

**Estudio poblacional del cangrejo *Cronius ruber* (Lamarck, 1818)
en la isla de Tenerife.**

**Population study of the crab *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) in
Tenerife Island.**



Trabajo de Fin de Grado

Juan Antonio Torres Gil

Tutorizado por José Carlos Hernández y Sara González-Delgado
Grado en Biología. Junio 2021.

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 1 |
| Abstract | 1 |
| Introducción | 3 |
| Objetivos | 6 |
| Material y Métodos | 8 |
| Estimas de abundancia y recolección | 8 |
| Medidas morfométricas | 8 |
| Ratio de sexos y estado de madurez | 9 |
| Dureza del caparazón | 9 |
| Análisis estadístico | 9 |
| Resultados | 12 |
| Estudio de abundancia | 12 |
| Medidas morfométricas | 13 |
| Ratio de sexos y estado de madurez | 16 |
| Dureza del caparazón | 19 |
| Discusión | 21 |
| Conclusiones: | 25 |
| Conclusions: | 25 |
| Agradecimientos | 25 |
| Bibliografía | 28 |
| Anexo A | 32 |

Resumen

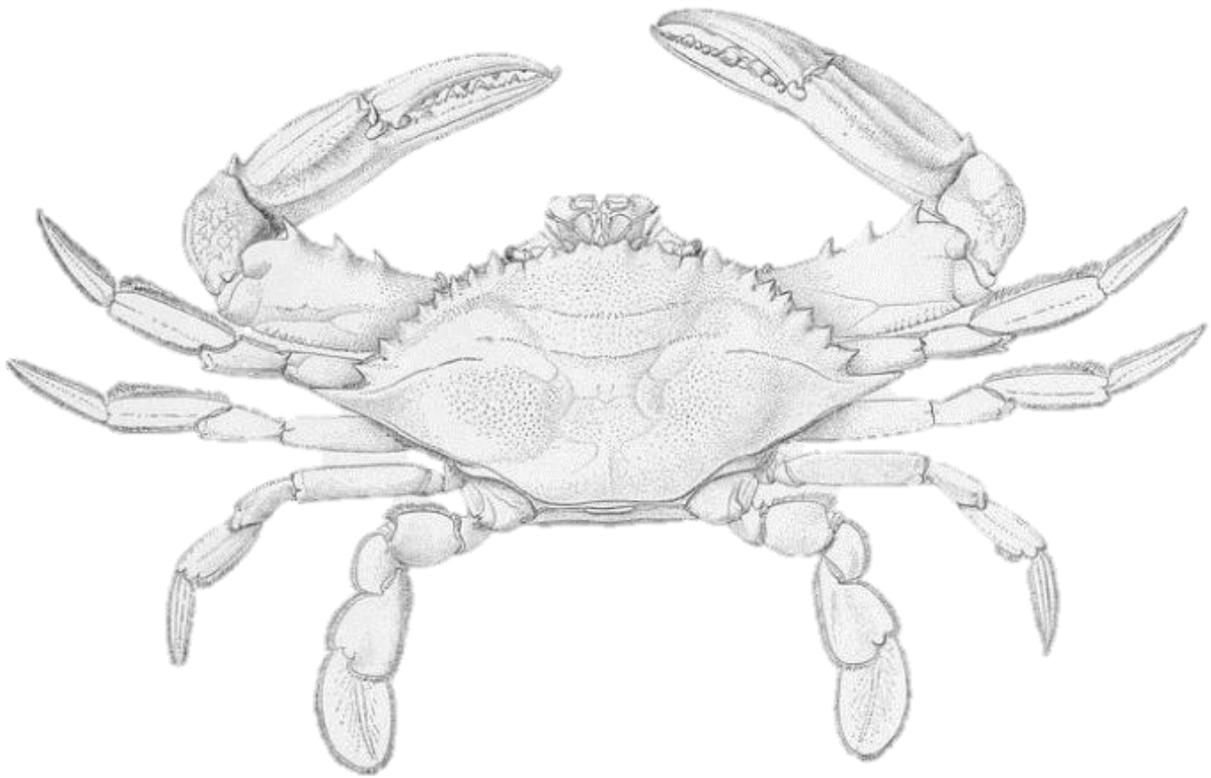
Cronius ruber es una especie de crustáceo que pertenece a la familia de los Portúnidos y de reciente aparición en las islas Canarias. Actualmente, este cangrejo es considerado como una posible especie invasora, dada la rápida expansión de sus poblaciones y su capacidad de depredación sobre otros organismos de los fondos rocosos someros de las islas. Sin embargo, son muy escasos los estudios que han abordado el tema. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue registrar su abundancia en distintas localidades de la isla de Tenerife, estudiar su morfometría, determinar el estado de madurez sexual de machos y hembras y la dureza de su caparazón. Los resultados revelan que la mayor densidad de *C. ruber* registrada fue en Boca Cangrejo y Teno, predominando los machos en la mayoría de las localidades. El mayor tamaño de *C. ruber* se registró en Boca Cangrejo y Armeñime. Asimismo, se confirma un dimorfismo sexual relacionado con la anchura de caparazón y longitud de la pinza derecha, siendo los machos los que presentan un mayor tamaño de estas estructuras. *C. ruber* es fértil durante la mayor parte del año y el caparazón es duro en la mayoría de los casos. Todas estas son características que confirman su capacidad invasora en Canarias, donde se prevé un aumento drástico de su población debido a los ambientes favorables que encuentra en las islas.

Palabras clave Dinámica poblacional· Especie invasora· Morfometría· Madurez sexual· *Cronius ruber*· Islas Canarias.

Abstract

Cronius ruber is a crustacean species that belongs to the Portunid family that has recently appeared in the Canary Islands. Currently, this crab is considered a possible alien species, due to the fast expansion of its populations and its predatory ability against other organisms of the rocky reefs in these islands. Nevertheless, the studies treating this subject are scarce. For that reason, the aim of this research was to record its abundance in different Tenerife locations, to carry out a morphometric study, to determine the states of sexual maturity of male and female crabs and the hardness of its carapace. The results reveal that the highest density of *C. ruber* recorded was in Boca Cangrejo and Teno, with males predominating in most locations. The greater size of *C. ruber* was registered in Boca Cangrejo and Armeñime. In addition, a sexual dimorphism related to the width of the carapace and length of the right claw is confirmed, with males showing a larger size of these structures. *C. ruber* is fertile most of the year and its carapace is hard most of the cases. All these are characteristic that confirm its invasive capacity in the Canary Islands, where a drastic increase of its population is foreseen due to the favorable environments found in the islands.

Keywords Population dynamics· Invasive species· Morphometry· Sexual maturity· *Cronius ruber*· Canary Islands.



Introducción

Introducción

Cronius ruber (Lamarck, 1818) es un decápodo del infraorden Brachyura, de la familia Portunidae Rafinesque. Su distribución es amplia, habita en la costa del oeste de África casi en su totalidad, en partes del Pacífico Este (Manning y Holthius 1981; González *et al.* 2017), en las islas del Mar Caribe (como por ejemplo en Dominica, Martinica, San Martín y Guadalupe) (Poupin 2018; González *et al.* 2017) y en el mar del Golfo de México (Felder y Camp 2009; González *et al.* 2017).

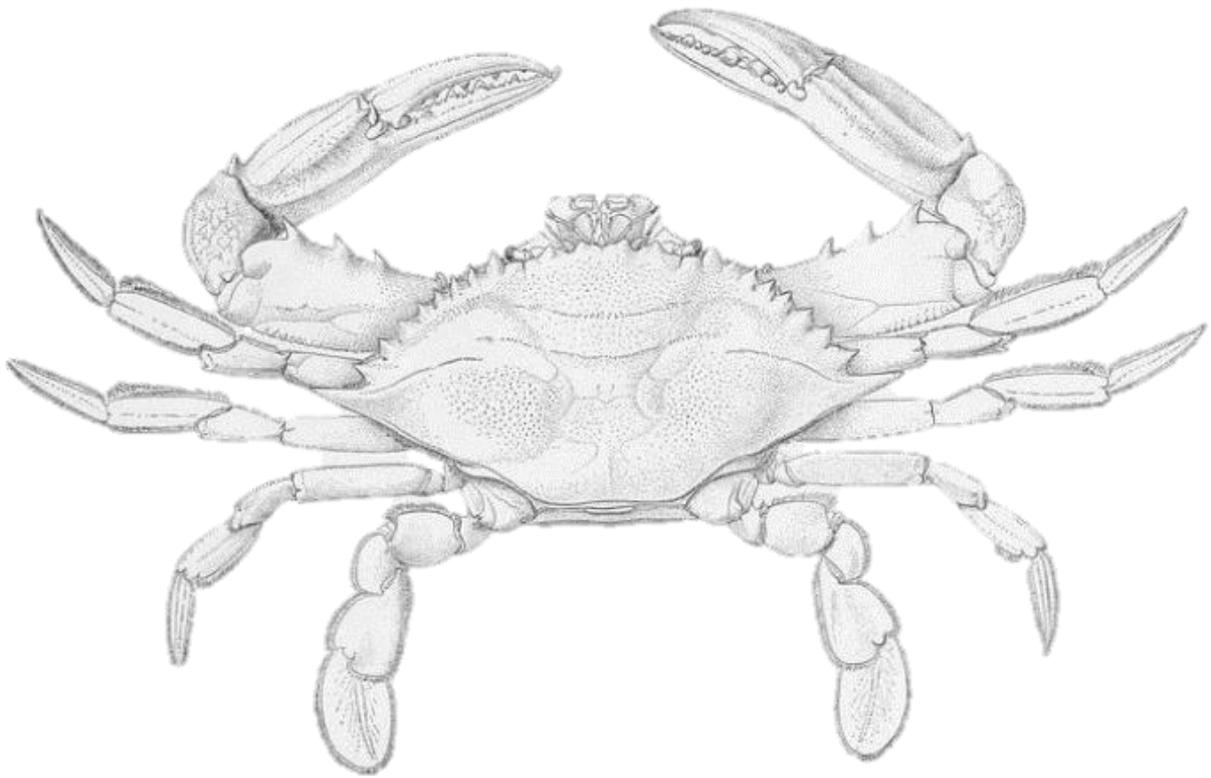
Actualmente, este crustáceo se está abriendo paso por el Atlántico Este a un ritmo alarmante, debido al gran éxito que tiene a la hora de invadir nuevos territorios. En un principio, y gracias al trabajo de Fransen (1991), se consideraba la isla de São Nicolau de Cabo Verde la región más al norte en la que se encontraba este cangrejo en el Atlántico Este. Sin embargo, recientemente se ha confirmado que se extiende hasta Madeira (Schäfer *et al.* 2019), siendo esta la nueva región más al norte del Atlántico Este en la que se encuentra *C. ruber* (la anterior había sido Canarias (González *et al.* 2017)). No obstante, en el caso de Canarias, el primer avistamiento oficial de este cangrejo ocurrió en 2008 en Tenerife (Maggio 2019). No es de extrañar que el *C. ruber* continúe desplazándose hacia el norte, más allá de Madeira pudiendo llegar al Mediterráneo debido al tráfico de plataformas petrolíferas o a la tropicalización sin precedentes que sufren los ecosistemas marinos (González *et al.* 2017; Pajuelo *et al.* 2016; Brito *et al.* 2017).

