



Máster Internacional en
GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE
(7ª edición: 2017-2019)

TESIS

presentada y públicamente defendida
para la obtención del título de

MASTER OF SCIENCE

Estudio experimental de la captura de los
artes de pesca artesanal de pulpo y su
impacto sobre el recurso

MOHAMED BOUGHARIOUN
Septiembre 2019

 <p>Universitat d'Alacant Universidad de Alicante</p>	 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN</p>	 <p>CIHEAM Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza</p>
<p>MASTER EN GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE (7ª edición: 2017-2019)</p>		

Estudio experimental de la captura de los artes de pesca artesanal de pulpo y su impacto sobre el recurso

MOHAMED BOUGHARIOUN

**TESIS PRESENTADA Y
PUBLICAMENTE
DEFENDIDA PARA LA
OBTENCION
DEL
TÍTULO DE MASTER OF
SCIENCE EN GESTIÓN
PESQUERA SOSTENIBLE**

Alicante

a26 de septiembre de 2019

Estudio experimental de la captura de los artes de pesca artesanal de pulpo y su impacto sobre el recurso

MOHAMED BOUGHARIOUN

Trabajo realizado en el Centro Regional del Instituto Nacional de Investigación Pesquera (INRH) en Dajla, Marruecos bajo la dirección de Sr. El Mustafa Ait Chattou y Dr. José Luis Sánchez Lizaso

Presentado como requisito parcial para la obtención del Diploma Master of Science en Gestión Pesquera sostenible otorgado por la Universidad de Alicante a través de Facultad de Ciencias y el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) a través del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ).

Esta Tesis fue defendida el día 26 de septiembre de 2019 ante un Tribunal Formado por:

- Aitor Forcada Almarcha (Universidad Alicante), Presidente
- Bernardo Basurco de Lara (CIHEAM), Secretario
- Terasa Cerveira Borges (Universidad Algarve), Vocal

**Todas las opiniones políticas expresadas en este trabajo son del autor y no de la
Universidad de Alicante y no del CIHEAM**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis tutores, el Dr. José Luís Sánchez Lizaso y Sr. El Mustafa Ait Chattou, por su gran ayuda, apoyo, motivación y paciencia constante y por todos los conocimientos adquiridos durante este año.

También quiero expresar mi agradecimiento a todos los responsables del Máster: la Universidad de Alicante, el Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ) del el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) y todos los profesores que han participado en este Máster.

También quiero agradecer al Director y a todos mis superiores del Instituto Nacional de Investigación Pesquera (INRH) por aceptar continuar mis estudios en esta Máster.

Me gustaría agradecer a todos los pescadores que participaron en este estudio y a la Marina Real de la región de Dajla encargada de la vigilancia de la bahía.

También me gustaría agradecer a todo el equipo del centro regional del INRH a Dajla, y especialmente el equipo del Laboratorio de Pesca y a Mahmoud El Khattat, navegante del centro y a los conductores por su apoyo y ayuda, y a todos los que han ayudado a llevar a cabo este trabajo.

Un agradecimiento especial a Jilali Bensbai y Zahra Tami por sus consejos y ayuda y a la familia de Emmanuel Adrian I niguez y Yolanda Torregrosa Guijarro y son hijo Iker, que me recib o en su casa durante todas mis estancias en San Vicente del Raspeig, Alicante.

También quiero agradecer a mis queridos padres, a mi esposa y a mis hijas por las súplicas y por su paciencia en mi ausencia durante el primer año del Master.

RESUMEN

La pesca de pulpo en el sur de Marruecos está gestionada por el plan de gestión introducido en 2004. El parte del TAC asignado al segmento artesanal de pequeña escala (3084 barcos) de la región es del 26%. Los principales artes utilizados para la pesca artesanal del pulpo son los alcatruces de plástico y las poteras de pulpo. En promedio, los pescadores de la región utilizan 975 alcatruces o 25 poteras, mientras que sólo se permiten 300 alcatruz y 3 poteras. El número estimado de alcatruces de plástico perdidos en los mares de Dajla es de 2,5 millones de unidades. Desde 2018, se ha introducido otro arte para pescar este recurso, las nasas que se utilizan habitualmente para la pesca de grandes crustáceos.

El objetivo de este trabajo es estudiar el impacto de los artes utilizados para la pesca el pulpo y estudiar la viabilidad de sustituir los alcatruces de plástico por otros más respetuosas con el medio ambiente. Para ello, se realizó una pesca experimental con cuatro artes, poteras, nasas y dos tipos de alcatruces, de plástico y de barro, de 30 unidades cada una, de acuerdo con las estrategias utilizadas por las pesquerías profesionales de la región. Por razones de seguridad y viabilidad técnica, los experimentos se llevaron a cabo en la Bahía de Dajla.

Después de 16 operaciones de pesca, en diferentes condiciones climáticas, Las cuatro artes son más rentables con temperaturas del agua superiores a 19°C y buen tiempo y mar en calma. Con el esfuerzo realizado se observa que las poteras capturaron el 44% del pulpo total seguidas de las nasas (22%), ambos tipos de alcatruces capturan el 20 y el 14% respectivamente para los alcatruces de plástico y los de barro.

