. sapidus* aparece listado como especie potencialmente invasora (Anexo II) en el Real Decreto 1628/2011 de 14 de noviembre por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras. En el Capítulo II - Artículo 4 se indica que las especies incluidas en el Anexo II:

“En el listado se incluyen las especies exóticas susceptibles de convertirse en una amenaza grave por competir con las especies silvestres autóctonas, alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos y aquellas especies exóticas con potencial invasor, de acuerdo con el artículo 61.4 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, en especial las que han demostrado ese carácter en otros países o regiones, con el fin de proponer, llegado el caso, su inclusión en el Catálogo. Así mismo, se incluyen en el Listado las especies consideradas como exóticas invasoras en disposiciones o normas de ámbito nacional o europeo y en instrumentos internacionales ratificados por España, siempre y cuando no se trate de especies autóctonas.”

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es determinar la abundancia y distribución de *Callinectes sapidus* en el lago de la Albufera de Valencia. Además, se pretende, establecer la estructura de tallas y relación de sexos en las diferentes zonas en las que el cangrejo está presente, y analizar la utilidad de los diferentes métodos de captura y valorar el uso de técnicas de marcaje que puedan servir en el futuro para estudiar la abundancia, el crecimiento y los movimientos de *Callinectes sapidus*

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio es la Albufera de Valencia, sus acequias y sus principales salidas al mar, las golas (Puçol, Perellonet y Perelló).

Se trata de una laguna litoral de agua dulce, ligeramente salobre, separada del mar por un cordón de arena, comunicándose con este a través de tres canales o “golas”, y rodeada por marjales utilizados principalmente para el cultivo de arroz. La laguna tiene una extensión de 2840 hectáreas y una profundidad media de 1 metro, siendo la más importante de estas características de la península (Sanjaume, *et al.*, 1992). Es un sistema hipertrófico debido a la gran cantidad de nutrientes aportado desde los campos y cuya salinidad oscila entre 1 y 2 (1370 – 3400 $\mu\text{S/cm}$) (Soria, *et al.*, 1987).

3.1.1 LOCALIZACIÓN

Está situada dentro del Parque Natural de la Albufera, a 10km sur de la ciudad de Valencia, que cuenta con un área de 21120 hectáreas, perteneciente a la provincia de Valencia, localizada al este de la península ibérica entre los ríos Turia y Júcar. Además de la intensa actividad agrícola en el parque, se concentra una importante población alrededor (cerca de 400.000 personas) y números industrias.



Figura 3.1: Localización zona de estudio

3.1.2 CLIMA

Según la Confederación Hidrográfica del Júcar, el clima en la zona es el típico del litoral mediterráneo.

Precipitaciones que rondan os 450 l/m² al año, con periodo seco estival y máximos en otoño debido al efecto de “gota fría”.

Temperatura media anual de 18°C, con inviernos suaves que rondan los 10°C de media y veranos cálidos de 30°C. Las brisas marinas son frecuentes, suavizando las temperaturas pero creando ambiente de bochorno al aumentar la humedad.

3.1.3 EDAFOLOGIA

Está establecida en una depresión geológica que se ha ido llenando desde el mioceno, con un sustrato formado principalmente de calizas y gravas, con depósitos formados por materiales cuaternarios de origen aluvial (Soria, 1997). En la parte superficial, en el lecho de la laguna y canales, se encuentran sedimentos ricos en materia orgánica que cubren los fondos hasta espesores de 60 cm en algunos puntos. Estos sedimentos o tarquín, contiene también cantidades considerables de contaminantes como metales pesados o pesticidas (Sanjaume, *et al.*, 1992).

3.1.4 HIDROLOGIA

Los aportes hídricos al lago llegan por numerosas acequias desde los ríos Turia y Júcar y desde varios barrancos. Debido a la gran superficie y heterogeneidad, los flujos de agua son diferentes en las distintas partes del lago y el parque (Soria, 1997).

El **ciclo hídrico** es dependiente del cultivo del arroz, y el nivel de las aguas se regula mediante compuertas ubicadas en las golas.

- **Abril:** Comienza el periodo de cultivo del arroz con la siembra y se aumenta el nivel hasta el punto requerido con la puesta de paradas en las acequias y el cierre de las golas.
- **Julio:** Los campos se vacían durante unos días, periodo conocido como “eixugó”, para la aplicación de tratamientos fitosanitarios y la escarda de malas hiervas.
- **Septiembre:** Se desaguan los campos para cosechar el arroz.
- **Octubre - Noviembre:** Se llena de agua la marjal para facilitar la presencia de anátidas, inundación conocida como “Perellonà”, y dar comienzo al periodo de caza “tiraes”, que finaliza a mediados de enero.
- **Febrero:** Se baja el nivel de las aguas en la marjal para secar los campos.

Reseñar que este proceso no es simultáneo en todo el parque, sino que primero se llenan las zonas más elevadas (las del norte y oeste) y las más cercanas a la Albufera, de ahí por efecto de la gravedad ocurre el proceso hacia la costa.

Durante el cultivo (Soria, 1997), demostró que los niveles del lago se mantienen, aumentando en el periodo otoñal con la inundación de los campos y el aumento de las precipitaciones.

Algunas **características** del agua del lago incluidas en el estudio de Soria, 1997 demuestran:

- **Temperatura:** Oscila entre 34 y 3°C, con un valor medio de 19,4°C, aunque no suele bajar de los 10°C y solo lo hace unos pocos días en Enero.
- **pH:** Media entre 7,9 y 8,8; con valores más elevados en el lago en verano.
- **Oxígeno Disuelto:** El lago cuenta con un valor medio de 12,5 mg/l, con un valor normal de OD de 8 mg/l se puede considerar el lago con condiciones buenas de oxígeno. Las acequias varían entre 7,7 y 4,6 mg/l, dependiendo de la zona, que llegan a tener condiciones de hipoxia. Los valores más bajos se registraron en otoño con la renovación de las aguas y los más elevados en invierno.

- **Conductividad:** La conductividad del lago oscila entre 1370 y 3400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dependiendo de la zona y la época del año, con una media de 1953 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se produce un descenso importante de la conductividad en Octubre con la renovación de las aguas. En las golgas la media está entre 4000 y 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pero depende mucho de la época y la abertura de las compuertas y de las corrientes marinas.

3.1.5 BIODIVERSIDAD

La Albufera destaca principalmente por su gran diversidad de especies de aves, con más de 300 que usan este ecosistema regular u ocasionalmente. Pero aquí se va a desarrollar brevemente la diversidad de especies acuáticas de animales y vegetación que son los que principalmente se pueden ver afectados por la presencia de *C. sapidus*.

Actualmente la vegetación sumergida es escasa, las aguas del lago están dominadas por fitoplancton en su mayoría cianobacterias, cuando antes la Albufera se caracterizaba por una gran densidad de macrófitos (*Chara*, *Potamogeton*, *Myriophyllum*), que actualmente se encuentran en concretas zonas del lago. En la década de los 70 se produce una reducción considerable de los macrófitos ligado al proceso de hipereutrofización, aumentando el crecimiento de fitoplancton y en consecuencia de la turbidez de las aguas, y del uso de herbicidas en los campos que actualmente han sido descatalogados (Blanco & Romo, 2006). Este proceso, junto con la introducción de especies exóticas, provocó cambios en la composición de la ictiofauna, donde dejaron de estar presentes especies de la fauna primitiva, tanto endémicas como el samaruc (*Valencia hispanica*) y el fartet (*Aphanius Iberus*), como otras como el carpín (*Carassius carassius*) y el espinoso (*Gasterosteus aculeatus*) (Blanco & Romo, 2006).

La ictiofauna actual está dominada por mugílidos y ciprínidos, como el mágil (*Mugil cephalus*), la lisa (*Lisa aurata*) y la carpa (*Cyprinus carpio*), sobretodo esta última especie, debido a sus hábitos alimenticios bentívoros y zooplánctívoros, favorece la turbidez y el mantenimiento de la biomasa fitoplanctónica. Como indica el estudio de Blanco y Romo (2006), las capturas más abundantes de los pescadores son los mugilidos y carpas, la captura de anguila (*Anguilla anguilla*) (el más representativo y de valor para los pescadores) se ha reducido al 4%, y con algunas capturas esporádicas de lubinas (*Dicentrarchus labrax*).

Se demuestra que solo quedan una decena de especies de peces y algunas de ellas son introducidas. A lo cual hay que añadirle la baja diversidad de comunidades de macrófitos y bentónicas, como los crustáceos autóctonos “gambeta” (*Dugastella valentina*) y (*Palaemonetes zariquieyi*), y la del molusco bivalvo “petxinot” (*Unio mancus*) listada como vulnerable en el Catalogo Español de Especies Amenazadas (Información sacada del Banco de Datos Biodiversidad de la C.V.).