En las islas Canarias, *C. ruber* frecuenta fondos rocosos someros, aunque se ha llegado a avistar en fondos arenosos según los resultados obtenidos por Martín y colaboradores (2019) en el proyecto COINVA. Además, se considera un cangrejo de hábitos nocturnos, aunque se ha visto alimentándose y apareándose durante el día. Los impactos que puede provocar en estos ambientes podrían ser de gran magnitud, debido a la diversidad de presas de las que se alimenta, lo que podría conducir a ciertos eventos de cascada trófica que modifiquen las comunidades someras que habita (Triay-Portella *et al.* 2018; Maggio 2019; Millares 2019). La familia de los portúnidos es considerada como una de las familias de cangrejos con mayor número de especies invasoras (Brockerhoff y McLay 2011). En el caso de *C. ruber* los estudios previos realizados en las aguas de Canarias ya la consideran como una especie con potencial invasor (Martín *et al.* 2019; González *et al.* 2017). Sin embargo, a pesar de reunir muchas de las características necesarias para ser considerada una especie invasora, todavía no consta como tal en el Boletín Oficial de Canarias (BOE-A-2019-4675). De ahí la importancia de seguir estudiando esta especie

en las aguas de Canarias y reunir más datos que ayuden a ratificar su potencial invasor para que sea una especie que se incluya en los planes futuros de control de especies invasoras.

Los estudios morfométricos en braquiuros son importantes, ya que, nos permiten establecer la talla a la cual estos alcanzan la madurez sexual (González-Gurriarán y Freire 1994). Estos estudios también nos permiten encontrar relaciones entre las partes de la anatomía del organismo estudiado, como entre la anchura del caparazón y la longitud de la pinza derecha (Frith y Brunemeister 1983), que puedan vincularse con factores como la temperatura, salinidad y la disponibilidad de comida (Kwei 1978; Marochi *et al.* 2013; Araújo *et al.* 2012). Previo a este trabajo, se conocían datos morfométricos de *C. ruber* en Gran Canaria del trabajo de González y colaboradores (2017) y del trabajo de Maggio (2019) en Tenerife. En cuanto a la madurez sexual del *C. ruber*, se conoce que en la isla de Gran Canaria las hembras de este crustáceo son ovígeras desde noviembre a junio (Triay-Portella *et al.* 2018). El macho se considera maduro o desarrollado cuando este es capaz de realizar el abrazo precopulatorio y copular exitosamente, ya que, son lo suficientemente grandes (Hartnoll 1969); mientras que, las hembras se consideran maduras o desarrolladas cuando son capaces de copular y formar huevos (Campbell y Eagles 1983). Por otro lado, la dureza del caparazón de los braquiuros revela información sobre el ambiente en el que viven, dado que, el proceso de muda está relacionado con la temperatura. Además, la dureza guarda relación con el desarrollo y madurez del cangrejo (Azra *et al.* 2019).

Hasta la fecha, los trabajos de investigación del *C. ruber* en Canarias se han centrado en la isla de Gran Canaria, con una alta carencia de datos de la isla de Tenerife (Maggio 2019). Por lo tanto, este trabajo pretende estudiar su abundancia, su morfometría, el ratio de sexos, estados de madurez y grados de dureza del caparazón en diferentes localidades de la isla de Tenerife. Por un lado, el estudio de abundancia y morfometría ayudará a interpretar el nivel de asentamiento y tallas del *C. ruber*, y, por otro lado, el estudio del sexo, estados de madurez y dureza del caparazón ayudará a determinar la estacionalidad reproductiva en la isla y ahondar así en su potencial invasor.

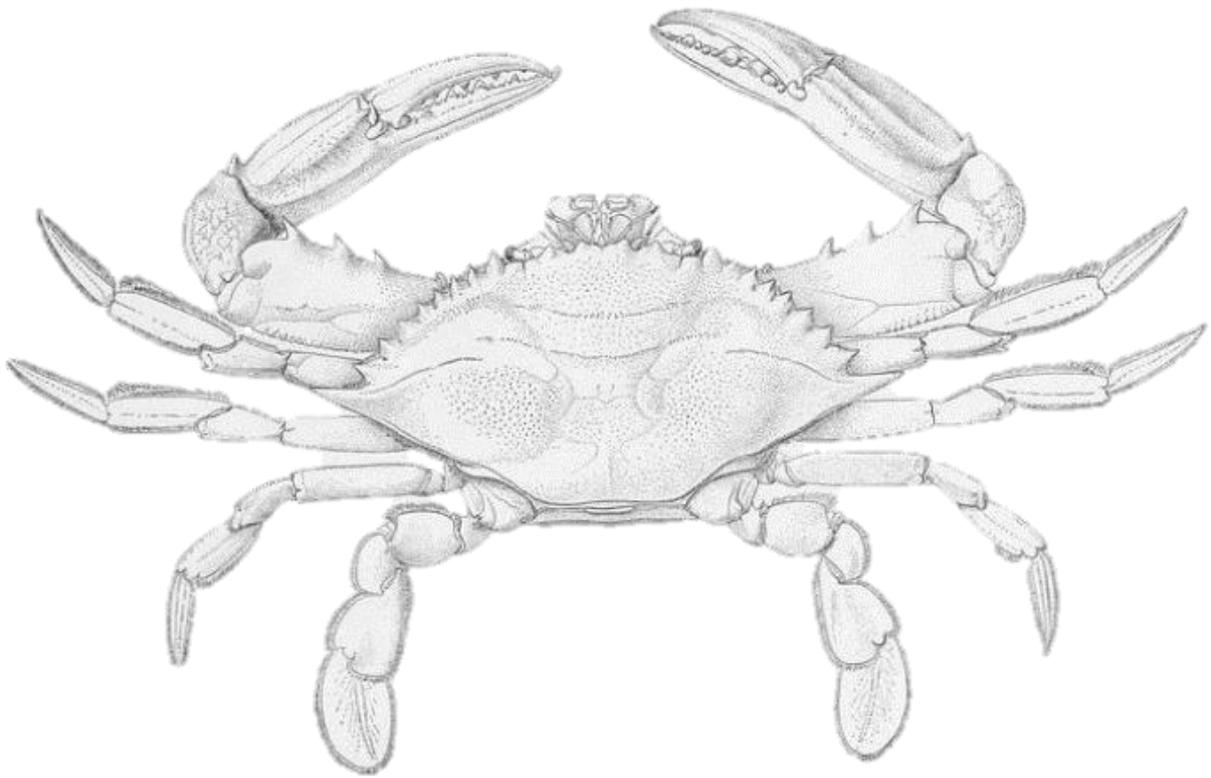


Objetivos

Objetivos

Los objetivos en este trabajo son:

- i. Estimar la **abundancia** del crustáceo *Cronius ruber*, en diferentes localidades costeras de la isla de Tenerife mediante muestreos subacuáticos por tiempo.
- ii. Estudiar la **morfometría** de los individuos recolectados.
- iii. Determinar el **ratio de sexos**.
- iv. Registrar los distintos **estados de madurez** en los que se encuentran los especímenes.
- v. Determinar los grados de **dureza del caparazón** de *C. ruber*.
- vi. Con ayuda de los datos obtenidos en los puntos anteriores, confirmar el carácter invasor de *C. ruber* en Tenerife, aunque no aparezca en las listas de especies exóticas invasoras preocupantes para la región ultraperiférica de las islas Canarias (BOE-A-2019-4675).



Material y métodos

Material y Métodos

Estimas de abundancia y recolección

Las poblaciones de *Cronius ruber* fueron muestreadas en las siguientes localidades de Tenerife: Abades, Armeñime, Boca Cangrejo, Garachico y Teno (Anexo A, Figura 1) en distintas fechas (Tabla 1). El muestreo se realizó mediante búsqueda visual, donde se contaron los individuos de *C. ruber* que aparecieron en 30 minutos. El muestreo fue realizado por dos buceadores expertos mediante un recorrido lineal aleatorio de entre 2 y 10 metros de profundidad, donde son más frecuentes (Manning y Holthius 1981; Fransen 1991). Durante esta media hora de muestreo, se prestó especial atención a las grietas y oquedades bajo las piedras y se recolectaron los individuos encontrados (Tabla 2). Posteriormente, los cangrejos se transportaron hasta el laboratorio, donde se almacenaron en un congelador a -20°C hasta el momento del estudio morfométrico y reproductivo.

Medidas morfométricas

Los cangrejos se midieron usando un calibrador de Vernier analógico con precisión de 0,01 milímetros (Espinoza *et al.* 2016; Leme 2005) en el Laboratorio de Invertebrados del grupo de investigación Ecología de Comunidades Marinas y Conservación de la Universidad de La Laguna. Antes de empezar a medir, se limpiaron los ejemplares de epibiontes (Espinoza *et al.* 2016). Luego, se fue apuntando en un estadillo los datos relevantes del muestreo y las medidas correspondientes. Se midieron las siguientes partes del cangrejo: anchura total del cangrejo (AT) (Anexo A, Figura 2a), desde la parte ventral hasta la parte dorsal más alta; anchura del caparazón (AC) (Anexo A, Figura 2b), que es el ancho del caparazón obviando sus apéndices y longitud del caparazón (LC) (Anexo A, Figura 2c) que comprende la parte rostral hasta el límite posterior del caparazón. Asimismo, se midió también la anchura del abdomen (AA) (Anexo A, Figura 2d), la anchura de la pinza derecha y de la pinza izquierda (APD y API), incluyendo la espina en la inserción dactilar y la longitud de la pinza derecha y de la pinza izquierda (LPD y LPI) (Anexo A, Figura 2e). Todas las medidas se expresan en milímetros (mm) siguiendo el protocolo similar al descrito por Muiño y colaboradores (1999).

