



PLASMAR

## Bases para la planificación sostenible de áreas marinas en la Macaronesia

Pesca experimental y profunda en Canarias: experiencia y aportaciones para su plasmación espacial

INFORME CIENTÍFICO-TÉCNICO

J. A. González



PROYECTO COFINANCIADO  
POR LA UNIÓN EUROPEA  
Investigación  
e innovación



[www.plasmar.eu](http://www.plasmar.eu)



Para citar este informe:

González, J.A. 2018. *Pesca experimental y profunda en Canarias: experiencia y aportaciones para su plasmación espacial*. Informe científico-técnico preparado como parte del Proyecto PLASMAR (co-financiado por FEDER en el marco de POMAC 2014-2020). Fundación Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria: 110 pp.

Se autoriza la reproducción siempre que la fuente sea reconocida.

#### AVISO LEGAL

Este documento ha sido preparado como parte del Proyecto PLASMAR (cofinanciado por el FEDER como parte de POMAC 2014-2020), sin embargo, refleja únicamente las opiniones de los autores, y los socios del Proyecto o el programa POMAC 2014-2010 no pueden ser considerados responsables de cualquier uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.

## **Informe técnico sobre la pesca experimental y profunda en Canarias: experiencia y aportaciones para su plasmación espacial**

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN	(pág. 6)
1.1.- Marco de actuación	(pág. 6)
1.2.- Finalidad y fuentes de información	(pág. 6)
1.3.- Presentación de los proyectos CAMARON, PESCPROF, REDECA y MARPROF	(pág. 11)
1.3.1.- Los proyectos del Programa Camarón Canarias (1996-2003)	(pág. 11)
1.3.2.- Los proyectos PESCPROF (2003-2008)	(pág. 12)
1.3.3.- El proyecto REDECA (2005-2008)	(pág. 15)
1.3.4.- El proyecto MARPROF (2009-2012)	(pág. 16)
2.- MATERIAL Y MÉTODOS	(pág. 19)
2.1.- Áreas de estudio en Canarias	(pág. 19)
2.2.- Barcos utilizados en las campañas de investigación	(pág. 20)
2.3.- Sistemas de captura empleados en las investigaciones	(pág. 24)
2.4.- Evaluación de stocks de crustáceos de aguas semi-profundas y profundas de Canarias	(pág. 28)
2.4.1.- Adopción práctica del concepto de stock	(pág. 28)
2.4.2.- Sistemas de pesca y selectividad de las nasas para crustáceos	(pág. 29)
2.4.3.- Carnadas empleadas	(pág. 32)
2.4.4.- Tiempo efectivo de pesca	(pág. 33)
2.4.5.- Determinación del área de influencia del arte	(pág. 34)

2.4.6.- Sectorización de las áreas de prospección y evaluación	(pág. 35)
2.4.7.- Estimación del área de distribución de un stock	(pág. 37)
2.4.8.- Estimación de parámetros biológicos y poblacionales básicos de las especies objetivo	(pág. 39)
2.4.9.- Metodología de prospección y evaluación de camarón soldado	(pág. 45)
2.4.9.1.- Metodología de la fase de prospección	(pág. 45)
2.4.9.2.- Metodología de la fase de evaluación	(pág. 49)
2.4.9.3.- Estimación del rendimiento máximo sostenible (RMS)	(pág. 53)
2.4.10.- Metodología de prospección y evaluación de cangrejo rey	(pág. 55)
3.- RESULTADOS	(pág. 59)
3.1.- Evaluación de los stocks insulares de camarón soldado de Canarias	
	(pág. 59)
3.1.1.- El stock de camarón soldado de Gran Canaria	(pág. 61)
3.1.2.- El stock de camarón soldado de Tenerife	(pág. 62)
3.1.3.- El stock de camarón soldado de La Gomera	(pág. 64)
3.1.4.- El stock de camarón soldado de La Palma	(pág. 66)
3.1.5.- El stock de camarón soldado de Lanzarote	(pág. 67)
3.1.6.- El stock de camarón soldado de El Hierro	(pág. 69)
3.1.7.- El stock de camarón soldado de Fuerteventura	(pág. 70)
3.1.8.- Los stocks de camarón soldado de Canarias	(pág. 72)
3.2.- Estudios recientes sobre distribución y aspectos biológicos (sex ratio, talla de primera madurez sexual, época de puesta, fecundidad y crecimiento) del camarón soldado ( <i>Plesionika edwardsii</i> ) en Canarias. Implicaciones	(pág. 73)
3.3.- Estudios recientes sobre biología y ecología espacial pesquera del cangrejo rey ( <i>Chaceon affinis</i> ) en Canarias	(pág. 77)

3.3.1.- Estimación de sectores batimétricos perimetrales (área de pesca útil) del stock de cangrejo rey en Gran Canaria	(pág. 77)
3.3.2.- Estructura sexual, distribución batimétrica, periodo de intermuda y patrón reproductor del cangrejo rey en Canarias. Variación espacio-temporal de su biomasa en Gran Canaria	(pág. 78)
4.- CONCLUSIONES	(pág. 84)
4.1.- Recursos pesqueros o marisqueros	(pág. 84)
4.2.- Sistemas de marisqueo o pesca	(pág. 88)
5.- RECOMENDACIONES	(pág. 89)
5.1.- Adecuada regulación del empleo de sistemas de marisqueo innovadores o relativamente novedosos	(pág. 89)
5.2.- Ventajas y oportunidades de la explotación sostenible de recursos pesqueros/ marisqueros de profundidad	(pág. 93)
6.- AGRADECIMIENTOS	(pág. 100)
7.- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	(pág. 100)

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Marco de actuación

El presente Informe científico-técnico se enmarca en el proyecto titulado “**Bases para la Planificación Sostenible de áreas Marinas en la Macaronesia**” (acrónimo PLASMAR, ref. MAC/1.1a/030), subvencionado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). PLASMAR está coordinado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La duración inicialmente aprobada para el proyecto corresponde al periodo enero de 2017 (con inicio efectivo en marzo de 2017) a diciembre de 2019.

En este contexto, el socio del Proyecto **Gestión del Medio Rural de Canarias, S.A.U. (GMR Canarias)**, empresa pública del Gobierno de Canarias, realizó el encargo (con título y plazo) del presente Informe a este investigador a través de la Fundación Canaria Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

### 1.2.- Finalidad y fuentes de información

El objetivo principal del presente Informe es recopilar y examinar la información científica y técnica generada entre 1996 y 2012 por el extinto Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) del Gobierno de Canarias, en relación con los dos principales recursos pesqueros/marisqueros (camarón soldado y cangrejo rey) detectados entre 200 y 3000 m de profundidad en aguas de Canarias con la finalidad de conocerlos, obtener su plasmación espacial y analizar sus potencialidades.

Los proyectos y acciones de investigación/cooperación cuyos resultados, conclusiones y recomendaciones han sido analizados, validados, recopilados y puestos en valor por medio del presente Informe científico-técnico han sido

principalmente los siete siguientes, que se enumeran en orden cronológico y en formato de ficha curricular:

1) Programa CAMARÓN CANARIAS (1996-2003). Cuatro proyectos principales:

1.1) Título del contrato/proyecto: Transferencia de tecnología a la flota artesanal canaria y desarrollo de nuevas pesquerías de camarones profundos.

Tipo de contrato: Proyectos de innovación tecnológica (B.O.C. nº 90 de 26/07/1996).

Empresa/Administración financiadora: Fondos FEDER y Gobierno de Canarias, Consejería de Economía y Hacienda.

Entidades participantes: Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), Universidad de La Laguna, Instituto Español de Oceanografía y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Duración, desde: 01/07/1996 hasta: 30/06/1997.

Investigador principal: Dr. J.A. González (ICCM).

1.2) Título del contrato/proyecto: Pesquería de camarón de aguas profundas. Isla de Tenerife: evaluación del recurso, transferencia de tecnología y construcción de prototipos.

Tipo de contrato: Subvención específica para proyecto científico-técnico (Orden nº 679 de 14/11/1997).

Empresa/Administración financiadora: Gobierno de Canarias - Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Entidades participantes: Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), Instituto Español de Oceanografía, Universidad de La Laguna y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Duración, desde: 01/01/1998 hasta: 31/12/1998.

Investigador principal: Dr. J.A. González (ICCM).

1.3) Título del contrato/proyecto: Prospección y evaluación de camarón (*Plesionika edwardsi*) en aguas profundas de La Gomera, El Hierro y La Palma.

Tipo de contrato: Convenio específico de colaboración para proyecto científico entre el Instituto Canario de Ciencias Marinas, el Instituto Español de Oceanografía y la Fundación Canaria Universitaria de Las Palmas.

Empresa/Administración financiadora: Gobierno de Canarias - Viceconsejería de Pesca.

Entidades participantes: Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) e Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Duración, desde: 01/01/1999 hasta: 31/12/1999.

Investigador principal: Dr. J.A. González (ICCM) y M.A.R. Fernández (IEO).

1.4) Título del contrato/proyecto: Plan piloto de pesca y estudio de mercado para el desarrollo de una pesquería de camarón o gamba en aguas profundas de Gran Canaria.

Tipo de contrato: Subvención específica para proyecto científico-pesquero (Orden de 15/03/2002).

Empresa/Administración financiadora: Gobierno de Canarias - Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Entidades participantes: Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM).

Duración, desde: 01/04/2002 hasta: 31/12/2003.

Investigador principal: J.I. Santana (ICCM).

2) Título del proyecto: "Recursos pesqueros de aguas profundas del Atlántico Centro-Oriental" (PESCPROF).



Entidad financiadora: Fondos FEDER, Região Autónoma da Madeira, Câmara Municipal do Funchal, Gobierno de Canarias, Universidad de La Laguna, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Região Autónoma dos Açores.

Marco/referencia: Programa de Iniciativa Comunitaria Interreg III B 2000-2006, Proyecto MAC/4.2/M12.

Entidades participantes: Direcção de Serviços de Investigação das Pescas-Madeira (DSIP), Museu Municipal do Funchal (História Natural) (MMF) / Estação de Biologia Marinha do Funchal (EBMF), Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), Universidad de La Laguna (ULL), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) y Direcção Regional das Pescas dos Açores (DRP).

Duración, desde: 01/07/2003 hasta: 30/09/2005.

Investigador coordinador: D. Carvalho (DSIP).

Investigador principal en ICCM y coordinador para Canarias: Dr. J.A. González.

3) Título del proyecto: “Recursos pesqueros de aguas profundas del Atlántico Centro-Oriental: alternativas a la pesca en la Macaronesia” (PESCPROF-2).

Entidad financiadora: Fondos FEDER, Região Autónoma da Madeira, Câmara Municipal do Funchal, Gobierno de Canarias y Região Autónoma dos Açores.

Marco/referencia: Programa de Iniciativa Comunitaria Interreg III B 2000-2006, Proyecto 03/MAC/4.2/M8.

Entidades participantes: Direcção de Serviços de Investigação das Pescas-Madeira (DSIP), Museu Municipal do Funchal (História Natural) (MMF) / Estação de Biologia Marinha do Funchal (EBMF), Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) e IMAR-Centro do IMAR da Universidade dos Açores (UAç).

Duración, desde: 01/07/2004 hasta: 30/04/2007.

Investigador coordinador: D. Carvalho (DSIP).

Investigador principal en ICCM: Dr. J.A. González.

4) Título del proyecto: “Biología reproductora de crustáceos decápodos profundos (*Plesionika edwardsii* y *Chaceon affinis*) de interés comercial en Canarias” (REDECA).

Entidad financiadora: Fondos FEDER y Ministerio de Educación y Ciencia.

Marco/referencia: Proyecto Coordinado del Programa Nacional de Ciencias y Tecnologías Medioambientales (CTM2005-07712-C03/MAR).

Entidades participantes: Universidad de La Laguna (ULL), Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) y Universidad de Cádiz (UCA).

Duración, desde: 31/12/2005 hasta: 31/12/2008.

Investigador coordinador: Dr. I.J. Lozano (ULL).

ICCM: Investigador principal, Dr. J.M. Lorenzo.

5) Título del proyecto: “Recursos pesqueros de aguas profundas del Atlántico Centro-Oriental: evaluación de su potencial y difusión de resultados” (PESCPROF-3).

Entidad financiadora: Fondos FEDER, Região Autónoma da Madeira, Câmara Municipal do Funchal, Gobierno de Canarias y Região Autónoma dos Açores.

Marco/referencia: Programa de Iniciativa Comunitaria Interreg III B 2000-2006, Proyecto 05/MAC/4.2/M11.

Entidades participantes: Direcção de Serviços de Investigação das Pescas-Madeira (DSIP), Museu Municipal do Funchal (História Natural) (MMF) / Estação de Biologia Marinha do Funchal (EBMF), Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) e IMAR-Centro do IMAR da Universidade dos Açores (UAç).

Duración, desde: 01/10/2005 hasta: 31/10/2008.

Investigador coordinador: D. Carvalho (DSIP).

Investigador principal en ICCM: Dr. J.A. González.

6) Título del proyecto: “Bases para la gestión y valorización gastronómica de especies pesqueras profundas de la Macaronesia” (MARPROF).

Entidad financiadora: Fondos FEDER, Região Autónoma da Madeira, Câmara Municipal do Funchal, Universidade dos Açores y Gobierno de Canarias.

Marco/referencia: Programa de Cooperación Transnacional MAC 2007-2013, Proyecto MAC/2/M065.

Entidades participantes: Direcção de Serviços de Investigação das Pescas-Madeira (DSIP), Museu Municipal do Funchal (História Natural) (MMF) / Estação de Biologia Marinha do Funchal (EBMF), Universidade dos Açores (UAç) e Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM).

Duración, desde: 01/06/2009 hasta: 30/09/2012.

Investigador coordinador: J. Delgado (DSIP).

Investigador principal en ICCM: Dr. J.A. González.

### **1.3.- Presentación de los proyectos CAMARON, PESCPROF, REDECA y MARPROF**

#### **1.3.1.- Los proyectos del Programa Camarón Canarias (1996-2003)**

El que ha sido denominado por este autor Programa Camarón Canarias comprende cuatro proyectos y dos acciones de tecnología de pesca (no recogidas en el presente Informe) que, entre 1996 y 2003, fueron ejecutadas en aguas semiprofundas (100-400 m) de Canarias.

Los tres primeros proyectos (1996-1999) tuvieron el objetivo de prospectar y evaluar las poblaciones (stocks) insulares de camarón soldado (*Plesionika edwardsii*). Para ello fue contratado un buque camaronero español (M/P “González López”), con base en Alicante, dotado de tripulación experimentada que faenó con trenes de nasas camaroneras semi-flotantes. El primero de los

proyectos (1997), mediante una campaña de un mes de duración efectiva, exploró los fondos de Gran Canaria, llevó a cabo experiencias de selectividad del arte por tallas y evaluó este stock insular de camarón soldado (González, 1997). El segundo de los proyectos (1998), a lo largo de un mes de campaña, efectuó similares tareas alrededor de Tenerife (González, 1998). El tercero (1999), durante un mes de campaña, realizó las tareas de prospección y evaluación de los stocks de La Gomera y La Palma y efectuó una prospección preliminar en El Hierro.

Además, estas actuaciones proporcionaron valiosa información sobre las especies acompañantes de la especie objetivo y, en general, sobre la megafauna (peces y crustáceos) epibentónica del mar de Canarias entre 100 y 400 m de profundidad. Las campañas también sirvieron para verificar la sucesión batimétrica de las especies de camarones pandálidos: *Plesionika narval* – *Plesionika edwardsii* – *Heterocarpus ensifer*, en orden creciente de profundidad, todas ellas con interés comercial en Canarias.

El último de los proyectos (2002-2003) tuvo como objetivo ejecutar un plan piloto de pesca experimental, seguido de un estudio de mercado, para el desarrollo de una pesquería de camarón soldado en aguas de Gran Canaria. Para ello fueron seleccionadas seis embarcaciones artesanales locales, que fueron convenientemente adaptadas, dotadas con aparejos de 50 nasas camaroneras semi-flotantes y sus tripulaciones debidamente adiestradas (Santana et al., 2003).

### **1.3.2.- Los proyectos PESCPROF (2003-2008)**

Los proyectos PESCPROF (3 proyectos, 2003-2008) constituyeron el primer estudio científico que exploró los grandes fondos marinos de la Macaronesia (Azores, Madeira y Canarias) entre 200 y 3000 m de profundidad, para conocer

su biodiversidad y buscar nuevos recursos pesqueros alternativos o complementarios a los actuales.

Las instituciones participantes en los proyectos PESCPROF están localizadas en las regiones ultraperiféricas (RUP) y fueron la Região Autónoma da Madeira (coordinador), la Câmara Municipal do Funchal, el Gobierno de Canarias, la Região Autónoma dos Açores, la Universidad de La Laguna (ULL) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Los grupos de investigación intervinientes fueron: la Direcção de Serviços de Investigaçã das Pescas - Madeira (DSIP), el Museu Municipal do Funchal (História Natural) (MMF) / Estação de Biologia Marinha do Funchal (EBMF), el Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), el IMAR-Centro do IMAR da Universidade dos Açores, la ULL y la ULPGC.

La financiación de los tres proyectos PESCPROF fue a cargo del Programa de Iniciativa Comunitaria Interreg III B 2000-2006 que cofinanció el 85% de las actuaciones con fondos FEDER de la Unión Europea y de las Instituciones participantes o socios que aportaron el restante 15%.

Las principales actividades de los tres proyectos PESCPROF fueron:

- Cooperación entre institutos de investigación y universidades de Azores, Madeira y Canarias.
- Investigación científica y técnica en el campo de la Biología y la Tecnología Pesqueras.
- Divulgación, basada en un ambicioso plan de comunicación o difusión social.

El P.I.C. Interreg III B 2000-2006 fijó como condición que, además de la investigación, los trabajos debían tener un alto nivel de cooperación e

intercambio de experiencias e investigadores entre las tres RUP, produciendo un elevado grado de impacto sobre su ciudadanía.

Con esta finalidad, se realizó un gran esfuerzo de difusión social de resultados y conocimientos, con los objetivos de información ambiental y sensibilización ciudadana, promoción de nuevos productos pesqueros, transferencia de resultados y tecnología al sector pesquero y asesoramiento a la Administración competente.

El primero de los proyectos, PESCPROF (2003-2005), prospectó las grandes profundidades con diferentes artes de pesca para conocer la biodiversidad profunda y los recursos pesqueros potenciales, detectando poblaciones de cierta importancia de camarón soldado y cangrejo rey. Desarrolló acciones de investigación que incluyeron la prospección de nuevas áreas de pesca, con énfasis en recursos no convencionales y uso de métodos más selectivos de captura. Simultáneamente, aumentó significativamente el conocimiento sobre la biodiversidad marina (sobre todo peces y crustáceos) en aguas profundas de la Macaronesia (Carvalho et al., 2006).

El segundo proyecto, PESCPROF-2 (2004-2007), determinó los parámetros oceanográficos, biológicos y pesqueros básicos que afectan a ambos recursos, al tiempo que implementó artes de pesca selectivos para cada recurso. Realizó pescas experimentales dirigidas a recursos no convencionales, tales como camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) y de cangrejo rey (*Chaceon affinis*), ensayando tecnologías de pesca más selectivas. Aportó datos preliminares para el estudio biológico de estos recursos alternativos o complementarios. Promovió y divulgó estos nuevos productos pesqueros y contribuyó a la sensibilización de los ciudadanos (Carvalho et al., 2007).

Por último, PESCPROF-3 (2005-2008) evaluó, hasta donde fue posible, el potencial pesquero sostenible de los stocks insulares de estos crustáceos. Inició la evaluación (potencial pesquero sostenible) de los stocks insulares de camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) y cangrejo rey (*Chaceon affinis*).

En Canarias, la nueva pesquería de camarón soldado se desarrollaría entre 200 y 350 m de profundidad, faenando con trenes de nasas camaroneras semi-flotantes. La de cangrejo rey tendría lugar entre 600 y 1000 m, con trenes de nasas cangrejeras. Ambos sistemas de captura fueron ensayados y puestos a punto por el ICCM: se trata de artes de pesca selectivas, innovadoras en Canarias y, en la medida de lo posible, respetuosas con el medio ambiente.

El programa PESCPROF generó un cuerpo de datos e información para apoyar y asesorar la gestión anticipativa y precautoria de estos recursos, en el marco de una explotación responsable y sostenible. La biomasa total y el potencial pesquero sostenible de camarón soldado, en toneladas por año, fueron estimados en diferentes islas.

Las acciones de valorización y difusión social incluyeron la exposición itinerante “Tesoros profundos del Atlántico” (80 m<sup>2</sup>, con cerca de 400.000 visitantes), jornadas gastronómicas, seminarios técnicos para el sector pesquero, apariciones en los medios de comunicación, rotulación de vehículos y producción de materiales didácticos y publicitarios y producción de informes, comunicaciones y publicaciones científicas, técnicas y divulgativas.

### **1.3.3.- El proyecto REDECA (2005-2008)**

El proyecto REDECA (biología REproductora de crustáceos Decápodos profundos, *Plesionika edwardsii* y *Chaceon affinis*, de interés comercial en CArietas) consistió en un estudio coordinado de la Universidad de La Laguna, el Instituto Canario de Ciencias Marinas y la Universidad de Cádiz (UCA).

Su finalidad fue investigar aspectos biológicos de los dos citados recursos pesqueros/marisqueros alternativos o complementarios, al objetivo de obtener información básica para la regulación de su pesca sostenible.

En el marco del Programa Nacional de Ciencias y Tecnologías Medioambientales, REDECA (CTM2005-07712-C03/MAR, 2005-2008) se financió con fondos FEDER y del Ministerio de Educación y Ciencia.

REDECA guarda relación y, en parte, surgió de los proyectos PESCPROF (2003-2008), profundizando en los aspectos más complejos de la biología de la reproducción de las poblaciones de camarón soldado y cangrejo rey en aguas de Canarias. Generó información biológica de recursos seleccionados: camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) y cangrejo rey (*Chaceon affinis*), focalizando en los aspectos reproductores (sexualidad, sex ratio, época de puesta y freza masiva, fecundidad, etc.) (Arrasate-López et al., 2008; Ayza et al., 2008).

#### **1.3.4.- El proyecto MARPROF (2009-2012)**

El Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), adscrito a la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI), dirigió en Canarias el proyecto MARPROF (MAC/2/M065) sobre “Bases para la gestión y valorización gastronómica de especies pesqueras profundas de la Macaronesia”.

Las instituciones participantes en MARPROF están localizadas en las regiones ultraperiféricas (RUP) y fueron la Região Autónoma da Madeira (coordinador), la Câmara Municipal do Funchal, la Região Autónoma dos Açores y el Gobierno de Canarias.



Los grupos de investigación intervinientes fueron: la Direcção de Serviços de Investigaçã das Pescas - Madeira (DSIP), el Museu Municipal do Funchal (História Natural) (MMF) / Estação de Biologia Marinha do Funchal (EBMF), la Universidade dos Açores y el Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM).

El proyecto MARPROF tuvo como finalidad principal el establecimiento de bases científicas y tecnológicas para el aprovechamiento sostenible de nuevos recursos marisqueros y pesqueros de profundidad de la Macaronesia (Azores-Madeira-Canarias) y su valorización gastronómica. Las nuevas especies “estrella” fueron el camarón soldado *Plesionika edwardsii* (sobre todo en 200-350 m de profundidad) y el cangrejo rey *Chaceon affinis* (de 600 a 1000 m).

MARPROF exploró las grandes profundidades (hasta 3000 m) y catalogó la biodiversidad de peces y crustáceos. Generó la información necesaria para publicar parámetros biológicos y pesqueros de recursos seleccionados: pejesable negro (*Aphanopus carbo* y *Aphanopus intermedius*), cangrejo rey (*Chaceon affinis*) y camarón soldado (*Plesionika edwardsii*). Este proyecto culminó las investigaciones sobre oceanografía, biología, prospección y evaluación de estos nuevos recursos de aguas profundas. Valorizó una veintena de especies profundas, aportando datos biológicos, químico-nutricionales y gastronómicos de las mismas. Implementó diversas herramientas complementarias de promoción y divulgación.

Los objetivos y las actividades principales de MARPROF en Canarias fueron:

A. Prospección, evaluación y estudio biológico de crustáceos profundos.

- Completar la cuantificación del potencial pesquero y el estudio biológico del camarón soldado. Incluyó una campaña de mar en Fuerteventura, realizada en noviembre-diciembre de 2009, utilizando nasas camaroneras semi-flotantes.
- Realizar una prospección pesquera, seguida de una evaluación piloto y estudio biológico del cangrejo rey. Incluyó una campaña de mar en Gran

Canaria, efectuada en julio de 2010, utilizando nasas cangrejas y metodología geoestadística innovadora.

#### B. Caracterización nutricional y organoléptica de recursos de profundidad.

- Obtener muestras frescas de diferentes especies de peces y crustáceos de aguas profundas, sobre todo camarones y cangrejos. Incluyó cuatro campañas de mar en Gran Canaria para 2010-2011.
- Analizar y estudiar estas nuevas materias primas de las profundidades marinas, en términos de propiedades nutricionales y, en el caso de las especies “estrella”, atributos organolépticos.