3.1.6 FIGURAS LEGALES DE PROTECCIÓN

- **Internacional**

La Albufera está incluida dentro de la lista Ramsar, reconocida como **Humedal de importancia internacional** desde 1989. Al poseer características relevantes como hábitat especial para especies de aves acuáticas, sobretodo migratorias.

- **Comunitarias**

Está incluida dentro de la Red Natura 2000 por haber sido declarada como ZEPA y LIC.

ZEPA: Zona de Especial Protección de las Aves, conforme a la Directiva europea 2009/147/CE, relativa a la conservación de aves silvestres.

LIC: Lugar de Importancia Comunitaria, conforme a la Directiva 1992/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales, la flora y la fauna silvestres.

El lago de la Albufera es un ambiente hipertrófico, y por eso está declarada como zona sensible de acuerdo a la Directiva 91/271/CEE, en cuanto a los tratamientos que deben recibir de las instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas antes de realizar vertidos.

- **Nacionales** (Estatales y Autonómicas)

Parque Natural desde 1993, según el Decreto 71/1993 de 31 de mayo. Aunque hubo una declaración anterior del Parque de l'Albufera realizada en el año 1986, al amparo de la entonces vigente y preconstitucional Ley estatal de Espacios Naturales Protegidos de 1975. Esta Ley fue derogada y sustituida posteriormente por la Ley 4/1989 de protección de los espacios naturales, la flora y la fauna silvestres.

El Plan de Ordenación de los Recursos naturales (PORN) se aprobó en 1995 y el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) en el año 2004, en cumplimiento de la Ley estatal 4/1989 y la Ley autonómica 11/1994 de Espacios Naturales Protegidos.

Finalmente en el año 2006 se aprueba un Plan de Prevención de Incendios Forestales del Parque.

3.2 MATERIALES

3.2.1 CAPTURA DE EJEMPLARES

Para la captura de ejemplares se han utilizado los siguientes elementos:

- **Nasas de plástico duro o de alambre.** Las de plástico, facilitadas por la universidad, cilíndricas con la base plana, con una entrada con pendiente para que los ejemplares cayeran y en el otro extremo la trampa se podía abrir para sacar los cangrejos. Las de metal, facilitadas por la oficina técnica de gestión del parque, son cuadradas con 2 aberturas que se estrechan hacia el interior ligeramente inclinadas y con una abertura en la parte superior para sacar los ejemplares. En ambos casos el cebo se colocaba dentro de una malla enganchada con alambre en la parte superior.



Figura 3.2: Prototipo de trampa metálica (arriba) y de plástico (abajo). Fotos propias

- **Cañas y salabre.** Con cañas de pesca, un pequeño corcho, poco de plomo, en el anzuelo el cebo o este dentro de una malla y un salabre.
- **Redes y mornells.** Las redes van amarradas en los extremos con una relinga superior con flotadores y una inferior con plomos, para que la red se quede vertical y los peces se enganchen o sirvan de obstáculo para guiarlos. Los mornells son un tipo de red con forma cilíndrica de aproximadamente 1,5 metros de largo, con una entrada y varios compartimentos que van estrechándose, para que los animales puedan entrar pero no salir, y se coloca una caña o pala a cada extremo para tensarla y anclarla. El cebo en el mornell

va colocado en el interior. Estas trampas solo han sido utilizadas por los miembros de la cofradía de pescadores del palmar.

- **Barca** de madera o “albuferenc” para trasladarse por el lago.

3.2.2 ANALISIS E IDENTIFICACIÓN

- **Recipientes de plástico y conductímetro.** Para analizar la conductividad del agua de las muestras de la zona donde se hayan capturado ejemplares.
- **Regla, calibre y balcula.** Para el análisis de la biometría de los ejemplares.
- **Chapas identificativas, hilo metálico y alicates.** Para el marcado y suelta de algunos ejemplares, para conocer un poco mejor su desplazamiento por la zona.



Figura 3.3: Elementos utilizados para la identificación i análisis

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 MUESTREO

No ha habido puntos específicos para el muestreo continuo, pero se ha conseguido abarcar casi todas las partes del área de estudio en un periodo de tiempo continuado desde mayo a mediados de octubre, cuando se cerraron las compuertas de las golas y se levantó la veda de caza y pesca. Los puntos de muestreo se han agrupado en tres zonas para un mejor análisis de los hábitats de los ejemplares.

- Zona 1= Lago
- Zona 2= Acequia entre el lago y la gola
- Zona 3= Golas

Las técnicas de muestreo fueron tres modalidades diferentes:

El **muestro con trampas** se realizaba desde la barca o los bordes de las acequias, dejándolas caer cerca de la vegetación palustre, en áreas de macrófitos o en las bocas de las acequias donde es más probable que se encontrara *C.sapidus*. Se ataba una cuerda a cada extremo de la trampa, se unían y en el cabo se ubicaba una boya para su localización. Las trampas se recogían al día siguiente, exceptuando las ocasiones de indisponibilidad de utilizar la barca para llegar hasta ellas.

El **muestreo con cañas** era solo posible desde los bordes de las acequias y en las golas, donde este método ha sido la única fuente de ejemplares. Para este método requería de paciencia ya que el cangrejo se soltaba del cebo al notar un tirón fuerte o salirse del agua.

Las **capturas con mornell** eran realizadas por los pescadores de la Cofradía del Palmar, donde llevan todos los kilos de cangrejo capturados y de estos se cogía una muestra para su análisis, explicando el pescador la ubicación aproximada del mornell.

3.3.2 ANÁLISIS EJEMPLARES

La identificación y análisis biométrico de los ejemplares capturados se realizó en base a la metodología descrita por Carrozzo *et al.* (2014).

El sexo se determinó por la forma del abdomen y la biometría en medir la anchura del caparazón (AC) en cm, que es la distancia entre el extremo de las espinas laterales, la longitud del caparazón (LC) en cm, distancia entre la boca y el abdomen, y su peso húmedo total (P) en gramos.

3.3.3 ANÁLISIS RESULTADOS

Con los datos de las tallas se realizó la prueba Kolmogorov-Smirnov (KS) para analizar la estructura de las poblaciones y comprobar si el conjunto de datos se distribuyen de forma normal ($p > 0,05$) o si los datos de las muestras no siguen una distribución normal ($p < 0,05$) (Hernando, *et al.*, 2015).

A continuación se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para conocer si existen diferencias de talla y sexo, espacial y temporalmente, en los conjuntos que presenten una distribución normal. Si ($p > 0,05$) no existen diferencia o si ($p < 0,05$) sí existen diferencias entre grupos.

Si el conjunto de datos no presentara una distribución normal, la prueba a realizar para conocer la existencia de diferencias será la de Kruskal-Wallis (KW).

Para determinar la proporción entre sexos se empleo la ecuación:

$$S0 = (M - F)/(M + F)$$

Donde los valores cercanos a 0 indican proporciones iguales, los negativos mas hembras que machos y los positivos al contrario (Hernando, *et al.*, 2015).

4. RESULTADOS

4.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

Se capturaron un total de 170 ejemplares de *C. sapidus*. De estos, 87 fueron machos (51,2%) y 83 hembras (48,8%), indicando una leve diferencia de la proporción 1:1 (Ecuación de Creasey= 0,02). De las 83 hembras, 18 eran juveniles (22%) y 4 eran ovígeras (5%), en estas el color de los huevos era naranja.

En promedio los machos presentaron un peso, anchura y longitud mayor que las hembras (Tabla 1), evidenciando dimorfismo sexual, sobretodo en la variable del peso.

La distribución de frecuencias para el total de los ejemplares presentó una distribución normal para la variable peso (Kolmogorov-Smirnov: $P=0,1$; $p>0,05$) pero no así en las variables ancho (KS: $P=0,015$; $p<0,05$) y largo del caparazón (KS: $P=0,04$; $p<0,05$).

El peso promedio para el total de la población fue de $232,33 \pm 124,47$ g, la longitud de $6,69 \pm 1,35$ cm y la anchura $15,21 \pm 3,7$ cm. El rango del peso fue de 8 a 542 g, pero la mayoría de ejemplares se situaron entre 150 y 290 gr. Respecto a la anchura el rango fue de 4,4 a 20,5 cm, estando la mayoría de ejemplares entre 16 y 19 cm.

Tabla 1: Valores promedio por sexos del peso (P) en gramos y la anchura (AC) y longitud (LC) en centímetros de *C. sapidus*.

Sexo	Variable	Media	Desviación	Máximo	Mínimo
Hembras	P (g)	166,60	85,37	339,0	8,0
	AC (cm)	14,39	4,00	20,2	4,4
	LC (cm)	6,24	1,42	8,5	2,8
Machos	P (g)	295,03	123,88	542,0	12,0
	AC (cm)	16,02	3,19	20,5	4,8
	LC (cm)	7,14	1,12	9,8	3,1

4.2 DISTRIBUCIÓN SEXOS

En este apartado se analizarán las variables peso y ancho entre los diferentes sexos. El peso aunque presento una distribución normal en el total de la población, se encontraron diferencias significativas entre los dos sexos (ANOVA: $P=0,00$; $p<0,05$), siendo los machos más pesados que las hembras (Figura 4.1).