La estructura demográfica de la fracción capturada por las poteras es unimodal, con una amplia gama de tamaños dominados por individuos medianos y grandes, mientras que la captura de otros artes está dominada por individuos medianos. Los pesos medios de los individuos capturados por las poteras son significativamente diferentes para ambos tipos de alcatruces. Estos últimos tienen un comportamiento y un peso medio similares ($t_s=1.98$, $p>0.05$). Las poteras retenían pulpos de peso medio más grandes que los alcatruces ($t_s=1.97$, $p>0,05$) y similares a las de las nasas. En términos de selección el tamaño promedio del pulpo capturado para las poteras es de 1800 g, seguido de las nasas (1700 g), mientras que los dos tipos de alcatruces han retenido pulpos de 1480 g de promedio. El primer tamaño de captura es de más de un kilogramo en todos los casos. Las proporciones de captura de las hembras son diferentes entre las poteras y los alcatruces de barro ($z= -3,101$, $p<0,05$), mientras que no hay diferencias entre los porcentajes de los dos sexos dentro de cada arte. Las poteras y los alcatruces son muy selectivos para el pulpo, mientras que las nasas han capturado además del pulpo otras 10 especies dominadas por *Halobatrachus didactylus* (47%), *Diplodus billotti* (29%) y *Plectorhinchus mediterraneus* (10%), con un rango de tamaño entre 8 y 41 cm. La pérdida de alcatruces es mínima y se debe principalmente a una manipulación inadecuada a bordo. Los alcatruces de plástico pueden ser reemplazados por alcatruces de barro. Las nasas capturan otras especies de bajo interés económico. Los artes experimentados no tienen selectividad por sexo, sin embargo, mostraron diferencias en el tamaño de los pulpos capturados.

Palabras clave: Pulpo, Pesca de pequeña escala, alcatruz, potera de pulpo, nasa, Dajla

ABSTRACT

The octopus fishery in southern Morocco is managed by the management plan introduced in 2004. The share of the TAC allocated to the small-scale artisanal segment (3084 vessels) of the region is 26%. On average, fishermen in the region use 975 pots or 25 jigs, while only 300 pots and 3 jigs are allowed. The estimated number of plastic pots lost in the Dakhla Seas is 2.5 million units. Since 2018, another gear has been introduced to fish this resource, the traps that are commonly used for fishing large crustaceans.

The aim of this work is to study the impact of gears used to fish octopus and study the feasibility of replacing plastic pots with other environmentally friendly. To this end, an experimental fishery was carried out with four gears, jigs, traps and two types of pots, clay and plastic, of 30 units each, in accordance with the strategies used by the professional fisheries of the region. For reasons of safety and technical feasibility, the experiments were carried out in Dakhla Bay.

After 16 fishing operations, in different climatic conditions, the four gears are more profitable with water temperatures above 19°C and good weather and calm sea. It is observed that jig captured 44% of the total octopus followed by traps (22%), both types of pots captured 20 and 14% respectively for plastic and clay pots.

The demographic structure of the fraction captured by the jig is unimodal, with a wide range of sizes dominated by medium and large individuals, while the capture of other gears is dominated by medium individuals. The average weights of individuals captured by jig are significantly different for both types of pots. The latter have similar behaviour and average weight ($t_s=1.98$, $p>0.05$). The jig retained middle-weight octopuses that were larger than the pots ($t_s=1.97$, $p>0.05$) and similar to those of the traps. In terms of selection, the size of the jig is 1800 g, followed by the traps (1700 g), while the two types of pots have retained octopus of 1480 g. The first catch size is more than one kilogram. The catch proportions of the females are different between the jigs and the clay pots ($z=-3,101$, $p<0,05$), while there are no differences between the percentages of the two sexes within each gear. Jig and pots are very selective for octopus, while traps have captured besides octopus 10 other species dominated by *Halobatrachus didactylus* (47%), *Diplodus billotti* (29%) and *Plectorhinchus mediterraneus* (10%), with a size range between 8 and 41 cm. Loss of pots is minimal and is mainly due to improper handling on board.

Plastic pots can be replaced by clay pots. Traps catch other species of low economic interest. Gears used do not have sex selectivity, however, they showed differences in the size of the octopus caught.

Keywords: Octopus vulgaris, small-scale fisheries, Pots, Traps, octopus jig, Dakhla

INDICE GENERAL

Todas las opiniones políticas expresadas en este trabajo son del autor y no de la Universidad de Alicante y no del CIHEAM.....	i
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
A. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
I. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO	1
II. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL PULPO	3
1. Hábitat y distribución geográfica	3
2. Características biológicas y ecológicas de la especie	3
2.1. Ciclo de vida.....	3
2.2. Migración	5
2.3. Dieta.....	5
2.4. Predación.....	6
3. Explotación mundial	6
III. ARTES DE PESCA ARTESANALES DEL PULPO.....	8
1. Alcatruces.....	8
2. Las poteras para pulpo (pulperas):	13
3. Las nasas:.....	15
IV. GESTIÓN DE LA PESCA DEL PULPO EN MARRUECOS	17
1. Historia de la pesquería	17
2. Medidas de gestión	18
2.1. Primer plan de gestión (mayo de 2001)	19
2.2. Segundo plan de gestión (abril de 2004).....	20
2.3. Medidas adicionales	21
V. ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL PULPO EN LA UNIDAD DE GESTIÓN....	23
1. Producción	23
2. Esfuerzo pesquero	24
3. Rendimiento (CPUE)	25
VI. DESCRIPCIÓN DE LA PESCA ARTESANAL EN LA REGIÓN DE DAJLA-OUED EDDAHAB	27
1. Pueblos de pesca artesanal	27
2. Artes de pesca artesanal	31