#### C. Estudio culinario y promoción gastronómica de nuevos productos marisqueros y pesqueros.

- Desarrollar talleres-laboratorios con materias primas de aguas profundas para investigar sus características y potencialidades culinarias.
- Crear nuevas recetas para ampliar la oferta gastronómica canaria de calidad y, de este modo, contribuir al impulso de la economía local y del turismo.
- Realizar eventos gastronómicos para promocionar los nuevos productos.

#### D. Divulgación de resultados.

- Desarrollar un plan de comunicación: sitio web ([www.marprof.org](http://www.marprof.org)), folletos, carteles, presentaciones públicas y publicaciones. Incluyó una exposición itinerante (“Tesoros profundos del Atlántico”), de unos 80 m<sup>2</sup>, para información pública y sensibilización ciudadana.
- Realizar jornadas técnicas: transferencia de información y tecnologías al sector pesquero y eventos gastronómicos para sector de la restauración, medios de comunicación y gran público.
- Elaborar y difundir un Recetario técnico sobre pescados y mariscos de aguas profundas de la Macaronesia, con información biológica, pesquera, organoléptica, nutricional y culinaria.

## 2.- MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1.- Áreas de estudio en Canarias

El área de estudio de los proyectos del Programa Camarón Canarias abarcó las aguas semi-profundas (100-400 m) circundantes a las islas de Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro.

El marco de actuación de los proyectos PESCPROF y MARPROF en Canarias comprendió las aguas profundas (150-3000 m) de determinados sectores de Gran Canaria, Tenerife, La Palma y Lanzarote (Fig 1).

El área de estudio del proyecto REDECA se circunscribió a las aguas semi-profundas y profundas (200-900 m) de determinados sectores de Gran Canaria y Tenerife (Fig. 1).

Por último, El marco de actuación del proyecto MARPROF en Canarias aguas semi-profundas y profundas (200-1200 m) de El Hierro, Gran Canaria y Fuerteventura (Fig. 1).

A efectos del presente Informe, los resultados que se exponen, derivados de las acciones y trabajos del ICCM, sólo se refieren a los recursos camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) de aguas semi-profundas y cangrejo rey (*Chaceon affinis*) de aguas profundas circundantes al Archipiélago Canario.

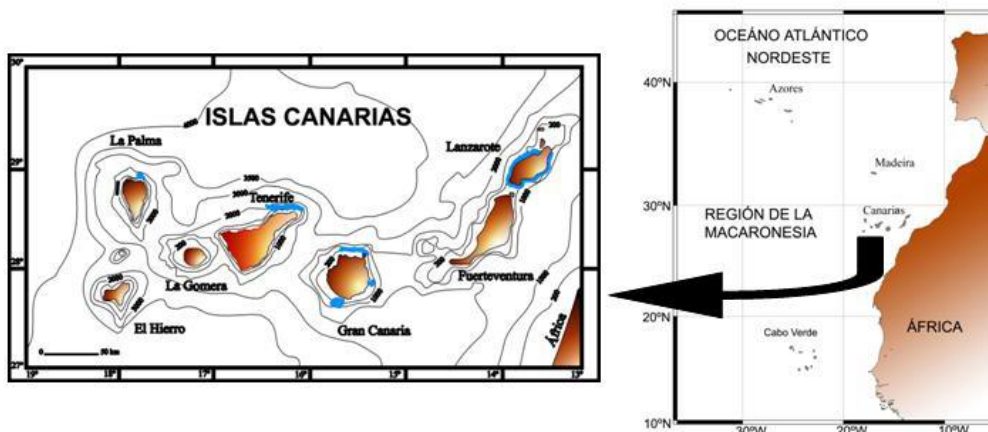


Figura 1.- Área de estudio de los proyectos PESCPROF, REDECA y MARPROF.

## 2.2.- Barcos utilizados en las campañas de investigación

Para realizar estas investigaciones, el ICCM usó preferentemente sus buques oceanográficos: B/O “Taliarte” (Fig. 3) (hasta 2003) y B/O “Pixape II” (desde 2005), rebautizado en 2009 como B/O “Profesor Ignacio Lozano” (Fig. 4).



Figura 3.- B/O “Taliarte” (39,60 m, 267 TRB).



**Figura 4.- B/O “Profesor Ignacio Lozano” (25 m, 95,63 TRB).**

Debido al hundimiento del B/O “Taliarte” en 2003, en los años 2004 y 2005 fue necesario que el ICCM alquilara los servicios de barcos pesqueros artesanales para la realización de las campañas programadas en los citados proyectos: M/P “Mary Nere” (Fig. 5) y M/P “Juan Carlos Primero” (Fig. 6).



**Figura 5.- M/P “Mary Nere” (15,47 m, 19,79 TRB).**



**Figura 6.- M/P “Juan Carlos Primero” (13,79 m, 15 TRB).**

Las campañas de prospección y evaluación del Programa CAMARÓN CANARIAS (1997-1999) se llevaron a cabo a bordo del buque camaronero congelador M/P “González López” (Fig. 7).



**Figura 7.- M/P “González López” (24,15 m, 78,82 TRB).**

Para ejecutar el plan de pesca experimental con nasas camaroneras semi-flotantes (2002-2003) se utilizaron, en mayor o menor medida, seis embarcaciones artesanales con base en Gran Canaria: M/P “Nuevo San Francisco Javier” (Fig. 8), M/P “Juan Ramón I”, M/P “Río Nilo”, M/P “Mary Nere”, M/P “Juan Carlos Primero” y M/P “Nuevo José Primero” (Fig. 9); las dos últimas siguen operativas en la actualidad y la última de ellas está operando con nasas camaroneras semi-flotantes.



**Figura 8.- M/P “Nuevo San Francisco Javier” (18,20 m).**



**Figura 9.- M/P “Nuevo José Primero” (10 m).**

### 2.3.- Sistemas de captura empleados en las investigaciones

Para el desarrollo de las investigaciones, el ICCM utilizó diversos artes de trampa (nasas) y aparejos de anzuelo (palangres). Estos sistemas de pesca, tomados de su correspondiente pesquería, fueron adaptados y perfeccionados mediante ensayos progresivos a partir de desarrollos experimentales. Siguen las fichas técnicas de los sistemas de pesca utilizados por el ICCM:

#### 1) Nasa cangrejera (MMF) (Fig. 10)

Trampa selectiva dirigida a grandes cangrejos de aguas profundas.

Dimensiones: 80 x 50 x 50 cm

Revestimiento: red plástica o metálica de malla cuadrada

Armazón: hierro (8 mm Ø)

Luz de malla: 3 cm

Entrada: una, superior, gola plástica tronco-cónica, de 23 cm de diámetro exterior y 19 cm interior

Carnada: caballa ligeramente salada

Modalidad: ristras de 13 a 20 nasas, separadas 50 m entre sí, caladas con dos cabeceras de flotación

Origen del desarrollo tecnológico: Madeira (MMF / EBMF)



Figura 10.- Nasa cangrejera (MMF).



## 2) Nasa de fondo o bentónica (NB ICCM) (Fig. 11)

Trampa no selectiva dirigida a megafauna vágil (peces y crustáceos) en cualquier profundidad.

Dimensiones: 100 x 100 x 50 cm

Revestimiento: malla metálica galvanizada

Armazón: hierro (8-10 mm Ø)

Luz de malla: 19 mm

Entrada: una, lateral, hacia abajo, 24 x 17 cm

Carnada: caballa ligeramente salada

Modalidad: ristras de 7 nasas, separadas 50 m, caladas con dos cabeceras de flotación

Origen del desarrollo tecnológico: Canarias (ICCM)



**Figura 11.- Nasa bentónica (NB ICCM).**

### 3) Nasa bentónica gigante (NBG ICCM) (Fig. 12)

Trampa no selectiva dirigida a megafauna vágil (peces y crustáceos) en grandes profundidades.

Dimensiones: 200 x 200 x 100 cm

Revestimiento: malla metálica galvanizada

Armazón: hierro, 10 mm (20 mm base)

Luz de malla: 19 mm

Entrada: una lateral, hacia abajo, 38 x 18 cm

Carnada: caballa ligeramente salada

Modalidad: ristras de 3-9 nasas, separadas 200 m, caladas con dos cabeceiras de flotación

Origen del desarrollo tecnológico: Canarias (ICCM)



**Figura 12.- Nasa bentónica gigante (NBG ICCM).**

#### 4) Nasa camaronera semi-flotante (NCSF) (Fig. 13)

Trampa selectiva (sobre todo en hábitats explotados) epibentónica (opera elevada unos 2,4 m sobre el fondo gracias a una boya rígida de flotación), dirigida a camarones pandálidos.

Dimensiones máximas: Ø 55-60 cm; altura 60 cm

Revestimiento: malla plástica rígida, rómbica

Armazón: hierro galvanizado (3,8 mm en aros y 3,0 mm en tirantes)

Luz de malla mínima: 15 x 20 mm

Entrada: una, lateral, recta, troncocónica, de 16 cm de diámetro mínimo

Carnada: muslos de pollo congelado

Modalidad: ristras de 60-70, separadas 15 m entre sí, caladas con dos cabecezas de flotación

Origen del desarrollo tecnológico: Flota camaronera con base en Alicante

Adaptación a condiciones artesanales en Canarias: ICCM



Figura 13.- Nasa camaronera semi-flotante (NCSF).

## 2.4.- Evaluación de stocks de crustáceos de aguas semi-profundas y profundas de Canarias

### 2.4.1.- Adopción práctica del concepto de stock

La finalidad básica de la evaluación de stocks es asesorar sobre la explotación óptima de recursos acuáticos vivos tales como peces, cefalópodos o crustáceos (camarones y cangrejos). Los recursos vivos son limitados aunque renovables. La evaluación de los stocks se puede definir como la búsqueda del nivel de explotación que permita obtener, a largo plazo, el rendimiento máximo en peso de una pesquería (Sparre & Venema, 1997).

Al describir la dinámica de un recurso acuático explotado, un concepto fundamental es el de stock. Un stock es un subconjunto de una “especie”. Por stock se entenderá a un subconjunto de una especie que posee los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad, que habita en un área geográfica particular. Los stocks son grupos de animales bien delimitados, que se mezclan poco con los grupos adyacentes. Un rasgo especial de un stock es que los parámetros poblacionales permanecen constantes en la zona de distribución del mismo, lo que permite trabajar con ellos. A efectos de evaluación, se puede considerar como stock un grupo de animales a los que se les puede establecer límites geográficos y, por tanto, también a la pesquería que constituye. Dentro de una especie, tal grupo de animales debe tener un acervo común de genes. Es más fácil identificar un stock en aquellas especies con escaso comportamiento migratorio (principalmente las de fondo o demersales), que en las especies altamente migratorias como los atunes (Sparre & Venema, 1997).

A efectos del presente Informe se entenderá como stock al conjunto de camarones soldado (*P. edwardsii*), o de cangrejos rey (*C. affinis*) u otras especies con potencial pesquero, que conviven en un mismo espacio y tiempo, mezclándose poco o escasamente con otras poblaciones insulares adyacentes, aparentemente con bajas tasas de migración, manteniendo parámetros

biológicos propios y característicos y con un acervo genético común. De acuerdo con estos principios y definiciones, sería preciso efectuar estudios sobre biología, deriva larvaria o genética de las poblaciones insulares de los recursos de aguas profundas, para definir la naturaleza de sus stocks y delimitar su distribución. Más evidente resulta el caso de las poblaciones de camarón soldado (con máxima abundancia entre 200 y 350 m de profundidad), o de cangrejo rey (más abundante entre 600 y 1000 m) que, por tanto, se distribuyen sin, a priori, ninguna barrera física de separación, sobre los taludes del edificio insular único formado por los islotes del Archipiélago Chinijo, Lanzarote, Fuerteventura, Lobos y los banquetes de Fuerteventura.

Sin embargo, a efectos prácticos en este Informe asumiremos el stock insular como unidad de explotación (marisqueo o pesca) y de gestión (regulación, seguimiento), es decir: una isla, un stock.

#### **2.4.2.- Sistemas de pesca y selectividad de las nasas para crustáceos**

Como se ha descrito, el aparejo de nasas camaroneras semi-flotantes (NCSF) consiste en una ristra (tren) de nasillas suspendidas mediante una pequeña boya y unidas a una línea madre calada sobre el fondo (Fig. 14). El aparejo de NCSF es un sistema de pesca altamente selectivo (al menos en ecosistemas explotados), innovador en los archipiélagos de Azores, Madeira y Canarias, muy utilizado en el Mediterráneo español, fundamentalmente por la flota camaronera con puertos base en la provincia de Alicante (González et al., 1992). En la Región Macaronésica, las primeras experiencias con NCSF fueron realizadas por el ICCM, tanto caladas individualmente (González & Santana, 1986; Santana et al., 1987; González, 1989) como en la modalidad mediterránea de ristra (González, 1997, 1998). En el marco del Programa de Iniciativa Comunitaria Interreg III B 2000-2006, el ICCM transfirió este sistema de pesca a Madeira y Azores (PESCPROF) y a Cabo Verde (HYDROCARPO).

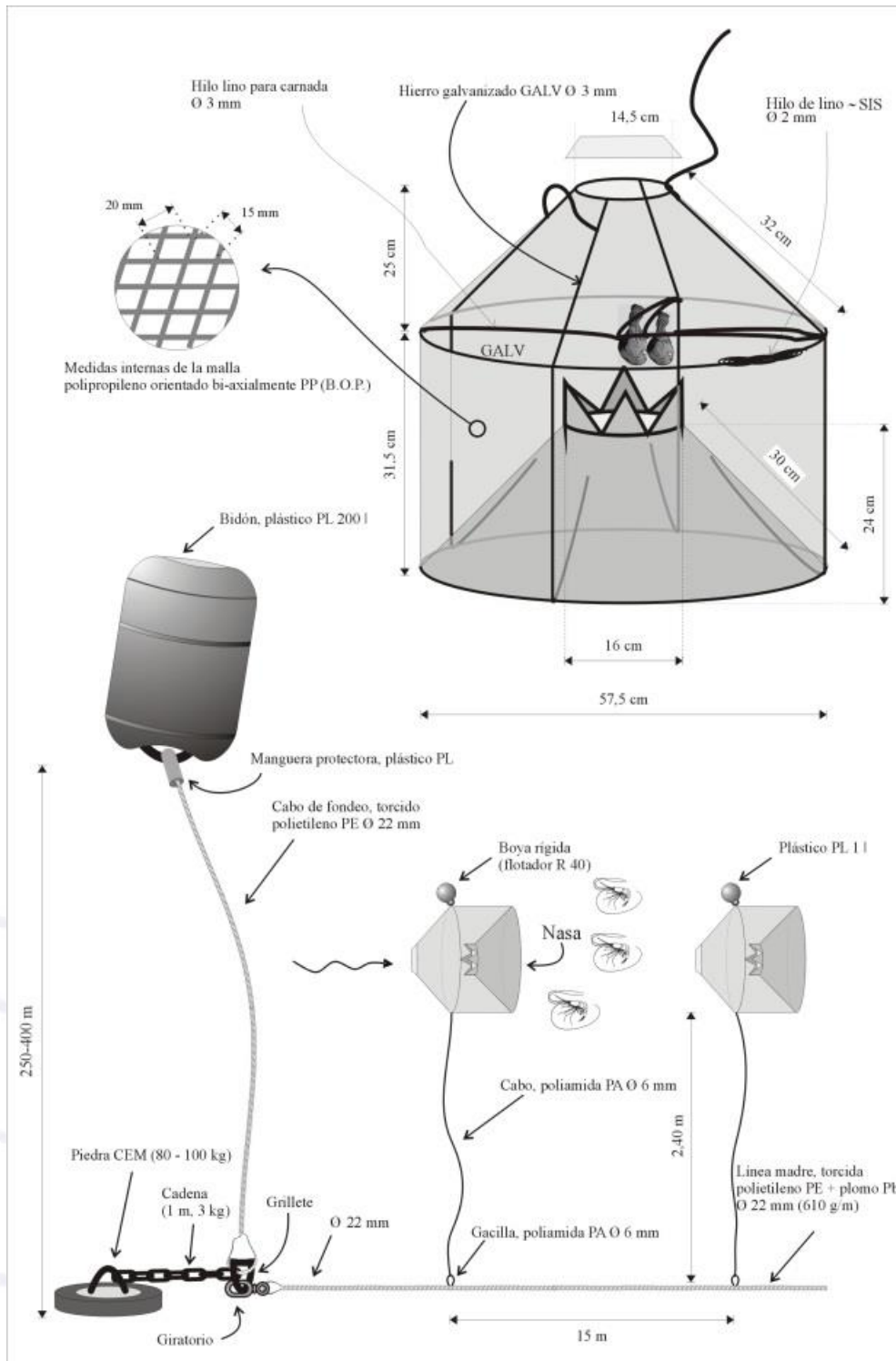


Figura 14.- Aparejo de nasas camaroneras semi-flotantes.

Como se ha descrito, aparejo de nasas cangrejas (MMF) consiste en una ristra (tren) de nasillas de fondo o bentónicas, unidas por una línea madre.

El aparejo de MMF es un sistema de pesca selectivo, igualmente innovador en Azores, Madeira y Canarias, comúnmente utilizado en Galicia. En Madeira, las primeras experiencias con MMF fueron realizadas por el Museo Municipal de Funchal (Biscoito et al., 1992; Biscoito, 1993). En el marco de los proyectos PESCPROF, este sistema de pesca experimental fue transferido a Azores y Canarias (Carvalho et al., 2006, 2007).

Dadas las características geomorfológicas de los fondos (generalmente abruptos e irregulares) de los archipiélagos macaronésicos, durante las pescas exploratorias (fase de prospección) dirigidas a camarón soldado faenamos con aparejos de NCSF formados por 75-100 nasas, lo que equivale a una línea madre con longitud máxima entre 1110 y 1480 m.

En cuanto a las pescas de prospección de cangrejo rey en Gran Canaria, empleamos aparejos de nasas cangrejas MMF armados con 5 nasas (Carvalho et al., 2006, PESCPROF) y con 13 nasas (Carvalho et al., 2007, PESCPROF-2), lo que equivale a una línea madre con longitud máxima entre 80 y 240 m respectivamente.

Un aspecto de gran importancia relacionado con el aparejo de pesca es su selectividad. La selectividad interespecífica, definida como la capacidad del arte para seleccionar unas especies frente a otras, depende de múltiples factores tales como el tipo de carnada, los fondos, etc., que están influenciados por las condiciones de uso del aparejo. Por otra parte, la selectividad intraespecífica, definida como la capacidad del arte para seleccionar unas tallas frente a otras de una misma especie, depende intrínsecamente de la nasa y, más concretamente, de la luz de malla empleada. Este último componente de la

selectividad, crucial para la adecuada explotación del recurso, determina la talla de entrada en captura y, en consecuencia, la talla de reclutamiento al arte y la fracción explotada del stock.

Por tanto, el estudio de la selectividad de la nasa camaronera semi-flotante fue resuelto con anterioridad o durante las experiencias de prospección y evaluación. El método aplicado a este propósito fue el de “lances alternados” (Pope et al., 1983). El conocimiento de la selectividad intraespecífica de la luz de malla (LM) proporcionó resultados relativos a la talla de retención media (TRM, con probabilidad de retención del 50%), al límite inferior del rango de selección (LIRS, probabilidad del 25%), al límite superior del rango de selección (LSRS, probabilidad del 75%), al rango de selección por tallas (RS, definido como LSRS - LIRS), al factor de selección (F) y a los parámetros a y b de la curva logística de selección.

#### **2.4.3.- Carnadas empleadas**

Con el fin de minimizar las capturas accesorias (“by-catch”) y mantener aproximadamente constante el coeficiente de capturabilidad de la especie objetivo, era (y es) recomendable emplear un mismo tipo de carnada durante todas las experiencias de prospección y evaluación. Esta situación ideal, no obstante, depende de varios factores, tales como naturaleza y procedencia del buque utilizado, disponibilidad temporal de la carnada e incluso de aspectos financieros. Como se comprobará a continuación, la homogeneidad de la carnada se mantuvo en la medida de lo posible y no se llevó a cabo, en ninguna circunstancia, mezclas de carnada en ninguna campaña.

En las campañas de prospección-evaluación de los stocks insulares de camarón soldado de Gran Canaria (1997), Tenerife (1998), La Gomera y La Palma (1999), efectuadas a bordo del buque congelador M/P “González



López”, alquilado como buque escuela, la carnada utilizada fue sable plateado (*Lepidopus caudatus*) troceado (González, 1997, 1998).

Durante la acción piloto de pesca experimental de camarón soldado en Gran Canaria (2002-2003), con participación de varios barcos grancanarios (Santana et al., 2003), así como en las campañas de prospección-evaluación de los stocks de Lanzarote (2007) (proyecto PESCPROF-3, B/O “Pixape II”), El Hierro (2009) (proyecto MARPROF, B/O “Pixape II”) y Fuerteventura (2009) (proyecto MARPROF, B/O “Profesor Ignacio Lozano”), la carnada usada consistió en muslos de pollo congelado.

En las pescas de exploratorias de cangrejo rey en Gran Canaria en 2003 (Carvalho et al., 2006, PESCPROF) y 2005 (Carvalho et al., 2007, PESCPROF-2), a bordo de los buques M/P “Mary Nere” y M/P “Juan Carlos Primero”, la carnada empleada fue caballa ligeramente salada. Idéntica carnada fue utilizada durante las campañas CHACE GC y CHACE GC2 en Gran Canaria en 2010 (proyecto MARPROF, B/O “Profesor Ignacio Lozano”).

#### **2.4.4.- Tiempo efectivo de pesca**

El tiempo efectivo de pesca (TEP) fue definido como el tiempo que el aparejo permanece estable en situación de pesca y pescando. El TEP comienza a contabilizarse cuando la boya de flotación de la cola del aparejo es largada por la borda hasta que la boya de cola es levada. El TEP óptimo para la pesca con aparejo de NCSF para camarón soldado osciló entre 18 y 24 horas. El TEP óptimo para la pesca con aparejo de NC MMF para cangrejo rey fue establecido en 36-38 horas para la primera levada de nasas y de unas 24 horas para las pescas sucesivas. No obstante, en las recientes pescas de prospección-evaluación de este recurso en Gran Canaria (campañas CHACE GC y CHACE GC2, proyecto MARPROF), el TEP fue estandarizado alrededor de 40 h.

#### **2.4.5.- Determinación del área de influencia del arte**

Cuando se trabaja con artes o aparejos de pesca cuya área de influencia no es medible por métodos objetivos, es necesario estimar dicha área de influencia (la distancia máxima que alcanza la capacidad de atracción del arte sobre la especie-objetivo) para obtener valores fiables de densidad. El área de influencia es muy variable y depende de multitud de factores, tales como el tipo de carnada empleado, la naturaleza y capacidad olfativa de la especie(s) objetivo y las condiciones ambientales reinantes en cada momento.

Para estimar el área de influencia del aparejo de NCSF se tomaron las siguientes consideraciones. La distancia entre dos nasas en la línea madre se fijó en 15 m. Esta distancia se multiplicó por el número medio de nasas empleado en cada experimento (descontado en una nasa, correspondiente a uno de los extremos). Se consideraron dos intervalos de influencia del arte: 50 m (influencia mínima) y 100 m (influencia máxima). Este último valor del área de influencia se obtuvo a partir de conocimientos empíricos de los pescadores mediterráneos. Con todos estos datos, se calculó el área de influencia mínima y máxima para el aparejo de NCSF.

No obstante, el empleo de muslos de pollo a bordo del B/O “Profesor Ignacio Lozano” (campañas de prospección-evaluación de los stocks de Lanzarote, El Hierro y Fuerteventura), aconsejó modificar el intervalo de influencia del arte: 100 m (influencia mínima) y 150 m (influencia máxima), a partir de nuestros propios conocimientos empíricos y al objeto de no sobrevalorar las estimaciones de biomasa del recurso camarón soldado.

Las estimaciones del área de influencia del aparejo de nasas cangrejeras MMF aún no han sido realizadas, puesto que aún no se han abordado experiencias de evaluación.

#### **2.4.6.- Sectorización de las áreas de prospección y evaluación**

La división de la isla (o región continental) a prospectar/evaluar en sectores es un aspecto de gran importancia en el proceso. Puesto que cada sector incluirá un conjunto de operaciones de pesca donde se supone una densidad constante del stock, un aumento del número de sectores llevará aparejado una mayor precisión en la evaluación del recurso.

Sin embargo, los criterios de sectorización dependen fundamentalmente de la duración de las campañas. En términos prácticos, una misma isla puede ser sectorizada de manera diferente en función de la disponibilidad de días de mar. En cualquier caso, una mayor extensión del perímetro de las islas aconsejó la definición de un mayor número de sectores de experimentación.

A modo de ejemplo, se muestra la sectorización previamente establecida para la prospección-evaluación de camarón soldado en Gran Canaria durante la campaña Camarón-9701 (ocho sectores perimetrales) (Fig. 15) y en La Gomera (tres sectores), La Palma (cuatro sectores) y El Hierro (sector único) durante la campaña Camarón 9911 (Fig. 16).