Ratio de sexos y estado de madurez

El sexo se determinó según la anchura del abdomen, que en el caso de los braquiuros se encuentra plegado bajo el cefalotórax (Rufino 2004) (Figura 2d). El abdomen de las hembras adultas está adaptado para la reproducción e incubación de los huevos, por eso tiene una forma más ancha que el del macho (Hartnoll 1985).

Otro parámetro estudiado fue el estado de madurez, el cual se mide según el tamaño y presencia/ausencia de las gónadas del cangrejo. Para ello, se abrió el caparazón del cangrejo con unas tijeras intentando dañar lo mínimo los órganos internos de éste. Una vez abierto, se ubicaron las gónadas y se valoró su estado de madurez. Las distintas posibilidades fueron: Desarrollado, En desarrollo, Rudimentario, Inmaduro y Ovígera (hembra con huevos en el abdomen o pleópodos (Anexo A, Figura 3)) siguiendo el protocolo de Marochi *et al.* (2013).

Dureza del caparazón

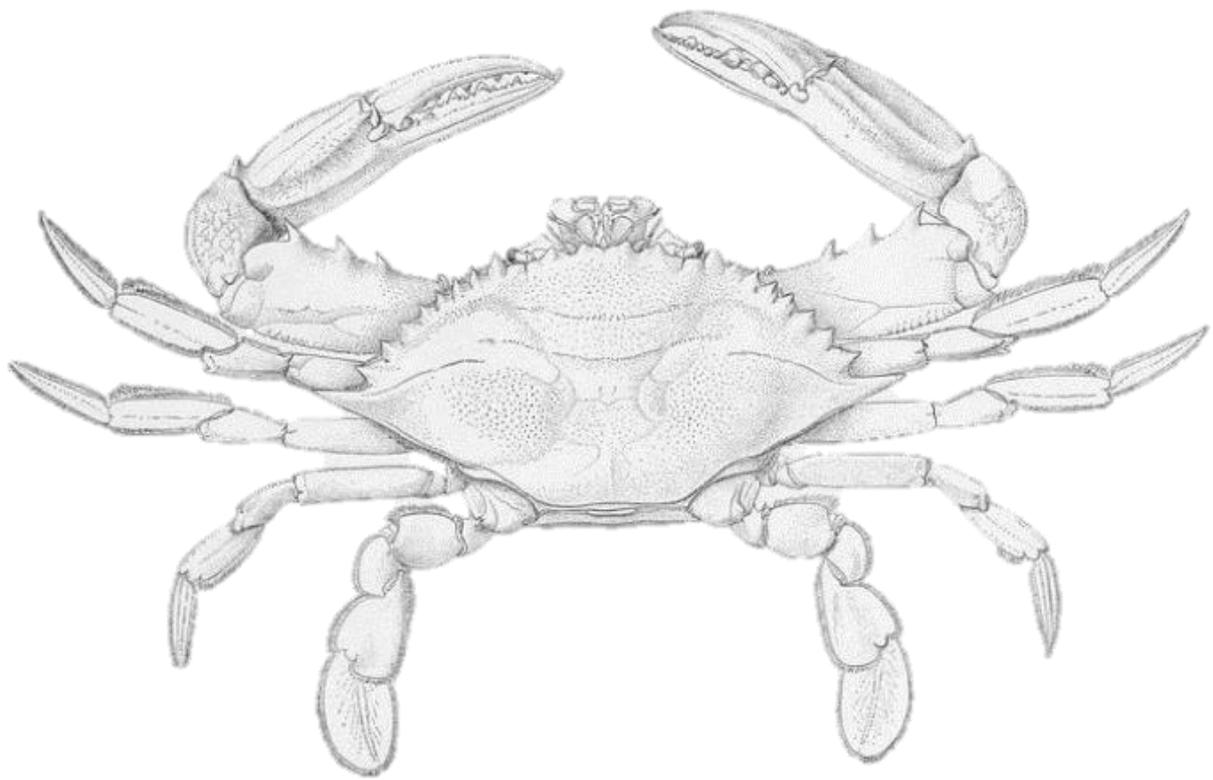
Para determinar en qué momento de la muda estaban se valoró la dureza del caparazón, cuyo rango fue de 0 a 2, siendo 2 - muy duro, 1 - semiduro y 0 - blando. Si el caparazón se encuentra blando quiere decir que éste es nuevo, la muda ha sido reciente y ya ha ocurrido la ecdisis (proceso de muda). Por lo tanto, si el caparazón se encuentra duro se supondrá que la ecdisis no ha sido reciente (Chang 1995). Se midió el grado de dureza presionando el caparazón, si no cedía es duro, si cede con un poco de fuerza es semiduro y si solo con cogerlo el caparazón cede, se consideró blando.

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos fueron llevados a cabo en Microsoft Excel 2013. Se calcularon las medias de cada una de las medidas de hembras y machos en cada localidad, y se asumió la desviación típica como error para caracterizar las poblaciones estudiadas (Mohamad *et al.* 2016). Asimismo, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal en machos y hembras para conocer el coeficiente de determinación existente entre la longitud de la pinza derecha y la anchura de caparazón y detectar así dimorfismo sexual. Para completar el estudio morfométrico, también se estudió la frecuencia por clases de talla del ancho del caparazón. La revisión de trabajos morfométricos de Braquiuros como el de Frith y Brunemeister (1983), González-

Gurriarán y Freire (1994), Rosenberg (2002) y Marochi y colaboradores (2013) sirvieron como referencia para la elección de las medidas y la aproximación descriptiva de los datos.

En cuanto al estudio de los estados de madurez, se calculó el porcentaje de cada uno de los estados en todos los meses en los que se capturaron los ejemplares.



Resultados

Resultados

Se capturó un total de 47 individuos de *Cronius ruber* (machos, n= 31 y hembras, n= 16) a lo largo de los años 2019, 2020 y principios de 2021.

Estudio de abundancia

Durante las inmersiones que se llevaron a cabo se obtuvieron diferentes densidades de *C. ruber* dependiendo de las localidades estudiadas (Tabla 1). Boca Cangrejo y Teno, son las localidades que presentaron unas densidades más altas, con 7-5 y 8 ejemplares de *C. ruber*, respectivamente. Por otra parte, la Caleta de Adeje también presentó una alta densidad de *C. ruber*, a pesar de que se capturaron menos individuos (Tabla 2). Las localidades con menores densidades fueron Abades y Garachico.

Tabla 1. Abundancia de *C. ruber* en las localidades muestreadas de Tenerife.

| LOCALIDAD | FECHA | densidad / 30min 2 buceadores |
|--------------------|------------|-------------------------------|
| Abades | 05/02/2019 | 3 |
| Abades | 03/08/2020 | 3 |
| Abades | 07/09/2020 | 3 |
| Abades | 18/01/2021 | 6 |
| Boca Cangrejo | 19/11/2020 | 5 |
| Boca Cangrejo | 12/01/2021 | 7 |
| La Caleta de Adeje | 06/08/2020 | 6 |
| La Caleta de Adeje | 12/01/2021 | 6 |
| Garachico | 03/09/2020 | 3 |
| Armeñime | 15/10/2019 | 5 |
| Teno | 14/08/2020 | 8 |
| Teno | 19/01/2021 | 8 |

Teno (n=14), Abades (n=11), y Boca Cangrejo (n=10), fueron las localidades en las que más cangrejos *C. ruber* se capturaron. Siendo las localidades con menor recolecta: Garachico (n= 3), Armeñime (n= 3), y la Caleta de Adeje (n= 6) (Tabla 2).

Tabla 2. Número de ejemplares capturados de *C. ruber* por localidad y por fecha, separados por sexos.

| LOCALIDAD | FECHA | MACHOS | HEMBRAS | TOTAL | Total |
|--------------------|------------|--------|---------|-------|-------|
| Abades | 05/02/2019 | - | 1 | 1 | 11 |
| | 03/08/2020 | - | 1 | 1 | |
| | 07/09/2020 | 2 | 1 | 3 | |
| | 18/01/2021 | 6 | - | 6 | |
| Boca Cangrejo | 01/08/2020 | 1 | - | 1 | 10 |
| | 11/09/2020 | 1 | - | 1 | |
| | 19/11/2020 | 3 | - | 3 | |
| | 12/01/2021 | 5 | - | 5 | |
| La Caleta de Adeje | 06/08/2020 | 2 | 2 | 4 | 6 |
| | 12/01/2021 | 1 | 1 | 2 | |
| Garachico | 03/09/2020 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Armeñime | 15/10/2019 | 3 | - | 3 | 3 |
| Teno | 05/08/2020 | 2 | 2 | 4 | 14 |
| | 14/08/2020 | 1 | 3 | 4 | |
| | 19/01/2021 | 3 | 3 | 6 | |

Medidas morfométricas

Las medias de los 42 ejemplares con todos los apéndices se muestran en la Tabla 3. Se aprecia que las mayores tallas se encontraron en las localidades de Boca Cangrejo y Armeñime. Por otra parte, los cangrejos más pequeños son los que aparecieron en la Caleta de Adeje y Garachico. En cuanto al sexo del cangrejo, en los machos se observaron medidas mayores en comparación con la hembra, salvo en la Caleta de Adeje (prestando atención a AC y LPD exclusivamente).