B. ESTUDIO EXPERIMENTAL	33
I. MATERIALES Y MÉTODOS	33
1. Área de estudio	33
2. Protocolo experimental	35
2.1. Artes de pesca	35
2.2. Barco y motor usados.....	38
2.3. Pesca experimental.....	39
3. Medidas y datos recopilados.....	40
4. Análisis de datos	43
II. RESULTADOS	46
1. Captura y rendimiento por arte.....	46
2. Estructura demográfica	47
2.1. Estructura demográfica total	47
2.2. Estructura demográfica por tipo de arte	49
2.3. Pesos medios.....	52
2.4. Selección según el tamaño.....	53
3. Proporción de sexos:	54
4. Estados de madurez sexual.....	55
5. Especies accesorias	57
6. Efecto de las condiciones meteorológicas en el rendimiento	60
7. Recuperaciones y pérdidas de artes.....	61
III. DISCUSIÓN	64
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
C. REFERENCIAS	69
D. ANEXOS	81

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN DE OCTOPUS VULGARIS EN EL MUNDO (FUENTE: FAO, 2018)	3
FIGURA 2: EVOLUCIÓN ANUAL DE LAS CAPTURAS MUNDIALES DE O. VULGARIS (FAO-FISHSTAT)	7
FIGURA 3: ALCATRUCES DE PLÁSTICO ALMACENADAS EN LA PLAYA DE LASSARGUA, 2017 (FOTO M. BOUGHARIOUN)	8
FIGURA 4: ALCATRUCES DE BARRO UTILIZADA PARA LA PESCA DEL PULPO EN TÚNEZ, ALMACENADA EN EL MUELLE DEL PUERTO PESQUERO DE LA GOULETTE EN TÚNEZ, 2019 (FOTO J.L.SÁNCHEZ LIZASO)9	
FIGURA 5: ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS ALCATRUCES PERDIDAS EN LAS AGUAS DE LA REGIÓN DE DAJLA (FARAJ ET AL., 2012)	12
FIGURA 6: EJEMPLOS DE PULPERAS (MARKAIDA ET AL., 2015)	13
FIGURA 7: POTERA UTILIZADA PARA LA PESCA DE PULPO EN LA REGIÓN DE DAJLA.....	14
FIGURA 8: NASAS UTILIZADAS PARA LA PESCA DEL PULPO EN EL PUEBLO DE N'TIREFT, 2018 (FOTO M. BOUGHARIOUN,)	16
FIGURA 9: EVOLUCIÓN ANUAL DE LAS CAPTURAS DE PULPO POR SEGMENTO EN LA REGIÓN DE DAJLA (ESTADÍSTICAS DPM Y ONP 1990-2004)	18
FIGURA 10: ZONAS ROCOSAS EXCLUIDAS DE TODA ACTIVIDAD DE ARRASTRE (INRH, 2018).....	22
FIGURA 11: CAPTURAS DE PULPO POR TIPO DE FLOTA PESQUERA EN LA REGIÓN DE DAJLA (ESTADÍSTICAS DPM Y ONP 2004-2017)	23
FIGURA 12: EVOLUCIÓN DE LAS CAPTURAS ARTESANALES DE PULPO EN DAJLA (ESTADÍSTICAS DPM Y ONP 1993-2017)	24
FIGURA 13: EVOLUCIÓN ANUAL DEL ESFUERZO POR SEGMENTO EN EL STOCK DE DAJLA (ESTADÍSTICAS DPM Y ONP 2004-2017).....	25
FIGURA 14: EVOLUCIÓN DE LA CPUE POR SEGMENTOS OPERATIVOS EN EL STOCK DE DAJLA (ESTADÍSTICAS DPM Y ONP 2003-2017)	26
FIGURA 15: PUEBLOS DE PESCA ARTESANAL DE LA UNIDAD DE MANEJO DE PULPO	28
FIGURA 16: FOTO DE PUEBLO DE PESCA ARTESANAL N'TIREFT, 2017 (FOTO M. BOUGHARIOUN)	29
FIGURA 17: PULPO EN CAJAS ISOTÉRMICAS.....	30
FIGURA 18: SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA DE LA ZONA DE ESTUDIO	33
FIGURA 19: DISTRIBUCIÓN DE LA PROFUNDIDAD (A LA IZQUIERDA) Y TIPO DEL SUSTRATO (A LA DERECHA) DE LA BAHÍA DE DAJLA. (CRTS-INRH, 2006)	34
FIGURA 20: ALCATRUZ DE PLÁSTICO	35
FIGURA 21: ALCATRUZ DE BARRO	36
FIGURA 22: DIMENSIONES DE LA NASA UTILIZADA.....	37
FIGURA 23: DETALLE DE LA POTERA PARA PULPO	38
FIGURA 24: LONGITUD DEL MANTO DORSAL (MODIFICADA A PARTIR DE N.ROLDAN)	41
FIGURA 25: ESTADOS DE MADUREZ SEXUAL DE HEMBRAS DE PULPO, EN LA BASE DE LA ESCALA MACROSCÓPICA DE DIA Y GOUTCHIN 1990, (FOTOS DE OULD MOHAMED FALL Y INEJIH, 2002). ...	41
FIGURA 26: ESTADOS DE MADUREZ SEXUAL DE MACHOS DE PULPO, EN LA BASE DE LA ESCALA MACROSCÓPICA DE DIA Y GOUTCHIN 1990, (FOTOS DE CUCCU ET AL., 2013. SC: COMPLEJO ESPERMATOFÓRICO, NS: SACO DE NEEDHAM Y T: TESTÍCULOS).	42
FIGURA 27: PROPORCIONES DE PULPOS CAPTURADOS POR ARTES	46
FIGURA 28: RENDIMIENTO DE PULPO POR ARTE Y POR DÍA DE PESCA	47
FIGURA 29: ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DE LOS PULPOS CAPTURADOS.....	48
FIGURA 30: RELACIÓN LONGITUD-PESO DEL PULPO PARA SEXOS COMBINADOS.....	49
FIGURA 31: ESTRUCTURAS DEMOGRÁFICAS, EN CATEGORÍAS COMERCIALES (PESO EVISCERADO), DE PULPO CAPTURADO POR TIPO DE ARTE EN COMPARACIÓN CON EL TOTAL DE PULPO CAPTURADO.	50
FIGURA 32: DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE PULPO CAPTURADO POR TIPO DE ARTE EN COMPARACIÓN CON EL TOTAL DEL PULPO CAPTURADO (LMD: LONGITUD DEL MANTO DORSAL) .	51
FIGURA 33: REPARTICIÓN DE LOS PESOS DE PULPOS CAPTURADOS POR TIPO DE ARTE	53