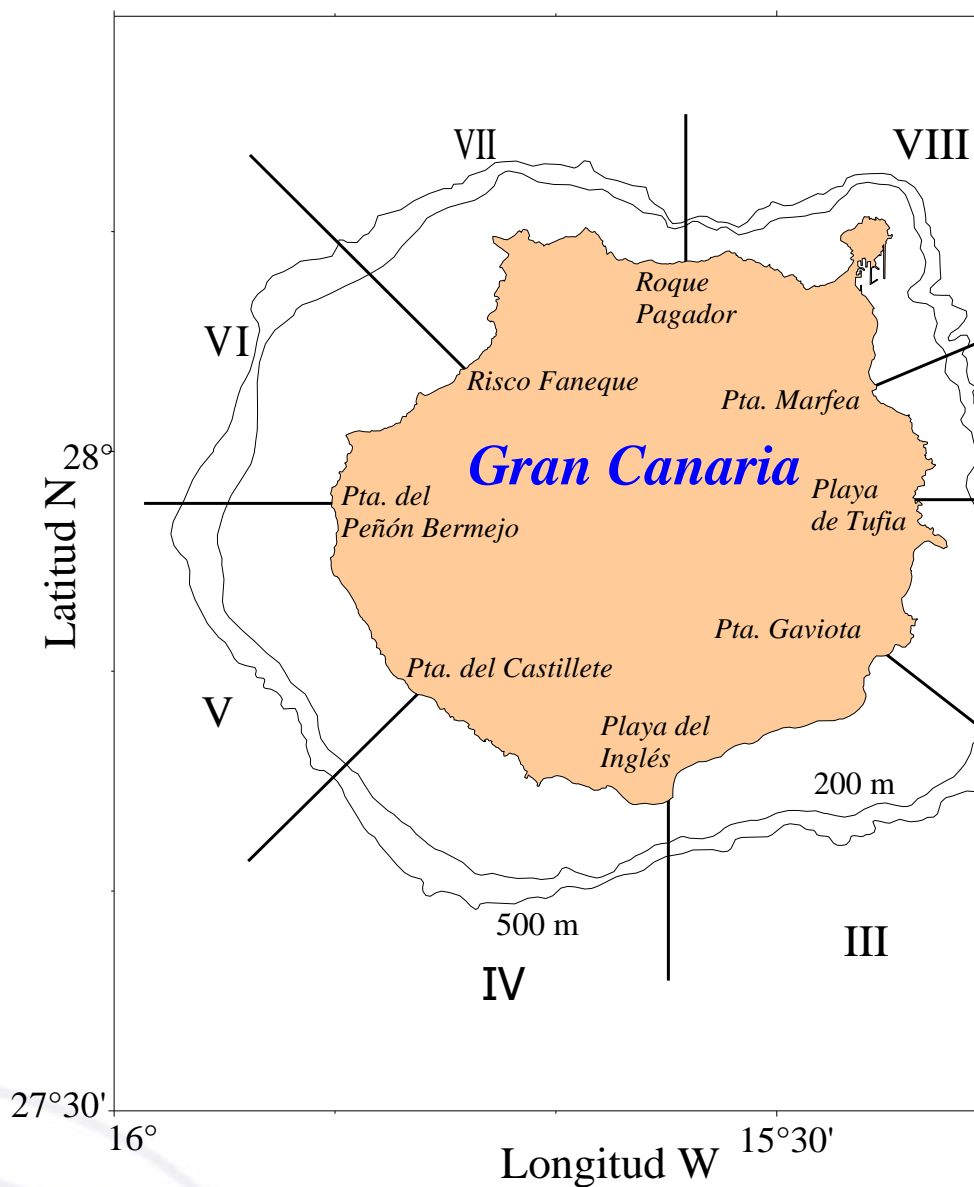
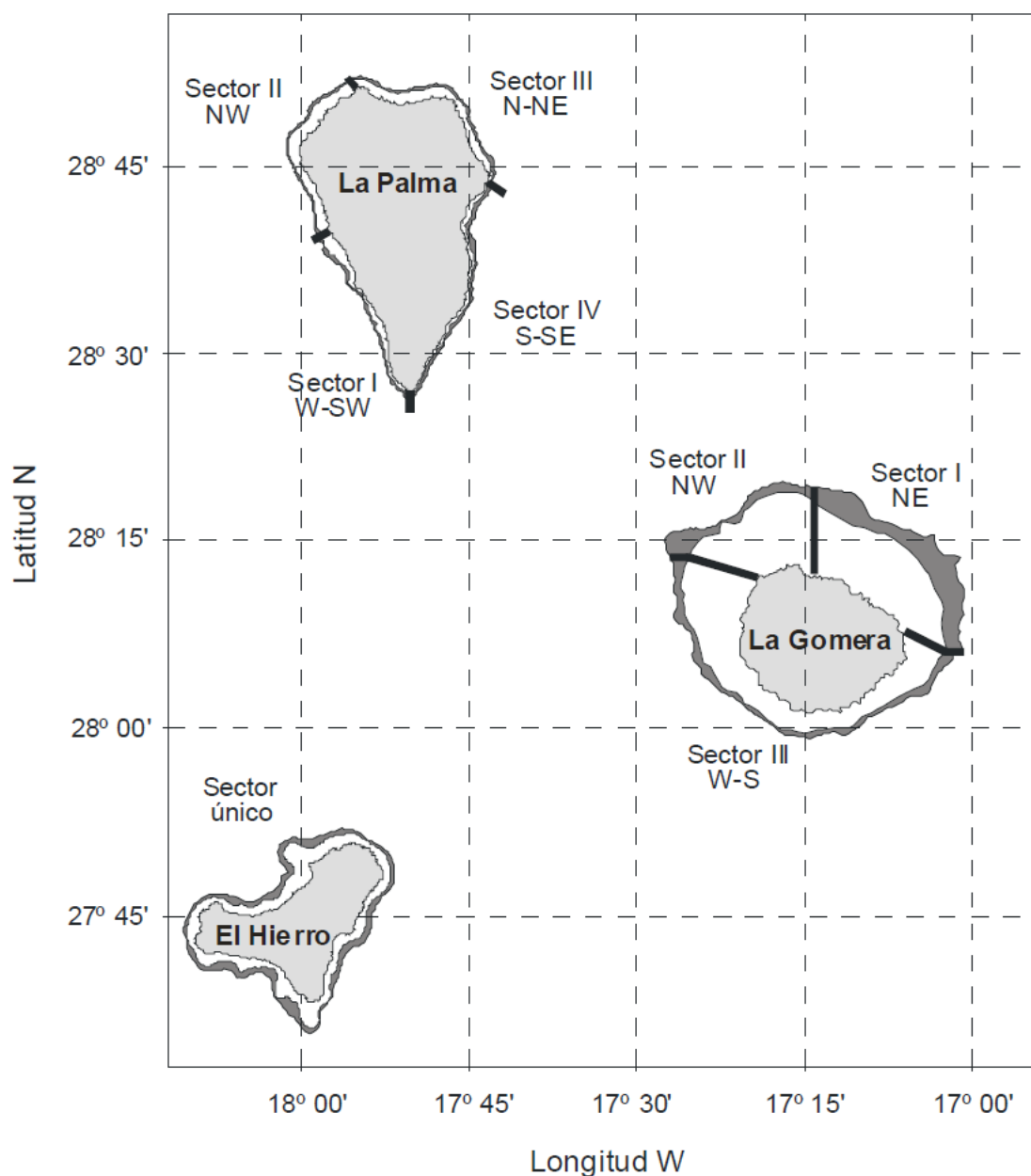


Figura 15.- Sectorización marítima de Gran Canaria durante la campaña Camarón-9701.



**Figura 16.- Sectorización marítima de La Gomera, La Palma y El Hierro durante la campaña Camarón 9911.**

#### **2.4.7.- Estimación del área de distribución de un stock**

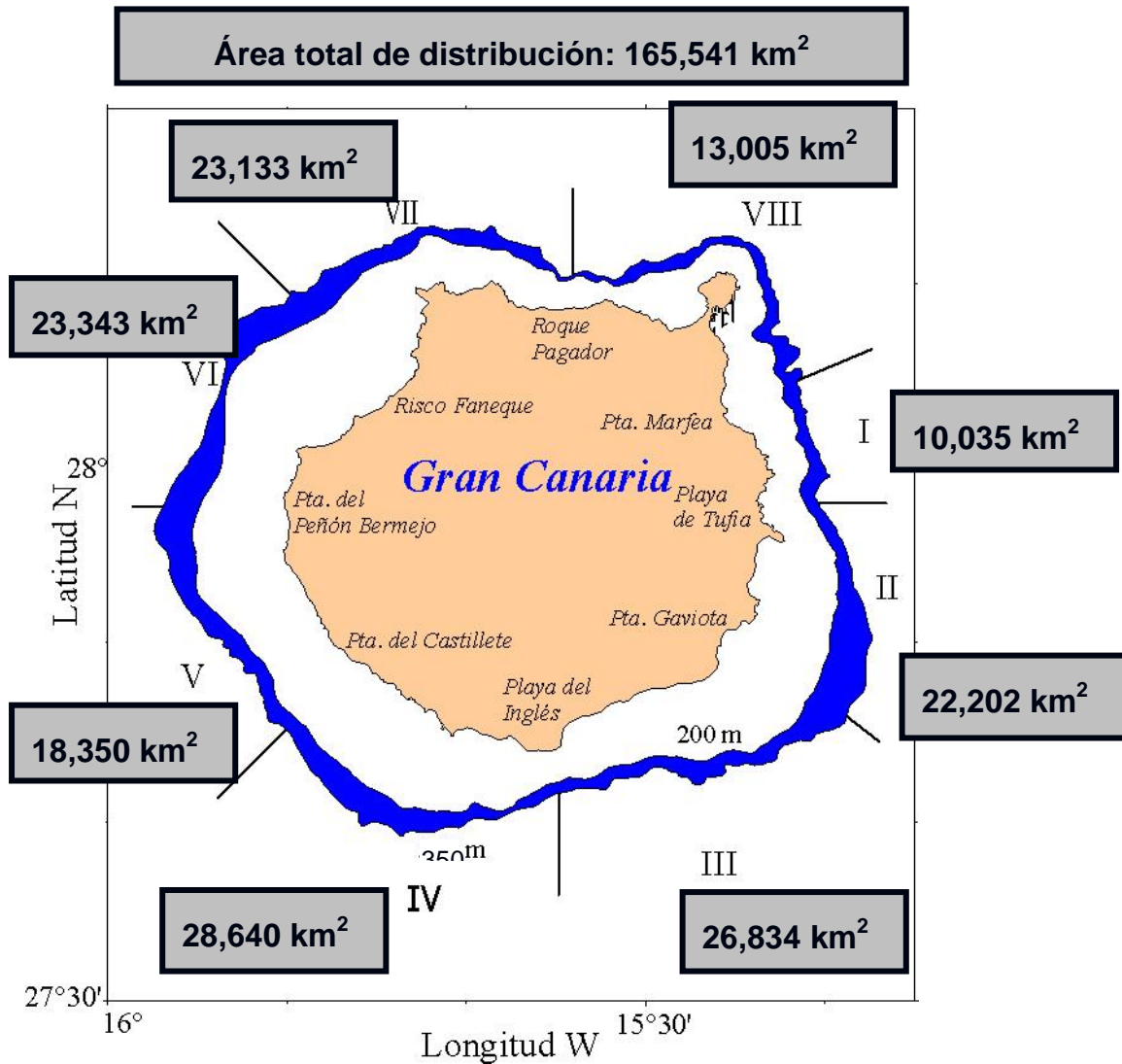
La estimación del área de distribución del stock requiere de información previa a las experiencias de evaluación de biomasa.

En primer lugar, una vez conocida la distribución espacial del stock, fue identificado el intervalo batimétrico de mayor abundancia en donde posteriormente se realizaron las experiencias de prospección y evaluación. Puesto que puede existir variabilidad en los estratos de máxima abundancia en función del espacio (islas) y, por supuesto, de la especie objetivo, la elección de estos rangos dependió de cada situación particular.

En las experiencias realizadas en Canarias, el estrato de máxima abundancia de camarón soldado fue establecido entre las isobatas de 200 y 350 m en base a información proveniente de campañas desarrolladas durante 20 años. En las pescas experimentales efectuadas en Gran Canaria entre 2003 y 2005, el intervalo de máxima abundancia de cangrejo rey fue fijado entre las cotas de 600 y 1000 m de profundidad.

El segundo aspecto considerado fue la estimación del área útil de distribución de la especie objetivo, es decir, el área (superficie proyectada) de evaluación del recurso. Para ello, una vez establecido el estrato de máxima abundancia, se procedió a calcular el área entre las dos isobatas limitantes, lo que fue realizado por métodos gradualmente más precisos: estimación indirecta mediante el uso de planímetro en cartas náuticas de navegación (Instituto Hidrográfico Nacional) (1997), sondeo acústico a partir de ecosondas y plotter a bordo (1998 y 1999), y por interpolación entre isobatas aplicando un software específico (Surfer, ArcInfo, Arcview, etc.) a partir de cartas náuticas (Instituto Hidrográfico Nacional e Instituto Español de Oceanografía) convenientemente digitalizadas (2008 y 2009).

A modo de ejemplo, se presenta la primera estimación de área útil (por sectores y total) para camarón soldado, que fue realizada en Gran Canaria en la campaña Camarón-9701 mediante planímetro sobre carta náutica (Fig. 17).



**Figura 17.- Áreas útiles por sectores en Gran Canaria. Campaña Camarón-9701. Estimación indirecta mediante planímetro.**

La implementación de sistemas de información geográfica (SIG) desarrollados con posterioridad a las campañas iniciales, junto a la disponibilidad de cartas náuticas batimétricas, permitieron estimar con precisión las áreas requeridas para cuantificar los recursos marinos una vez conocidas sus densidades.

En este contexto, en el marco del proyecto PESCPROF-3 (2008) se utilizaron dichas herramientas metodológicas (SIG, cartas náuticas batimétricas geo-

referenciadas y software específico Arcview). Este abordaje metodológico proporcionó cálculos, altamente fiables, sobre la superficie del hábitat del camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) entre 200 y 350 m de profundidad alrededor de cada una de las islas Canarias, y del cangrejo rey (*Chaceon affinis*) entre 600 y 1000 m en Gran Canaria.

Es importante resaltar que, dado que la evaluación se realizó exclusivamente en el estrato batimétrico de máxima abundancia, los resultados de biomasa total disponible y biomasa total explotable representan valores inferiores a los reales, es decir, las biomásas son subestimadas. Puesto que los principios de precaución son aconsejables en este tipo de estudios, la subestimación de la biomasa del recurso no genera ningún perjuicio a los planes posteriores de explotación.

#### **2.4.8.- Estimación de parámetros biológicos y poblacionales básicos de las especies objetivo**

Generalmente, uno de los objetivos de la evaluación de los stocks es la estimación de la biomasa total explotable o rendimiento máximo sostenible (RMS). En el caso de stocks vírgenes o moderadamente explotados, la estimación del RMS puede obtenerse a partir de la biomasa total disponible (BT) aplicando fórmulas empíricas. Estas fórmulas requieren de la introducción de determinados parámetros biológicos y poblacionales de la especie objetivo, relativos a aspectos tales como crecimiento, reproducción, mortalidad y reclutamiento. Por otra parte, el conocimiento de la biología es un aspecto básico para la adecuada explotación del recurso.

Existen diversas metodologías para afrontar el estudio de la biología de las especies, tanto más variadas según los diferentes grupos zoológicos (crustáceos, cefalópodos y peces, principalmente). A continuación, se refieren



algunas metodologías de estudio de parámetros biológicos de aplicación a crustáceos.

### Estimación de parámetros de crecimiento en crustáceos

Puesto que los crustáceos carecen de estructuras duras permanentes donde se reflejen los ritmos y pautas de crecimiento, al contrario que en cefalópodos (estatolitos) y peces (otolitos, escamas, espinas, vértebras, etc.), la metodología más adecuada para afrontar el estudio del crecimiento en longitud en crustáceos es el análisis de progresión modal (APM). El APM se basa en el estudio de series temporales de la evolución de la talla (Pauly, 1983) y cuyo objetivo final es la estimación de los parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy (VBGF). La obtención de esta curva de crecimiento de la especie, basada en el APM, puede ser resuelta mediante programas de software específicos, entre los que destaca FISAT (Gayanilo & Pauly, 1997; Gayanilo et al., 2002).

En Canarias, estas metodologías fueron aplicadas con éxito en camarón soldado (Santana et al., 1997; Quiles, 2005; Arrasate-López et al., 2008) y cangrejo rey (Carvalho et al., 2007; Ayza et al., 2008).

De los resultados y bases de datos generados por los proyectos CAMARÓN CANARIAS, PESCPROF y REDECA, fue posible determinar una serie de parámetros de crecimiento de utilidad para la evaluación de los stocks de camarón soldado y cangrejo rey (Tabla 1).

Los parámetros de crecimiento resultantes  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ , han permitido, en conjunción con otros parámetros biológicos, calcular los coeficientes de proporcionalidad (Beddington & Cooke, 1983) necesarios para la estimación de la biomasa total (BT) de camarón soldado.

**Tabla 1.- Parámetros de crecimiento de las especies objetivo.**

Parámetro	Camarón soldado		Cangrejo rey	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Rango de profundidad de captura (m)	100-400		410-1280	
Intervalo de máx. concentración (m)	200-350		600-1000	
Número de ejemplares estudiados	22377	25307	1043	729
Talla máxima observada (mm)	29,5 LC	29,6 LC	186 AC	165 AC
Peso máximo observado (g)	14,0	18,4	2150	1162
Relación talla-peso	alométrica negativa		Positiva	negativa
Talla máxima teórica $L_{\infty}$ (mm)	25,33 LC	27,91 LC	180,74 AC	161,01 AC
Velocidad de crecimiento $k$ (años <sup>-1</sup> )	0,82	0,77	0,26	0,49
Edad a la talla 0 $t_0$ (años)	-0,03	-0,03	-	-
Talla media por sexos	mayores		mayores	
Talla media vs. profundidad	aumenta		-	
Edad de reclutamiento (meses)	15	15	-	-
Edad límite de vida (años)	5,62	5,62	-	-

Fuente: proyectos CAMARÓN, PESCPROF y REDECA.

Leyenda: LC, longitud de caparazón; AC, anchura de caparazón.

### Estimación de tallas de madurez sexual en crustáceos

El impacto del arte, en términos de selectividad intraespecífica, debe ser evaluado en relación con la talla madurez de individuos pertenecientes a la población explotada. Un arte que capture porcentajes importantes de juveniles es perjudicial para la sostenibilidad de la población, ya que limitará, a veces de manera crítica, el potencial de reclutamiento futuro. Contrariamente, si las tallas capturadas son superiores a las tallas de madurez, el arte no perjudicará a

dicha sostenibilidad. Por estas razones, el estudio de la madurez sexual de las especies objetivo, en términos de crecimiento, es primordial.

En este apartado se requiere del cálculo de la curva de madurez sexual que permita estimar la talla de primera madurez ( $LC_{5\%}$ , con probabilidad de madurez del 5%) y la talla de maduración masiva ( $LC_{50\%}$ , con probabilidad de madurez del 50%) (Henderson & Holmes, 1987). Dadas las peculiares características morfológicas de la especie camarón soldado, que solo permitían (hace diez años) la identificación macroscópica de la madurez en función de la condición ovígera de las hembras, la curva de madurez calculada se refirió a hembras exclusivamente (Caldentey et al., 1990).

Por tanto, los porcentajes de madurez por tallas se calcularon entre las hembras ovígeras y el total de hembras (ovígeras o no ovígeras) camarón soldado (Santana et al., 1997; Quiles, 2005; Arrasate-López et al., 2008).

En el caso de cangrejo rey, la talla de primera madurez se estimó a partir de un método morfométrico (relación anchura de caparazón-anchura de la quela derecha) en machos y en hembras, y a partir del método del estado de la vulva en hembras (Carvalho et al., 2007; Ayza et al., 2008).

Las edades de primera madurez  $E_{TPM}$  y de maduración masiva  $E_{TMM}$  de camarón soldado, correspondientes a  $LC_{5\%}$  y  $LC_{50\%}$ , se calcularon introduciendo los valores de las tallas en la curva de crecimiento de la especie para hembras.

De los resultados y bases de datos generados por los proyectos CAMARÓN CANARIAS, PESCPROF y REDECA, fue posible determinar una serie de

parámetros de sexualidad y reproducción de utilidad para la evaluación de los stocks de camarón soldado y cangrejo rey (Tabla 2).

**Tabla 2.- Parámetros de sexualidad y reproducción de las especies objetivo.**

Parámetro	Camarón soldado		Cangrejo rey	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Rango de profundidad de captura (m)	100-400		410-1280	
Intervalo máxima concentración (m)	200-350		600-1000	
Tipo sexual	sexos separados		sexos separados	
Reproducción				
Número de ejemplares estudiados	22377	25307	1043	729
Rango de tallas (mm)	12,1-28,3 LC	10,8-29,4 LC	42-186 AC	44-165 AC
Actividad reproductora	todo el año		todo el año	
Máxima actividad reproductora	-	abril-junio	-	diciembre-mayo
Talla 1ª madurez TPM (LC <sub>50%</sub> , mm)	-	18,6	-	-
Edad primera madurez (E <sub>TPM</sub> , años)	-	1,39	-	-
TPM (relación talla-quela) (AC, mm)	-	-	119,4	111,3
TPM (desarrollo ovárico) (AC, mm)	-	-	-	107,5
Sex-ratio				
Total	1:1,13		1:0,70	
Por clases de talla (mm) (dominancia)	14-22 LC	<14, >22 LC	>130 AC	-
Fecundidad				
Número de ejemplares estudiados	-	375	-	30
Rango de tallas (mm)	15,8-29,1		-	105-160 AC
Nº medio huevos por hembra madura	-	6000	-	300000

Fuente: proyectos CAMARÓN CANARIAS, PESCPROF y REDECA.

Leyenda: LC, longitud de caparazón; AC, anchura de caparazón.

## Estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural en crustáceos

La tasa instantánea de mortalidad natural ( $M$ ) es uno de los parámetros de entrada para el cálculo de los coeficientes de proporcionalidad (Beddington & Cooke, 1983) necesarios para la estimación del RMS.

$M$  puede ser estimada mediante fórmulas empíricas basadas en la introducción de diferentes parámetros biológicos de la especie, tales como el crecimiento y la madurez sexual, entre otros. Entre todas ellas, para crustáceos del tipo camarón soldado, la formulación propuesta por Rikhter & Efanov (1976) parece ser la más apropiada, ya que tiene en consideración la edad de maduración masiva ETMM, combinando aspectos de crecimiento y madurez sexual.

## Estimación de la edad de reclutamiento en crustáceos

La edad de reclutamiento  $E_r$  es el último parámetro requerido para el cálculo de los coeficientes de proporcionalidad (Beddington & Cooke, 1983) necesarios para la estimación del RMS. Para la estimación de dicha  $E_r$  es preciso conocer la talla de entrada en captura (TEC) o de reclutamiento al arte. La TEC es la talla modal más pequeña de las cohortes totalmente reclutadas. Esta talla puede ser identificada por medio del APM citado en el apartado de crecimiento. La  $E_r$  se obtiene como resultado de introducir la TEC en la fórmula de la curva de crecimiento.

### **2.4.9.- Metodología de prospección y evaluación de camarón soldado**

#### **2.4.9.1.- Metodología de la fase de prospección**

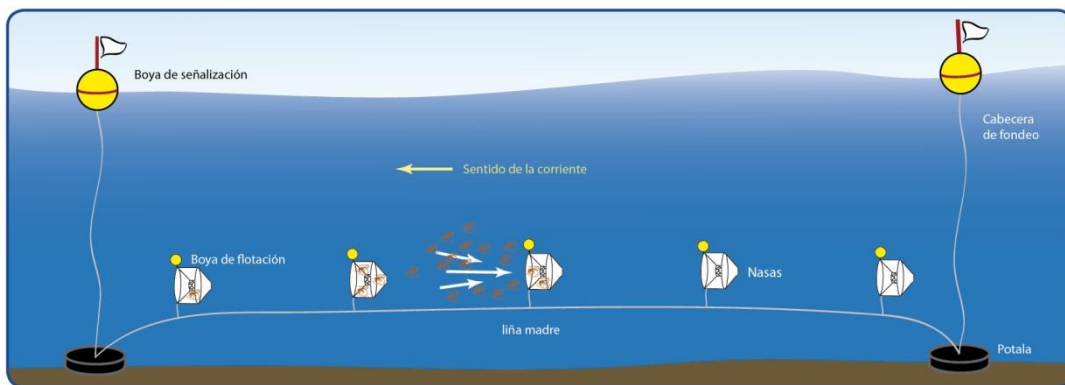
##### Pescas exploratorias

En cada campaña alrededor de las diferentes Islas, la fase de prospección se desarrolló mediante un plan sistemático y exhaustivo de pescas exploratorias

en fondos situados en el intervalo batimétrico de máxima abundancia de la especie objetivo (Caldentey et al., 1992), de acuerdo con los sectores de trabajo previamente establecidos. Fue conveniente seleccionar dos o tres localidades por sector, en cada una de las cuales se realizaron no menos de dos-tres operaciones de pesca, que cubrieron todo el rango batimétrico seleccionado. A modo de ejemplo, si el intervalo de prospección se situó entre 200 y 350 m de profundidad, las tres pescas por localidad fueron efectuadas en los siguientes estratos: 200-250, 250-300 y 300-350 m.