La anchura, no presentó una distribución normal en el análisis del total de ejemplares, y se encontraron diferencias significativas entre sexos (KW: $P=0,00$; $p<0,05$), estando la mayoría de los machos entre 15 y 19 cm, teniendo la hembras una distribución más

amplia (Figura 4.2). Se observó que para un mismo peso las hembras tienen una anchura mayor.

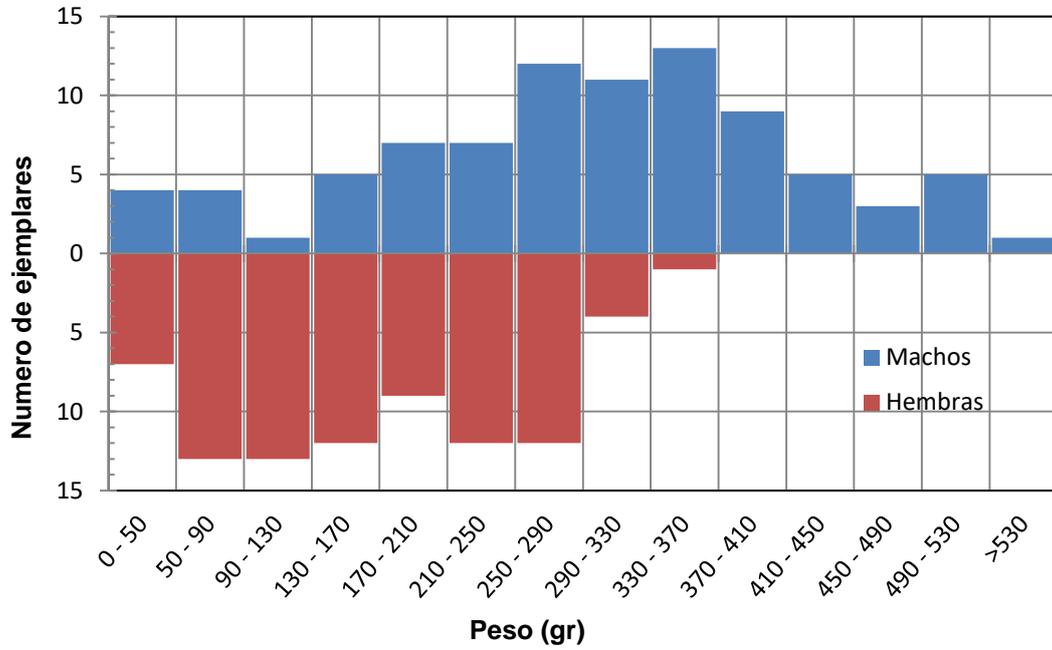


Figura 4.1: Distribución de frecuencia del peso entre sexos.

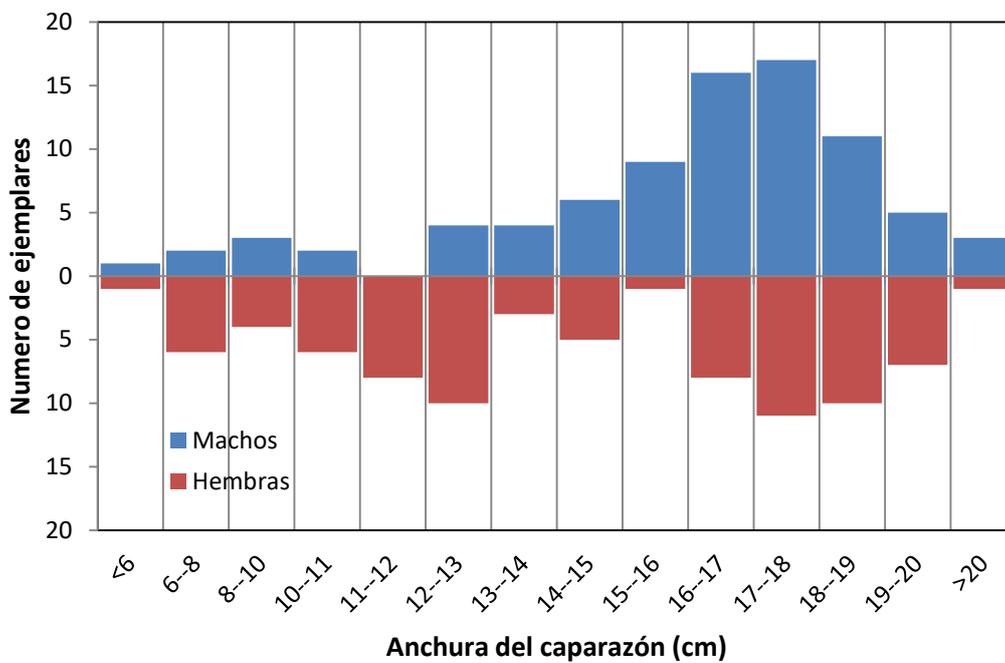


Figura 4.2: Distribución de frecuencias de la anchura entre sexos.

4.3 ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEMPORAL

La distribución mensual de las tallas muestra un aumento del peso y el ancho del caparazón durante todo el verano hasta septiembre cuando se producen las medias máximas 315,6 g y 16,4 cm respectivamente (

Tabla 2). Aunque la mayor cantidad de ejemplares analizados fue en julio (Figura 4.3), se podría decir que el tamaño de la población es constante durante todo el periodo debido al número de sus capturas (Figura 4.144). En el mes de mayo solo se produjeron 4 capturas (Tabla 3) debido principalmente a 3 factores: La baja eficacia de las trampas utilizadas, la baja temperatura del agua (temperatura ambiente entorno a 19°C, cuando la mayoría de los ejemplares se capturaron con temperaturas entre 25 y 27°C) y la ausencia de pescadores capturando ejemplares. Las temperaturas fueron registradas a partir de los datos de AVAMET de la estación del Racó de l'Olla.

Durante los meses de mayo y junio las capturas se produjeron en la parte oriental del parque, en las acequias que van hacia las golas y en el lago cerca de estas (Figura 4.3). En julio se produjeron mayores capturas por el lago y a finales de este mes se produjo la primera captura en la parte occidental del lago, en la localización de coordenadas UTM 725068; 4355915 (uso 30 ETR89), donde días anteriores empezaron a haber avistamientos de ejemplares. En los meses siguientes la abundancia de *C. sapidus* continuó constante por todo el lago.

En cuanto al de sexo de los ejemplares capturados hubo diferencias mensuales (Figura 4.4), pero estas son debidas a la zona de captura más que a la época (Figura 4.6Figura 4.7). Ya que en el lago (Z1) se capturaron más machos que hembras, al contrario que en las golas (Z3) donde la mayoría fueron hembras (Figura 4.5). En las acequias (Z2) los resultados fueron muy parejos.

La conductividad en las diferentes zonas es un factor muy determinante ya que en las golas, donde la mayoría de capturas fueron hembras, la conductividad en los meses de verano estuvo entorno a los 4000 $\mu\text{s/cm}$. A finales de septiembre en el momento del cierre de las compuertas subió a 30000 $\mu\text{s/cm}$, dejando una conductividad media para esta zona durante el tiempo de estudio de 21000 $\mu\text{s/cm}$.

En la zona del lago las aguas eran más dulces y con poca variación, la media fue de 1664 $\mu\text{s/cm}$ y tuvo un rango de 400 $\mu\text{s/cm}$, los cambios son más bien temporales debido a época con precipitaciones o escorrentías. En la de las acequias tuvo una media y rango mayores, de 1800 $\mu\text{s/cm}$ y 700 $\mu\text{s/cm}$ respectivamente, probablemente al tener una ligera influencia de entrada de agua de las golas.

Procedentes del lago (Z1) el total los ejemplares analizados fueron 97, de las acequias (Z2) 42 y de las golas (Z3) 31.

Tabla 2: Media, desviación y rango de las variables peso (P) y ancho (AC) durante los meses de estudio.