FIGURA 34: FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS POR PESO OBTENIDAS POR EL MÉTODO FRECUENCIA ACUMULATIVA PARA EL PULPO CAPTURADO POR LOS CUATRO ARTES.....	54
FIGURA 35: PROPORCIÓN DE SEXOS	54
FIGURA 36: PROPORCIONES DE SEXO EN FUNCIÓN DEL ARTE	55
FIGURA 37: ESTADO DE MADUREZ SEXUAL POR SEXO DE PULPO CAPTURADO	56
FIGURA 38: PROPORCIONES DE ESTADOS DE MADUREZ SEXUAL DE HEMBRAS DE PULPO POR TIPO DE ARTE.....	56
FIGURA 39: CAPTURA POR ESPECIE DE LAS NASAS	58
FIGURA 40: DISTRIBUCIÓN DE TALLAS SEGÚN LAS ESPECIES CAPTURADAS EN LAS NASAS. LA LÍNEA ROJA INDICA LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL	59
FIGURA 41: NÚMERO DE INDIVIDUOS DE PULPO POR TIPO DE ARTE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE AGUA	60
FIGURA 42: PROPORCIONES DE CAPTURAS POR TIPO DE ARTE EN FUNCIÓN DEL ESTADO DEL MAR.....	61
FIGURA 43: PROPORCIONES DE CAPTURAS POR TIPO DE ARTE EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO.....	61
FIGURA 44: ALCATRUZES DE PLÁSTICO ENCONTRADAS EN LA ZONA DE LA EXPERIMENTACIÓN	62

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TRES SEGMENTOS DE LA PESQUERÍA DEL PULPO EN LA UNIDAD DE GESTIÓN (FARAJ, A. 2009; INRH. 2018)	21
TABLA 2: LOS PRINCIPIOS ESPECIES CAPTURADOS POR TIPO DE ARTE (BOUGHARIOUN, 2017).....	32
TABLA 3: CALENDARIO Y PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE ARTES (BOUGHARIOUN, 2017). CADA ASTERISCO INDICA UN 20 % DE USO DE DICHO ARTE EN DICHO MES APROXIMADAMENTE.	32
TABLA 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA EMBARCACIÓN	38
TABLA 5: CARACTERÍSTICAS DE LOS MUESTREOS DE PULPO	40
TABLA 6: CLASIFICACIÓN DE MITSUBISHI DE TAMAÑOS DE PULPO CON FINES COMERCIALES	43
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTURAS DE PULPO POR DIA DE PESCA.....	46
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE PULPOS CAPTURADOS POR SEXOS	48
TABLA 9: PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV CON DOS MUESTRAS/PRUEBA BILATERAL: COMPARACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL PULPO CAPTURADO POR LOS CUATRO ARTES.	52
TABLA 10: PRUEBA Z/ PRUEBA DE EQUILIBRIO ENTRE LAS HEMBRAS Y LOS MACHOS POR ARTE (A=0,05)	55
TABLA 11: PRINCIPALES ESPECIES CAPTURADAS DURANTE EL ESTUDIO	57

LISTA DE ABREVIATURAS

B/I	Buque de Investigación
CV	Caballo de Vapor
CPUE	Captura por Unidad de Esfuerzo
Dp	Día de pesca
DPM	Departamento de Pesca Marítima
FAO	Food and Agriculture Organization
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
INRH	Institut National de Recherche Halieutique
IUU	Pesca Ilegal, No Regulada y no Controlada
Km	Kilómetros
N.Mi	Milla náutica
ONP	Oficina Nacional de Pesca
PVC	PoliCloruro de Vinilo
RFID	Identificación de embarcaciones por radiofrecuencia
SOFIA	The State of World Fisheries and Aquaculture
TAC	Total Admisible de Capturas
TRB	Tonelaje de Registro Bruto
Tn	Toneladas
UE	Unión Europea
WWF	World Wildlife Fund

A. INTRODUCCIÓN GENERAL

I. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

La costa sur de Marruecos, desde Cabo de Boujador hasta el Cabo Blanco, se caracteriza por la presencia de corrientes y vientos alisios canarios, adecuados para la formación de un sistema de afloramiento (Orbi, 1998, Demarcq, 2009; Benazzouz et al., 2015; Menna et al., 2016). El afloramiento de agua fría crea un ambiente rico en nutrientes que favorece la producción primaria y secundaria (Thiriot, 1976). Esta característica hace que el mar de la región sea rico en recursos pesqueros, incluyendo el pulpo común (Cuvier, 1797) (Idelhaj y Dochi, 1984; Balguerías et al. 2000; Faraj et al., 2006).