Antes de iniciar las operaciones de pesca, se realizaron operaciones exhaustivas de sondeo acústico. Este sondeo es imprescindible para conocer la naturaleza del fondo y su extensión, ya que este dato se revela como determinante/condicionante de la longitud del aparejo de nasas a calar y, por tanto, del número de nasas armadas en el mismo (Fig. 18).

### ***Nasa Camaronera Semi-flotante***



Ristra de 50 a 75 nasas camaroneras semi-flotantes, separadas 15 m entre sí, caladas con dos cabezales de fondeo y boyas individuales de flotación

**Figura 18.- Aparejo de nasas camaroneras semi-flotantes calado. Considérese que la liña madre queda completamente en contacto con el fondo.**

#### Selección de muestras a bordo

Al finalizar las maniobras de virado, la captura obtenida en cada operación de pesca fue separada por especies. Seguidamente, la captura de camarón

soldado fue pesada y anotada en un estadillo de a bordo diseñado ad hoc. A continuación, se llevó a cabo un “muestreo proporcional” de la captura (Sparre & Venema, 1997), al objeto de obtener la información necesaria para el estudio y análisis de la composición de la captura. De cada ejemplar se tomaron, como mínimo, los siguientes datos: longitud de caparazón (LC, mm), peso fresco (P, g), sexo y condición ovígera.

### Análisis de rendimientos (CPUE) de las pescas de prospección

Los cálculos y análisis de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se realizaron exclusivamente con las pescas válidas, excluyéndose, por tanto, todas aquellas operaciones que, por cualquier motivo, no pescaron de modo correcto (enrocada, pérdida parcial del arte, etc.).

El cálculo de la CPUE por pesca fue efectuado como el cociente de dividir el peso de camarón soldado capturado entre el número de nasas válidas en dicha pesca, expresado en gramos por nasa (g/nasa). Igualmente podría haber sido expresado en g/nasa/noche. Las CPUE por localidad y por sector fueron calculadas, de forma similar, considerando la suma total de las capturas y de las nasas válidas en todas las estaciones implicadas en cada caso.

Analizado el rango de valores que la CPUEp (fase de prospección) toma en el conjunto de las estaciones de prospección y atendiendo a la abundancia relativa de la especie, se estableció un criterio subjetivo de clasificación, aplicable a estaciones, localidades y sectores. Se aconseja que, en la medida de lo posible, la clasificación conste de tres intervalos de rendimiento, dado que ello simplifica y facilita los trabajos posteriores de evaluación, ya que esta fase se realizará con una selección de estaciones, localidades y/o sectores que representen los diferentes intervalos de rendimiento. Las clases de abundancia relativa o rendimiento consideradas pueden ser, a modo de ejemplo:

rendimiento bajo: p.e., CPUEp < 200 g/nasa

rendimiento medio: p.e., CPUEp 200-500 g/nasa

rendimiento alto: p.e., CPUEp > 500 g/nasa (Fig. 19)



**Figura 19.- Nasa camaronera semi-flotante con una captura superior a 500 g de camarón soldado.**

En cuanto al análisis de la variabilidad espacial de los rendimientos de prospección, la asignación de cada sector de trabajo a un intervalo de rendimiento determinado puede realizarse directamente según el valor de las CPUEp correspondientes. Sin embargo, es aconsejable aplicar métodos estadísticos de comparación de medias y/o varianzas para la identificación de grupos homogéneos de CPUEp, facilitando, además, la elección del número de intervalos de rendimiento y sus valores de acotamiento. Cuando el número de sectores es superior a tres, puede aplicarse un test ANOVA de un factor, el cual identificará la existencia o no de diferencias entre las medias de CPUEp.



Cuando las diferencias son significativas, la asignación de los sectores a los diferentes intervalos de rendimiento puede facilitarse aplicando el test post-hoc de Tukey. Los resultados de esta prueba pueden establecer, de manera categórica, el número de intervalos de rendimiento a considerar.

Una vez realizados los análisis anteriores, cada sector de la isla prospectada fue asignado al intervalo de rendimiento correspondiente, lo cual se tendrá en cuenta a la hora de programar la fase de evaluación.

#### **2.4.9.2.- Metodología de la fase de evaluación**

##### Experiencias de evaluación

Conocidos los rendimientos obtenidos en la fase previa de prospección (CPUE<sub>p</sub>), fueron seleccionadas una serie de estaciones para llevar a cabo las experiencias de evaluación que se describen a continuación. Los condicionantes de disponibilidad de barco y estado de la mar afectan de manera directa en la elección y número de estaciones para este propósito. En cualquier caso deben elegirse estaciones que representen a todas las categorías de intervalo de densidad resultantes de la fase de prospección. Igualmente, la realización de al menos dos-tres réplicas por cada categoría es aconsejable.

En cada estación seleccionada para realizar la fase de evaluación se deben efectuar pescas reiterativas en días sucesivos con aparejos de nasas de longitud variable (aunque con valores de esfuerzo preferiblemente elevados), hasta conseguir reducir la CPUE<sub>e</sub> (fase de evaluación) a niveles suficientemente bajos tendentes a la extinción local de la biomasa.

##### Estimación de biomazas locales por el método de depleción controlada

La fase de evaluación de un stock insular fue planificada para aplicar la metodología desarrollada por Leslie & Davis (1939), modificada y adaptada por

Ricker (1975), denominada “método de depleción controlada” considerando el caso de sistemas cerrados. Esta metodología, aplicada a cada estación seleccionada para la fase de evaluación, consistió en la estimación de abundancias locales basada en la evolución de la CPUE frente a la captura acumulada en intervalos de tiempo sucesivos y responde a un modelo lineal que relaciona ambas variables (Fig. 20):

$$CPUE_t = q * N_0 - q * D_t$$

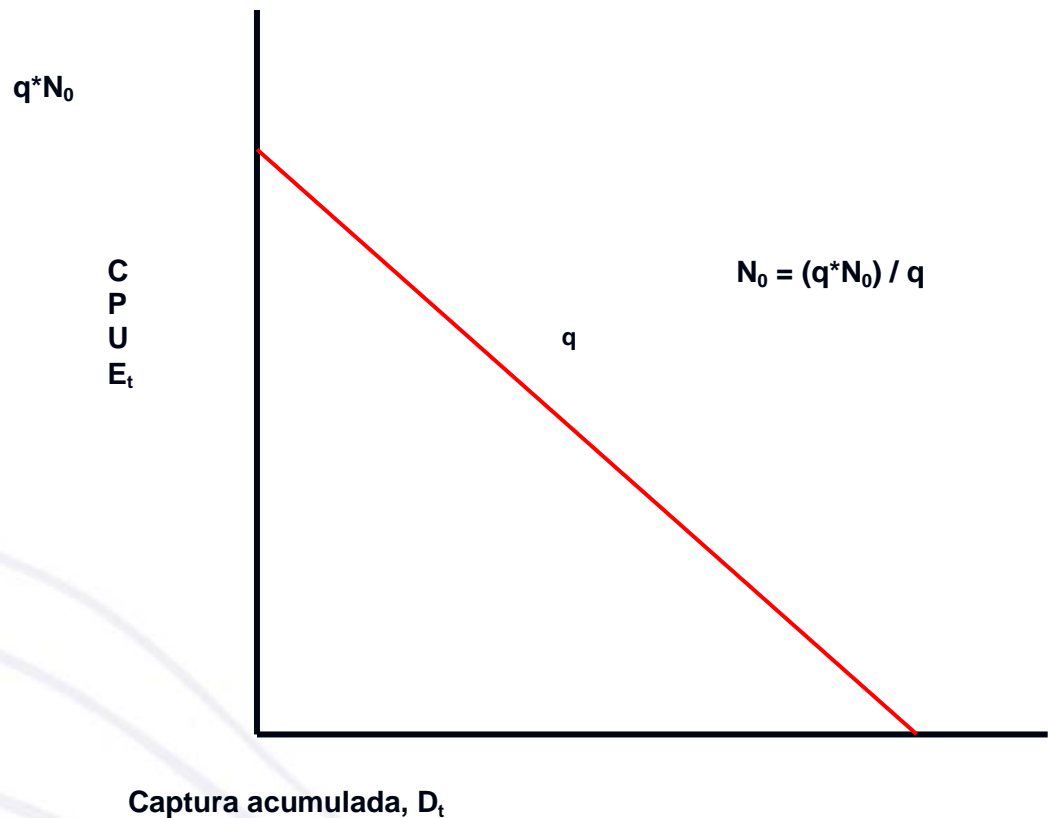


Figura 20.- Gráfico de depleción de Leslie y Davis.

siendo: CPUE<sub>t</sub>, la captura por unidad de esfuerzo en el tiempo t; q, la constante de capturabilidad; N<sub>0</sub>, la abundancia al inicio del período de pesca (abundancia máxima o densidad virgen); y D<sub>t</sub>, la captura acumulada en el tiempo t.

Una asunción básica del modelo consiste en que las tasas de emigración e inmigración de ejemplares entre zonas adyacentes sean nulas o despreciables durante el tiempo que dura el experimento, lo que se traduce en una disminución progresiva de la CPUE a medida que se pesca intensamente en una de ellas. Así, una regresión simple entre los valores de CPUE y captura acumulada permite calcular la pendiente de la recta (coincidente con la capturabilidad  $q$ ) y su punto de intersección con el eje de ordenadas (equivalente al producto de la capturabilidad por la abundancia al inicio del período de pesca,  $q * N_0$ ). A partir de estas igualdades puede obtenerse fácilmente el valor de  $N_0$ , dividiendo la intersección con el eje de ordenadas por la pendiente de la recta.

Es importante resaltar que, cuando se inicia un experimento de depleción controlada en una estación determinada, los valores de CPUE<sub>p</sub> y de captura correspondientes a esa estación en la fase de prospección deben incluirse en el análisis de regresión, siempre y cuando no haya transcurrido un tiempo considerable entre la prospección y la evaluación. Puesto que el modelo asume la inexistencia de emigraciones e inmigraciones a corto espacio de tiempo, los resultados obtenidos durante el primer día de evaluación se ven afectados por la extracción de la parte proporcional de biomasa en la prospección. La no inclusión de estos valores afecta, a veces de manera determinante, en la estimación del coeficiente de capturabilidad  $q$  y, por tanto, en la estimación de la biomasa inicial (virgen) en esa estación. Así, sólo en el caso de que las estimaciones de captura y esfuerzo no contengan errores, este modelo proporciona valores sin sesgos de la capturabilidad y de la abundancia al inicio del período de pesca.

Puesto que el modelo relaciona la CPUE<sub>e</sub> con la captura acumulada, es imprescindible normalizar el esfuerzo de pesca, de tal manera que éste sea constante a lo largo de todo el experimento de depleción controlada. En el caso

de que, por diferentes causas, una operación de pesca se realice con un esfuerzo pesquero (en este caso, número de nasas) diferente al resto, ese esfuerzo debe ser normalizado e igualado con el resto de operaciones mediante cálculos de proporcionalidad. La duración de los experimentos de depleción controlada depende de la abundancia inicial del recurso y, especialmente, de la capturabilidad del mismo.

Un aspecto a analizar durante los experimentos de evaluación es la evolución diaria de la talla media en la captura, la cual disminuye progresivamente durante la experimentación, existiendo una relación inversamente proporcional entre talla media y tiempo acumulado de pesca (días).

La estimación del área de influencia del arte es fundamental para la aplicación de este método y la posterior estimación de densidades vírgenes. Como se ha dicho, fueron contemplados dos valores de área de influencia: uno mínimo (50 m alrededor de cada nasa) y otro máximo (100 m) (100 y 150 m como se explicó en el caso de las islas de El Hierro, Lanzarote y Fuerteventura), por lo que las estimaciones de densidad virgen corresponderán inversamente a un valor de densidad máxima y otro de densidad mínima.

Refiriendo los valores de abundancia de cada estación a sus correspondientes áreas de influencia máxima y mínima, se estimaron los valores de densidad mínima y máxima, que son expresados en  $\text{kg}/\text{km}^2$ . Posteriormente se calcularon los valores mínimo y máximo de densidad media por grupo de estaciones, según intervalos de abundancia baja, media y alta.

### Estimación de biomásas totales

Una vez estimadas las abundancias correspondientes a estaciones con intervalos de abundancia baja, media y alta, se procedió a la estimación de la abundancia del stock insular, por sectores y total.

Los valores mínimo y máximo de biomasa total por sector (BSi) se obtuvieron multiplicando la superficie de la zona de distribución calculada en el sector ( $A_i$ ,  $\text{km}^2$ ) por las densidades medias (CPUE $_{ei}$ ,  $\text{kg}/\text{km}^2$ ) del grupo de pertenencia (de rendimiento bajo, medio o alto), resultantes del método de depleción controlada. BSi debe ser calculada considerando las áreas de influencia máxima y mínima del aparejo de nasas (NCSF), con el objeto de estimar las biomazas mínima y máxima por sector. La biomasa total disponible (BT) resulta de sumar las biomazas calculadas por sector, igualmente considerando mínima y máxima.

#### 2.4.9.3.- Estimación del rendimiento máximo sostenible (RMS)

El potencial pesquero de un stock, comúnmente denominado biomasa total explotable o rendimiento máximo sostenible (RMS), puede definirse como la producción máxima que puede ser extraída del mismo de manera sostenida en el tiempo, permitiendo reclutamientos sucesivos y manteniendo biomazas de reproductores suficientes.

La estimación de este valor puede hacerse de muy distintas maneras en función de la información disponible y del método de evaluación utilizado. En el caso de stocks insulares de camarón soldado (*Plesionika edwardsii*), el RMS puede estimarse empleando básicamente dos métodos. El primero de ellos se basa en la aplicación de la expresión simple de Gulland (1971), en la cual el RMS es la mitad del resultado de multiplicar la biomasa total inicial (BT) y la tasa instantánea de mortalidad natural (M) del stock.

$$RMS = 0,5 * M * BT$$

El segundo método, más realista y conservacionista, consiste en la aplicación de la ecuación de Beddington & Cooke (1983), derivada de la propuesta por Gulland (1971). La expresión de Beddington & Cooke tiene en cuenta, además

de  $M$ , otros parámetros biológicos y poblacionales de la especie, como son la constante de crecimiento  $k$  y la edad de reclutamiento a la pesquería  $E_r$ , como variables fundamentales en la definición de proporcionalidad entre RMS y BT.

$$RMS = \beta_{(M,k,E_r)} * BT$$

El valor de la constante  $\beta_{(M,k,E_r)}$  se obtiene de introducir los parámetros  $M$ ,  $k$  y  $E_r$  en las tablas de proporcionalidad de Beddington & Cooke (1983). De esta forma dos stocks diferentes con una misma BT y  $M$  pueden presentar diferentes valores de RMS en función de su velocidad de crecimiento y de la selectividad del arte.

En la Tabla 3 se presentan los parámetros biológicos de *Plesionika edwardsii* obtenidos en Canarias a partir de diferentes estudios biológicos desarrollados durante los últimos diez años. Asimismo, a modo de ejemplo, se indican los parámetros biológicos empleados para la estimación del coeficiente de proporcionalidad  $\beta_{(M,k,E_r)}$ , la biomasa total mínima y el RMS de los stocks insulares de Tenerife y Gran Canaria, evaluados por PESCPROF y MARPROF.

<b>Tabla 3.- Fracción explotable del stock (rendimiento máximo sostenible, RMS).</b>		
	TENERIFE	GRAN CANARIA
Edad de reclutamiento $E_r$ (años)	1,32	1,32
Mortalidad $M$	0,6	0,6
Velocidad de crecimiento $k$ (años <sup>-1</sup> )	0,53	0,53
Tasa de explotación $\beta_{(M,k,E_r)}$	0,262	0,262
Biomasa total mínima BTM (toneladas)	37,7	52,8
Rendimiento máximo sostenible RMS (toneladas)	9,9	13,8

El cálculo del RMS se efectuó a partir de la biomasa total mínima estimada (no de la máxima) por adopción de un enfoque precautorio para la previsión de explotación pesquera, según recomendación de la FAO y de la UE sobre los conceptos de pesca responsable y sostenibilidad de los recursos pesqueros.

#### **2.4.10.- Metodología de prospección y evaluación de cangrejo rey**

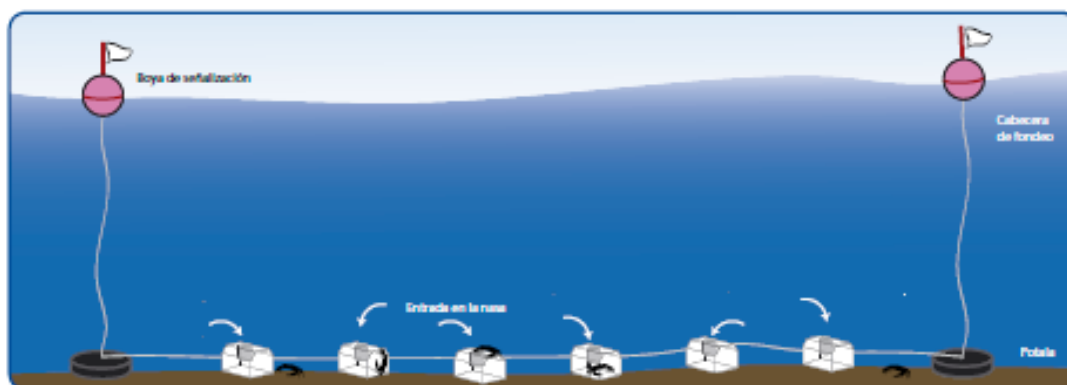
Hasta la fecha, el cangrejo rey (*Chaceon affinis*) ha sido objeto de estudio en siete proyectos dirigidos, tanto de carácter biológico-pesquero como tecnológico. Los stocks de Tenerife y Gran Canaria han sido objeto de pescas experimentales fundamentalmente dirigidas a estudiar aspectos biológicos. No obstante, los stocks insulares de cangrejo rey de Canarias no han sido del todo prospectados ni, mucho menos, evaluados.

En cuanto a la metodología de prospección de este cangrejo, el área de máxima abundancia a explorar se situaría entre las isobatas de 600 y 1000 m. Por otro lado, la adaptación en el marco de los proyectos PESCPROF de un sistema de pesca altamente selectivo (aparejo de nasas cangrejeras MMF) (Figs. 21 y 22), de carácter innovador en Canarias, a las condiciones particulares de los fondos canarios, embarcaciones, tripulaciones y demás condiciones técnicas puede considerarse satisfactorio.



**Figura 21.- Extrayendo los cangrejos rey capturados en nasa cangrejera MMF.**

### Nasas Cangrejas



**Ristra de nasas cangrejas, separadas 50 m entre sí, caladas con dos cabezales de fondeo y boyas de señalización**

**Figura 22.- Representación esquemática de un aparejo de nasas cangrejas MMF calado sobre el fondo marino.**

En relación con la metodología de evaluación, las experiencias de depleción intentadas recientemente en Canarias y Madeira no han tenido éxito. Recuérdese que el modelo de depleción controlada, aplicado con éxito en



camarón soldado, asume la inexistencia de emigraciones e inmigraciones a corto espacio de tiempo (baja movilidad) y una distribución espacial más o menos continua del recurso. Todo indica que no ocurre así en el caso del cangrejo rey, especie que presenta una distribución espacial discontinua, en manchas o colonias (“patches”), con un grado de movilidad de los cangrejos superior a la que se suponía. Del mismo modo, se desconoce el área de influencia del arte en función de la capacidad de atracción de la carnada.

Las conclusiones generales del proyecto PESCPROF-2 indican que la biología de esta especie objetivo es muy compleja, en concreto los aspectos de la distribución espacial, temporal y batimétrica. Los cangrejos se distribuyen principalmente entre 600 y 1000 m de profundidad, con importantes desplazamientos (migraciones) batimétricos estacionales e incluso con segregación de machos y hembras. También constituye una característica específica de este recurso su distribución discontinua sobre el fondo y una capacidad de desplazamiento aparentemente grande. Este conjunto de factores adversos han dificultado, hasta el presente, la realización de diseños experimentales para la evaluación del recurso.

Por estas razones, en el marco del reciente proyecto MARPROF se inició la puesta a punto de un nuevo abordaje metodológico para estudiar la abundancia y su variación en la distribución espacial del recurso cangrejo rey, es decir, la ecología espacial pesquera de esta especie (Ciannelli et al., 2008). Ello se conseguirá ensayando dos técnicas estadísticas apropiadas para el análisis de datos espaciales de carácter pesquero: a) Análisis geoestadístico dirigido a estimar la abundancia de los stocks en función de los datos pesqueros obtenidos no sólo en un punto de muestreo sino en todos los de su entorno (Connan, 1985, 1987; Connan & Wade, 1989; González-Gurriarán et al., 1993; Rivoirard et al., 2000; Petitgas, 2001; Bez, 2002); y b) análisis de regresión no-lineales, en particular el Modelo Aditivo Generalizado GAM (Hastie & Tibshirani,

1990; Wood, 2004, 2006) dirigido a estimar abundancias del recurso y su variabilidad en relación entre los datos pesqueros y ambientales registrados.

Con estos argumentos biológicos y metodológicos, junto con los datos pesqueros espaciales derivados de los proyectos PESCPROF (Carvalho et al., 2006, 2007) y REDECA (Ayza et al., 2008), el ICCM ejecutó varias campañas que, en el marco del proyecto MARPROF (2009-2012), abordaron el estudio de la ecología espacial pesquera del recurso cangrejo rey en los sectores sur y noreste de Gran Canaria, a modo de acción piloto extrapolable al resto de la Isla y de Canarias. En resumen, una actualización de los parámetros biológicos y ecológicos de la especie cangrejo rey en Gran Canaria fue recientemente abordada por el grupo de investigación en Ecología Marina Aplicada y Pesquerías, integrado por miembros de la ULPGC y el extinto ICCM. Los resultados de ambos estudios se presentan más adelante.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1.- Evaluación de los stocks insulares de camarón soldado de Canarias

La población de camarón soldado de Gran Canaria fue prospectada y evaluada en 1997, merced a un proyecto liderado por el ICCM y financiado por la Consejería de Economía y Hacienda del Gobierno de Canarias (González, 1997, programa CAMARÓN). El stock de Tenerife fue prospectado y evaluado en 1998, en el marco de un proyecto liderado por el ICCM y financiado por la Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias (González, 1998, programa CAMARÓN).

Las pescas experimentales de prospección y depleción controlada de los stocks de camarón soldado de La Gomera, La Palma y El Hierro (solo prospección) fueron llevadas a cabo en 1999, merced a un proyecto liderado por el ICCM y el IEO y financiado por la Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias (programa CAMARÓN), aunque los cálculos de evaluación no llegaron a ser efectuados.

Entre 2005 y 2008 se produjo una mejora significativa en la estimación de los parámetros pesqueros y biológicos básicos de la especie objetivo (ver Quiles, 2005; Carvalho et al., 2006, 2007; Arrasate-López et al., 2008). Por otro lado, también tuvo lugar un avance metodológico en la estimación de la superficie de hábitat útil gracias a la disponibilidad de cartas náuticas batimétricas georeferenciadas y software específicos, así como de las estimaciones de las densidades del recurso y por tanto de las biomásas locales iniciales.

Teniendo en cuenta estos avances en las metodologías y en las estimaciones de buena parte de los parámetros pesqueros y biológicos necesarios, así como un incremento en la calidad de los datos, durante el desarrollo del proyecto

PESCPROF-3 el ICCM pudo recalcular, con mayor certidumbre y precisión, los parámetros básicos de entrada (superficie útil, densidad, capturabilidad, reclutamiento, mortalidad, crecimiento, biomasa, tasa de explotación y, finalmente, rendimiento máximo sostenible) en los modelos matemáticos para evaluar los stocks de Gran Canaria, Tenerife, La Gomera y La Palma.

En el marco del proyecto PESCPROF-3 (2006-2008) del ICCM, cofinanciado con fondos del ICCM del Gobierno de Canarias y FEDER (Programa de Iniciativa Comunitaria Interreg III B), la población de camarón soldado de Lanzarote fue prospectada y evaluada por primera vez en 2007-2008.

El ICCM llevó a cabo la campaña CRU-HIERRO de prospección y depleción controlada del stock de El Hierro en marzo de 2009 (15 días de duración) y, tras el tratamiento estadístico de los datos, esta población insular fue evaluada en el marco del proyecto MARPROF (2009-2012).

Por último, el ICCM desarrolló (noviembre-diciembre de 2009) la campaña de prospección y depleción controlada del stock de Fuerteventura, al objeto de evaluar la correspondiente población insular y, de esta forma, completó el mapa de la evaluación del recurso camarón soldado en Canarias.

Ya comentamos que Lanzarote (incluidos los islotes del Norte y La Graciosa) y Fuerteventura (incluidos Lobos y los banquetes de Amanay y del Sur) en realidad, al menos *a priori*, comparten un stock único de camarón soldado, dado que no existe profundidad suficiente entre ambas islas que suponga una posible barrera física para su separación. No obstante, como se ha establecido en este Informe, cada stock insular se considerará como una unidad de explotación y gestión, con independencia de que futuros estudios complementarios (sobre biología, deriva larvaria y genética de poblaciones) introduzcan modificaciones.