Mes	P (g)			AC (cm)		
	Med	SD	Ran	Med	SD	Ran
Mayo	198,50	99,81	217,0	15,18	3,76	9,1
Junio	184,00	62,94	204,0	15,07	2,40	8,7
Julio	198,30	104,40	412,0	14,39	3,46	13,7
Agosto	257,21	126,46	475,0	15,49	3,19	11,9
Septiembre	316,56	136,85	468,0	16,44	3,03	12,3
Octubre	232,10	146,61	534,0	15,20	5,39	16,1

Tabla 3: Días de cada mes con capturas y el método con que se consiguieron

Mes	Días con capturas	Total capturados	Trampa	Caña	Mornell
Mayo	3	4	4	0	0
Junio	8	28	5	6	17
Julio	10	47	6	6	35
Agosto	9	33	8	1	24
Septiembre	7	27	1	9	18
Octubre	4	31	0	16	15

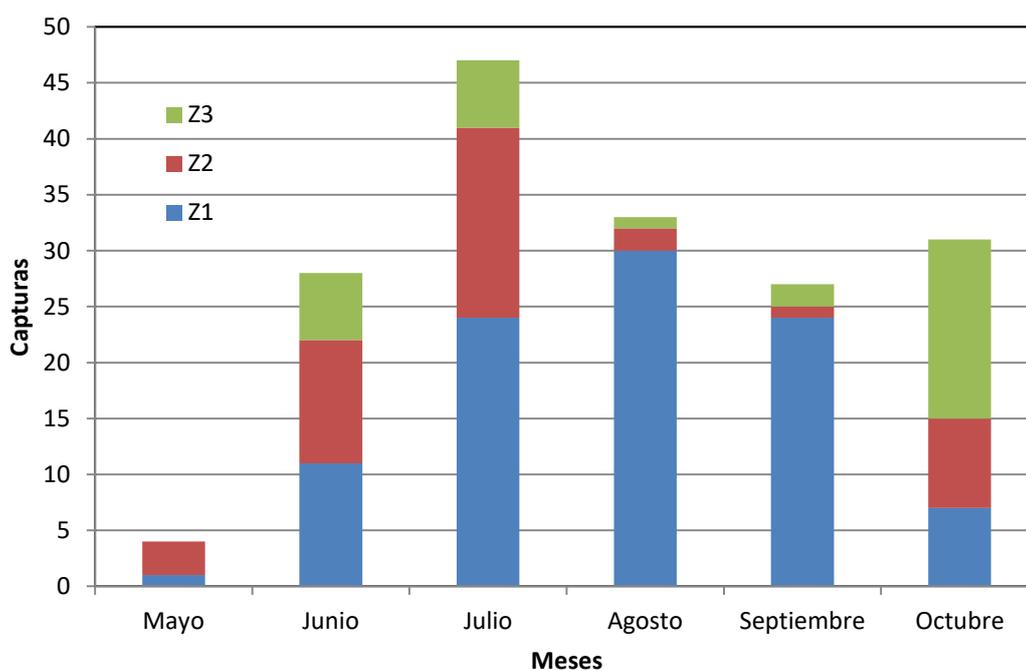


Figura 4.3: Capturas por zonas durante los meses de estudio

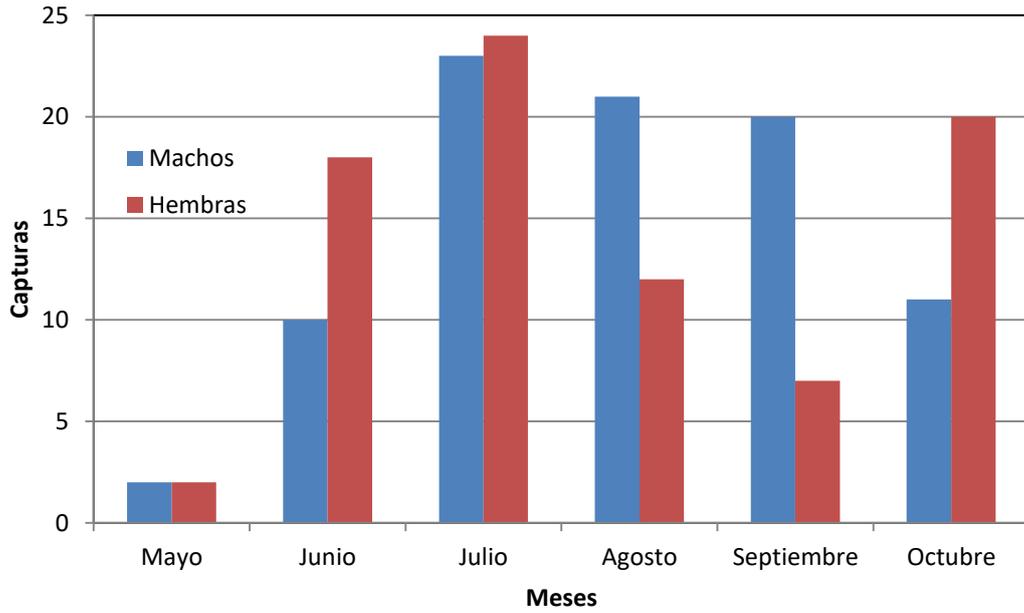


Figura 4.4: Numero de capturas, por sexos, durante los meses de estudio

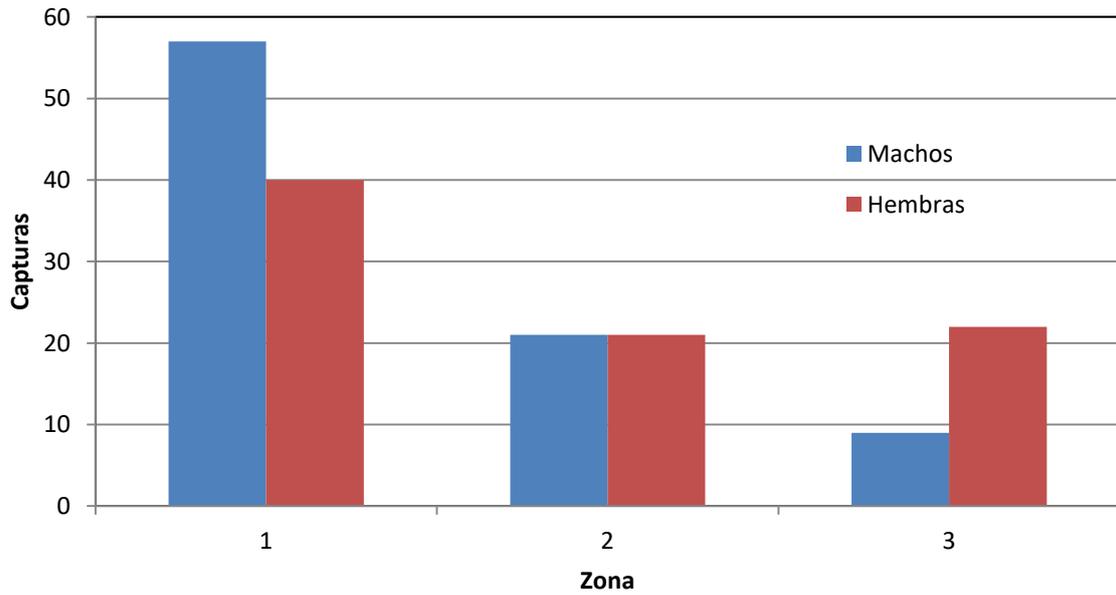


Figura 4.5: Ejemplares capturados, por sexo, en las distintas zonas.

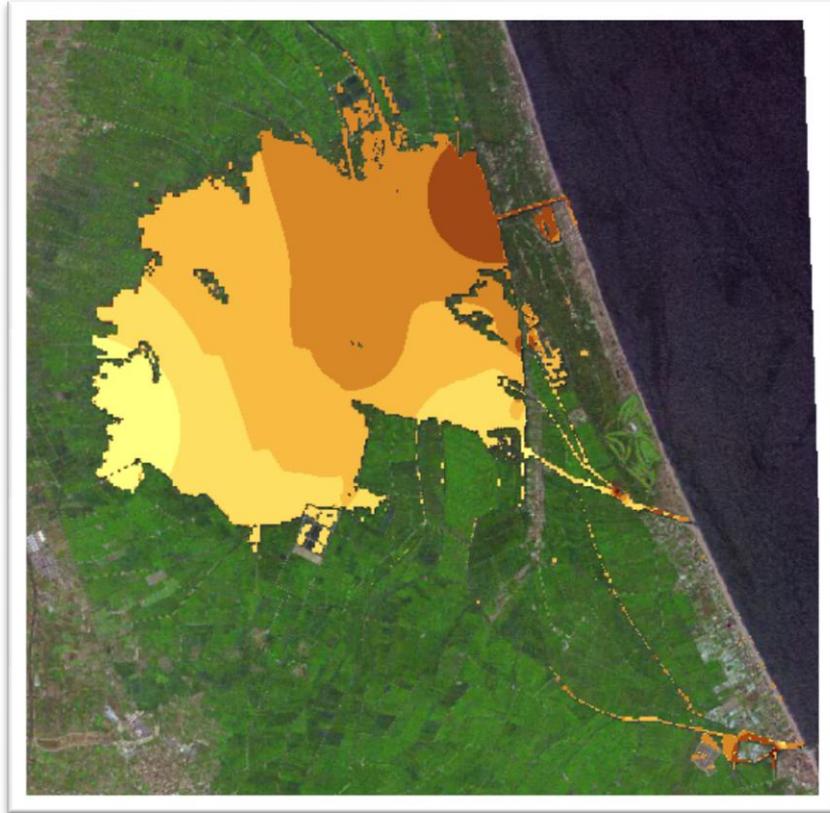


Figura 4.6: Concentración de las hembras de *C. sapidus* a lo largo del parque de la Albufera. Creación propia