Las primeras capturas de *Octopus vulgaris* en esta región se remontan a finales de los años sesenta por parte de los arrastreros españoles, japoneses y coreanos (como especie de captura accesoria) (Caverivière, 2000; INRH, 2018). A principios de la década de 1970 se desarrolló la pesquería marroquí de cefalópodos de alta mar. La apertura del puerto pesquero de Tantan y El Aaiún en los años 80 condujo al desarrollo de la pesca de cefalópodos costeros (INRH, 2018).

La pesca del pulpo es la principal causa de la propagación de las embarcaciones artesanales en la región de Dajla-Oued Eddahab a principios de la década de 1990. El número de embarcaciones aumentó de este período a un máximo de 8082 en 2002, antes de caer a 3084 en 2004, año de implementación del plan de gestión de la pesquería de pulpo, que es uno de sus objetivos para limitar la capacidad de pesca artesanal (INRH, 2018).

La fuerte explotación de los tres segmentos llevó al colapso de las capturas en 2003. Un año más tarde, Marruecos puso en marcha un plan de gestión de la pesca basado en varias estrategias, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del recurso.

El Instituto Nacional de investigación Pesquera (INRH) ha revelado que el stock de pulpo ha mejorado, aunque todavía tiene un frágil equilibrio, lo que requiere la continuación de las medidas de gestión ya emprendidas dentro de un marco de adaptación que tenga en cuenta la dinámica de este recurso.

La producción total de los tres segmentos que operan en la unidad de gestión sur es de alrededor de 37.951 y 35.600 toneladas en 2016 y 2017 respectivamente (INRH, 2018).

El pulpo marroquí es una de las especies más solicitadas en Europa, mientras que es la única especie en demanda en el mercado japonés (Doukkali y Kamili, 2018).

La pesquería artesanal de pulpo en la región de Dakhla-Oued Eddahab ha superado el nivel de actividad de subsistencia y se considera una pesquería industrial, dados los efectos socioeconómicos positivos de esta actividad (Raki et al., 1995).

Los artes de pesca artesanal de pulpo autorizados en la región son los alcatruces y las poteras de pulpo. Sin embargo, recientemente ha surgido un nuevo arte de pesca que se utiliza con frecuencia para los crustáceos, a saber, las nasas, que se han utilizado hasta ahora en el pueblo pesquero de N'Tireft, 60 km al norte de Dajla, para la pesca del pulpo. No se dispone de información sobre su impacto en la especie.

Los alcatruces de plástico y las pulperas fueron objeto de un único estudio basado en encuestas y muestras biológicas (Bensbai et al., 2008). Con excepción de los estudios experimentales realizados sobre la selectividad de las alcatruces en la costa española (Sánchez et al., 1993; Sobrino et al., 2011), en Mauritania (Dia et al., 1996; Jouffre et al., 2002a) y en Portugal (Borges et al., 2015) y Carolina (Whitaker et al., 1991; Rudershausen, 2013) y para la selectividad de las nasas (Arnáiz et al., 2007).

Este trabajo forma parte del trabajo científico destinado a mejorar los conocimientos sobre la pesca artesanal de pulpo en el sur de Marruecos. En este estudio, la pesca experimental se utilizó para los siguientes fines:

- Estudiar las capturas de los artes de pesca artesanales de pulpo;
- Estudiar la viabilidad de sustituir los alcatruces de plástico por otros de barro;
- Conocer el impacto de un arte relativamente nuevo en la zona que son las nasas en comparación con los artes tradicionales.

II. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL PULPO

1. Hábitat y distribución geográfica

El pulpo común, *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797), es un molusco cefalópodo bentónico y nerítico que tiene una distribución muy amplia que incluye aguas tropicales y templadas, en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico y en el mar Mediterráneo (Quetglas et al., 1998), estando ausente en las de regiones polares y subpolares (Mangold, 1983). Es una especie costera y sedentaria que vive en profundidades entre 0 y 200 m (Silva et al., 2002). En la región noroeste de África su abundancia máxima se sitúa entre 15 y 100 m (Boumaaz y Dridi, 2000, Diallo y Ortiz 2002), y disminuye desde la costa hacia el mar, con valores mínimos en el talud continental. *O. vulgaris* está perfectamente adaptada a la vida en diferentes biotopos: rocosos, arenosos, fangosos, arrecifes de coral, lechos de pastos marinos,..., pero las áreas de mayor abundancia corresponden a sedimentos de arena fina a gruesa con un alto contenido en carbonatos (Domain 1977; Caverivière et al, 2000).