Tabla 3. Medias +/- desviación típica de anchura total (AT), anchura caparazón (AC), longitud caparazón (LC), anchura abdomen (AA), anchura pinza derecha (APD), longitud pinza derecha (LPD), anchura pinza izquierda (API) y longitud de pinza izquierda (LPI) tanto de machos (M) como de hembras (H). Medidas en milímetros.

| | | AT | AC | LC | AA | APD | LPD | API | LPI |
|--------------------|---------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Abades | M (n=8) | 22,69 | 64,18 | 40,27 | 16,65 | 17,18 | 51,60 | 17,08 | 55,44 |
| | | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 4,86 | 12,83 | 8,71 | 3,34 | 5,61 | 14,19 | 4,45 | 13,53 |
| | H (n=2) | 29,29 | 64,10 | 47,04 | 32,76 | 21,54 | 50,79 | 14,08 | 47,04 |
| | | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 8,61 | 35,61 | 6,30 | 5,23 | 12,78 | 13,56 | 2,67 | 12,30 |
| Boca Cangrejo | M (n=8) | 24,96 | 75,85 | 47,70 | 19,40 | 18,61 | 63,56 | 17,25 | 60,31 |
| | | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 7,48 | 15,58 | 9,79 | 3,34 | 7,65 | 18,53 | 5,86 | 17,52 |
| | H | 19,65 | | 36,49 | 15,90 | 13,78 | 42,95 | 13,47 | 44,87 |
| | | +/- | 56,04 | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 2,71 | +/- 7,19 | 4,22 | 3,10 | 2,27 | 5,48 | 1,04 | 6,70 |
| La Caleta de Adeje | H (n=3) | 22,29 | 65,20 | 39,78 | 27,30 | 12,98 | 43,28 | 11,07 | 43,83 |
| | | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 6,07 | 10,87 | 7,52 | 9,64 | 6,88 | 8,17 | 4,90 | 7,78 |
| Garachico | M (n=1) | 21,45 | 61,65 | 48,55 | 14,60 | 13,25 | 45,77 | 15,00 | 46,95 |
| | H (n=1) | 19,74 | 55,90 | 34,85 | 21,65 | 12,85 | 40,33 | 11,40 | 40,55 |
| Armeñime | M (n=2) | 29,90 | 73,95 | 62,84 | 19,98 | 23,03 | 72,43 | 21,18 | 68,14 |
| | | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 3,61 | 19,85 | 19,84 | 1,96 | 3,89 | 13,40 | 5,83 | 15,29 |
| Teno | M (n=6) | 23,10 | | 43,85 | 16,62 | 15,48 | 52,87 | 16,70 | 50,80 |
| | | +/- | 66,19 | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 3,23 | +/- 9,44 | 5,69 | 1,53 | 3,49 | 9,95 | 3,94 | 11,09 |
| | H (n=8) | 22,07 | 62,72 | 40,55 | 28,23 | 16,12 | 45,59 | 15,70 | 42,54 |
| | | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | | 5,71 | 14,98 | 9,72 | 9,34 | 5,81 | 13,50 | 7,96 | 16,31 |

Del mismo modo, se observó la existencia de correlación entre longitud de pinza derecha y anchura de caparazón (Figura 1) (N=42). El coeficiente de correlación que presenta al comparar la anchura del caparazón con la longitud de su pinza derecha de los cangrejos macho es $R^2=0,9353$. Con lo que, la longitud de la pinza derecha es un predictor muy fiable del ancho del caparazón, y viceversa. Mientras que, las hembras presentan una correlación más débil, aunque sigue siendo patente que hay una relación entre la longitud de su pinza derecha y la anchura de su caparazón ($R^2=0,6205$). Se pone de manifiesto el dimorfismo sexual en relación a la dimensión de la pinza derecha.

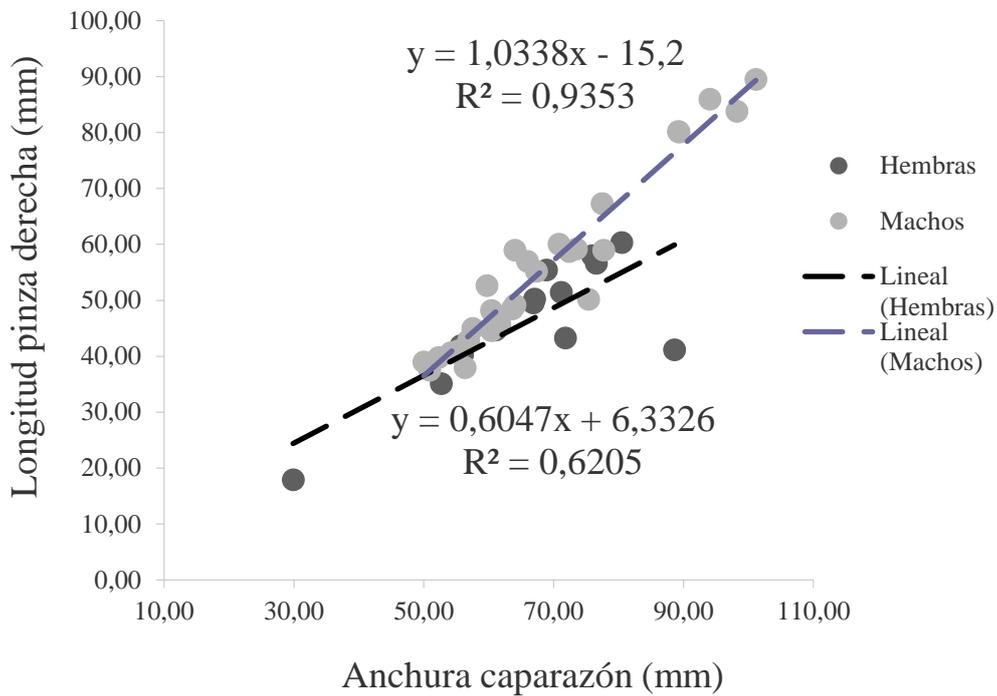


Figura 1. Regresión lineal de las medidas de longitud de pinza derecha y anchura de caparazón tanto de machos como de hembras.

En la gráfica de frecuencia de tallas de la anchura del caparazón de machos y hembras (Figura 2) se muestra la superioridad numérica de machos frente a hembras (machos $n=31$ y hembras $n=16$, $N=47$). Asimismo, se aprecia que los machos gozan de una anchura del caparazón mayor si comparamos las medias. Además, se pone de manifiesto que las clases de tallas más comunes son 60-70, 70-80 y 80-90, tanto en machos como hembras.

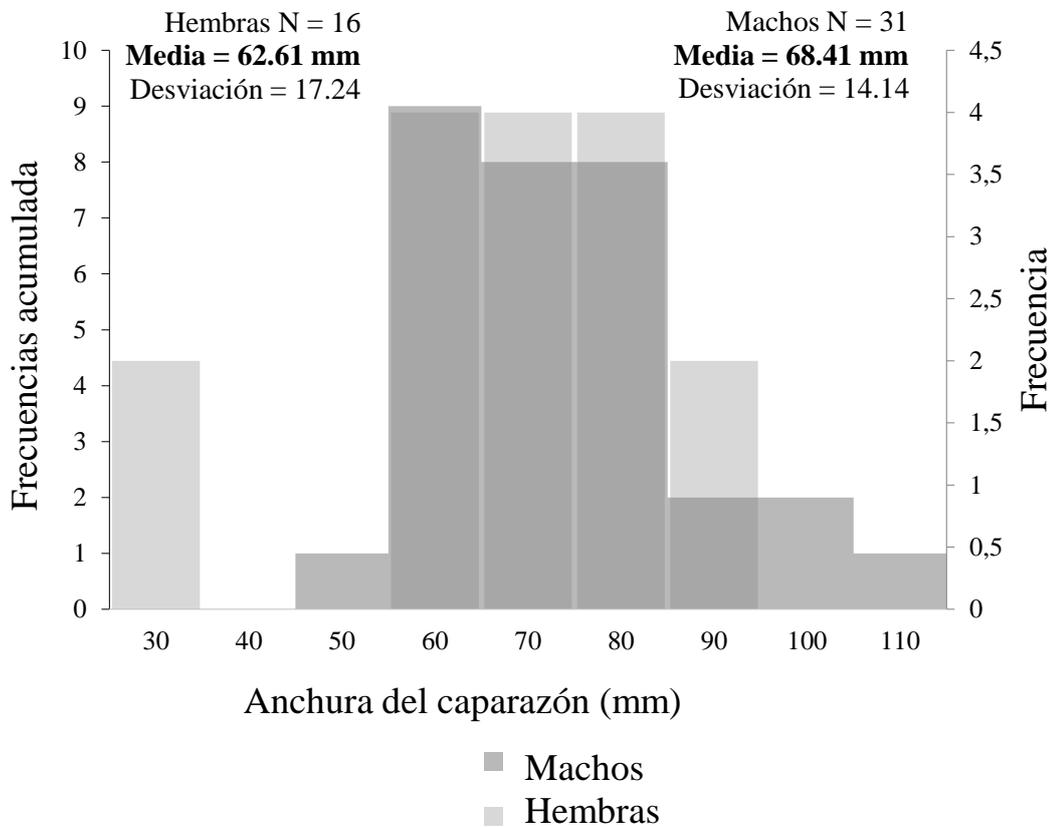


Figura 2. Diagrama de barras de la frecuencia y la frecuencia acumulada de hembras y machos según su anchura de caparazón.

Ratio de sexos y estado de madurez

Hemos encontrado machos en mayor frecuencia, salvo en algunas localidades como Teno y Garachico, donde las hembras han sido más recurrentes. Mientras que, en la Caleta de Adeje el número de machos y hembras fue el mismo (Figura 3).

Ratio de sexos

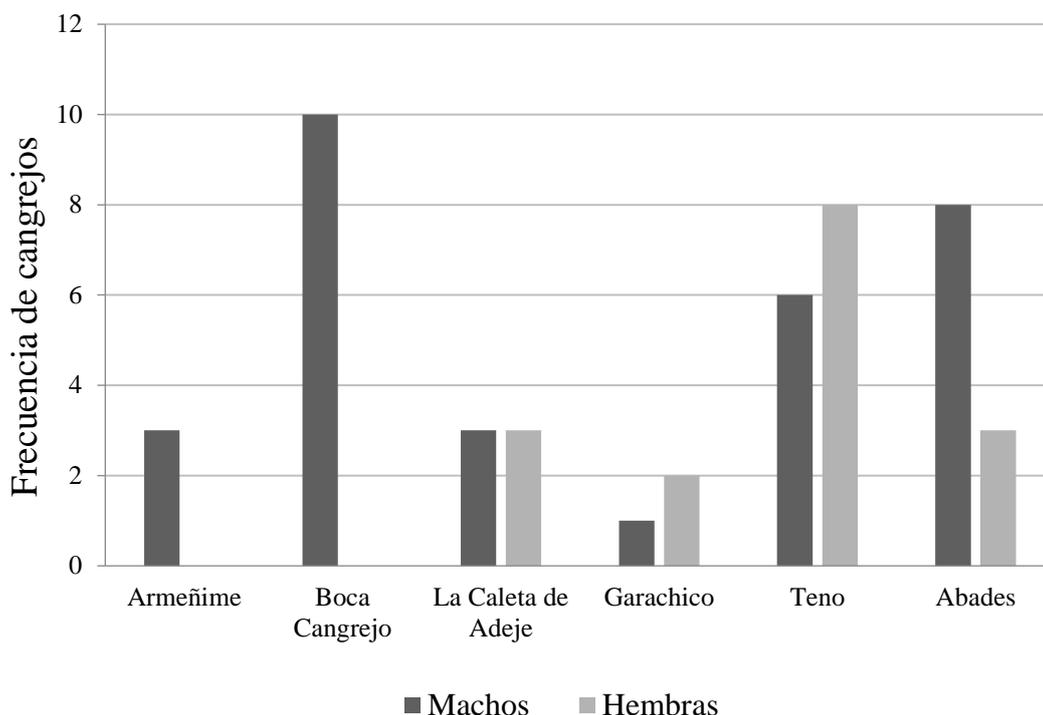


Figura 3. Número total de machos y hembras de *C. ruber* en las distintas localidades de Tenerife.