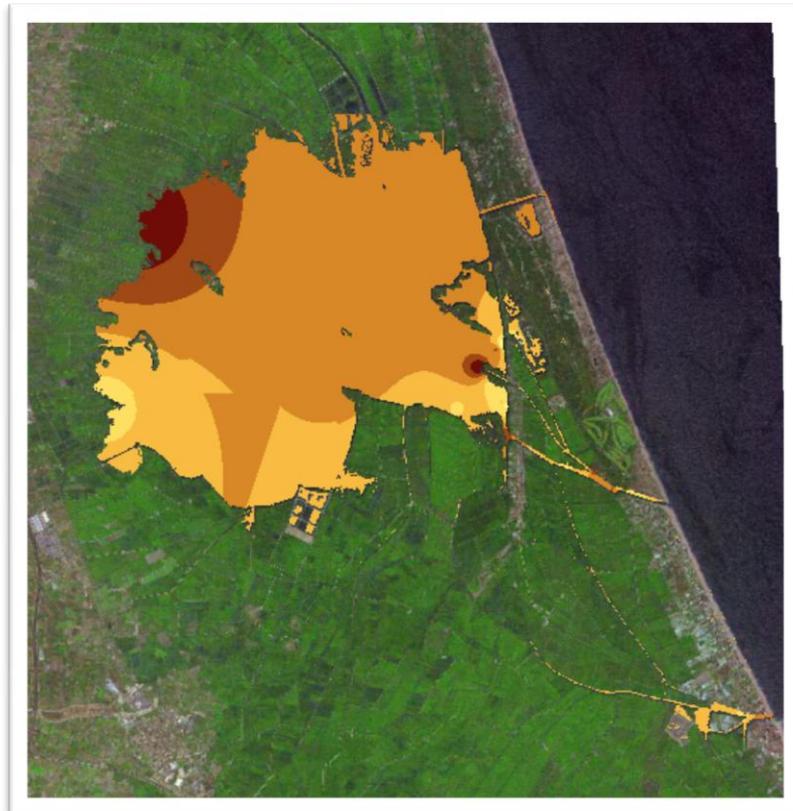


Figura 4.7: Concentración de machos de *C. sapidus* a lo largo del parque de la Albufera. Creación propia

4.4 TALLAS POR ZONA

Respecto a la distribución de tallas por zona, la frecuencia de tallas en la zona 1 tanto de peso como de anchura se ajustaban a una distribución normal (KS: $P=0,08$; $p<0,05$), así como en las Zonas 1 y 2 donde ni el peso ni la anchura se ajustaban a una distribución normal (KS: $P=0,0$; $p<0,05$).

Las medias fueron más elevadas en la zona del lago, pero el ejemplar más grande fue capturado en la zona 2 (Tabla 44), en la acequia cerca de la gola del Perellonet. Siempre siendo inferior las medias para la zona de las golas, donde la conductividad era más elevada, quedándose los ejemplares grandes en las otras zonas.

Al comparar las tallas entre las zonas, se observaron diferencias significativas en cuanto al peso de los ejemplares (KW: $P=0,007$; $p<0,05$) (Figura 4.88) pero no se encontraron diferencias para la variable anchura de los ejemplares (KW: $P=0,12$; $p>0,05$) (Figura 4.99), debido posiblemente a que la talla de la mayoría de ejemplares se concentraba entre 16 y 19 cm.

Tabla 4: Media, desviación y rango de las variables peso (P) y ancho (AC) en las diferentes zonas del area de estudio.

Zona	P (g)			AC (cm)		
	Med	SD	Med	SD	Med	SD
Z1	258,65	122,80	478	15,80	2,94	13
Z2	220,12	114,59	515	15,30	3,96	14
Z3	166,52	118,92	376	13,27	4,82	16

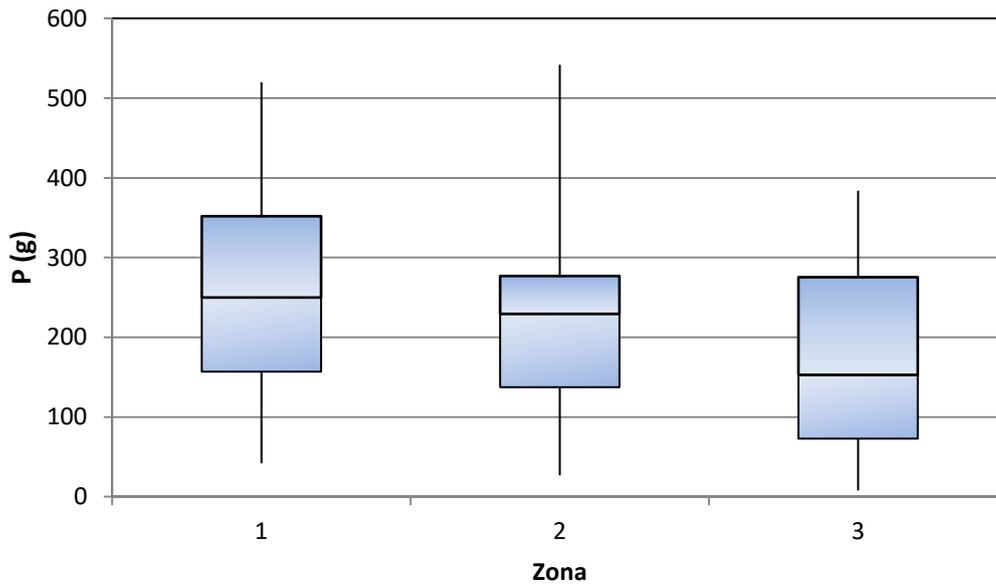


Figura 4.8: Comparación del peso de los ejemplares entre las zonas de muestreo

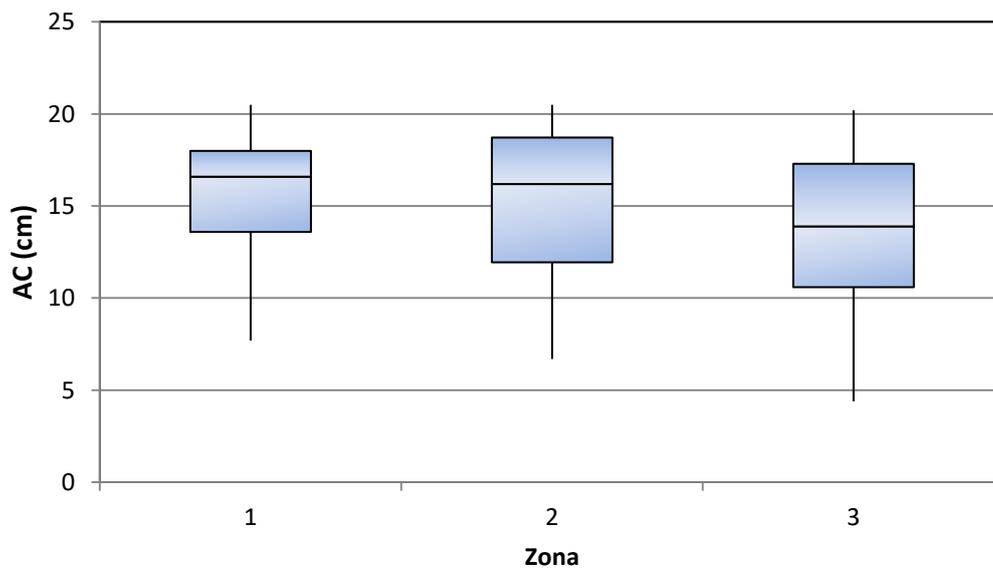


Figura 4.9: Comparación de la anchura del caparazón de los ejemplares capturados en las distintas zonas de muestreo

Al comparar el peso y la anchura del caparazón entre sexos, se observaron diferencias en el lago (Z1) (ANOVA: $P=0,0$; $p<0,05$) para las dos variables, en cambio no se observaron diferencias significativas ni ara el peso ni la anchura en las otras zonas del área de estudio. Para el peso Z2 (ANOVA: $P=0,12$; $p>0,05$) y Z3 (ANOVA: $P=0,8$; $p>0,05$) y para el ancho de caparazón Z2 (ANOVA: $P=0,8$; $p>0,05$) y Z3 (ANOVA: $P=0,68$; $p>0,05$).