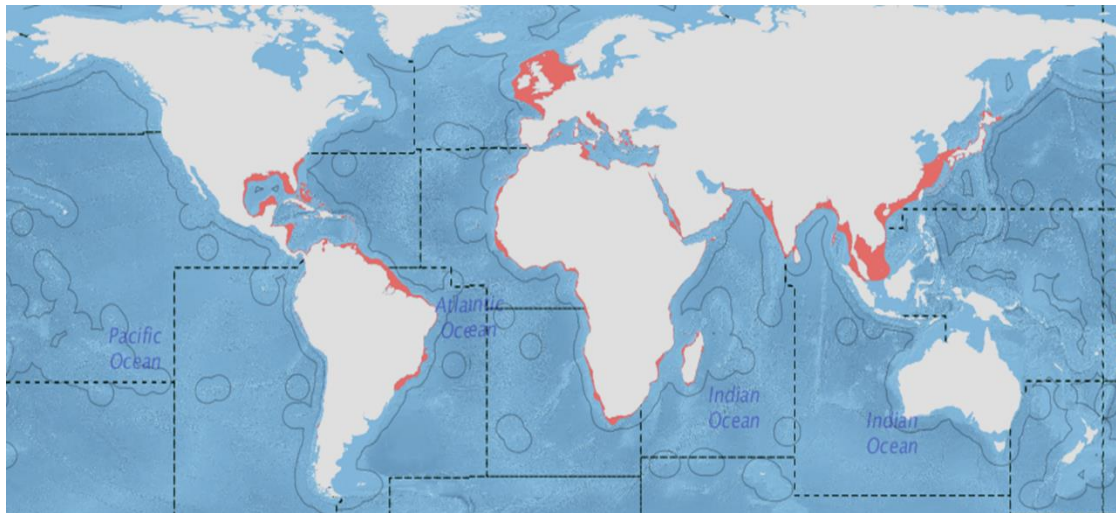


Figura 1: Distribución de *Octopus vulgaris* en el mundo (Fuente: FAO, 2018)

2. Características biológicas y ecológicas de la especie

2.1. Ciclo de vida

Los pulpos comunes son solitarios, se reúnen sólo con fines de reproducción. Su vida es corta (Mangold, 1983 y Joufre et al., 2000 y Perales-Raya, 2001), de 12 a 14 meses (Domain et al., 2002). Los individuos pueden alcanzar una longitud total de 120 a 130 cm

con un peso máximo de 10 kg, aunque en promedio son más pequeños y generalmente de 3 kg (FAO, 2018a).

Varios estudios han demostrado que la madurez sexual en los machos es temprana en comparación con las hembras (Inejih, 2000; Faraj et al., 2003; Dridi et al., 2007). Este fenómeno caracteriza al género *Octopus*, *Octopus dofleini* en el Pacífico norte (Yamashita, 1974) y *Octopus joubini* en el Golfo de México (Forsythe, 1984).

El apareamiento del pulpo ocurre sólo una vez en la vida de cada individuo (fenómeno de semelparidad). La reproducción parece ser continua durante todo el año (Inejih y Dedah, 1996). Según la FAO, se pueden observar dos picos de desove por año para esta especie en toda su área de distribución: en el Mediterráneo y en el mar interior japonés, el primero se produce en abril/mayo correspondiente al grupo de migrantes de primavera (el más grande del Mediterráneo) y el segundo en octubre correspondiente al grupo de migrantes de otoño (el más grande de Japón) (FAO, 2018a). En las costas de África Occidental, alrededor de Cabo Blanco, el primer pico de desove ocurre en mayo/junio y el segundo (más importante) en septiembre. (INRH, 2013).

Las hembras de pulpo pueden producir entre 120.000 y 500.000 huevos oblongos de unos 2x1 mm, que son recogidos en cuerdas fijadas por una secreción de la hembra, depositados en línea en grietas u orificios (Jereb et al., 2014). El desove puede durar hasta 1 mes. Tan pronto como comienza la puesta de huevos, las hembras dejan de alimentarse y de salir del refugio durante el período de anidación (25 a 65 días), limpiando los huevos, oxigenándolos y removiendo a los depredadores, y mueren después de eclosionar (Caverivière et al. 2000; Ould Inejih, 2000). Incluso se vuelven inaccesibles a la pesca, las pocas hembras de pulpo capturadas después de la puesta son mediante arrastre y nunca por otros artes y se encuentran en un estado de caquexia avanzada con ovarios púrpura y vacíos (Anónimo, 2014).

Después de la eclosión, dos fases caracterizan el ciclo de vida de *Octopus vulgaris*: la fase planctónica (larval) y la fase bentónica. La transición a la vida béntica coincide con una nueva forma de vida que va acompañada de un cambio en la dieta que conduce a un crecimiento muy rápido (Boyle y Rodhouse, 2005). El crecimiento seguiría un modelo asintótico exponencial, que crece más rápido en la fase juvenil, a partir de la edad adulta la tasa de crecimiento relativa disminuiría porque parte de la energía se dedica a la maduración del individuo (Jouffre et al., 2002a; Semmens et al., 2004; Faraj et al., 2006).

El éxito del reclutamiento ⁽¹⁾ depende en gran medida de las condiciones oceanográficas ambientales (CIEM, 2012 y Sonderblohm et al., 2014). Por lo tanto, las oscilaciones en la abundancia de pulpos comunes pueden estar relacionadas con cambios ambientales como la precipitación y el caudal de los ríos (Sobrino et al., 2002). En aguas marroquíes, el reclutamiento de pulpos se observa durante dos períodos distintos asociados a dos picos de magnitud diferentes. El pico principal en otoño (septiembre-noviembre) y otro de menor importancia en primavera (INRH, 2013).