En cuanto al estado de madurez, las hembras en estado ovígero aparecen en enero, agosto y septiembre, pero con una mayor proporción en septiembre (Figura 4). Con respecto a los machos, se encontraron más cangrejos desarrollados en los meses de octubre y noviembre; y en desarrollo en septiembre y agosto (Figura 5).

Existió algo de variación entre localidades en la frecuencia de aparición de hembras ovígeras, se encontraron en la Caleta de Adeje ($n=1$) en agosto, en Garachico ($n=2$) en septiembre, y en Teno ($n=1$) en enero. Mientras que las hembras a las que consideramos como desarrolladas no ovígeras se encontraron en Abades ($n=2$), una en agosto y una en septiembre, en la Caleta de Adeje ($n=2$) una en agosto y otra en enero; y en Teno ($n=3$) en agosto. La presencia de inmaduros fue muy inferior y los encontramos todos en Teno ($n=3$), 2 en enero y 1 en agosto (Figura 4). En el caso de los machos desarrollados, fueron avistados en Abades ($n=3$) en enero, en Boca Cangrejo ($n=2$) en noviembre, en Armeñime ($n=3$) en octubre; en Garachico ($n=1$) en septiembre, en Teno ($n=1$) en agosto. Del mismo modo, la frecuencia de inmaduros es mínima, encontrados solo en Boca Cangrejo ($n=3$) y en la Caleta de Adeje ($n=1$), ambos en enero (Figura 5).

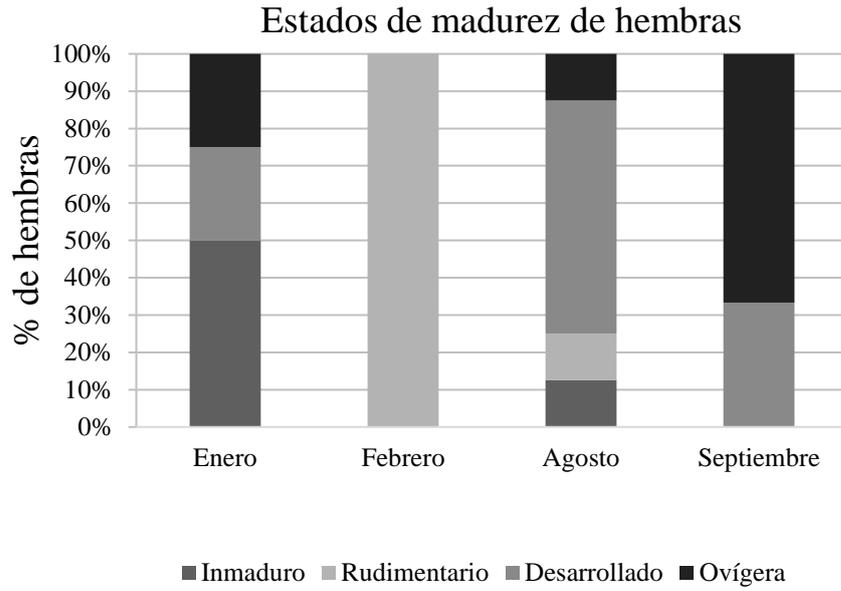


Figura 4. Porcentajes de estados de madurez de hembras de *C. ruber* en los distintos meses estudiados.

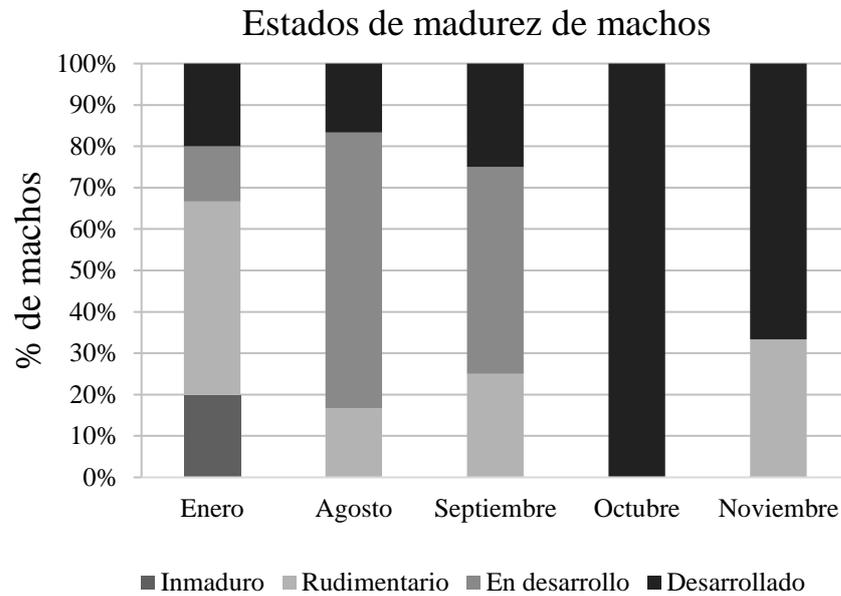


Figura 5. Porcentajes de estados de madurez de machos de *C. ruber* en los distintos meses estudiados.

Dureza del caparazón

Se observó un mayor número de cangrejos con caparazón duro frente a los cangrejos de caparazones semiduros y blandos. Cabe destacar que se encontró un mayor número de caparazones duros durante los meses de verano, mientras que, en los meses de otoño no se encontró ningún ejemplar con el caparazón blando (Figura 6).

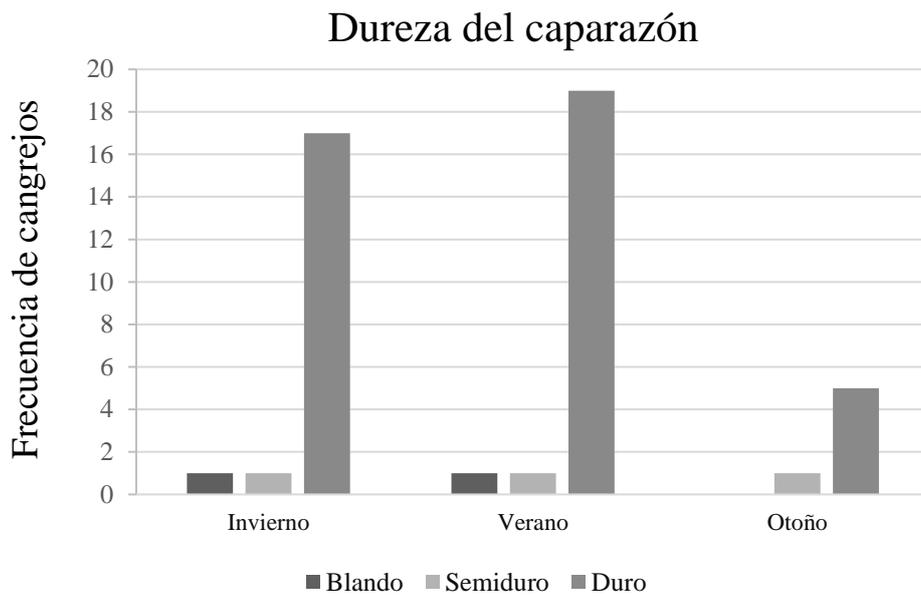
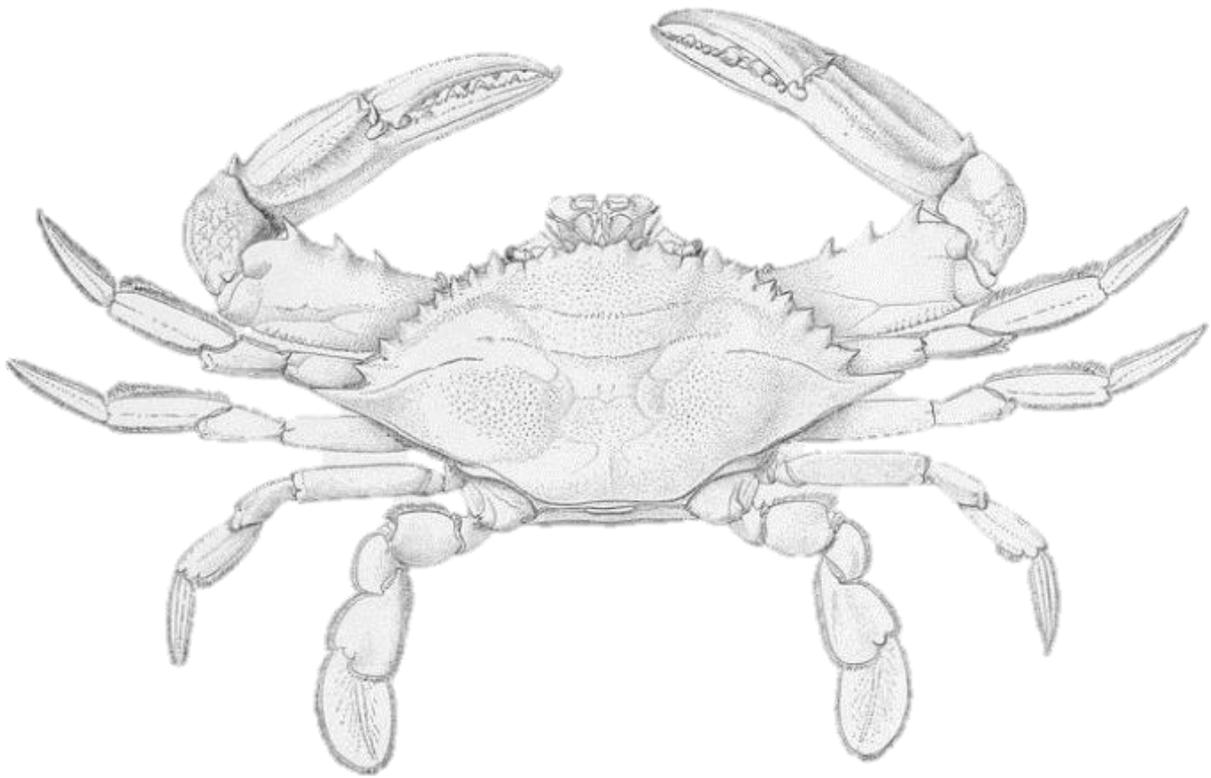


Figura 6. Frecuencia de individuos de *C. ruber* con diferentes estados del caparazón en las localidades muestreadas.