Estos datos pueden ser debido a que en el lago se concentran los machos de mayor tamaño y las hembras sí que tienen una mayor distribución por toda el área de estudio o debido al mayor número de ejemplares analizados procedentes del lago.

4.5 RELACIÓN ENTRE ANCHURA Y PESO

Se halló la relación entre el peso y la anchura del caparazón para todos los ejemplares y los sexos por separado. La relación que mejor se ajustó fue una correlación potencial, en los 3 casos la pendiente fue menor que 3 lo que denota un crecimiento alométrico negativo, indicando que hay un crecimiento desproporcionado bajo (Figura 4.1010). Con la formula “ $y=0,2225x^{2,5104}$ ” se puede calcular el peso de un ejemplar teniendo solo la anchura de este, útil para ejemplares desmembrados o los que han sido devorados dejando solo el caparazón.

La relación entre peso y ancho es parecida para los dos sexos por separado, siendo la pendiente ligeramente mayor para los machos (2,69) (Figura 4.1111Figura 4.122). Diferencia debida posiblemente a que las hembras detienen su crecimiento al llegar a la madurez y que los machos presentan quelas de mayor tamaño, alcanzando pesos mayores.

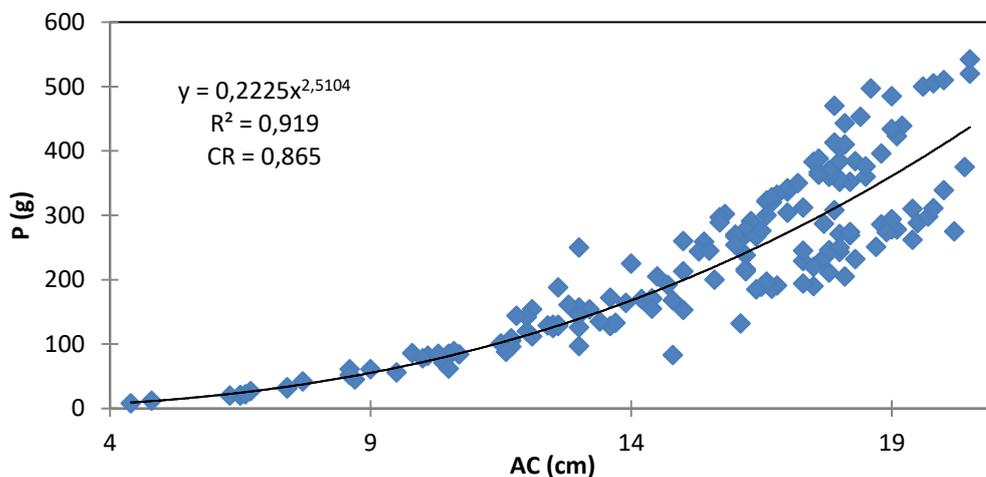


Figura 4.10: Análisis de regresión de las variables peso (P) y ancho del caparazón (AC) de todos los ejemplares analizados.

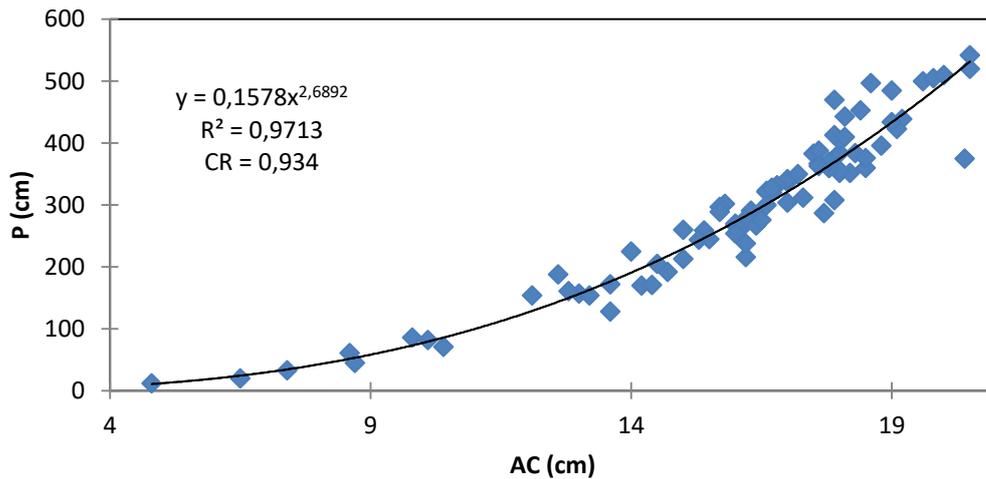


Figura 4.11: Análisis de regresión de las variables peso (P) y ancho del caparazón (AC) de los machos analizados.

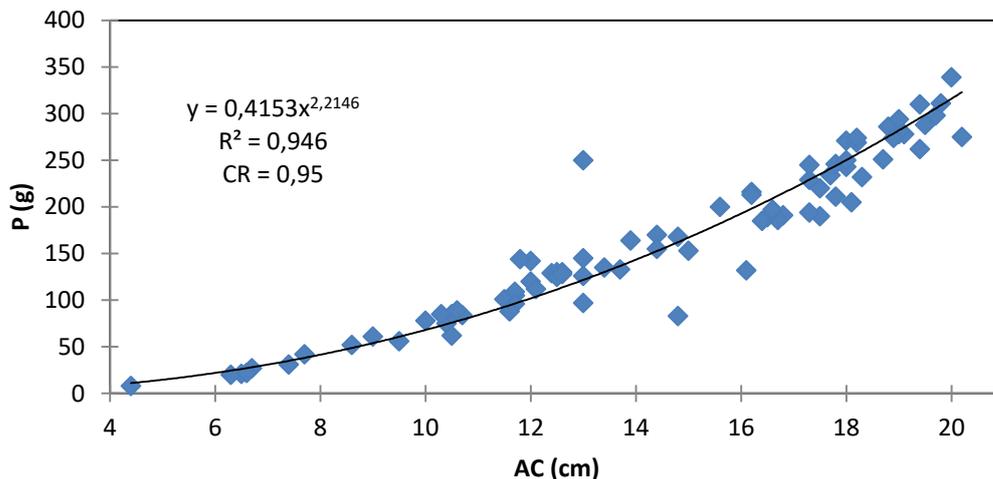


Figura 4.12: Análisis de regresión de las variables peso (P) y ancho del caparazón (AC) de las hembras analizadas.

4.6 ANALISIS EJEMPLARES MARCADOS

Para conocer más sobre el movimiento de *C. sapidus* en las aguas del parque de la Albufera, algunos ejemplares capturados fueron marcados y devueltos al agua en distintos puntos del parque. Se utilizaron ejemplares grandes para que ya no tuvieran que realizar más mudas y que estuvieran en condiciones óptimas para asegurar lo más posible su supervivencia una vez devueltos. Los ejemplares eran marcados con una chapa identificativa sobre el caparazón y se ataba a las espinas laterales (Figura 4.133).

Se liberaron un total de 18 ejemplares, 14 machos y 4 hembras, de los cuales solo se conoció la captura de 3. De ellos, 2 se pudieron recuperar y el otro solo tenemos información sobre la zona de su captura.

Los ejemplares recuperados fueron:

NºA005, macho de 340g, liberado en la gola cerca de las compuertas (UTM 734739; 4351282), el día 1 de agosto y se capturo el día 31 del mismo mes. No se pudo conseguir el ejemplar para su análisis y conocer el aumento de talla pero se supo la localización y fue a unos 100 m del lugar de suelta, en la misma orilla de la gola.

NºA006, macho de 352g, liberado en el mismo lugar que el 005, cerca de la compuertas, se liberó el día 16 de agosto y fue recuperado el día 25 del mismo mes, a unos 70 metros de la zona de suelta en la misma orilla. En esos 9 días el ejemplar aumento 28 g y 4 mm de anchura.

NºA009, hembra de 250g, liberada el día 17 de octubre aguas arriba de la gola del Perelló (UTM 734659; 4351300) y fue capturada el 12 de noviembre al lado de las compuertas de la gola a unos 125 m del lugar de suelta. Sus medidas fueron las mismas pero el ejemplar no pudo ser pesado.



Figura 4.13: Ejemplar marcado para su suelta

4.7 PESCA COMERCIAL DE *C. SAPIDUS*

En el año 2017 la Cofradía de Pescadores del Palmar inició una campaña para la captura regular y comercialización de *C. sapidus* desde finales de Junio. El año anterior también se produjeron ventas pero estas fueron debidas a capturas accidentales.

En la Figura 4.144, se observa las capturas de los pescadores durante el periodo de estudio, los datos son de los martes de cada semana. Normalmente eran 2 los pescadores que salían cada semana a capturar estos crustáceos, pero en octubre se observa un aumento considerable de los kilos capturados y esto es a causa principalmente del aumento de pescadores faenando, debido a la apertura de la veda, esta ocurre de junio a septiembre. La principal zona de calado de mornells fue en la parte oriental del lago y en las acequias provenientes de la gola del Perellonet, la localización de las redes no siempre era en el mismo lugar.