2.2. Migración

Caverivière et al, (2000) y Domain et al, (2002) mostraron la ausencia de migración de pulpo a gran escala en la región de Dakar. En toda su área de distribución, se sabe que el pulpo tiene migraciones estacionales limitadas (Jereb et al., 2015). Se pueden distinguir dos procesos de migración ontogénica (migración para la reproducción), el primero se observa en la zona de afloramiento marroquí de Dajla (Faraj, 2009) que se caracteriza por una amplia distribución de la puesta de huevos y el reclutamiento costero que se asocia con la migración ontogénica a pequeña escala. El segundo se observa para el pulpo mediterráneo (Sánchez y Orbati, 1993; Quetglas et al., 1998) y canario (Hernández-García et al., 1997), caracterizado por un reclutamiento espacial ampliamente distribuido y la puesta de huevos costeros que se asociarían con la migración reproductiva hacia la costa.

2.3. Dieta

El pulpo común se alimenta de una amplia gama de especies incluyendo crustáceos, moluscos y peces (Guerra, 1978) que dependen en cierta medida de la abundancia local de presas ya que no parecen ser selectivas en la elección de presas (Nixon, 1986). Mientras que Idrissi y sus colaboradores (2012) indican que los crustáceos son las presas principales del pulpo en la región sur de Marruecos y representan casi el 60% de su dieta.

⁽¹⁾ El reclutamiento se define como la disponibilidad de individuos jóvenes para pescar (Gaillard et al., 2008).

2.4. Predación

Debido a sus cuerpos blandos, el pulpo parece ser altamente vulnerable a la depredación, particularmente en peces y mamíferos marinos (dos Santos y Haimovici, 2001). Los restos de pulpo se han encontrado en los estómagos de varias especies de peces y para algunas, en particular las morenas, constituyen una parte importante de su dieta (Caverivière, 2000; Diatta, 2000).

Caverivière (2000) sugirió que la disminución de peces depredadores de *Octopus vulgaris*, como sparidae y serranidae, en el sur de inicialmente en Marruecos, Mauritania y luego en Senegal, condujo directamente a un aumento en la abundancia de pulpos en la región.

3. Explotación mundial

La importancia del pulpo como recurso pesquero mundial sigue creciendo. Sus capturas han sido históricamente significativas, como objetivo o especie de captura incidental, en la captura costera en muchos países, así como en las pesquerías internacionales que ahora se centran directamente en esta especie (Pierce y Guerra, 1994).

El pulpo común es la especie de pulpo más pescada en el mundo. Mientras que la mayor pesquería de pulpo del mundo se encuentra frente a la costa noroeste de África, existen otras pesquerías importantes a lo largo de la costa atlántica europea y el mar Mediterráneo, así como en las aguas de Japón y Venezuela (Hernández-García, 1995 y Guerra, 1997).

Los primeros informes de capturas de pulpo fueron reportados en el Estado de Campeche (México) en 1949 por barcos costeros y artesanales (Galindo-Cortes et al., 2014). A finales de 1964, las capturas de pulpos registrados ascendían a unas 11.500 toneladas. Los desembarques aumentaron hasta alcanzar un valor máximo de explotación en 1975, de más de 109.000 toneladas. Después de esa fecha, las capturas disminuyeron a 33.598 registradas en 2008. Se observó una ligera mejora en las capturas en el periodo entre 2009 y 2014. En 2016, la captura mundial fue de 35.930 toneladas.

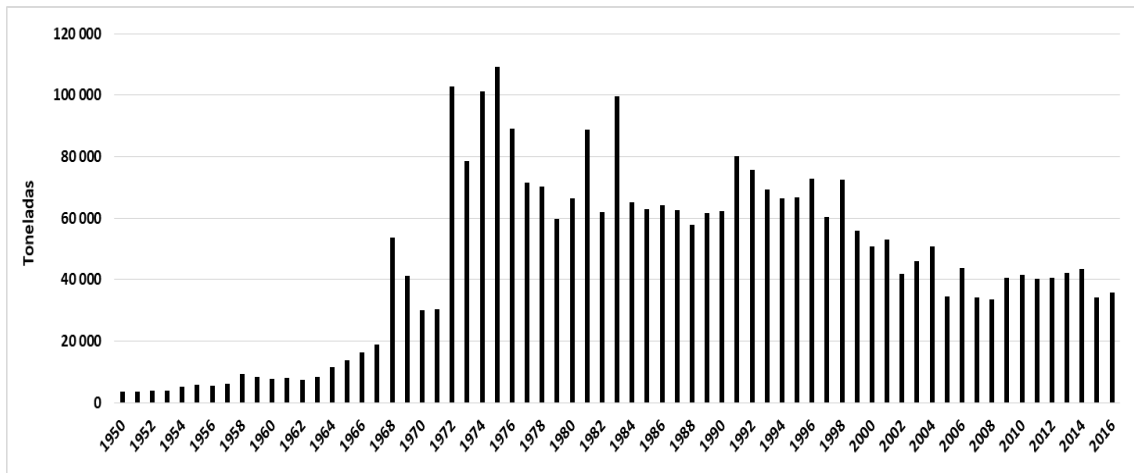


Figura 2: Evolución anual de las capturas mundiales de *O. vulgaris* (FAO-FishStat)

Según la FAO, el pulpo tiene un alto valor económico, como se aprecia especialmente en los países mediterráneos y Japón. Durante los años 2015 y 2016, China y Marruecos son los dos principales exportadores de pulpo del mundo, mientras que Japón, los Estados Unidos de América y los países del sur de Europa son los principales mercados consumidores. China y Tailandia también importan grandes cantidades de cefalópodos, pero se trata principalmente de materias primas que reexportan una vez procesadas (FAO, 2018b).