Discusión

Discusión

En la isla de Tenerife, la densidad más alta se encontró en las localidades de Boca Cangrejo y Teno (al sureste y al noroeste de la isla, respectivamente). Una posible explicación para la alta densidad encontrada en Boca Cangrejo puede ser la cantidad de alimento. Boca Cangrejo tiene la peculiaridad de sufrir un aporte de materia orgánica debido a su cercanía con Tabaiba, una localidad costera con un emisario submarino importante. Se ha demostrado que el flujo de materia orgánica y contaminantes altera la dinámica del ecosistema, beneficiando la aparición de crustáceos (Busquets 2019). Por lo tanto, es posible que exista una relación entre el aporte de materia orgánica que favorezca el número de presas, con el asentamiento de la especie. No obstante, con el presente estudio no podemos descartar otras explicaciones relacionadas con las características del hábitat o las corrientes dominantes. En cuanto a Teno, podemos especular que la alta densidad que posee de *Cronius ruber* es debida a las aguas cálidas y tranquilas que representan esta zona, lo que ha podido favorecer su asentamiento (Casanova y Trujillo 2019), hecho apoyado por el mayor número de desarrollados encontrados. Además, es destacable el incremento de densidades que hemos detectado de este organismo en esta localidad desde el año 2008, donde Maggio (2019) había registrado densidades bajas de la especie. Por el contrario, en Armeñime, los mismos autores registraron poblaciones abundantes del cangrejo en los años 2009, 2012 y 2017, mientras que obtuvieron escasas densidades en 2019, lo que concuerda con nuestros datos de 2020. Estas bajas densidades en Armeñime pueden ser debidas al marisqueo de esta especie que se viene realizando en la zona desde su primera aparición. Asimismo, Garachico también es una zona con baja densidad, posiblemente debido al fuerte oleaje reinante en esta localidad y la alta frecuencia de tormentas en la costa norte de las Islas (Yanes 2012). Por lo tanto, la presencia de *C. ruber* en la zona norte de la isla parece ser, por ahora, esporádica.

Es importante destacar que se han avistado individuos de esta especie en 5 de las 8 zonas de especial conservación como son las cuevas marinas sumergidas, fondos rocosos y seabadales de Gran Canaria (Triay-Portella *et al.* 2018) y en Tenerife (Maggio 2019). Esto constituye una buena razón para considerarla invasora, ya que, los seabadales en los que habita (*Cymodocea nodosa*) son zonas de alta diversidad faunística con alto valor biológico que están, actualmente, en regresión (Espino *et al.* 2011; Tuya *et al.* 2013). Debemos mencionar también que el investigador Raül Triay-Portella, declaró en una entrevista a la revista canaria PELLAGOFIO (Millares 2019): “En prospecciones nocturnas fuimos capaces de ver más de cien cangrejos en menos de una hora en Gran Canaria, así que en algunas zonas es muy abundante”. Triay-Portella

y colaboradores (2018) ya denominaron a *C. ruber* como una especie susceptible de convertirse en invasora. El historial y las características de esta especie en las islas, como hemos demostrado en el presente trabajo, apuntan a que es una especie invasora.

Los cangrejos de Boca Cangrejo y de Armeñime presentaron mayores tallas que los cangrejos del resto de localidades. Es posible que las grandes tallas de Boca Cangrejo también se deban al aporte de materia orgánica, que aumentan la producción primaria, y, consecuentemente, incrementan la disponibilidad de presas (Busquets 2019). Los factores como la temperatura, la salinidad y la disponibilidad de alimentos están relacionados directamente con el tamaño de los cangrejos (Kwei 1978; Araújo *et al.* 2012; Marochi *et al.* 2013).

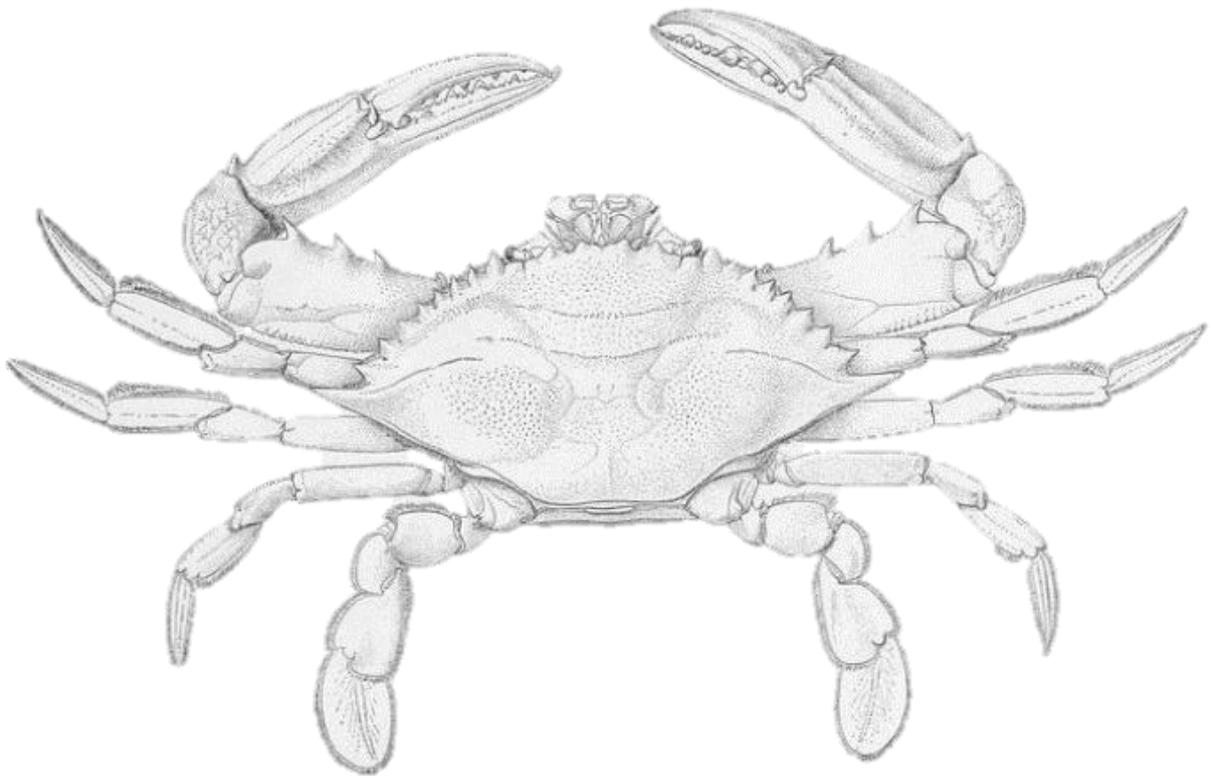
Los machos, generalmente, gozan de un mayor tamaño respecto a las hembras, lo cual, pone de manifiesto que existe un claro dimorfismo sexual en *C. ruber*. Hecho este ratificado por la correlación encontrada entre la longitud de la pinza derecha y la anchura del caparazón. El dimorfismo sexual es bastante usual en los cangrejos braquiuros (Hartnoll 1985). Este dimorfismo sexual se debe a que los machos para realizar el abrazo pre-copulatorio deben ser suficientemente grandes como para llevarlo a cabo. Se ha demostrado que siempre tendrán ventaja reproductora los cangrejos más grandes que los pequeños (Hartnoll 1969). Por lo tanto, al tener unas dimensiones mayores, tienen las condiciones necesarias para realizar la cópula y perpetuar sus genes. Por otra parte, las hembras son menores en tamaño porque invierten parte de su energía en formar los huevos (Hartnoll 1985).

Los resultados obtenidos en Tenerife demuestran que hay una mayor representación de machos que de hembras, a excepción de las localidades de Teno, Garachico y la Caleta de Adeje. Los estados de madurez más recurrentes en los machos son desarrollado y en desarrollo, siendo agosto, septiembre, octubre y noviembre los meses con más porcentaje de estos. Mientras que, los estados de madurez más comunes en hembras son desarrollado y ovígero. Durante agosto y septiembre se encontró el mayor porcentaje de hembras ovígeras, con lo que, los meses en los que el agua está más cálida parecen ser los meses de mayor reproducción del *C. ruber* en Canarias. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Maggio (2019), que postulan que las poblaciones de *C. ruber* muestran su estado ovígero en los meses comprendidos entre julio y octubre en Tenerife. Hecho este muy interesante puesto que pone de manifiesto sus apetencias cálidas y el beneficio de las temperaturas altas en su límite de distribución más septentrional.

La presencia de hembras ovígeras durante los meses comentados (enero, agosto y septiembre), más las encontradas por el estudio realizado de Triay-Portella y colaboradores (2018)

en Gran Canaria (desde noviembre hasta junio), y de Maggio (2019) (desde julio hasta octubre) en Tenerife, sugieren que la especie está bien establecida en los fondos marinos canarios y se está reproduciendo casi todo el año. Incluso, habría que realizar un estudio más exhaustivo de la reproducción para comprobar la posibilidad de la existencia de una reproducción continua en Canarias, es decir, que sea fértil durante todo el año. En este sentido, según Marochi y colaboradores (2013), el periodo reproductivo se define por la frecuencia de hembras ovígeras y presencia de ambos sexos con gónadas desarrolladas. Por tanto, existe una evidencia más de que *C. ruber* en Canarias es una especie que se ha naturalizado, lo que se debe considerar como una razón más para incluirlo en la lista de especies invasoras de Canarias.

Relativo a la dureza del caparazón, la mayor parte de los cangrejos tuvieron caparazones duros, sobre todo, en los mismos meses en los que encontramos hembras y machos desarrollados, es decir, durante los meses de verano. Azra y colaboradores (2019) postularon que las altas temperaturas de las aguas tienen especial repercusión en el endurecimiento del caparazón de los braquiuros. A mayores temperaturas el proceso de muda del cangrejo es más rápido, por tanto, el caparazón se endurece antes y pueden copular precozmente. Con lo cual, la alta frecuencia de caparazones duros registrada es una evidencia más de que *C. ruber* se reproduce y crece de manera normal en la isla de Tenerife.