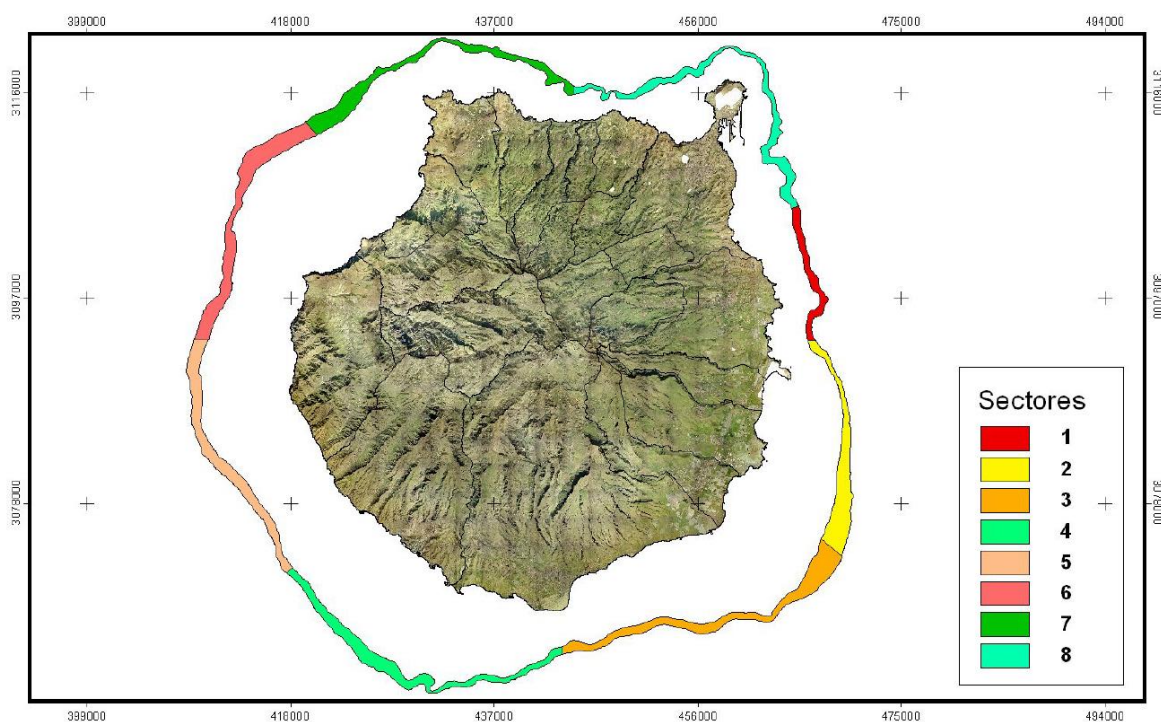
### 3.1.1.- El stock de camarón soldado de Gran Canaria

La Tabla 4 recoge los valores estimados de área de hábitat pesquero útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de Gran Canaria. El RMS obtenido (13,8 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 4.- Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado en Gran Canaria.**

Gran Canaria: 200 - 350 m de profundidad						
Sector	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 (NE)	8,640	473,75	867,51	4093,2	7495,3	-
2 (E)	21,394	473,75	867,51	10135,4	18559,5	-
3 (SE)	27,875	126,40	252,79	3523,4	7046,5	-
4 (SW)	24,320	126,40	252,79	3074,0	6147,9	-
5 (W)	22,710	663,24	1326,48	15062,2	30124,4	-
6 (W-NW)	27,990	126,40	252,79	3537,9	7075,6	-
7 (NW-N)	22,397	473,75	867,51	10610,6	19429,6	-
8 (N-NE)	21,601	126,40	252,79	2730,4	5460,5	-
<b>TOTAL</b>	<b>176,924</b>	-	-	<b>52767,1</b>	101339,3	<b>13,8</b>

La Figura 23 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de Gran Canaria.



**Figura 23.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de Gran Canaria. Escala numérica 1:490000.**

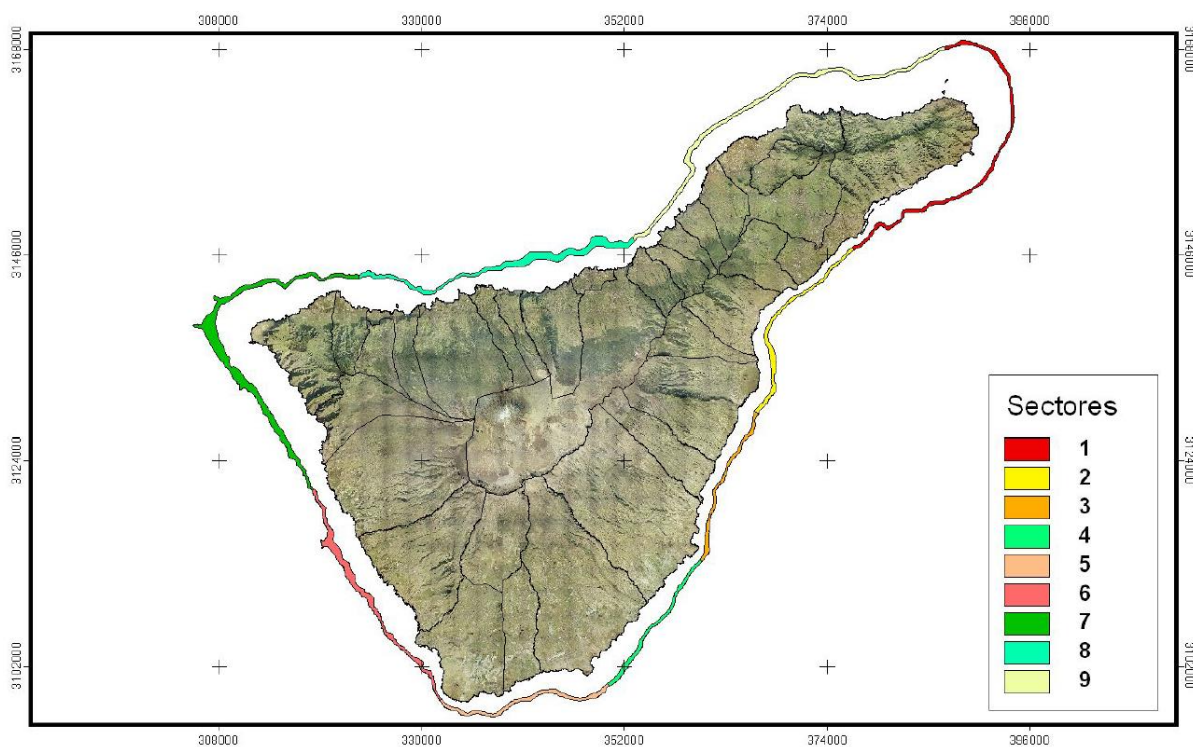
### 3.1.2.- El stock de camarón soldado de Tenerife

La Tabla 5 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de Tenerife. El RMS obtenido (9,9 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 5.- Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado en Tenerife.**

Tenerife: 200 - 350 m de profundidad						
Sector	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 (N-NE)	12,010	364,44	728,88	4376,9	8753,9	-
2 (NE)	8,410	364,44	728,88	3064,9	6129,9	-
3 (E)	6,039	364,44	728,88	2200,9	4401,7	-
4 (SE)	6,075	548,39	1096,78	3331,5	6662,9	-
5 (S)	7,643	364,44	728,88	2785,4	5570,8	-
6 (SW)	13,276	95,66	191,33	1270,0	2540,1	-
7 (W-NW)	24,699	364,44	728,88	9001,3	18002,6	-
8 (NW-N)	18,105	548,39	1096,78	9928,6	19857,2	-
9 (N)	17,667	95,66	191,33	1690,0	3380,2	-
<b>TOTAL</b>	<b>113,925</b>	-	-	<b>37649,5</b>	<b>75299,3</b>	<b>9,9</b>

La Figura 24 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de Tenerife.



**Figura 24.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de Tenerife. Escala numérica 1:490000.**

### 3.1.3.- El stock de camarón soldado de La Gomera

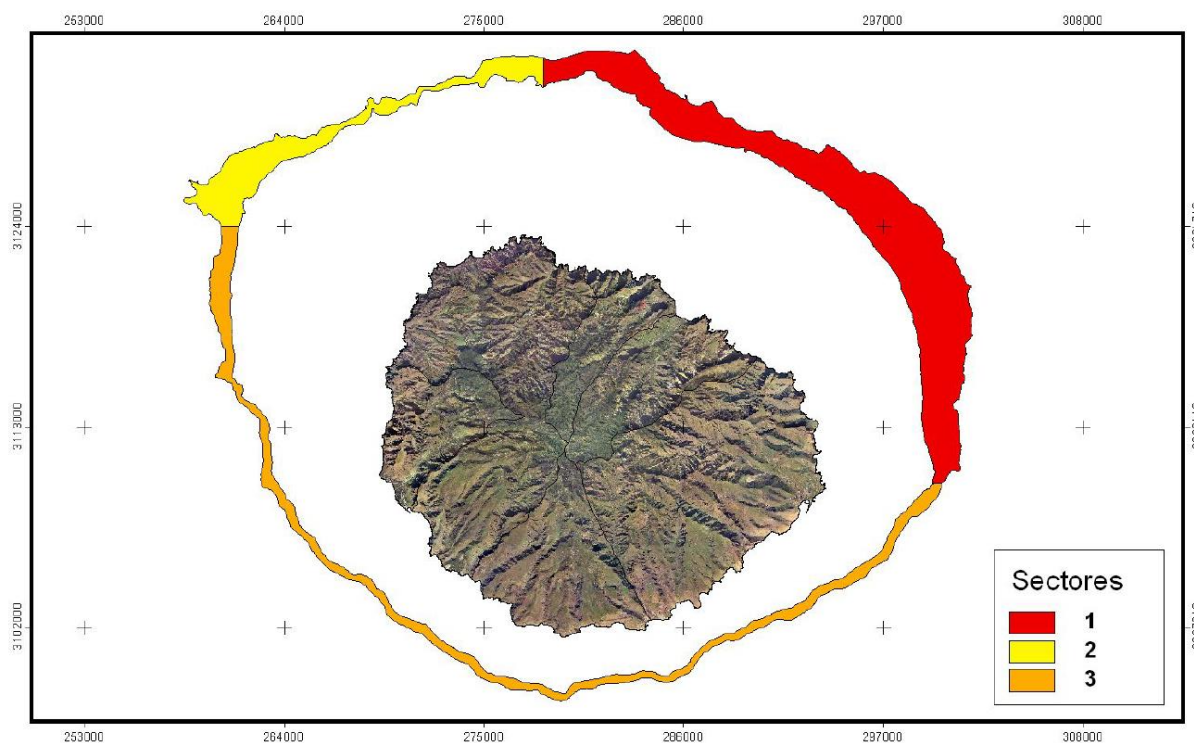
La Tabla 6 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de La Gomera. El RMS obtenido (23,9 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.



**Tabla 6.- Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado en La Gomera.**

La Gomera: 200 - 350 m de profundidad						
Sector	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 (N-NE)	79,234	676,43	1352,87	53596,3	107193,3	-
2 (N-MW)	23,725	676,43	1352,87	16048,3	32096,8	-
3 (SW-SE)	31,816	676,43	1352,87	21521,3	43042,9	-
<b>TOTAL</b>	<b>134,775</b>	-	-	<b>91165,9</b>	<b>182333,1</b>	<b>23,9</b>

La Figura 25 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de La Gomera.



**Figura 25.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de La Gomera. Escala numérica 1:490000.**

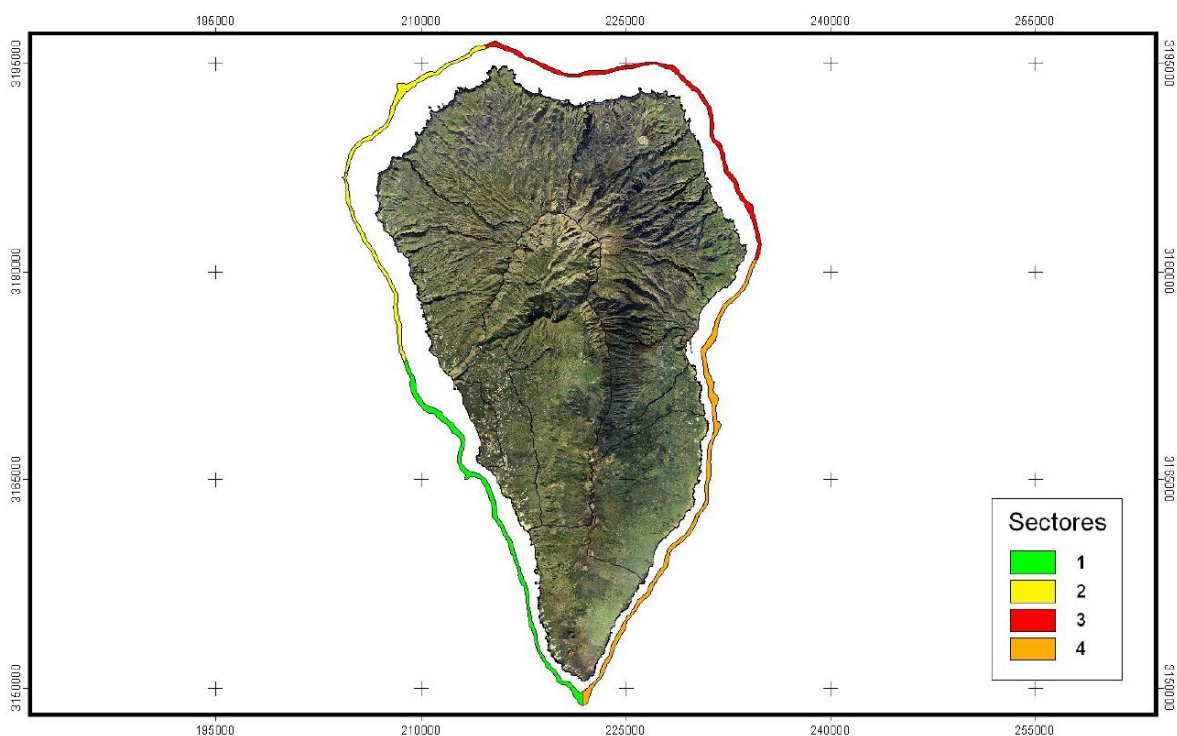
### 3.1.4.- El stock de camarón soldado de La Palma

La Tabla 7 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de La Palma. El RMS obtenido (5,8 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 7.- Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado de La Palma.**

La Palma: 200 - 350 m de profundidad						
Sector	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 (SW)	9,477	593,65	1187,30	5626,0	11252,0	-
2 (NW)	8,387	593,65	1187,30	4978,9	9957,9	-
3 (N-NE)	8,433	593,65	1187,30	5006,3	10012,5	-
4 (E-SE)	11,153	593,65	1187,30	6621,0	13242,0	-
<b>TOTAL</b>	<b>37,450</b>	-	-	<b>22232,2</b>	44464,4	<b>5,8</b>

La Figura 26 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de La Palma.



**Figura 26.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de La Palma. Escala numérica 1:490000.**

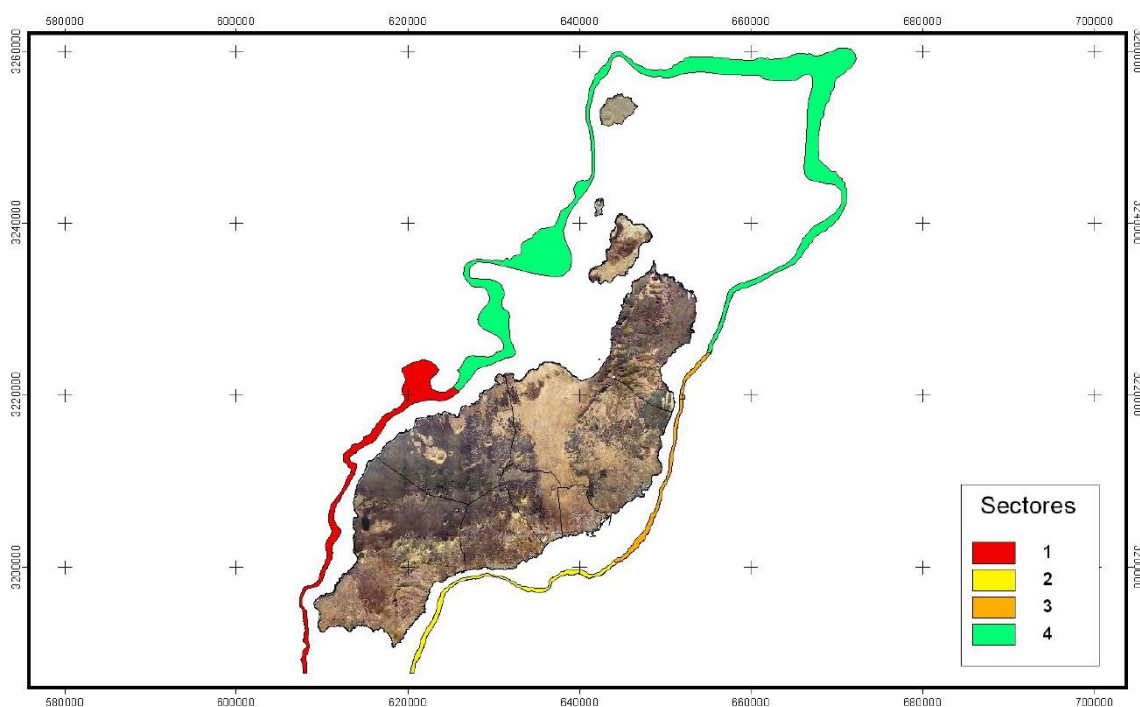
### 3.1.5. El stock de camarón soldado de Lanzarote

La Tabla 8 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de Lanzarote. El RMS obtenido (14,4 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta= 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 8.- Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado de Lanzarote.**

Lanzarote (incluidos los islotes): 200 - 350 m de profundidad						
Sector	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 (W)	41,295	394,37	591,56	16285,5	24428,3	-
2 (SE)	13,325	195,85	293,78	2609,7	3914,6	-
3 (E)	11,409	195,85	293,78	2234,5	3351,8	-
4 (N)	172,413	195,85	293,78	33767,1	50651,8	-
<b>TOTAL</b>	<b>238,442</b>	-	-	<b>54896,7</b>	<b>82346,5</b>	<b>14,4</b>

La Figura 27 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de Lanzarote.



**Figura 27.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de Lanzarote. Escala numérica 1:490000.**

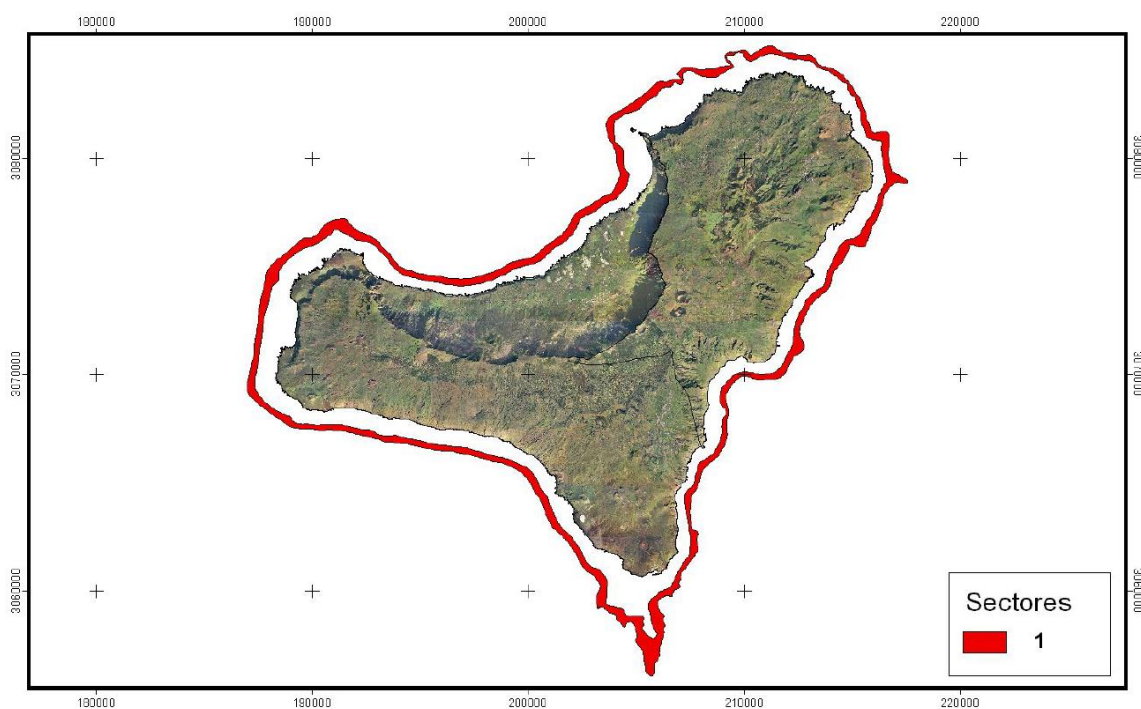
### 3.1.6.- El stock de camarón soldado de El Hierro

La Tabla 9 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de El Hierro. El RMS obtenido (1,5 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 13.- Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado de El Hierro.**

El Hierro: 200 – 350 m de profundidad						
Sector Único	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
N / E / S		149,00	298,00			-
N / E / S		231,50	463,01			-
valores medios		190,25	380,50	5882,1	11764,3	
<b>TOTAL</b>	<b>30,918</b>	-	-	<b>5882,1</b>	<b>11764,3</b>	<b>1,5</b>

La Figura 28 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de El Hierro.



**Figura 28.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de El Hierro. Escala numérica 1:490000.**

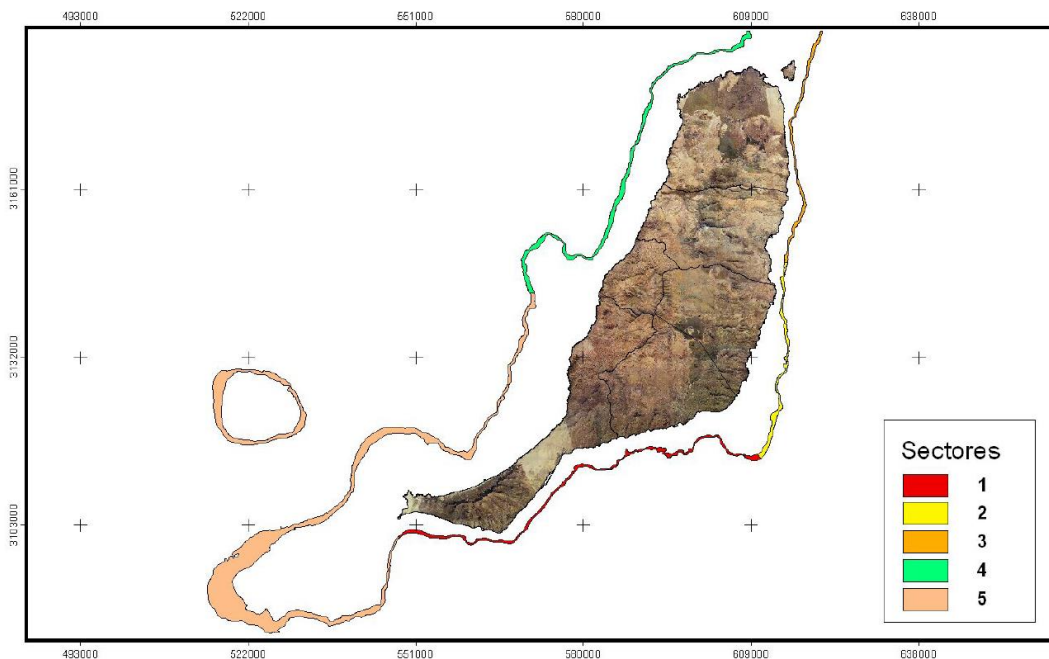
### 3.1.7.- El stock de camarón soldado de Fuerteventura

La Tabla 11 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) del stock de camarón soldado de Fuerteventura. El RMS obtenido (9,7 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 11. Sectores, área útil, densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado de Fuerteventura.**

Fuerteventura (incluidos los banquetes): 200 - 350 m de profundidad						
Sector	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad media (kg/km <sup>2</sup> )		Biomasa (kg)		RMS (t/año)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 (SE)	28,578	168,73	253,09	4822,0	7232,8	-
2 (E)	16,067	537,65	806,48	8638,4	12957,7	-
3 (NE)	16,326	168,73	253,09	2754,7	4131,9	-
4 (NW)	38,587	537,65	806,48	20746,3	31119,6	-
5 (SW)	205,993	537,65	806,48	110752,1	166129,2	-
<b>TOTAL</b>	<b>305,551</b>	-	-	<b>36961,4</b>	<b>55442,1</b>	<b>9,7</b>

La Figura 29 muestra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de camarón soldado de Fuerteventura.