El precio del kilo de *C. sapidus* rondaba los 4€.

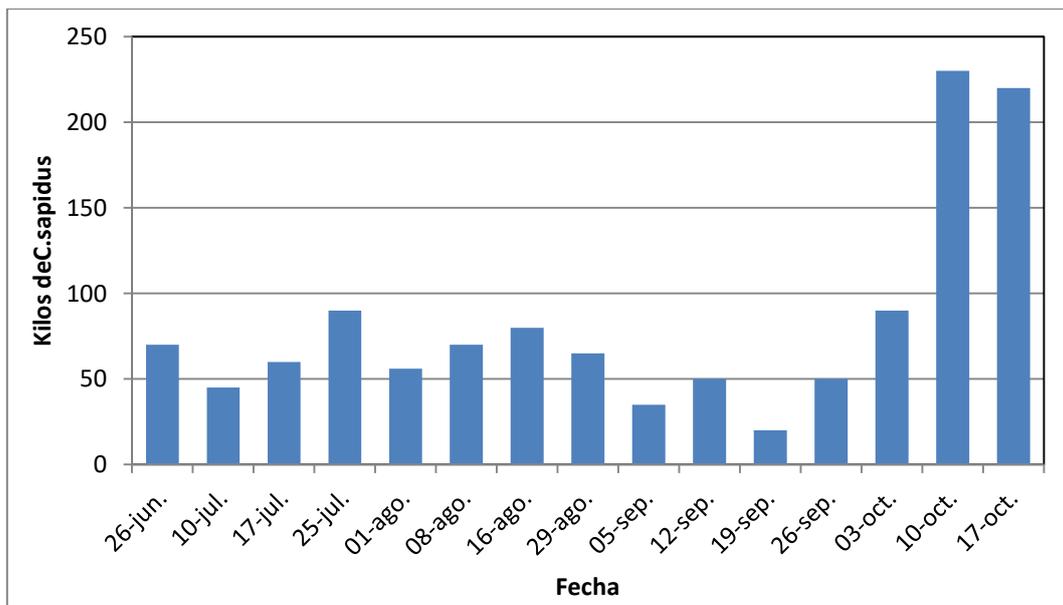


Figura 4.14: Kilos de *Callinectes sapidus* capturados cada martes durante el periodo de estudio

5. DISCUSIÓN

5.1 CAPTURA

En los muestreos realizados para la captura de ejemplares de *Callinectes sapidus*, el método más eficaz fue el uso del mornell adaptados, en el que los pescadores sacaban cada viaje un buen número de cangrejos. Las trampas, siguiendo un modelo de las que se utilizan en las costas de Norteamérica, resultaron ser bastante ineficaces, tanto en el lago como en las golas, y se intentó su mejora poniendo malla metálica (ya que se observó que un ejemplar de 10,4 cm de ancho y 5,2 cm de largo logró escaparse entre los agujeros de la trampa originaria) y poniendo red para guiar a los cangrejos, pero siguieron teniendo unas capturas escasas, representando alrededor del 14% de los ejemplares analizados; esto podría ser debido a los sedimentos fangosos, ricos en materia orgánica, en el que las trampas se hunden ligeramente, facilitando la salida a los cangrejos al tener menor distancia hasta la abertura. Según Sturdivant & Clark (2011) las trampas usadas por los pescadores en las costas de Norteamérica son altamente ineficaces puesto que el 85 % de los cangrejos que entran en la trampa consiguen escapar y sólo se mantiene la rentabilidad en las capturas debido al elevado número de ejemplares disponibles en el medio. El método con caña y salabre fue el único con el que se pudieron conseguir ejemplares en las golas, los cangrejos se aferraban al cebo con bastante frecuencia y dependiendo su éxito captura de la habilidad para sacarlos.

5.2 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

En los ejemplares analizados, los machos resultaron ser más pesados aún teniendo un ancho de caparazón similar a las hembras, al igual que con los resultados de Hines (1987) en la bahía de Chesapeake. Ese mayor peso para un mismo largo y ancho es en parte debido al mayor tamaño de las pinzas de los machos presentando un leve dimorfismo sexual, esta diferencia ocurre en numerosas especies de cangrejos y se debe posiblemente a: la necesidad de que el macho sea mayor para protegerla y posteriormente asirla durante la cópula; a diferentes tasas de crecimiento entre los sexos; y a que las hembras detienen su crecimiento después de la muda de pubertad (Hernando, 2015). Comparando los datos con los de Hines (2007), los ejemplares capturados tuvieron un ancho de caparazón ligeramente mayor de media que los obtenidos en la bahía de Chesapeake.

5.3 ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEMPORAL

Con los resultados obtenidos y como apuntaban Hines (2007) los machos permanecen en el lago donde el agua es muy poco salina y las hembras migran hacia las golas a salinidades más altas y en la costa, donde se ha conocido también capturas accidentales de estos ejemplares por barcos de pesca en donde todos los ejemplares son hembras. Los tamaños eran mayores para el lago que en las golas, dando un resultado similar que en su hábitat nativo (Hines, 1987). Las pocas primeras capturas y la localización de estas entre en las acequias que conectan las golas y el lago en los meses de mayo y junio, puede indicar como explican Gosner (1978) y Hines (2007) que los ejemplares adultos migran hacia el mar en los meses de invierno, buscando aguas más profundas que conservan mejor la temperatura y los que se quedan en el lago entran en un periodo de inactividad (Mancinelli, *et al.*, 2016). Como ocurre en su zona original (Hines, 1987) y en las localidades del Mediterráneo que se ha estudiado esta especie (Carrozzo, *et al.*, 2014) los juveniles migran en los meses de primavera hacia aguas menos salinas y con mayor vegetación buscando refugio. También se conoció que hasta principios de septiembre, la gran mayoría de las hembras capturadas eran ovígeras sin llegar a conocerse la madurez de los huevos, con los datos de las capturas y la información dada se puede estimar que el desove en esta zona se produce entre junio y septiembre, pudiéndose empezar antes como apuntaban Millikin & Williams (1984) que dependiendo de la latitud el desove puede empezar entre marzo y mayo, pero a partir de septiembre ninguna de las hembras capturadas era ovígera.

Cabe destacar que es el primer trabajo sobre este cangrejo en el que la zona de estudio no tiene un gradiente de salinidad, sino que su cambio es extremo, pasando de agua dulce a agua de mar en unos pocos metros debido a las compuertas, ya que es un área muy antropizada.

5.4 IMPACTO

El aumento de la población de la especie en la zona se observa a partir de los datos de pesca aportados por la Cofradía de Pescadores del Palmar y por la llegada de ejemplares a una acequia que el autor frecuenta su paso y la poca profundidad de agua permite ver el fondo, en el que el año 2016 los primeros ejemplares de *C. sapidus* se avistaron hacia mediados de agosto y este año su llegada a esa misma acequia se produjo alrededor del 25 de junio, cuando se produjo la primera captura en esta zona. Aquí *C. sapidus* desplaza al cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) a los campos de arroz, ya que por el tamaño de estos pueden travesar las barreras puestas por el hombre entre la acequia y los campos y *C. sapidus* al ser más grande lo tiene más complicado.

El desplazamiento de *Procambarus clarkii*, aunque tratándose de otra especie invasora, es un ejemplo del efecto de *C. sapidus* en los ecosistemas de la zona como

indican Mancinelli *et al.* (2016) y Carrozzo *et al.* (2014) donde puede producir un gran impacto ecológico, por competencia o predación, con un gran espectro de peces y crustáceos nativos. En el lago y acequias, las poblaciones de crustáceos autóctonos *Dugastella valentina* y *Palaemonetes zariquieyi* verán aún más su número reducido. La especie que más puede verse afectada, dado los hábitos alimenticios de *C. sapidus* (Hines, *et al.*, 2003; Hughes & Seed, 1981), es el molusco bivalvo “petxinot” (*Unio mancus*), ya sin este depredador una especie vulnerable. Y en las golgas y la costa podría afectar a las poblaciones de los crustáceos *Eriphia verrucosa* y *Pachygrapsus marmoratus*, bivalvos como a las tellinas y a muchas especies de peces.

5.5 MARCAJE EJEMPLARES

La identificación de ejemplares para su seguimiento aunque por el momento no ha dado mucha información sobre el comportamiento de *C. sapidus* en la Albufera, la captura de 3 de los 18 ejemplares marcados (17%), sí que apoya la continuación de este método para futuras investigaciones sobre su hábitos y migración.

Los 2 machos marcados capturados continuaron por semanas en la misma zona, y de uno se comprobó que aumentó ligeramente de tamaño; la hembra se desplazó hacia una zona de mayor salinidad que la de suelta, pero no aumentó de tamaño.