Conclusiones

Conclusiones:

1. Abundancias: Se demuestra la presencia de *Cronius ruber* en la isla de Tenerife llegando a alcanzar densidades elevadas en las localidades de Boca Cangrejo, Teno y la Caleta de Adeje.
2. Morfometría: El análisis de las mediciones morfométricas revela que hay dimorfismo sexual en *C. ruber* y una variación en las tallas por localidad.
3. Reproducción: Existe una mayor proporción de machos que de hembras de *C. ruber* en la isla de Tenerife. Encontramos una alta frecuencia de cangrejos desarrollados y ovígeros, y de cangrejos con caparzones duros.
4. Conclusión final: Los resultados del presente trabajo sobre la abundancia, biometría y estados de madurez del *C. ruber* en la isla de Tenerife ponen de manifiesto la necesidad de considerar al cangrejo *C. ruber* como una especie invasora de especial relevancia para los ecosistemas marinos de Canarias.

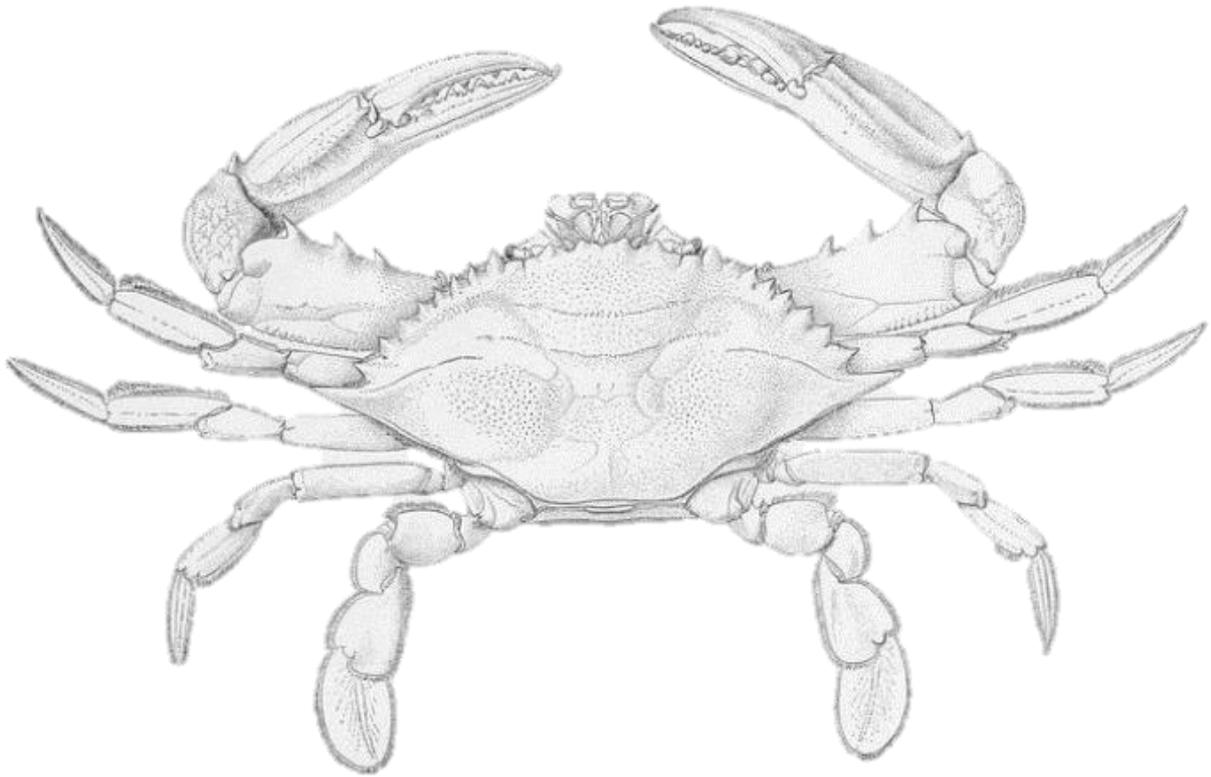
Conclusions:

1. Abundance: It is proved *Cronius ruber* presence in Tenerife island with high densities in Boca Cangrejo, Teno and la Caleta de Adeje locations.
2. Morphometrics: The morphometric measures analysis reveals that there is sexual dimorphism in *C. ruber* and variation in location sizes.
3. Reproduction: There is a higher proportion of male crabs than female crabs of *C. ruber* in Tenerife island. We found a high frequency of developed and ovigerous crabs, and crabs with hard carapace.
4. Final conclusion: The results of this work about abundance, biometrics and maturity states of *C. ruber* in Tenerife island, demonstrate the need to consider *C. ruber* crab an alien species of special relevance to the marine ecosystems of the Canaries.

Agradecimientos

Gracias especialmente a mis tutores el Dr. José Carlos Hernández y la doctoranda Sara González-Delgado por realizar los muestreos de campo y la revisión de este trabajo. También quiero agradecer al Dr. Enrique Lozano-Bilbao por facilitarme las fotos del trabajo y su ayuda

prestada en el laboratorio, junto con Sara González-Delgado y Thabatha Thorne Bazarra durante la medición del cangrejo.



Bibliografía

Bibliografía

- Araújo, M. S. L. C., Negromonte, A. O., Barreto, A. V. y Castiglioni, D. S. 2012. Sexual maturity of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) at the Santa Cruz Channel, a tropical coastal environment. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K., Cambridge University Press.* 92(2):287–293. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315411001135>
- Azra, M. N., Chen, J., Hsu, T., Ikhwanuddin, M. y Abol-Munafi, A. B. 2019. Growth, molting duration and carapace hardness of blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, instars at different water temperatures. *Aquac. Rep.* 15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100226>
- BOE. 2019. Lista de especies exóticas invasoras preocupantes en la región ultraperiférica. BOE-A-2019-4675. Disponible en: http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/piac/descargas/Biodiversidad/documentos-interes/especies-introducidas/Legislacion_Estatal/RD_216-2019_lista_especies_exoticas_invasoras_preocupantes_region_ultraperiferica_Canarias_modifica_RD_630-2013_Catalogo_esp_BOE-A-2019-4675-consolidado.pdf.
- Brito, A., López, C., Ocaña O., Herrera, R., Moro, L., Monterroso, O., Rodríguez, A., Clemente, S. y Sánchez, J.J. 2017. Colonization and expansion of potentially invasive coral species in the Canary Islands in traduced through oil platforms. *Vieraea.* 45:65-82.
- Brockerhoff A. y McLay C. 2011. Human-mediated spread of alien crabs. In: Galil BS, Clark PF, Carlton JT (eds) In the wrong place – alien marine crustaceans: distribution, Biology and Impacts. *Springer, Dordrecht.* 6:27–106. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_2
- Busquets, E. I. F. 2019. Diversidad de la meiofauna submareal en un enclave de la costa este de Tenerife: influencia en sus poblaciones por la presencia de emisarios submarinos. URI: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/16286>
- Campbell, A. y Eagles, M.D. 1983. Size at maturity and fecundity of rock crabs *Cancer irroratus*, from the Bay of Fundy and southwestern Nova Scotia. *Fish. Bull. National Oceanic and Atmospheric Administration. Washington, DC.* 81(2): 357-362.
- Casanova, O. J. y Trujillo, M. 2019. Aproximación a la problemática medio ambiental del turismo de avistamiento de cetáceos en Tenerife. URI: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/12387>.
- Chang, E. S. 1995. Physiological and biochemical changes during the molt cycle in decapod crustaceans: an overview. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 193:1-14. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(95\)00106-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(95)00106-9)
- Espino, F., Tuya, F., Brito, A., y Haroun, R. J. 2011. Ichthyofauna associated with *Cymodocea nodosa* meadows in the Canarian Archipelago (central eastern Atlantic): community structure and nursery role. *Cienc. Mar.* 37(2):157-174. DOI: <https://doi.org/10.7773/cm.v37i2.1720>

- Espinoza, E., Alemán, S., Ramírez, P., y Castillo, G. 2016. Protocolo para muestreo biológico y biométrico de crustáceos marinos. *Instituto del Mar de Perú, Informe*. 43 (4). URI: <http://biblioi-marpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3126>
- Felder, D. L. y Camp, D. K. (eds.). 2009. Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. (Texas A&M Press, College Station), Texas A&M Press. Coll. Stn., Texas. Disponible en: <https://www.gulfbase.org/species?term=&type=species>.
- Fransen C.H.J.M. 1991. Preliminary report on Crustacea collected in the eastern part of the North Atlantic during the CANCAP and Mauritania expeditions of the former Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden. *Nationaal Naturhistorisch Museum*, Leiden: i-vi +:1-200.
- Frith D. W. y Brunemeister S. 1983. Fiddler crab (Ocypodidae: Genus *Uca*) size, allometry and male major chela handedness and morphism on a Thailand mangrove shore. *Phuket Mar. Biol. Cent. Res. Bull.* 29:1–16.
- González, J. A., Triay-Portella, R., Escribano, A., y Cuesta, J. A. 2017. Northernmost record of the pantropical portunid crab *Cronius ruber* in the eastern Atlantic (Canary Islands): natural range extension or human-mediated introduction? *Sci. Mar.* 81(1):81-89. DOI: <https://doi.org/10.3989/scimar.04551.17B>
- González-Gurriarán E. y Freire J. 1994. Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae): morphometric and reproductive analyses, *ICES J. Mar. Sci.* 51 (2):133–145. DOI: <https://doi.org/10.1006/jmsc.1994.1015>.
- Hartnoll, R.G. 1969. Mating in Brachyura. *Crustaceana*. 16(2):161-181. DOI: <https://doi.org/10.1163/156854069X00420>
- Hartnoll, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output. *Crustaceans Issues, Amsterdam*. 3:101-128.
- Kwei E. 1978. Size composition, growth and sexual maturity of *Callinectes latimanus* (Rath.) in two Ghanaian lagoons. *Zool. J. Linnean Soc.* 64 (2):151-175. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1978.tb01066.x>.
- Leme, M. H. D. A. 2005. Size at sexual maturity of female crabs *Sesarma rectum* Randall (Crustacea, Brachyura) and ontogenetic variations in the abdomen relative grow. *Rev. Bras. Zool.* 22 (2):433-437. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000200020>
- Maggio, C. Y. 2019. Estudio de las poblaciones de *Cronius ruber* (Crustacea, Decapoda) en la isla de Tenerife, una nueva especie en los ecosistemas marinos de Canarias. Trabajo de Fin de Grado de la Universidad de La Laguna tutorizado por Jorge Núñez Fraga y José Carlos Hernández.