**Figura 29.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) del stock de camarón soldado de Fuerteventura. Escala numérica 1:490000.**

### 3.1.8.- Los stocks de camarón soldado de Canarias

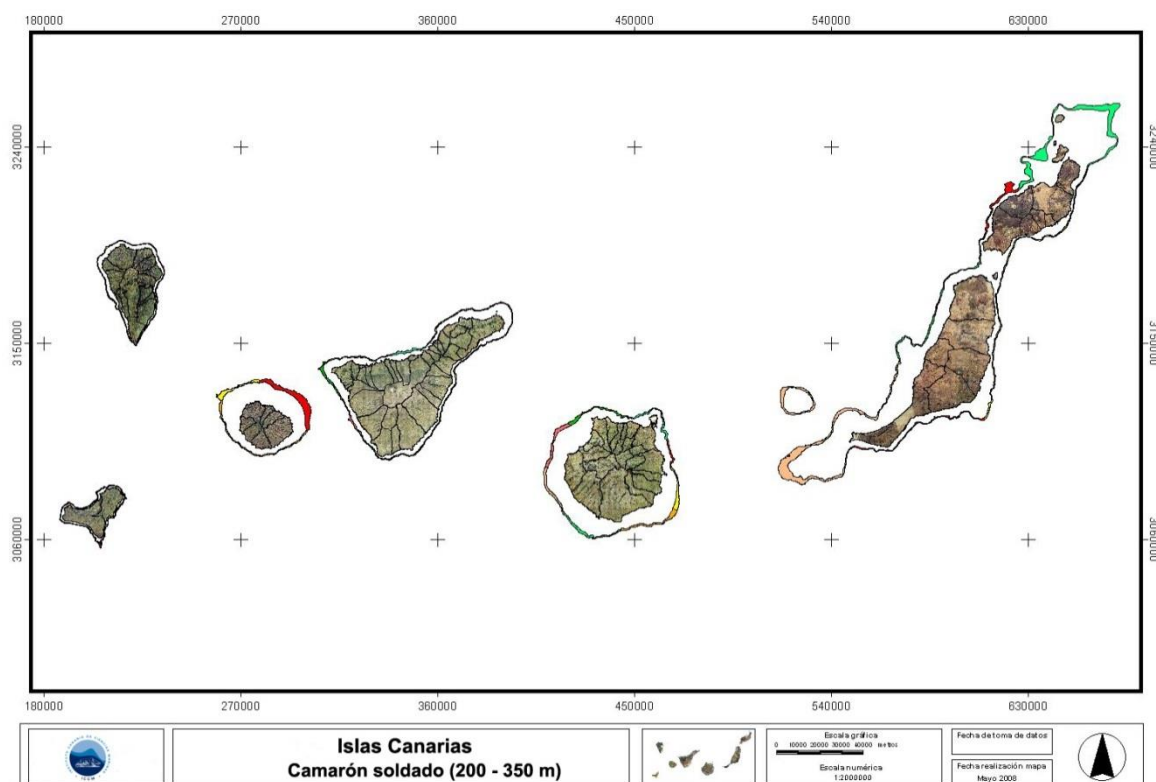
La Tabla 12 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia), densidad media, biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) de los stocks de camarón soldado de las islas Canarias. El RMS obtenido (79,0 toneladas por año) resulta de multiplicar la tasa de explotación ( $\beta = 0,262$ ) por la biomasa total mínima, siguiendo un enfoque precautorio en la filosofía de pesca responsable y sostenibilidad del recurso.

**Tabla 15.- Área útil, biomasa mínima y rendimiento máximo sostenible (RMS) de camarón soldado en aguas de Canarias.**

Canarias: 200 – 350 m de profundidad			
Isla	Área útil (km <sup>2</sup> )	Biomasa mínima (kg)	RMS (toneladas/año)
Lanzarote + La Graciosa + islotes	238,442	54897	14,4
Fuerteventura + Lobos + banquetes	305,551	36961	9,7
Gran Canaria	176,924	52767	13,8
Tenerife	113,925	37650	9,9
La Gomera	134,775	91166	23,9
La Palma	37,450	22232	5,8
El Hierro	30,918	5882	1,5
<b>ISLAS CANARIAS</b>	<b>1037,985</b>	<b>301555</b>	<b>79,0</b>

La Figura 30 ilustra la situación y morfología de los sectores batimétricos (200-350 m de profundidad) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del conjunto de los stocks insulares de camarón soldado del Archipiélago Canario.





**Figura 30.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (200-350 m) de los stocks insulares de camarón soldado de Canarias. Escala numérica 1:2000000.**

### 3.2.- Estudios recientes sobre distribución y aspectos biológicos (sex ratio, talla de primera madurez sexual, época de puesta, fecundidad y crecimiento) del camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) en Canarias. Implicaciones

Recientemente han sido publicados dos artículos científicos (González et al., 2016; Triay-Portella et al., 2017a) sobre aspectos biológicos de tres poblaciones insulares (Madeira, Canarias y Cabo Verde) de camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) del Atlántico nororiental, estableciéndose patrones latitudinales.

En el primero de ellos, los autores determinan y comparan parámetros biológicos básicos, tales como sex ratio, talla de primera madurez sexual,

época de puesta, fecundidad y crecimiento del camarón soldado (González et al., 2016, *Deep-Sea Research I*). Ver artículo para información sobre la metodología aplicada.

El segundo trabajo versa sobre la madurez del ovario, el desarrollo de los huevos y la generación de los descendientes en hembras de camarón soldado (Triay-Portella et al., 2017a, *Marine Biology Research*). Ver artículo para información sobre la metodología aplicada.

A continuación, de dichos trabajos científicos, extraemos los resultados y conclusiones más relevantes para el caso del stock regional de camarón soldado de Canarias:

- El camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) es un crustáceo decápodo carideo de la familia de los pandálidos, que habita en todos los océanos del planeta entre 45°N e 10°S (patrón de distribución circuntropical o pantropical). En el Atlántico nororiental se distribuye por la mayor parte del Mediterráneo y del norte de España (Galicia) hasta Sierra Leona, incluyendo los archipiélagos de Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde, así como numerosos montes y bancos submarinos próximos a los mismos.
- Estos camarones nadan a pocos metros por encima de todo tipo de substrato (epibentónicos), formando densos enjambres de miles de individuos.
- El camarón soldado es esencialmente una especie de aguas semi-profundas, con máxima abundancia (biomasa) en Canarias entre 200 y 350 m de profundidad, inmediatamente por debajo de la termoclina con temperaturas del mar entre 16,10 y 17,71°C.
- Un total de 109.689 ejemplares (46.622 machos y 63.067 hembras) de *P.*

*edwardsii* fueron recolectados y estudiados en laboratorio, a lo largo de una quincena de campañas de pesca experimental entre 2006 y 2012, resultando que las hembras presentaron mayor talla y peso que los machos.

- El tamaño máximo observado en un camarón soldado de Canarias fue de 30,45 mm de longitud de caparazón (LC), equivalente a 20,60 g de peso fresco. Se estableció que la especie alcanza un tamaño ligeramente mayor en Madeira y ligeramente menor en Cabo Verde.
- La relación machos:hembras (sex ratio) mostró un predominio significativo de las hembras frente los machos en los tres archipiélagos estudiados. En Canarias dicha relación fue 1:1.35.
- Los parámetros de la relación talla (LC) - peso (PT) en el conjunto de los camarones soldados estudiados (machos+hembras) en Canarias, expresada mediante la fórmula  $PT = a * LC^b$ , fueron:  $a = 0,001907$ ,  $b = 2,697$ ,  $d.s.(b) = 0,007076$ ,  $r^2 = 0,86030458$ ,  $t = 42,8$  (alometría negativa).
- *P. edwardsii* presenta un amplio periodo reproductor, habiéndose observado hembras ovígeras a lo largo de todo el ciclo anual en las tres regiones estudiadas, es decir, siendo portadoras de huevos externos (en el abdomen) en todas las estaciones del año. En Canarias las hembras ovígeras representaron el 75,63% del total de hembras estudiadas; huevos en estado avanzado de maduración fueron observados en porcentajes mayores del 5% de las hembras ovígeras en primavera y verano.
- La talla de madurez sexual en hembras ovígeras fue estimada en 19,65 mm LC en Canarias. Dicha talla resultó ligeramente mayor en Madeira y algo inferior en Cabo Verde, estableciéndose un gradiente norte-sur en el tamaño de primera madurez de camarón soldado.
- La talla fisiológica de maduración sexual, basada en la madurez histológica

de los ovarios, fue estimada en 18,56 mm LC en Canarias (ligeramente mayor en Madeira y ligeramente inferior en Cabo Verde).

- El crecimiento relativo del appendix masculina mostró cambios relacionados con la ontogenia. Los cambios en el crecimiento alométrico tuvieron lugar a la talla de 17,4 mm LC en los machos de camarón soldado de Canarias, observándose un idéntico gradiente norte-sur.
- El número de huevos se incrementó significativamente con el tamaño de las hembras en las tres regiones, mostrando un patrón norte-sur. La fecundidad media es de aproximadamente 10.000 huevos fértiles por hembra adulta y año; las hembras presentan múltiples eventos de desove durante la estación de reproducción, después de la cual finaliza la fase reproductora y comienza el periodo de reposo. En Canarias, la clase de talla modal fue 23-27 mm LC (60,55% de las hembras), la cual proporcionó el 66,07% del total de huevos producidos; las hembras menores de 23 mm LC comprendieron el 25,34% de la población y produjeron solamente el 9,45% de los huevos.
- El análisis de progresión modal (APM) mostró que los machos alcanzaron un menor crecimiento asintótico y una menor tasa de crecimiento que las hembras en los tres archipiélagos estudiados. La mayor edad relativa, estimada por medio de datos de incremento de crecimiento convertidos en talla a una edad relativa, fue de 3,85 años en Canarias (ligeramente inferior en Madeira y ligeramente superior en Cabo Verde).
- Los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos de la muestra estudiada en Canarias resultaron ser:  $L_{\infty} = 30,06 \pm 0,511$  mm LC,  $k = 0,52 \pm 0,028$  años<sup>-1</sup>,  $t_0 = 0,03 \pm 0,044$  años,  $\phi' = 2,67$  en machos;  $L_{\infty} = 34,19 \pm 1,871$  mm LC,  $k = 0,57 \pm 0,078$  años<sup>-1</sup>,  $t_0 = -0,18 \pm 0,073$  años,  $\phi' = 2,82$  en hembras.
- Este conjunto de datos sobre los parámetros biológicos básicos del camarón soldado en Canarias, obtenidos a partir de una amplia muestra de ejemplares y

afinados mediante técnicas microscópicas (incluida la histología gonadal), es de valiosa utilidad para re-estimar el rendimiento máximo sostenible (RMS) de los stocks insulares de Canarias. Esta tarea se halla en fase de ejecución.

### 3.3.- Estudios recientes sobre biología y ecología espacial pesquera del cangrejo rey (*Chaceon affinis*) en Canarias

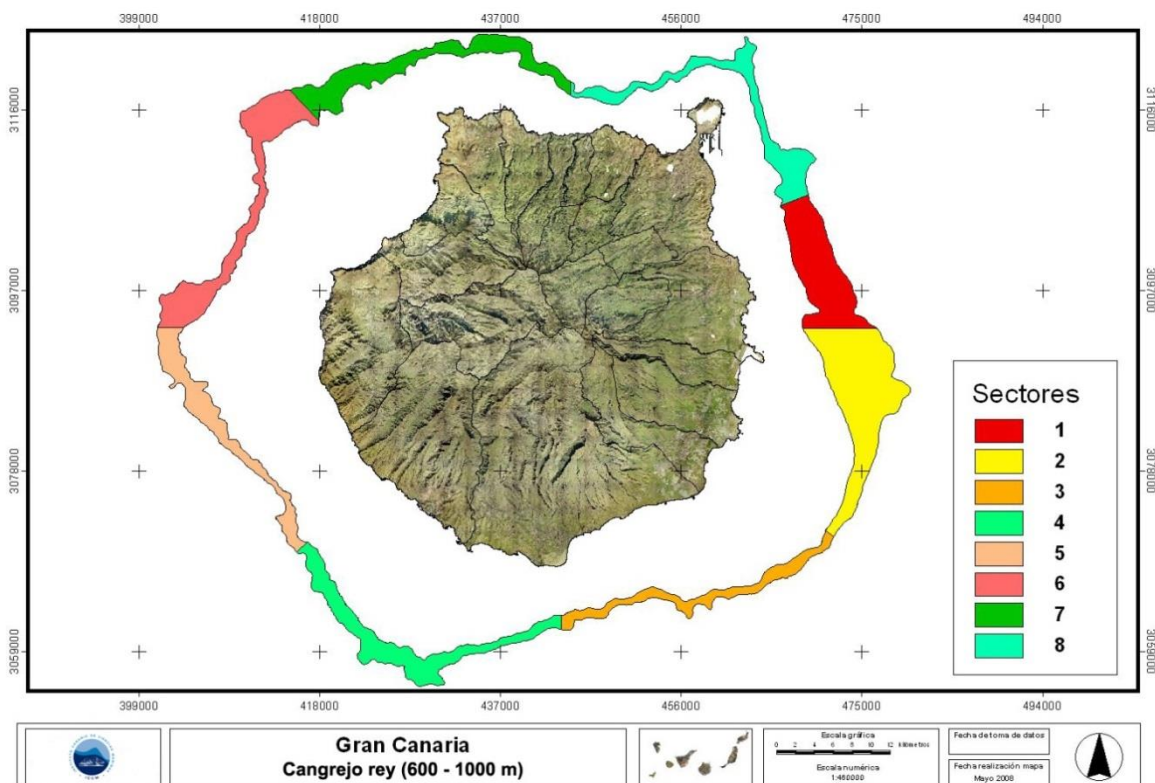
#### 3.3.1.- Estimación de sectores batimétricos perimetrales (área de pesca útil) del stock de cangrejo rey en Gran Canaria

La Tabla 13 muestra los valores estimados de área de hábitat útil (máxima abundancia) del stock de cangrejo rey de Gran Canaria.

**Tabla 13.- Sectores y área útil de cangrejo rey en aguas de Gran Canaria.**

Gran Canaria (600-1000 m)		
Sector	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )
1	43,271	62,413
2	58,874	94,496
3	71,056	32,691
4	80,323	56,666
5	69,305	44,212
6	75,637	64,953
7	77,587	55,427
8	86,695	50,665
<b>TOTAL</b>	<b>562,749</b>	<b>461,523</b>

La Figura 31 ilustra la situación y morfología de los sectores batimétricos (600-1000 m) estimados, correspondientes al intervalo de máxima abundancia del stock de cangrejo rey de Gran Canaria.



**Figura 31.- Sectores batimétricos de máxima abundancia (600-1000 m) del stock de cangrejo rey de Gran Canaria. Escala numérica 1:460000.**

### 3.3.2.- Estructura sexual, distribución batimétrica, periodo de intermuda y patrón reproductor del cangrejo rey en Canarias. Variación espacio-temporal de su biomasa en Gran Canaria

Recientemente han sido publicados dos artículos científicos (Biscoito et al., 2015; Triay-Portella et al., 2017b) sobre aspectos biológicos de cangrejo rey (*Chaceon affinis*) del Atlántico nororiental.

En el primero de ellos, los autores determinan y comparan parámetros biológicos básicos, tales como estructura sexual, distribución batimétrica, periodo de intermuda y patrón reproductor de dos poblaciones insulares (Madeira y Canarias) del cangrejo rey, estableciéndose patrones latitudinales (Biscoito et al., 2015, *Deep-Sea Research I*). Ver artículo para información sobre la metodología aplicada (Fig. 32).



**Figura 32.- Muestra fresca de ejemplares (machos y hembras, en visión ventral) de cangrejo rey utilizados en los estudios biológicos.**

El segundo trabajo versa sobre la variación espacio-temporal de la biomasa de cangrejo rey en aguas de Gran Canaria (Triay-Portella et al., 2017b, *Marine Ecology*). Ver artículo para información sobre la metodología aplicada (Fig. 33).



**Figura 33.- Nasas cangrejeras MMF a bordo del B/O “Profesor Ignacio Lozano”, utilizadas en las pescas experimentales.**

A continuación, de dichos trabajos científicos, extraemos los resultados y conclusiones más relevantes para el caso de la población de cangrejo rey de Gran Canaria:

- El cangrejo rey (*Chaceon affinis*) es un crustáceo decápodo braquiuro de la familia de los geryónidos (de hecho es la especie de mayor tamaño de su familia), que habita desde Islandia hasta Senegal, alrededor de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde y diversas montañas submarinas oceánicas del Atlántico oriental. También ha sido encontrado en la vecindad de las fuentes hidrotermales de la Dorsal Medio-Atlántica.
- Dado que se trata de una especie con alto valor comercial y estrategia de la k (organismo k-seleccionado) (crecimiento lento, descendencia baja, alta competencia en nicho ocupado), a priori es considerado altamente vulnerable a la sobreexplotación.
- Un total de 4.202 ejemplares (2.161 machos y 2.041 hembras) de *C. affinis*



fueron recolectados y estudiados en laboratorio, a lo largo de una veintena de campañas de pesca experimental entre 400 y 1300 m de profundidad, resultando que los machos fueron mayores y más pesados que las hembras. La talla media de estos cangrejos decrece con la profundidad en ambos sexos.

- La mayor abundancia fue encontrada a 600-800 m de profundidad en machos y a 800-1000 m en hembras. La mayor abundancia de hembras ovígeras se halló a 800-1000 m.
- El tamaño máximo observado en un cangrejo rey de Canarias fue de 187,0 mm (machos) / 169,1 mm (hembras) de anchura de caparazón (AC), equivalentes a 2161g (machos) / 2041 g (hembras) de peso fresco. Se verificó que la especie alcanza tamaños muy similares en Madeira.
- Los parámetros de la relación talla (AC) - peso (PT) en el conjunto de los cangrejos rey estudiados (machos+hembras) en Canarias, expresada mediante la fórmula  $PT = a * AC^b$ , fueron:  $a= 0,00019$ ,  $b= 3,085$ ,  $d.s.(b)= 0,013$ ,  $r^2= 0,944$ ,  $t= 6,3$  (isometría).
- La relación machos:hembras (sex ratio) mostró un equilibrio entre sexos: 1:0,94 (en Madeira, 1:0,96).
- Se registraron se categorías cromáticas de ovarios, que fueron caracterizadas histológicamente. Solo tres estadios de testículos fueron identificados.
- La presencia de espermátóforos en la espermateca de las hembras en caparazones en diferentes estados sugiere que los espermátóforos son viables y utilizados durante la fase de intermuda.
- La talla de primera madurez sexual en hembras fue estimada en 109,3-110,5 mm AC, ligeramente inferior en Madeira. La talla de primera madurez sexual en

machos fue estimada en 118,9 mm AC, ligeramente inferior en Madeira.

- El crecimiento relativo de los machos mostró cambios significativos a lo largo de la ontogenia: la talla a la que los cambios del crecimiento alométrico puede ser utilizada como un indicador de la madurez morfométrica, que en Canarias tuvo lugar entre 111,4 y 113,1 mm AC (ligeramente inferior en Madeira). En hembras, la talla a la que los cambios del crecimiento alométrico fueron observados en la máxima anchura del quinto somito abdominal se produjo a 103,0 mm AC (algo inferior en Madeira).
- Los valores de talla de primera madurez obtenidos en *C. affinis* indican que la talla mínima de captura (TMC) no debería establecerse por debajo de 130 mm AC en Canarias. Esta TMC conservadora, mayor que la talla funcional de madurez, salvaguardaría a los individuos inmaduros hasta que alcanzasen la talla a la que pueden contribuir a la capacidad reproductora de la población. Las hembras ovígeras fueron observadas en todos los meses del ciclo anual (entre octubre y abril en Madeira). Además, la observación de hembras ovígeras en el último estadio de desarrollo en todos los trimestres sugiere que la maduración de las gónadas y la eclosión de las larvas son asincrónicas a lo largo de la estación de puesta.
- Un total de 138 cangrejos rey, entre 96 y 154 mm AC, fueron marcados en aguas de Madeira. De ellos, nueve fueron recapturados en la misma área, más de 900 días después de marcados. Ocho de ellos fueron hembras con un amplio rango de tallas, confirmando que los periodos de intermuda exceden los tres años con crecimiento esperado por muda inferior a 20 mm AC.
- Fecundidad. En una submuestra de 20 hembras ovígeras entre 105 y 160 mm AC, fue estimado un número medio de huevos de 300.000.
- El estudio sobre distribución espacio-temporal de la biomasa de cangrejo rey y su vulnerabilidad a la actividad pesquera en Gran Canaria reveló que los

núcleos con mayor biomasa se sitúan tanto en áreas fangosas como rocoso-fangosas. Sin embargo, la biomasa fue significativamente mayor en fondos fangosos que en rocoso-fangosos.

- Además, la biomasa es mayor cuando la inclinación del sustrato es reducida entre las isobatas de 500 y 900 m. El tamaño de las colonias de cangrejo rey se incrementa linealmente cuando decrece la inclinación de la pendiente.
- La estructura espacial de los cangrejos rey permanece bastante estable en el tiempo, reflejando cambios en la biomasa en función de la profundidad a lo largo del tiempo.
- Los mapas de biomasa estimadas de cangrejo rey a lo largo de un periodo de 15 meses mostraron las dos mismas colonias a lo largo del tiempo con los núcleos de las mayores biomasa separados por distancias entre 4,2 y 4,5 km.
- Si bien la distribución batimétrica por sexos mostró cambios temporales, con un desplazamiento hacia áreas más profundas efectuado por ambos sexos en el periodo temporal estudiado, solamente fue observada una segregación temporal parcial entre machos y hembras.
- Durante el periodo de estudio, los cangrejos rey sufrieron una disminución en biomasa que fue consistente con la suma de las capturas comerciales (pesca artesanal) y experimentales en el área. Debido a su baja movilidad, *C. affinis* es altamente vulnerable a la depleción local derivada de esfuerzos de pesca intensivos.

Este conjunto de datos sobre los parámetros biológicos básicos, distribución espacio-temporal de la biomasa y vulnerabilidad del de cangrejo rey, serán de valiosa utilidad para planificar diseños experimentales conducentes a estimar el rendimiento máximo sostenible (RMS) de los stocks insulares de Canarias.

## 4.- CONCLUSIONES

### 4.1.- Recursos pesqueros o marisqueros

Las aguas semiprofundas y profundas de Canarias (hasta aproximadamente 1000 m de profundidad) albergan una rica diversidad de especies bentónicas, bentopelágicas y mesopelágicas; algunas decenas de especies de esta megafauna (esencialmente peces, crustáceos y moluscos) presentan, a priori, interés comercial.

Al margen del interés económico potencial que la innovación y biotecnología puedan sacar a la luz, la megafauna de las aguas semiprofundas y profundas de Canarias alberga tres grandes grupos de recursos pesqueros/marisqueros con interés comercial demostrado:

- a) peces óseos;
- b) camarones pandálidos; y
- c) grandes cangrejos de aguas profundas.

#### Peces óseos

Los pejesables o conejos diablo (*Aphanopus carbo* y, en menor medida, *Aphanopus intermedius*); las fulas de altura (el alfonsiño o fula colorada *Beryx splendens* y, en menor medida, la tableta o fula ancha *Beryx decadactylus*); los escolares (el escolar rasposo o de clavos *Ruvettus pretiosus* y, en menor medida, el escolar chino o negro *Lepidocybium flavobrunneum*); el candil o peje diablo (*Epigonus telescopus*); la bocanegra (*Helicolenus dactylopterus*) y afines (caso del obispo, sopipa, volón, colorao o piquento *Pontinus kuhlii*); el tamboril de hondura o verde (*Sphoeroides pachygaster*); varios gadiformes (merluza o pescada *Merluccius merluccius*, merluza del país o canaria *Mora moro*, brota o agriote *Phycis phycis*); el congrio (*Conger conger*); los pámpanos canarios (*Schedophilus ovalis* y, en menor medida, *Hyperoglyphe perciformis*); gallo de San Pedro o gallo barbero (*Zeus faber*).

### Camarones pandálidos (Caridea, Pandalidae)

El camarón o camarón narval (*Plesionika narval*) ha sido (y sigue siendo) especie objetivo de marisqueo con nasas bentónicas camaroneras, sobre todo en Tenerife, La Palma y El Hierro, operando entre 50 y 200 m de profundidad. Sin embargo, las pescas experimentales descubrieron y verificaron que las islas Canarias albergan poblaciones de camarones pandálidos que, parcialmente solapadas en función de la disponibilidad e inclinación del sustrato, se van sucediendo en profundidad y alcanzando máximos de abundancia en diferentes estratos batimétricos. Por su abundancia, tamaño y, en consecuencia, interés comercial destacan sobre todo el camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) y, en menor medida, el camarón cabezudo (*Heterocarpus ensifer*), el camarón rayado gigante (*Plesionika williamsi*), el camarón cabezudo gigante (*Heterocarpus laevigatus*) y el camarón cabezudo del alto (*Heterocarpus grimaldii*). Al contrario de lo que sucede en la mayoría de las especies pesqueras de aguas profundas, en Canarias los camarones pandálidos presentan actividad reproductora permanente a lo largo del ciclo anual y con altas fecundidades. Son estrategias de la *r*: tamaños pequeños, reproducción temprana, tasa de reproducción elevada produciendo un gran número de crías, mortalidad alta, tasa de crecimiento elevada (crecen rápidamente) y vida corta (el camarón soldado no alcanza los 4 años de vida).