5.6 PESCA COMERCIAL

En concordancia con lo expuesto por Nehring (2011) y Mancinelli (2017), los ejemplares *C. sapidus* mutilan los peces capturados por los pescadores, en esta zona en especial mugílidos y anguilas, y destrozan las redes y trampas por la gran cantidad de estos que entran atraídos por los peces capturados. La población de estas especies también puede verse reducidas al igual que otras típicas de la zona como carpas y lubinas. Este supone pérdidas y gastos importantes para los pescadores tradicionales de la zona.

Para ayudar a controlar la distribución y abundancia e intentar acabar con esta especie invasora, una de las soluciones es su explotación comercial, con lo que también coincidió Mancinelli (2017), demostrado con la sobrepesca en las costas norteamericanas. Esto implica no incluirla como especie invasora, ya que según la legislación vigente, su captura y transporte estaría prohibida. Si no se actuara la especie solo empezaría a reducir su población en el momento de colapso (Mancinelli, 2017).

Una buena forma de controlarla sería la colocación de redes y trampas durante los meses de migración, cuando los juveniles se desplazan hacia el interior y las hembras hacia el mar, en el lado superior de las compuertas que separan las golgas del lago.

6. CONCLUSIONES

El mejor método para la captura de ejemplares de *Callinectes sapidus* en la Albufera es con el sistema tradicional de mornells, o para zonas con fácil acceso a pie o imposibilidad de colocar redes como en las golas un buen método es el de la pesca con caña.

Las poblaciones siguen un mismo patrón de tallas que en su hábitat natural, con los machos de mayor peso que las hembras, pero con una anchura de caparazón similar.

Su comportamiento y distribución también es el mismo que en su hábitat natural, al entrar los juveniles hacia las acequias buscando zonas de salinidad más baja y mayor vegetación; al quedarse los machos en aguas con baja salinidad y las hembras salir a aguas más salinas para el desove; y la migración de hacia aguas más profundas en los meses de fríos.

Debido a la voracidad de esta especie el ecosistema de la albufera, ya muy alterado y antropizado, vera su biodiversidad reducida y poniendo en riesgo de desaparición de la zona de especies autóctonas.

La pesca tradicional del Parque se verá afectada por la intrusión de *C. sapidus*, al disminuir la captura de peces, ajar los capturados y romper las redes. Esta pesca se puede centrar en la captura de estos cangrejos para controlar su población e intentar acabar con ella.

El presente estudio representa una contribución preliminar para el estudio y manejo de esta especie reciente en las aguas del Parque de la Albufera y nuestras costas, pero son necesarios más esfuerzos para un mejor conocimiento de la distribución y las variaciones estacionales de *C. sapidus* en la Albufera y su impacto sobre el ecosistema local.

7. BIBLIOGRAFIA

AVAMET, Associació Valenciana de Meteorologia. *Centre d'Informació Racó de l'Olla-Albufera*.

<http://www.avamet.org/mx-mxo.php?id=c15m250e27> [Consulta: 22 de noviembre de 2017]

Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. *Banco de Datos de Biodiversidad*.

<http://bdb.cma.gva.es> [Consulta: 19 de octubre de 2017]

Bauer, L. J. (2006). *WINTER MORTALITY OF THE BLUE CRAB (CALLINECTES SAPIDUS) IN CHESAPEAKE BAY*. Tesis, Universidad de Maryland, Marine and Environmental Sciences, College Park.

Blanco, S., & Romo, S. (2006). Ictiofauna del Lago de la Albufera de Valencia: Evolución histórica y situación actual. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biología*, 101(1-4), 45-56.

Carrozzo, L., Potenza, L., Carlino, P., Constantini, M. L., Rossi, L., & Mancinelli, G. (27 de Febrero de 2014). Seasonal abundance and trophic position of the Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun 1896 in a Mediterranean coastal habitat. *Rendiconti Lincei*.

Castejón, D., & Guerao, G. (29 de Enero de 2013). A new record of the American blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda: Brachyura: Portunidae), from the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula. *BiolInvasions Records*, 2, 141-143.

Gosner, K. L. (1978). A Field Guide to the Atlantic Seashore: From the Bay of Fundy to Cape Hatteras. *Peterson Field Guides*, 247-249.

Hernando, N., Milena, A., Bermudez, A., & Marquez, E. (2015). Estructura de la población del cangrejo rey *Damithrax spinosissimus* en el Caribe colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 39(153), 491-502.

Hines, A. H. (2007). *Ecology of Juvenile and Adult Blue Crabs*. Maryland Sea Grant College.

Hines, A. H., Jivoff, P. R., Bushmann, P. J., Montfrans, J. v., Reed, S. A., Wolcott, D. L., & Wolcott, T. G. (2003). EVIDENCE FOR SPERM LIMITATION IN THE BLUE CRAB, *CALLINECTES SAPIDUS*. *MARINE SCIENCE*, 187-310.

Hines, A. H., Lipcius, R. N., & Haddon, M. (1987). Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. *Marine Ecology - Progress Series*, 36, 55-64.

- Hughes, R. N., & Seed, R. (1981). Size Selection of Mussels by the Blue Crab *Callinectes sapidus*: Energy Maximizer or Time Minimizer. *MARINE ECOLOGY - PROGRESS SERIES*, 83-89.
- Lacerda, A. L., & al., e. (11 de Abril de 2016). High Connectivity among Blue Crab (*Callinectes sapidus*) Populations in the Western South Atlantic. (D. U. Daniel Rittschof, Ed.) *Plos One*, 11(4).
- Laughlin, R. A. (1982). FEEDING HABITS OF THE BLUE CRAB, *CALLINECTES SAPIDUS* RATHBUN, IN THE APALACHICOLA ESTUARY, FLORIDA. *Marine Science*, 32(4), 807-822.
- Mancinelli, G., Chainho, P., Cilenti, L., Falco, S., Kaporis, K., Katselis, G., & Ribeiro, F. (2017). On the Atlantic blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun 1896) in southern European coastal waters: Time to turn a threat into a resource? *Fisheries Research*, 194, 1-8.
- Mancinelli, G., Chainho, P., Cilenti, L., Falco, S., Kaporis, K., Katselis, G., & Ribeiro, F. (2017). The Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* in southern European coastal waters: Distribution, impact and prospective invasion management strategies. *Marine Pollution Bulletin*(119), 5-11.
- Mancinelli, G., Glamuzina, B., Petric, M., Carrozzo, L., Glamuzina, L., Zotti, M., . . . Vizzini, S. (2016). The trophic position of the Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun 1896 in the food web of Parila Lagoon (South Eastern Adriatic, Croatia): a first assessment using stable isotopes. *Mediterranean Marine Science*, 3(17), 634-643.
- Millikin, M. R., & Williams, A. B. (1984). *Synopsis of Biological Data on the Blue Crab, Callinectes sapidus Rathbun*. U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. NOAA Technical Report NMFS 1.
- Minello, T. J., & Webb, J. W. (1997). Use of natural and created *Spartina alterniflora* salt marshes by fishery species and other aquatic fauna in Galveston Bay, Texas, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 151, 165-179.
- Nehring, S. (2011). Invasion history and success of the American blue crab *Callinectes sapidus* in European and adjacent waters. En P. F. Bella S. Galil, *In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts* (págs. 607-624).
- Sanjaume, E., Segura, F., Lopez, M., & Pardo, J. (1992). Tasas de sedimentacion en l'Albufera de Valencia. *Cuadernos de Geografia*(51), 63-81.
- Soria, J. M. (1997). *ESTUDIO LIMNOLÓGICO DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEL PARC NATURAL DE L'ALBUFERA DE VALENCIA*. Tesis Doctoral, Universitat de València, Facultad de Ciencia Biologicas, Valencia.
- Soria, J. M., Miracle, M., & Vicente, E. (1987). APORTE DE NUTRIENTES Y EUTROFIZACIÓN DE LA ALBUFERA DE VALENCIA. *Limnetica*, 3(2), 227-242.

- Sturdivant, S. K., & Clark, K. L. (2011). An evaluation of the effects of blue crab (*Callinectes sapidus*) behavior on the efficacy of crab pots as a tool for estimating population abundance. *Fishery Bulletin*, 48-55.
- Taissoun, E. (1973). *Los Cangrejos de la familia Portunidae (Crustaceos Decapodos Brachyura) en el occidente de Venezuela*. Universidad del Zulia, Centro de Investigaciones Biológicas, Maracaibo.
- Tavares, M. (2002). True Crabs. En F. a. ICHTHYOLOGISTS, & K. E. Carpenter (Ed.), *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic Vol.1* (pág. 351). Roma.
- Zenetos, A., & Streftaris, N. (2006). Alien Marine Species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' and their Impact. *Mediterranean Marine Science*, 7(1), 87-118.