- Manning, R. B. y Holthuis, L. B. 1981. West Africa Brachyuran Crabs (Crustacea: Decapoda). *Smithson. Contrib. to Zool.* 306: 1-379. Disponible en: http://www.sil.si.edu/smithsoniancontributions/zoo-logy/pdf_hi/SCTZ-
- Marochi, M. Z., Moreto, T. F., Lacerda, M. B., Trevisan, A., y Masunari, S. 2013. Sexual maturity and reproductive period of the swimming blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura: Portunidae) from Guaratuba Bay, Paraná State, southern Brazil. *Nauplius.* 21(1):43-52. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-64972013000100006>.
- Martín J.A., Triay-Portella R., González J. A., Lorenzo J.M. y Pajuelo J. G. 2019. Sampling techniques evaluation for monitoring and control of a non-native crab population. *5th European Conference on Scientific Diving.* DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31447.32165>.
- Millares, Y. 2019. Cangrejo remador, de esporádico a invasor de las costas canarias en diez años. *PELLAGOFIO.* 79(2). (Citado 2021 abril 24). Disponible en: <https://pellagofio.es/atlantico/ciencia-pescay-cocina/cangrejo-remador-de-esporadico-a-invasor-de-las-costas-canarias-en-diez-anos/>
- Mohamad, F., Manca, A., Ahmad, A., Sofa, M. F. A. M., Alia'M, A. A. y Ismail, N.2016. Width-weight and length-weight relationships of the Tri-spine Horseshoe Crab, *Tachypleus tridentatus* (Leach 1819) from two populations in Sabah, Malaysia: implications for population management. *J. Sustain. Sci. Manage.* 11(1):1-13.
- Pajuelo, J. G., González, J. A., Triay-Portella, R., Martín, J. A., Ruiz-Díaz, R., Lorenzo, J. M., y Luque, Á. 2016. Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters through oil platforms as vectors. *J. Mar. Syst.* 163:23-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.06.008>
- Poupin, J. 2018. Les Crustacés décapodes des Petites Antilles: Avec de nouvelles observations pour Saint-Martin, la Guadeloupe et la Martinique. *Mus. Natl. d'Hist. Nat., Paris.* 264:(Patrimoines naturels; 77). Disponible en: <http://sciencepress.mnhn.fr/en/collections/patrimoines-naturels/les-crustaces-decapodes-des-petites-antilles>.
- Rosenberg, M. S. 2002. Fiddler crab claw shape variation: a geometric morphometric analysis across the genus *Uca* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae). *Biol. J. Linnean Soc.* 75(2):147-162. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00012.x>
- Rufino, M., Abelló, P. y Yule, A. B. 2004. Male and female carapace shape differences in *Liocarcinus depurator* (Decapoda, Brachyura): An application of geometric morphometric analysis to crustaceans, *Italy J. Zool.* 71(1):79-83, DOI: <https://doi.org/10.1080/11250000409356554>

Schäfer, S., Monteiro, J., Castro, N., Rilov, G., y Canning-Clode, J. 2019. *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) arrives to Madeira Island: a new indication of the ongoing tropicalization of the northeastern Atlantic. *Mar. Biodivers.* 49(6):2699-2707. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12526-019-00999-z>

Triay-Portella, R., Martín, J.A., González, J. A., Lorenzo, J.M. y Pajuelo, J. G. 2018. Scattering non-native crab *Cronius ruber* in marine ecosystems of Gran Canaria. *Conference: VI International Symposium on Marine Science, University of Las Palmas de Gran Canaria, Spain.*

Tuya, F., Hernández-Zerpa, H., Espino, F. y Haroun, R. 2013. Drastic decadal decline of the seagrass *Cymodocea nodosa* at Gran Canaria (eastern Atlantic): Interactions with the green algae *Caulerpa prolifera*. *Aquat. Bot.* 105:1-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2012.10.006>

Yanes, A. 2012. Temporales marinos y ocupación costera en Garachico (NO de Tenerife). *XII Reunión Nacional de Geomorfología, Santander.* 355-358.

Anexo A

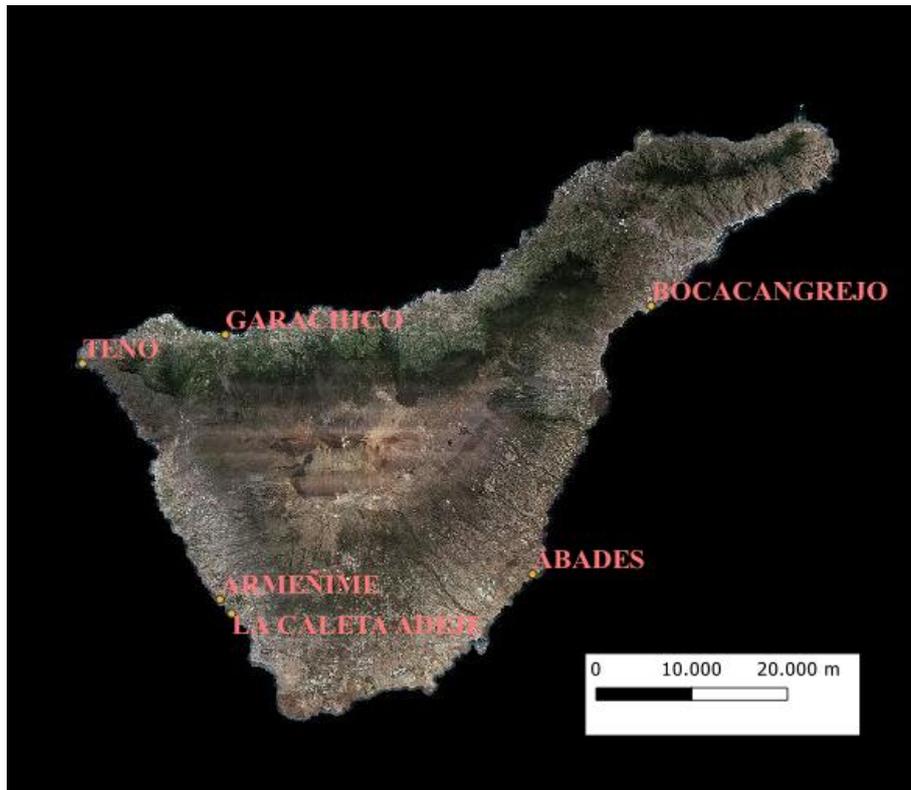


Figura 1. Localidades en las que se capturó *Cronius ruber* en Tenerife en este estudio. Foto tomada mediante el programa QGIS 3.16 Hannover.

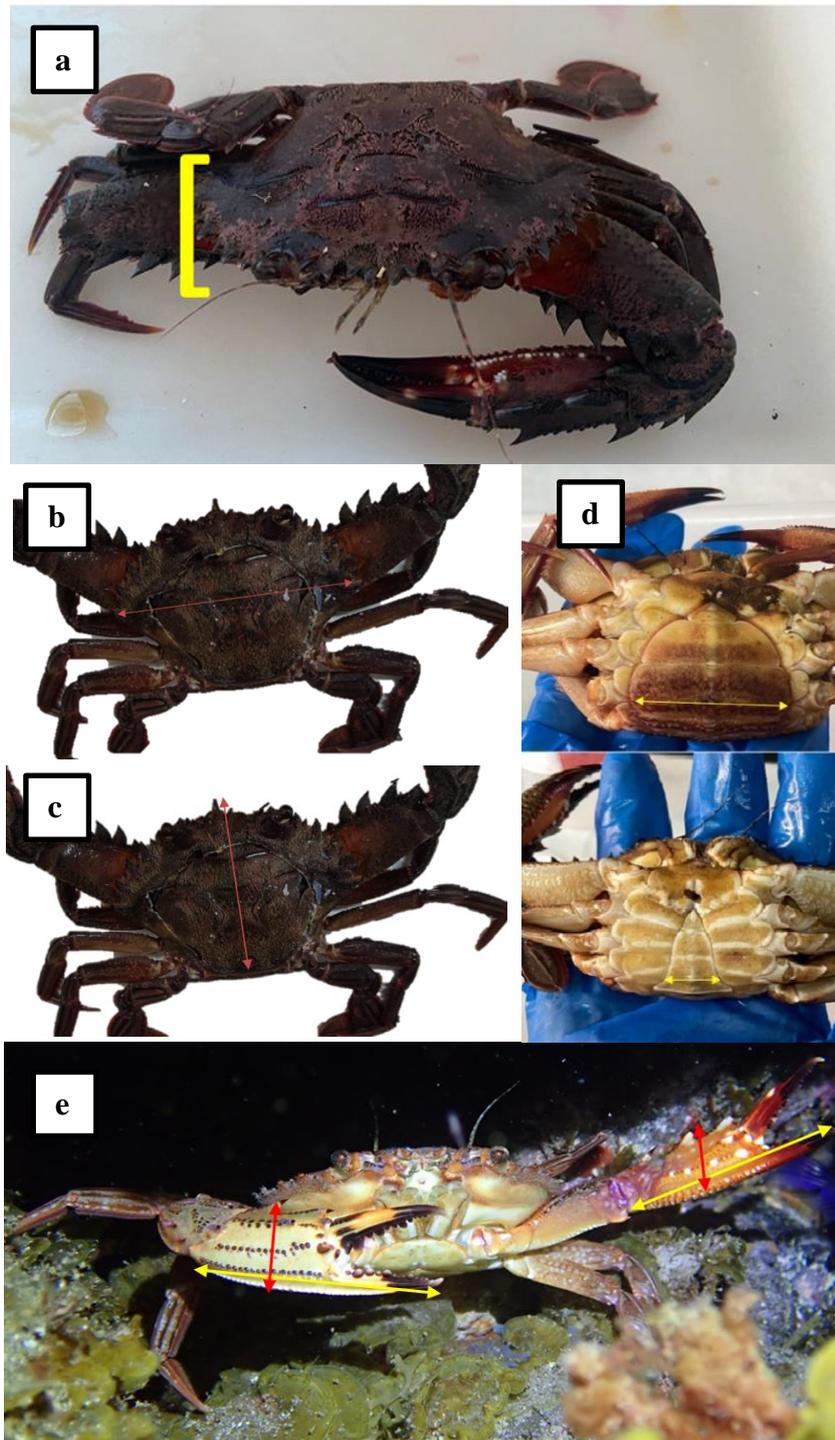


Figura 2. Medidas del *Cronius ruber*: **(a)** Anchura Total, AT. **(b)** Anchura del caparazón, AC. **(c)** Longitud del caparazón, LC. **(d)** Anchura del Abdomen, AA, hembra (arriba) y macho (abajo). **(e)** Longitud (Acotación amarilla) y ancho (Acotación roja) de pinza derecha e izquierda, LPD, LPI, APD y API.



Figura 3. Ejemplar de *Cronius ruber* ovigera.