- Camarón soldado (*P. edwardsii*). Información biológica disponible. Prospección y evaluación de los stocks insulares de Canarias realizadas. Especie objetivo de marisqueo, junto con *P. narval*, mediante nasas bentónicas camaroneras, sobre todo en Tenerife e islas occidentales. Desde que los programas CAMARON, PESCPROF y MARPROF evaluaron sus poblaciones canarias, valorizaron el producto y el tren de nasas camaroneras semi-flotantes (NCSF) fue transferido, el Gobierno de Canarias efectuó una regulación inadecuada de este marisqueo selectivo. En 2018 operan con esta técnica NCSF, entre 200 y 350 m de profundidad, apenas tres pequeñas (8-10 m de eslora) embarcaciones artesanales: dos con base en La Santa (Lanzarote) y una con base en Arguineguín (Gran Canaria). El producto se vende, en función

del tamaño y de la Isla, entre 15 y 40 euros/kg. Sin ningún indicio de sobreexplotación. Capturas actuales absolutamente inferiores a las cerca de 80 toneladas/año disponibles en términos de sostenibilidad. Este valor del rendimiento máximo sostenible (RMS) para el conjunto de los stocks de Canarias será afinado en breve a la luz de las recientes investigaciones sobre los parámetros biológicos de la especie.

- Camarón cabezudo (*H. ensifer*). Información biológica disponible. Especie acompañante en el marisqueo dirigido a camarón y camarón soldado, tanto con nasa bentónica como semi-flotante entre 90 y 350 m de profundidad, si bien su máxima abundancia se sitúa a 400-600 m. Sin ningún indicio de sobreexplotación.

- Camarón rayado gigante (*P. williamsi*). No se dispone de información biológica suficiente. Especie acompañante en el marisqueo dirigido a camarón soldado, tanto con nasa bentónica como semi-flotante entre 200 y 350 m de profundidad, si bien su máxima abundancia se sitúa a 400-700 m. Es el camarón del género *Plesionika* de mayor tamaño del Atlántico. Sus esporádicas capturas en Gran Canaria se venden a unos 45 euros/kg. Poblaciones vírgenes o muy escasamente explotadas.

- Camarón cabezudo gigante (*H. laevigatus*) y camarón cabezudo del alto (*H. grimaldii*). Información biológica insuficiente de estos recursos. Especies acompañantes en la pesca (nasa no selectiva) o marisqueo (nasa selectiva tipo MMF o similar) dirigidos a cangrejo rey entre 600 y 1000 m de profundidad. Sus abundancias máximas se sitúan en 700-1300 (*H. laevigatus*) y 1100-1300 m (*H. grimaldii*). Sus esporádicas capturas en Gran Canaria se venden a unos 45 euros/kg. Poblaciones vírgenes o muy escasamente explotadas.

#### Grandes cangrejos de aguas profundas (Brachyura)

Cangrejo buey canario (*Cancer bellianus*), cangrejo rey (*Chaceon affinis*) y, en menor medida, centolla de fondo (*Paromola cuvieri*). Además de vivir a grandes

profundidades son, como se ha dicho para el cangrejo rey, especies estrategas de la k (tamaños medios a grandes, reproducción tardía con descendencia baja, crecimiento lento, longevidad moderada, alta competencia en nicho ocupado entre las tres especies) y, en consecuencia, altamente vulnerables a la sobreexplotación. Por otra parte, raramente son capturados “llenos de carne” y la extracción de la misma consume demasiada mano de obra. Propuesta de medidas de regulación pesquera disponible.

- Cangrejo buey canario (*C. bellianus*) (Cancridae). Información biológica disponible, aunque insuficiente y desactualizada. Peso máximo de un ejemplar observado en Canarias, 1920 g. Abundancia máxima en 200-650 m de profundidad. Esporádicamente explotado en Gran Canaria, Tenerife, La Gomera y La Palma, operando con nasas tradicionales (de pescado o camarónicas) alrededor de 200 m. Las hembras ovígeras no se alimentan por lo que raramente son capturadas por las nasas. Dado su escaso a moderado nivel de explotación, las poblaciones canarias gozan de buen estado de conservación. Estudio MARPROF de rendimiento comercial: carne limpia 18-20% (aprovechamiento medio del 19%) y merma o subproducto 82-80%.

- Centolla de fondo (*P. cuvieri*) (Homolidae). Información biológica disponible, completa y actualizada. Peso máximo de un ejemplar observado en Canarias, 2574 g. Abundancia máxima en 200-750 m de profundidad. Capturas escasas con nasas bentónicas dirigidas a camarón soldado y cangrejo rey. El hecho de presentar numerosas espinas agudas dificulta la manipulación tanto del caparazón como de las largas patas. Dado su escaso nivel de explotación, las poblaciones canarias gozan de excelente estado de conservación.

- Cangrejo rey (*C. affinis*) (Geryonidae). Información biológica y distribución espacio-temporal disponibles, datos completos y actualizados. Peso máximo de un ejemplar observado en Canarias, 2150 g. Abundancia máxima en 600-1000 m de profundidad. Capturas discontinuas y escasas/moderadas en Gran Canaria, por medio de nasas bentónicas dirigidas al propio cangrejo y a

camarones cabezudos del alto. Los ejemplares por encima de 600 g, son vendidos enteros a 14-18 euros/cangrejo. Dado su escaso nivel de explotación, las poblaciones canarias gozan de excelente estado de conservación. Estudio MARPROF de rendimiento comercial: carne limpia 12-15% (aprovechamiento medio del 13,5%) y merma o subproducto 88-85%.

#### **4.2.- Sistemas de marisqueo o pesca**

El tren de nasas camaroneras semi-flotantes (NCSF), importado de la pesquería industrial española en el Mediterráneo y adaptado a las condiciones del marisqueo artesanal de Canarias, en este Archipiélago ha resultado ser más eficaz y eficiente que las nasas camaroneras convencionales, además de presentar mucho menos impacto sobre los fondos marinos (opera unos 2,4 m por encima del substrato y minimiza las pérdidas) y proporcionar un producto de mayor calidad (minimiza la captura de depredadores). No obstante, el escaso interés de la Viceconsejería de Pesca por los resultados de estos estudios ha tenido como consecuencia: a) regulación inadecuada (que precisa ser corregida) de este sistema de marisqueo selectivo y que hace prácticamente inviable (en cuanto a rentabilidad económica) esta actividad; b) proceso de transferencia a la flota artesanal canaria incompleto e insuficiente. En las Recomendaciones proponemos una mejora de la regulación de este sistema de marisqueo (competencia exclusiva de la Comunidad Autónoma de Canarias) y de la viabilidad económica de esta actividad.

El tren de nasas cangrejas (MMF), procedente de un modelo experimental de la Estación de Biología Marina de Funchal, en este Archipiélago ha resultado ser tan eficaz y eficiente como las grandes nasas bentónicas infrecuentemente dirigidas a cangrejo rey, cangrejo buey y camarones cabezudos del alto. Las nasas MMF son adecuadas para el marisqueo selectivo de cangrejo buey canario y cangrejo rey. Además, son más ligeras y baratas y ocupan menos espacio a bordo y en almacén que las nasas convencionales. El proceso de transferencia a la flota artesanal canaria ha sido insuficiente y limitado a Gran Canaria (ICCM y Universidades públicas canarias) y Tenerife (IEO).



## 5.- RECOMENDACIONES

### 5.1.- Adecuada regulación del empleo de sistemas de marisqueo innovadores o relativamente novedosos

#### Camarón soldado

La Comunidad Autónoma de Canarias tiene competencia exclusiva en materia de marisqueo, en virtud de lo dispuesto en el artículo 148.1.11º de la Constitución española, en relación con el artículo 30.5 del Estatuto de Autonomía de Canarias. En el supuesto de que el Gobierno de Canarias apostara por el desarrollo de esta actividad marisquera dirigida a camarón soldado y otros camarones asociados, para la cual la Comunidad Autónoma de Canarias cuenta con competencias exclusivas con independencia de que se lleve a cabo en aguas interiores o exteriores, el recurso camarón soldado podría propiciar la aparición de una flota marisquera canaria.

Para que se den las condiciones de marisqueo sostenible de camarón soldado, esta flota estaría integrada como máximo por unas 12-15 embarcaciones licenciadas (eslora idónea: 14-18 m), especializadas en el marisqueo de altura como actividad exclusiva o bien alternativa/complementaria a otras pesquerías. El esfuerzo de pesca máximo estaría limitado a 150 nasas por barco y día (esfuerzo medio, 100 nasas/barco). Las cuotas de pesca se fijarían de forma insularizada. Cada barco con licencia tendría que cumplir una reglamentación adicional, básicamente: pescar a más de 200 m de profundidad, no faenar más de 200 jornadas al año y someterse a seguimiento científico sobre la captura, el esfuerzo, la cuota de pesca y las tallas de los camarones capturados.

Desde el punto de vista económico, para que esta nueva actividad marisquera con aparejo de nasas camaroneras semi-flotantes NCSF (en la actualidad apenas practicada por tres embarcaciones con base en los puertos de Arguineguín en Gran Canaria y La Santa en Lanzarote) resultase mínimamente

rentable, sería imprescindible modificar el vigente Reglamento de la Ley de Pesca de Canarias de 2005. Suponiendo que las 75 nasas NCSF por embarcación y día actualmente autorizadas pasaran como máximo a 150 y considerando una captura media de 225 g por nasa, la captura diaria por embarcación sería de unos 33 kg. Vistos los precios alcanzados en 2017 por las referidas embarcaciones, estimando un precio de primera venta de 30 euros/kg, el valor de la captura en primera venta para un hipotético barco faenando con 150 NCSF ascendería a unos 1.000 euros por día. Si referimos estas cifras a un ejercicio anual, habría que estimar (y fijar) un esfuerzo máximo de 200 jornadas de pesca al año, que supondrían unos ingresos brutos de 200 mil euros anuales por embarcación. Si la hipotética flota marisquera canaria de altura fuera capaz de aprovechar, de forma sostenible, las casi 80 toneladas de camarón soldado disponibles para el primer año de actividad, los ingresos brutos del subsector pesquero artesanal generados por este recurso estarían alrededor de 2 millones de euros anuales.

De acuerdo con las conclusiones del conjunto de estudios realizados hasta la fecha, resulta evidente la necesidad de introducir modificaciones en Reglamento de la Ley de Pesca de Canarias relativas al Título III (Del Marisqueo. Capítulo I: Del marisqueo profesional desde embarcación) (Decreto 182/2004, de 21 de diciembre, publicado en el B.O.C. 2005/004, de 7 de enero de 2005). En nuestra opinión, el vigente Reglamento promulga una reglamentación excesiva e innecesariamente restrictiva de esta actividad marisquera. Nuestra propuesta razonada sobre la necesidad de introducir modificaciones en el Reglamento de la Ley de Pesca de Canarias relativas al marisqueo profesional desde embarcación sigue a continuación.

Proponemos modificar el artículo 44 del Reglamento (Autorización) en el sentido de que el ejercicio del marisqueo profesional desde embarcación pueda tener el carácter de complementario de la práctica de la pesca profesional, o bien pueda ser una actividad practicada en exclusiva en la modalidad de nasa

camaronera semi-flotante. Dado que Canarias posee competencias exclusivas en materia de marisqueo, no vemos impedimento alguno a que algunas embarcaciones puedan dedicarse en exclusiva a esta nueva actividad marisquera. Por otra parte, la continuidad de la actividad marisquera de algunos barcos aseguraría la necesaria oferta y promoción de este producto en el mercado canario, factores hoy por hoy inviables desde la óptica de su actual carácter complementario de otras pesquerías tradicionales.

También proponemos modificar el artículo 49 del Reglamento (Artes y Esfuerzo de Pesca) en el sentido de que se autorice la nasa camaronera semi-flotante, que consta de un cuerpo cilíndrico principal de 55-60 cm de diámetro máximo y altura no superior a 60 cm formado por una malla plástica con dos aros metálicos que le dan rigidez. Las partes posterior y anterior son cónicas, estando la anterior hacia fuera y la posterior hacia dentro. En la parte anterior está la puerta, que lleva tapa y, en la posterior se encuentra el matadero. Estas nasas llevan una boya rígida anudada con cabo de nylon en el aro anterior del cuerpo cilíndrico principal, que es lo que hace que flote. El enmallado sería de malla rígida romboidal y la luz de malla mínima no sería inferior a 19x25 mm, admitiéndose la utilización de hasta 150 nasas camaroneras semi-flotantes por embarcación y jornada de pesca. Esta modalidad de marisqueo solo podría ser practicada a profundidades mayores de 200 metros.

Nos parece más idónea una regulación no restrictiva que permita cierta tolerancia en cuanto a las dimensiones de la nasa, dado que éstas dependen del número de mallas cortadas por el artesano durante su elaboración y, por otra parte, este parámetro ha estado sometido a ligeros cambios que han buscado dotar al arte de una mayor estabilidad e hidrodinamismo. Por otra parte, el hecho de regular en base a una malla cuadrada no inferior a 12 mm de lado no parece lo más acertado cuando el estudio de selectividad por tallas del arte fue realizado con malla romboidal.

Al mismo tiempo, debería establecerse una talla mínima de captura (TMC) para el camarón soldado. De acuerdo con los resultados recientes, dicha TMC debería fijarse en 18 mm de longitud de caparazón (LC). Obviamente, las luces de malla autorizadas en las nasas camaroneras permitirían el escape o evasión de los ejemplares juveniles.

Los estudios de viabilidad económica de esta actividad, a la vista de las experiencias de comercialización realizadas y de la situación del mercado canario, señalan claramente que, en la modalidad de actividad exclusiva, este marisqueo profesional desde embarcación no sería rentable utilizando menos de 150 nasas por barco y jornada de pesca para embarcaciones mayores de 13 m de eslora (que, idealmente, podrían faenar con dos aparejos de, como máximo, 75 NCSF). Conviene tener en cuenta que el tamaño y capacidad de las embarcaciones, junto a la naturaleza de la topografía submarina, suponen de hecho una limitación real del número de nasas a utilizar. De acuerdo con nuestra experiencia, el número máximo propuesto de 150 nasas por barco y jornada permitiría una actividad económicamente rentable y representaría un esfuerzo pesquero razonable para embarcaciones de porte medio-grande con dedicación prácticamente exclusiva.

Creemos necesario restringir el uso de la nasa camaronera semi-flotante a profundidades superiores a 200 m de profundidad, cota a partir de la cual el camarón soldado (*P. edwardsii*) presenta su mayor densidad y es la especie dominante entre los camarones pandálidos presentes. Por otra parte, de esta manera también se evitaría la captura masiva de camarón narval (*P. narval*), que en algunas islas tradicionalmente ha sido capturado con nasas camaroneras caladas sobre el fondo a profundidades más someras.

Una última modificación debería referirse, en nuestra opinión, a otras limitaciones sobre el esfuerzo pesquero y las capturas. Las embarcaciones que practiquen esta actividad marisquera, además de tener limitado el esfuerzo

pesquero por jornada a un número máximo autorizado de 150 NCSF, no podrían ejercer esta modalidad de marisqueo más de 200 jornadas en cada año natural. Por otra parte, en función de la evaluación científica y sucesivas re-evaluaciones de los diferentes stocks insulares de camarón soldado, la Consejería del Gobierno de Canarias con competencias en materia de marisqueo debería fijar oportunamente las cuotas anuales de captura máxima permisible (TAC) para las diferentes islas. Dichos TACs anuales no podrían ser sobrepasados de manera que, en caso de capturarse el TAC asignado a una determinada isla, esta situación dará lugar al cese de esta actividad marisquera en la isla afectada hasta la siguiente campaña anual.

### Cangrejo rey

El vigente Reglamento de la Ley de Pesca de Canarias, en su capítulo sobre el marisqueo profesional desde embarcación, autoriza el uso de “aquellas otras nasas específicas para la captura de determinadas especies marisqueras”, por lo que no regula ningún arte genérico ni selectivo para la recolección comercial de cangrejo rey, ni tampoco establece un nivel de esfuerzo máximo permitido por embarcación.

Cabe decir que, aunque de forma intermitente, una nueva actividad marisquera se encuentra, al menos en Gran Canaria, en fase incipiente de desarrollo y que, no obstante, se lleva a cabo por medio de nasas bentónicas tradicionales.

A la vista de los recientes resultados sobre biología y ecología espacio-temporal de cangrejo rey, en el apartado anterior acabamos de proponer una serie de medidas de regulación pesquera/marisquera para esta pesquería.

Por último, si se confirmara que la potencialidad del recurso cangrejo rey no es suficiente para sostener una actividad marisquera dirigida específicamente sobre el mismo, e incluso si las características biológicas de la especie

indicaran una vulnerabilidad crítica frente los sistemas de pesca, cabría pensar en recolecciones restringidas y controladas de carácter complementario a la actividad profesional ejercida sobre el recurso camarón soldado. De esta forma, las embarcaciones ampliarían sus especies objetivo, diversificarían su oferta de productos pesqueros y obtendrían ingresos complementarios actuando sobre camarones y cangrejos de profundidad. Conviene recordar aquí que las pescas dirigidas a cangrejo rey proporcionan capturas moderadas, aunque muy interesantes económicamente, de camarones cabezudos del alto.

## **5.2.- Ventajas y oportunidades de la explotación sostenible de recursos pesqueros/ marisqueros de profundidad**

Utilizando diversos criterios de análisis, en este apartado pasamos revista a una serie de ventajas (fortalezas) y oportunidades que se derivarían de la explotación responsable y sostenible, o de su adecuada intensificación, de los recursos pesqueros (peces) y marisqueros (crustáceos) de aguas profundas de Canarias. Igualmente comentaremos las amenazas y debilidades que nos parezcan más relevantes en cada caso.

En cuanto a las características biológicas de las especies de profundidad, los camarones pandálicos tienen la ventaja de presentar actividad reproductora permanente acompañada de fecundidades elevadas. Por el contrario, los peces generalmente poseen un ciclo de vida medio-largo muy sensible a niveles de explotación altos, además de tender a la formación de agregaciones reproductoras o tróficas.

Respecto a los modelos de explotación y a la disponibilidad de estadísticas pesqueras, podemos considerar ventajosos los hechos de que los recursos de aguas profundas (RAP) muestran un patrón de fraccionamiento y disminución del esfuerzo de pesca por especies (que está condicionado por la

estacionalidad de otras pesquerías) y son objeto de captura mediante sistemas de pesca con selectividad alta. En cambio, es necesario contemplar como oportunidades la posibilidad de elaborar bases científicas para el adecuado aprovechamiento de los recursos escasa o nulamente explotados y el reciente acceso a los datos de Primera Venta (aunque precisan ser validados para ganar en calidad y fiabilidad). A estos factores se contraponen el hecho de que, en general, existe concentración de esfuerzo de pesca en pesquerías de especies sensibles que, en consecuencia, sufren riesgo de sobreexplotación. Como debilidades, señalemos varias: la ausencia generalizada de series históricas de capturas y esfuerzo de pesca, situación en parte inherente a la dispersión de puntos de descarga y la variabilidad de las especies objetivo; el desconocimiento de los niveles de explotación y de la incidencia de las condiciones oceanográficas sobre la distribución y la disponibilidad de las poblaciones; y la dificultad en la aplicación de modelos de evaluación al uso.

En lo concerniente a la ordenación y regulación pesqueras de los RAP en Canarias, la principal ventaja radica en la existencia de bases científicas y tecnológicas sólidas para apoyar el desarrollo de determinadas pesquerías de crustáceos (en particular de camarón soldado y, en menor medida, de cangrejo rey, cangrejo buco y camarones cabezudos). Significan, por tanto, magníficas oportunidades, por un lado, la posibilidad real de aplicar una gestión precautoria anticipada en recursos escasa o nulamente explotados y, por otro, la capacidad de contribuir y asesorar en la elaboración, en su caso, de un nuevo Reglamento de la Ley de Pesca o en las modificaciones del existente tendientes a su mejora.

Las conclusiones y recomendaciones del conjunto de estudios realizados indican, en el contexto en que nos encontramos, la necesidad de introducir modificaciones en Capítulo I (Del marisqueo profesional desde embarcación) del Título III (Del Marisqueo) del Reglamento de la Ley de Pesca de Canarias, al menos relativas a los aspectos de autorización, artes y esfuerzo de pesca, y

limitaciones sobre el esfuerzo pesquero y las capturas. Ni que decir tienen las nefastas consecuencias que se derivarían de una estructura de gestión inadecuada para el control y seguimiento de la actividad pesquera y del riesgo de explotación incorrecta que implicaría.

Algunas debilidades detectadas en este campo son: el proceso de ordenación y regulación pesquera/marisquera en Canarias generalmente no ha considerado la información científico-técnica disponible; la escasa relación entre Administración, científicos y pescadores para elaborar las bases de ordenación y regulación de la pesca; y la resistencia a la innovación y al desarrollo de nuevas actividades por parte de la Administración competente.

En cuanto a la flota pesquera canaria, sabida es su fortaleza referente a su polivalencia y elevada capacidad de cambio de tipo de actividad (zafras rotatorias). A ello hay que unir al menos dos oportunidades como son: los escasos requerimientos tecnológicos para el desarrollo de la actividad en la mayoría de las pesquerías sobre los RAP y la disponibilidad de fondos/ayudas públicas para la renovación de barcos, tecnologías de pesca y formación profesional.

Ya hemos comentado que el recurso camarón soldado, como nueva especie marisquera para Canarias y para la Macaronesia, podría propiciar por sí solo la aparición de una flotilla marisquera canaria especializada en el marisqueo de altura como actividad exclusiva o bien alternativa/complementaria a otras pesquerías.

Otro punto fuerte sería la oportunidad de reconversión a esta modalidad de marisqueo de un buen número de embarcaciones canarias, con suficiente porte, dedicadas a la tradicional pesca con nasas para peces. Estas pesadas trampas metálicas presentan, sin lugar a dudas, mayores niveles de impacto



sobre los fondos marinos y sus recursos pesqueros y, por otra parte, su empleo en aguas eminentemente litorales en ocasiones propicia situaciones de competencia entre artes y puede llegar a dificultar el establecimiento de áreas marinas protegidas debido al elevado grado de apego de las comunidades de pescadores canarias por las nasas tradicionales. El tren de nasas camaroneras semi-flotantes, por su naturaleza y lugar de empleo, se halla exento de los inconvenientes y efectos citados para las nasas tradicionales caladas en el fondo.

Sin embargo, no hay que perder de vista los riesgos de la desaparición de parte de la flota por falta de rentabilidad y la tradicional resistencia a la innovación tecnológica/formativa y a la adaptación a nuevos métodos de pesca por parte del sector profesional. Estas amenazas revisten cierta gravedad cuando se observa que la renovación y la dimensión de la flota no van acordes con la disponibilidad de los recursos pesqueros, amén de la tradicional escasa autonomía de las unidades para acceder a caladeros alejados de los puertos base.

En relación con los sistemas de pesca apropiados para los RAP, es preciso destacar, como ventaja, la excelente capacidad de los centros de I+D+i y Universidades de Canarias para transferir tecnología pesquera innovadora y “know-how” (cómo se hace) al sector extractivo. Y como oportunidades, el hecho de que hemos desarrollado y ensayado técnicas de pesca (artes menores selectivas para invertebrados) innovadoras en el Archipiélago que, aún en la actualidad, son susceptibles de estudio y mejora de su selectividad y de incorporar elementos biodegradables que afecten positivamente a la reducción de capturas accesorias y descartes (by-catch) y a la minimización del impacto medioambiental, en particular sobre el fondo marino.

En cuanto al esfuerzo pesquero a ejercer sobre los RAP, el desarrollo de nuevas actividades marisqueras que tuvieran como especies objetivo

camarones pandálidos y grandes cangrejos, supondría el desvío –permanente y/o temporal– de una parte del esfuerzo pesquero actual hacia zonas profundas mediante la recolocación y especialización de una parte de la flota, propiciando de esta forma la recuperación de los recursos pesqueros y marisqueros litorales. La asignación de esfuerzo pesquero en pesquerías artesanales, sobre todo en aguas profundas, en una cuestión compleja que requiere de asesoramiento científico-técnico especializado que disponga de bases de conocimientos sólidos y de capacidad de seguimiento.

Desde diferentes aspectos de la investigación y la transferencia tecnológica sobre los RAP, destacan dos fortalezas: la existencia en Canarias de centros investigación cualificados y la disponibilidad de una masa crítica suficiente, compuesta tanto por investigadores especializados como por investigadores de gran polivalencia. Como oportunidades, hay que añadir que, por una parte, la consolidación y el fomento de la creación de grupos de investigación multidisciplinares favorecerán la obtención de mayor cantidad de recursos financieros procedentes de convocatorias competitivas; y, por otra parte, el uso compartido de las infraestructuras científicas disponibles en los diferentes centros de I+D+i y en las Universidades.

No obstante, en actualidad todavía poseemos un importante desconocimiento de la dinámica de los recursos pesqueros sometidos a explotación. En el Archipiélago este hecho se ha visto agravado por una serie numerosa y diversa de debilidades, como son: insuficiente disponibilidad de buque de investigación, carencia de buque oceanográfico polivalente, escaso esfuerzo investigador sobre la relación medio marino-recursos pesqueros, bajo nivel de coordinación entre investigadores, escaso apoyo a los investigadores para el adecuado desarrollo de las tareas de administración y gestión, ausencia de planificación de la I+D+i pesquera a corto, medio y largo plazo, escasez de fondos y fuentes de financiación locales, muy baja implicación de la empresa privada en la I+D+i marina, discontinuidad de las investigaciones que incide negativamente en la

utilidad y vigencia de los resultados, y escasa divulgación de los resultados de la actividad investigadora. Aspectos tales como la divulgación y la promoción de nuevos productos pesqueros adquieren especial relevancia en este contexto.

Desde una óptica social, inseparable de la económica, estas nuevas actividades marisqueras con aparejos de nasas selectivas son susceptibles de generar empleos directos a bordo (tripulaciones especializadas) e indirectos en tierra (manipulación y comercialización de las capturas, elaboración y reparación artesanal de aparejos y nasas, demanda de embalajes, de carnadas específicas y de otros suministros, adquisición de otros materiales, instrumentos y pertrechos de pesca, etc.). Algunos de estos empleos serían idóneos para segmentos sociales de especial sensibilidad (jóvenes patrones, contramaestres y mecánicos navales, mujeres, inmigrantes y/o jubilados).

En este campo, no descartamos la oportunidad de que se produzcan condiciones idóneas para que se generen actividades socio-económicas de tipo “spin-off”, en particular las que podrían ser desarrolladas por jóvenes emprendedores recién egresados de nuestras Universidades y centros de formación profesional náutico-pesquera.

Para concluir, solo nos resta añadir que no tenemos noticia de que en ninguna parte del mundo se haya desarrollado una pesquería de crustáceos profundos fundamentada en una rigurosa secuencia de acciones y estudios previos sobre la biología de la especie objetivo, la evaluación de sus stocks, la transferencia de tecnología selectiva, la formación y adiestramiento de los pescadores, acciones piloto de pesca y una reglamentación anticipativa. Por tal motivo, a nuestro juicio y sin caer en la exageración, la consecución de este reto otorgaría a nuestra línea de investigación y desarrollo tecnológico un carácter paradigmático.

## 6.- AGRADECIMIENTOS

El presente Informe rinde homenaje a los Buques Oceanográficos del Gobierno de Canarias: B/O “Taliarte” (39 m, 1981-2003) y B/O “Profesor Ignacio Lozano” (24 m, 2005-2014), así como a sus tripulaciones y a los equipos científico-técnicos que participaron a las 40 campañas de investigación pesquera en aguas semiprofundas y profundas del mar de Canarias. También a los equipos de muestreadores y a los científicos que trabajaron en los laboratorios y en el tratamiento/análisis de datos. En definitiva, mi sincero agradecimiento a todos los colegas, de Canarias y de la Macaronesia, que me acompañaron profesionalmente (y me permitieron aprender) durante este periodo de trece años (1996-2012) a lo largo de siete apasionantes proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, innovación, cooperación y divulgación. No es una despedida: ¡calma!, seguimos navegando...

## 7.- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Almeida, A.J., M. Biscoito, J.I. Santana & J.A. González (2010). New records of grey cutthroat, *Synphobranchus affinis* (Actinopterygii: Anguilliformes, Synphobranchidae), from the eastern-central Atlantic Ocean. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 40 (1): 66-70.
- Araújo, R., M. Biscoito, J.I. Santana & J.A. González (2009). First record of the deep-sea red crab *Chaceon inglei* (Decapoda: Geryonidae) from Madeira and the Canary Islands (northeastern Atlantic Ocean). *Bocagiana*, 230: 1-6.
- Arrasate-López, M., O. Ayza, A.M. García-Mederos, V.M. Tuset, E. García, D.I. Espinosa, J.I. Santana, I.J. Lozano, S. Jiménez, L. Aragón, A. Medina, J.G. Pajuelo, J.M. Lorenzo & J.A. González (2008). Reproducción y crecimiento del camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) (Pandalidae) en aguas de Canarias. Programa e Livro de Resumos do XV Simpósio Ibérico de Estudos de Biologia Marinha, Funchal (Madeira), Portugal: p. 35.

- Arrasate-López, M., V.M. Tuset, J.I. Santana, A. García-Mederos, O. Ayza & J.A. González (2012). Fishing methods for sustainable shrimp fisheries in the Canary Islands (North-West Africa). *Afr. J. Mar. Sci.*, 34 (3): 331-339.
- Ayza, O., A.M. García-Mederos, V.M. Tuset, D.I. Espinosa, M. Arrasate-López, E. García, J.I. Santana, I.J. Lozano, S. Jiménez, L. Aragón, A. Medina, J.G. Pajuelo, J.M. Lorenzo & J.A. González (2008). Dinámica poblacional del cangrejo rey *Chaceon affinis* (Geryonidae) en Canarias. *Ibidem*.
- Beddington, J.R. & J.G. Cooke (1983). The potential yield of fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 242: 47 pp.
- Bez, N. (2002). Global fish abundance estimation from regular sampling: the geostatistical transitive method. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 1921-1931.
- Biscoito, M. (1993). An account on the shrimps of the family Pandalidae (Crustacea, Decapoda, Caridea) in Madeiran waters. In Proceedings of the 5th Symposium "Fauna and Flora of the Cape Verde Islands", Leiden, 4-7 October, 1989. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, 159: 321-325.
- Biscoito, M., A.R. Pinto, G.E. Maul, G.T. Faria & A.B. Amorim (1992). Estudo ecológico e biológico das comunidades de peixes e crustáceos decápodes bentónicos da vertente continental da Madeira. Relatório de Progresso do projecto PMCT/C/MAR/985/90. JNICT. Museu Municipal do Funchal, Janeiro de 1992. 60 pp+apêndice.
- Biscoito, M., J. Delgado, J.A. González, S. Stefanni, V.M. Tuset, E. Isidro, A. García-Mederos & D. Carvalho (2011). Morphological identification of two sympatric species of Trichiuridae, *Aphanopus carbo* and *A. intermedius*, in NE Atlantic. *Cybium*, 35 (1): 19-32.
- Biscoito, M., M. Freitas, J.G. Pajuelo, R. Triay-Portella, J.I. Santana, A.L. Costa, J. Delgado & J.A. González (2015). Sex-structure, depth distribution, intermoult period and reproductive pattern of the deep-sea red crab *Chaceon affinis* (Brachyura, Geryonidae) in two populations in the north-eastern Atlantic. *Deep-Sea Res. I*, 95: 99-114.

- Caldentey, M.A., J.A. González, I.J. Lozano & J.I. Santana (1990). Aproximación a la talla de primera madurez sexual de pandálidos en las Islas Canarias. *Vieraea*, 19: 201-208.
- Caldentey, M.A., J.I. Santana, J.A. González & I.J. Lozano (1992). Observaciones biológico pesqueras sobre los Pandálidos (Crustacea, Decapoda, Caridea) de Canarias. En: Actas del V Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar., Tomo 2, J.J. Bacallado & J. Barquín (eds.), La Laguna (Tenerife): 25-43.
- Carvalho, D., J. Delgado, M. Biscoito, M. Freitas, J.A. González, J.I. Santana, I.J. Lozano, S. Jiménez, J.G. Pajuelo, J.M. Lorenzo, E. Isidro, M.R. Pinho & Consorcio PESCPROF (2006). Recursos Pesqueros de Aguas Profundas del Atlántico Centro-Oriental. Memoria científico-técnica final del Proyecto PESCPROF-1 (PIC Interreg III B, MAC/4.2/M12). European Union, Regional Policy, FEDER. Instituto Canario de Ciencias Marinas, Telde (Las Palmas), marzo de 2006. 126 pp.
- Carvalho, D., J. Delgado, M. Biscoito, M. Freitas, J.A. González, J.I. Santana, V.M. Tuset, E. Isidro, M.R. Pinho & Consorcio PESCPROF (2007). Recursos Pesqueros de Aguas Profundas del Atlántico Centro-Oriental: alternativas a la pesca en la Macaronesia. Memoria científico-técnica final del Proyecto PESCPROF-2 (PIC Interreg III B, 03MAC/4.2/M8). European Union, Regional Policy, FEDER. Telde (Las Palmas), abril de 2007, 154 pp.
- Ciannelli, L., P. Fauchald, K.S. Chan, V.N. Agostini & G.E. Dingsør (2008). Spatial fisheries ecology: Recent progress and future prospects. *J. Mar. Syst.*, 71: 223-236.
- Connan, G.Y. (1985). Assessment of shellfish stocks by geostatistical techniques. *Int. Counc. Explor. Sea Comm. Meet.* (Shellfish Comm.) K:30: 1-24.
- Connan, G.Y. (1987). The paradigm of random sampling patches and the genesis of lognormal and negative binomial related models. *Int. Counc. Explor. Sea Comm. Meet.* (Shellfish Comm.) K:25: 1-11.

- Connan, G.Y. & E. Wade (1989). Geostatistical analysis, mapping and global estimation of harvestable resources in a fishery of northern shrimp (*Pandalus borealis*). *Int. Counc. Explor. Sea Comm. Meet.* (Statistics Comm.) D:1: 1-22.
- Delgado, J., S. Jiménez & J.A. González (coord. cient.) (2009). Memoria científico-técnica final de la campaña experimental de pesca con palangre de deriva a media-agua (tipo maderense) dirigida al sable negro (*Aphanopus* spp.) en la ZEE de España alrededor del archipiélago de Canarias. Direcção de Serviços de Investigaçãõ das Pescas, Instituto Español de Oceanografía e Instituto Canario de Ciencias Marinas. Funchal, Madeira: 42 pp.
- Delgado, J., S. Reis, J.A. González, E. Isidro, M. Biscoito, M. Freitas & V.M. Tuset (2013). Reproduction and growth of *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* (Teleostei: Trichiuridae) in the northeastern Atlantic. *J. Appl. Ichthyol.*, 29 (5): 1008-1014.
- Dürr, J. & J.A. González (2002). Feeding habits of *Beryx splendens* and *Beryx decadactylus* (Berycidae) off the Canary Islands. *Fish. Res.*, 54 (3): 363-374.
- Franquet, F. & A. Brito (1995). Especies de interés pesquero de Canarias. Consejería de Pesca y Transportes, Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife: 143 pp.
- Freitas, M., M. Biscoito, A.L. Costa, S. Castro, J.I. Santana, V.M. Tuset, A. García-Mederos, M. Arrasate-López, O. Ayza & J.A. González (2010). By-catch from an experimental trap fishery for the deep sea red crab *Chaceon affinis* off Madeira and the Canary Islands. Actas del XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina: 103. Universidad de Alicante, Alicante, 6-10 septiembre 2010.
- Freitas, M., L. Costa, J. Delgado, S. Jiménez, J.A. González & V. Timóteo (2015). Deep-sea Chondrichthyes caught in an experimental fishing survey off the Canary Islands (NE Atlantic Ocean). 19th Annual Scientific Conference of the European Elasmobranch Association (EEA'15). Book of Abstracts: p. 91. Peniche, Portugal, 9-11 October 2015.

- García-Mederos, A.M., V.M. Tuset, J.I. Santana & J.A. González (2010). Reproduction, growth and feeding habits of stout beardfish *Polymixia nobilis* (Polymixiidae) off the Canary Islands (NE Atlantic). *J. Appl. Ichthyol.*, 26 (6): 872-880.
- Gayanilo, F.C. Jr. & D. Pauly (eds.) (1997). The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) Reference Manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, 8. Rome, FAO, 262 pp.
- Gayanilo, F.C. Jr, P. Sparre & D. Pauly (2002). FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II). FAO, Rome.
- González, J.A. (1989). Pescas experimentales con palangres y nasas en aguas profundas del Archipiélago Canario. En: Relatório 8ª Semana das Pescas dos Açores 1988: 149-163. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas, Direcção Regional das Pescas. Horta (Azores, Portugal).
- González, J.A. (1995). Catálogo de los Crustáceos Decápodos de las islas Canarias. Publicaciones Turquesa. Santa Cruz de Tenerife: 282 pp.
- González, J.A. (inv. princ.) (1997). Transferencia de tecnología a la flota artesanal canaria y desarrollo de nuevas pesquerías de camarones profundos. Instituto Canario de Ciencias Marinas. Telde (Gran Canaria): 69 pp.
- González, J.A. (inv. princ.) (1998). Pesquería de camarón de aguas profundas. Isla de Tenerife: Evaluación del recurso, transferencia de tecnología y construcción de prototipos. Instituto Canario de Ciencias Marinas. Telde (Gran Canaria): 80 pp.
- González, J.A. (ed.) (2008). Memoria científico-técnica final sobre el Estado de los Recursos Pesqueros de Canarias (REPESCAN). Instituto Canario de Ciencias Marinas, Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información. Telde (Las Palmas): 210 pp.
- González, J.A. (2013). Peces y mariscos del Atlántico canario. Valorización y recomendaciones de sostenibilidad. Mercurio Ed. & Pellagofio Ed. Las Palmas de Gran Canaria: 132 pp.



- González, J.A. (2015a). Los coloraos. *Pellagofio* (2), Confusiones y sustituciones en los productos de la pesca, 30: 7-7. Santa María de Guía, Las Palmas.
- González, J.A. (2015b). Fulas de altura o alfonsiños. *Pellagofio* (2), Confusiones y sustituciones en los productos de la pesca, 37: 8-8. Santa María de Guía, Las Palmas.
- González, J.A. (2016a). Sustainability of Marine Food Resources—An Ecological and Fishery Approach. *J. Environ. Health Sci.*, 2 (2): 1-5.
- González, J.A. (2016b). Brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the Canary Islands (eastern Atlantic): checklist, zoogeographic considerations and conservation. *Sci. Mar.*, 80 (1): 89-102.
- González, J.A. (2016c). Merluzas. *Pellagofio* (2), Confusiones y sustituciones en los productos de la pesca, 40: 7-7. Santa María de Guía, Las Palmas.
- González, J.A. (2016d). Fícididos. *Pellagofio* (2), Confusiones y sustituciones en los productos de la pesca, 46: 7-7. Santa María de Guía, Las Palmas.
- González, J.A. (2017). Pámpanos. *Pellagofio* (2), Confusiones y sustituciones en los productos de la pesca, 50: 7-7. Santa María de Guía, Las Palmas.
- González, J.A. & J.I. Santana (1986). Posibilidades pesqueras en aguas profundas de Canarias. Nuevas tecnologías. *Canarias Agraria y Pesquera*, 2: 15-18. Gobierno de Canarias.
- González, J.A., J. Carrillo, J.I. Santana, P. Martínez Baño & F. Vizuete (1992). La pesquería de Quisquilla, *Plesionika edwardsii* (Brandt, 1851), con tren de nasas en el Levante español. Ensayos a pequeña escala en Canarias. *Inf. Técn. Sci. Mar.*, 170: 1-31.
- González, J.A., J.A. Quiles, V.M. Tuset, M.M. García-Díaz & J.I. Santana (2001). Data on the family Pandalidae around the Canary Islands, with first record of *Plesionika antigai* (Caridea). *Hydrobiologia* (Paula, J.P.M., A.A.V. Flores & C.H.J.M. Fransen, eds., Advances in Decapod Crustacean Research), 449: 71-76.

- González, J.A., V. Rico, J.M. Lorenzo, S. Reis, J.G. Pajuelo, M. Afonso Dias, A. Mendonça, H.M. Krug & M.R. Pinho (2003). Sex and reproduction of the alfonsino *Beryx splendens* (Pisces, Berycidae) from the Macaronesian archipelagos. *J. Appl. Ichthyol.*, 19 (2): 104-108.
- González, J.A., J.I. Santana, A.M. García-Mederos, V.M. Tuset, I.J. Lozano, S. Jiménez & M. Biscoito (2008). New data on the family Moridae (Gadiformes) from the Canary Islands (northeastern Atlantic Ocean), with first record of *Laemonema robustum*. *Cybium*, 32 (2): 173-180.
- González, J.A., J.I. Santana & M. Biscoito (2009). On the presence of *Eumunida bella* (Crustacea: Anomura: Chirostylidae) off the Canary and Cape Verde Islands (northeastern Atlantic). *Bocagiana*, 229: 1-6.
- González, J.A., J. Delgado, E. Isidro, J.I. Santana, A.R. Góis, M.R. Pinho, S. Jiménez, A.M. García-Mederos, M. Arrasate-López, O. Ayza, V.M. Tuset & MARPROF Consortium (2010). Estimating the biomass and fishing potential of the deep-water shrimp *Plesionika edwardsii* (Crustacea: Decapoda: Pandalidae) around the Macaronesian archipelagos. *Actas del XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*: 139. Universidad de Alicante, Alicante, 6-10 septiembre 2010.
- González, J.A., J.G. Pajuelo, J.M. Lorenzo, J.I. Santana, V.M. Tuset, S. Jiménez, C. Perales-Raya, G. González-Lorenzo, P. Martín-Sosa & I.J. Lozano (2012). Talla Mínima de Captura de peces, crustáceos y moluscos de interés pesquero en Canarias. Una propuesta científica para su conservación. Viceconsejería de Pesca, Gobierno de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria: 252 pp.
- González, J.A., J.G. Pajuelo, R. Triay-Portella, R. Ruiz-Díaz, J. Delgado, A.R. Góis & A. Martins (2016). Latitudinal patterns in the life-history traits of three isolated Atlantic populations of the deep-water shrimp *Plesionika edwardsii* (Decapoda, Pandalidae). *Deep-Sea Res. I*, 117: 28-38.
- González, J.A., J.I. Santana, J.M. Lorenzo, J.A. Quiles, S. Jiménez, G. González-Lorenzo, J.M. Landeira, J. Barquín & I.J. Lozano (2017). Lista,

etimología y nombres comunes de los crustáceos decápodos de Canarias. Parte 1. Cangrejos (Brachyura). *Vieraea*, 45: 15-40.

González, J.A., J.A. Quiles, E. Lozano-Bilbao, I.J. Lozano & J.M. Landeira (in prep.). Lista, etimología y nombres comunes de los crustáceos decápodos de Canarias. Parte 2. Gambas (Dendrobranchiata), camarones espinosos (Stenopodidea) y camarones (Caridea). *Vieraea*.

González-Gurriarán, E., J. Freire & L. Fernández (1993). Geostatistical analysis of spatial distribution of *Liocarcinus depurator*, *Macropipus tuberculatus* and *Polybius henslowii* (Crustacea: Brachyura) over the Galician continental shelf (NW Spain). *Mar. Biol.*, 115: 453-461.

Gulland, J.A. (1971). The fish resources of the ocean. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 97: 425 pp.

Hastie, T.J. & R.J. Tibshirani (1990). Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.

Henderson, P.A. & H.A. Holmes (1987). On the population biology of the common shrimp *Crangon crangon* (L.) (Crustacea: Caridea) in the Severn estuary and Bristol channel. *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, 67: 825-847.

Krug, H., D. Carvalho & J.A. González (2011). Age and growth of the alfonsino *Beryx decadactylus* (Cuvier, 1829) from the Azores, Madeira and Canary Islands, based on historical data. *Arquipélago – Life Mar. Sci.*, 28: 25-31.

Leslie, P.H. & D.H.S. Davis (1939). An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. *J. An. Ecol.*, 8: 94-113.

Machado, A. & M. Morera (coord.) (2005). Nombres comunes de las plantas y los animales de Canarias. Academia Canaria de la Lengua. Canarias: 228 pp.

Pajuelo, J.G., J.A. González & J.I. Santana, J.M. Lorenzo, A. García-Mederos & V.M. Tuset (2008). Biological parameters of the bathyal fish black scabbardfish (*Aphanopus carbo* Lowe, 1839) off the Canary Islands, Central-east Atlantic. *Fish. Res.*, 92 (2-3): 140-147.

- Pajuelo, J.G., J.A. González & J.I. Santana (2010). Bycatch and incidental catch of the black scabbardfish (*Aphanopus* spp.) fishery off the Canary Islands. *Fish. Res.*, 106: 448-453.
- Pajuelo, J.G., R. Triay-Portella, J.I. Santana & J.A. González (2015). The community of deep-sea decapod crustaceans between 175 and 2600 m in submarine canyons of a volcanic oceanic island (central-eastern Atlantic). *Deep-Sea Res. I*, 105: 83-95.
- Pauly, D. (1983). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 234: 1-52.
- Petitgas, P. (2001). Geostatistics in fisheries survey design and stock assessment: models, variances and applications. *Fish. Fish.*, 2: 231-249.
- Pope, J.A., A.R. Margetts, J.M. Hamley & E.F. Akyüz (1983). Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. *FAO Doc. Téc. Pesca*, 41, rev.1. FAO, Roma: 56 pp.
- Quiles, J.A. (2005). Biología, evaluación y plan piloto de pesca del stock de camarón soldado *Plesionika edwardsii* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) de Gran Canaria. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Facultad de Ciencias del Mar.
- Quiles, J.A., V. Rico, V.M. Tuset, J.I. Santana & J.A. González (2001). Notes on the biology of *Cancer bellianus* (Brachyura, Cancridae) around the Canary Islands. *Hydrobiologia* (Paula, J.P.M., A.A.V. Flores & C.H.J.M. Fransen, eds., Advances in Decapod Crustacean Research), 449: 193-199.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 191: 382 pp.
- Rico, V., J.M. Lorenzo, J.A. González, H.M. Krug, A. Mendonça, E. Gouveia & M. Afonso Dias (2001a). Age and growth of the alfonsino *Beryx splendens* Lowe, 1834 from the Macaronesian archipelagos. *Fish. Res.*, 49 (3): 223-240.

- Rico, V., J.M. Lorenzo, J.I. Santana & J.A. González (2001b). Edad y crecimiento del besugo americano *Beryx splendens* Lowe, 1834 (Osteichthyes, Berycidae) en aguas de las islas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 17 (1-2): 121-128.
- Rikhter, V.A. & V.N. Efanov (1976). On one of the approaches to estimations of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.*, 76/VI/8: 12 pp.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K.G. Foote, P. Fernández & N. Bez (2000). Geostatistics for Estimating Fish Abundance. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Santana, J.I., J.A. González, J. Carrillo, F. Pérez, A.L. Barrera & J.A. Gómez (1987). Prospecciones pesqueras con nasas en aguas de Gran Canaria. Resultados de la Campaña MOGÁN 8701. Centro de Tecnología Pesquera de Gran Canaria (Pesquerías). Telde (Gran Canaria): 69 pp.
- Santana, J.I., J.A. González, I.J. Lozano & V.M. Tuset (1997). Life history of *Plesionika edwardsi* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) around the Canary Islands (Eastern Central Atlantic). *S. Afr. J. mar. Sci.*, 18: 39-48.
- Santana, J.I., I.J. Lozano, V.M. Tuset, Y. Padilla, F. Marrero, M. Gimeno, R. González-Cuadrado, J.A. Pérez-Peñalvo, A. García-Mederos, J.A. Quiles, S. Jiménez, M.A. Rodríguez-Fernández, J. Macías & J.A. González (2003). Plan piloto de pesca y estudio de mercado para el desarrollo de una pesquería de camarón o gamba en aguas profundas de Gran Canaria. Vol. 1: 152 pp.; 2: 15 pp.+vídeo. Viceconsejería de Pesca, Gobierno de Canarias. Instituto Canario de Ciencias Marinas.
- Schönhuth, S., Y. Álvarez, V. Rico, J.A. González, J.I. Santana, E. Gouveia, J.M. Lorenzo & J.M. Bautista (2005). Molecular identification and biometric analysis of Macaronesian archipelago stocks of *Beryx splendens*. *Fish. Res.*, 73: 299-309.
- Sparre, P. & S.C. Venema (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Doc. Téc. Pesca*, 306.1 Rev. 1, FAO, Roma: 440 pp.

- Triay-Portella, R., J.A. González, J.I. Santana, V. García-Martín, M. Romero, S. Jiménez-Martín, D. Hernández-Castro & J.G. Pajuelo (2014). Reproductive pattern and egg development of the deep-sea crab *Paromola cuvieri* (Brachyura, Homolidae) around the Canary Islands (NE Atlantic). *Deep-Sea Res. I*, 85: 1-14.
- Triay-Portella, R., R. Ruiz-Díaz, J.G. Pajuelo & J.A. González (2017a). Ovarian maturity, egg development, and offspring generation of the deep-water shrimp *Plesionika edwardsii* (Decapoda, Pandalidae) from three isolated populations in the eastern North Atlantic. *Mar. Biol. Res.*, 13 (2): 174-187.
- Triay-Portella, R., J.G. Pajuelo & J.A. González (2017b). Spatio-temporal variation in biomass of the deep-sea red crab *Chaceon affinis* in Gran Canaria Island (Canary Islands, Eastern-Central Atlantic). *Mar. Ecol.*, 38 (5): 1-14.
- Tuset, V.M., J.A. Pérez-Peñalvo, J. Delgado, M.R. Pinho, J.I. Santana, M. Biscoito, J.A. González & D. Carvalho (2009). Biology of the deep-water shrimp *Heterocarpus ensifer* (Caridea: Pandalidae) off the Canary, Madeira and the Azores Islands (northeastern Atlantic). *J. Crustac. Biol.*, 29 (4): 507-515.
- Tuset, V.M., S. Piretti, A. Lombarte & J.A. González (2010). Using sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep-sea species: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from NE Atlantic waters. *Sci. Mar.*, 74 (4): 807-814.
- Tuset, V.M., D.I. Espinosa, A. García-Mederos, J.I. Santana & J.A. González (2011). Egg development and fecundity estimation in deep-sea red crab, *Chaceon affinis* (Geryonidae), off the Canary Islands (NE Atlantic). *Fish. Res.*, 109 (2-3): 373-378.
- Wood, S.N. (2004). Stable and efficient multiple smoothing parameter estimation for generalized additive models. *J. Am. Stat. Assoc.*, 99: 637-686.
- Wood, S.N. (2006). Generalized Additive Models – An introduction with R. Chapman and Hall, London.