III. ARTES DE PESCA ARTESANALES DEL PULPO

La pesca artesanal (a pequeña escala) se caracteriza por ser multi-arte y multi-especie (Bouju y Chavance, 1999). La captura considerada como resultado de la elección táctica del pescador (elección del arte, especie objetivo, lugar y hora de pesca) se describe en toda la profesión específica que la caracteriza (Bouju y Chavance, 1999). El pulpo se considera una de las especies más buscadas por los pescadores artesanales, utilizando una variedad de artes de pesca: alcatruces, pulperas y trampas y, también, con líneas de anzuelo, redes, lanzas, etc. (Tsangridis et al., 2002; Silva y Sobrino, 2005).

Los alcatruces, pulperas y nasas son las técnicas más comunes utilizadas para la pesca artesanal del pulpo.

1. Alcatruces

La técnica de pesca del pulpo con alcatruz está muy desarrollada en el Atlántico desde Portugal hasta Senegal y en el Mediterráneo desde España hasta el Mar Egeo (Le Gall, 2004). Este arte, originalmente hecho de barro, se fabrica hoy en día con materiales más ligeros y duraderos, como cubos o tubos de plástico, rectos o inclinados (Rathjen, 1991; Sobrino et al., 2011) o tubos de PVC (Whitaker et al., 1991) y también se pueden hacer de tubos de chatarra (Rudershausen et al., 2013). Se coloca una pequeña cantidad de cemento u otro tipo de lastre dentro del alcatruz de plástico para mantenerla en el fondo (Adamidou, 2007). Los alcatruces son artes que sólo se dirigen al pulpo, por lo tanto, no capturan otras especies no objetivo (Jouffre et al., 2002a; Rudershausen, 2013).



Figura 3: Alcatruces de plástico almacenadas en la playa de Lassargua, 2017 (foto M. Bougharioun)

El principio es muy simple, los alcatruces, con una sola entrada, se montan generalmente en una cadena de 20 a 60 alcatruces. Se colocan, sin cebo, en un fondo blando de la franja costera para aprovechar el instinto natural del pulpo de refugiarse en agujeros, ya sea para evitar a sus depredadores o para poner sus huevos en un lugar seguro. El pulpo queda atrapado cuando se levanta el arte (Medfish, 2016), con menor impacto en el medio ambiente bentónico (Jennings et al., 1999).

Los alcatruces utilizados por los pescadores artesanales tunecinos para la pesca del pulpo siguen siendo de barro (Karour), con dos volúmenes diferentes de 2,5 y 5 litros (Romdhane, 1998).



Figura 4: Alcatruces de barro utilizada para la pesca del pulpo en Túnez, almacenada en el muelle del puerto pesquero de la Goulette en Túnez, 2019 (foto J.L.Sánchez Lizaso)

En Marruecos, este arte es un tubo de plástico recto, de fabricación industrial, sólo una empresa con sede en Agadir diseña esta herramienta. Se dispone en líneas que agrupan veinte unidades fijadas en la parte inferior. El lastre de la línea se realiza con un cemento fijado a cada unidad. Una vez establecida la línea, se localiza mediante boyas separadas señalizadas con banderas y modernos equipos de navegación (Compás y GPS).

En el inicio de la temporada de pesca, los barcos estiban los alcatruces mientras los llevan a los caladeros en viajes sucesivos, cuyo número depende de la cantidad a instalar.

Debido a sus costes y a las posibles pérdidas en el mar (robo y arrastre), algunos patrones consideran que la compra de este arte es arriesgada y están satisfechos con el uso de las pulperas.

Dicho esto, el uso práctico de este arte, destinado a desempeñar el papel de refugio de pulpos, no requiere ningún tecnicismo por parte de los marineros excepto un esfuerzo físico de tiro, de ahí el ejercicio de esta actividad. De esta manera, las líneas son llevadas a la superficie después de 14 a 16 horas de inmersión. Los pescadores cambian de zona de pesca debido al descenso de las capturas en inmersiones sucesivas del arte en el mismo lugar.

Al final de la temporada de pesca, los cadufos permanecen esparcidos en la playa del pueblo de pesca con marcas distintivas reconocidas por cada patrón de pesca. Otros pescadores, más preocupados, almacenan sus alcatruces en lugares más seguros para reutilizarlos durante la próxima temporada de pesca.

Como todos los artes de pesca, las capturas de pulpo con alcatruces, varían según la temperatura del agua, el tiempo de inmersión y la estación donde se cala el arte (Rudershausen, 2013). Los pescadores artesanales de la región sur de Marruecos indican que los alcatruces son más rentables durante las temporadas de pesca de otoño-invierno, cuando el mar está agitado y la temperatura del agua es baja (Bensbai et al., 2008).

El pulpo común muestra una clara preferencia por los alcatruces en forma de ánfora sobre los cilíndricos, y los de color negro sobre los de ladrillo rojo o blanco. No se encontraron diferencias significativas entre el plástico y el barro (Borges et al., 2015).

Los alcatruces tienen cierta capacidad de selección para capturar especímenes de *O. vulgaris* que aparentemente dependen en gran medida del tamaño del arte (Sobrino et al., 2011), que son en promedio más grandes que los capturados con redes de arrastre (Joufre et al., 2002). El arte selecciona particularmente a individuos adultos (Taconet et al., 1996), con un peso mínimo de 650 g y no más de 10,5 kg (Bensbai et al., 2008). Joufre y sus otros colaboradores (2002) confirmaron que los alcatruces no son específicamente atractivos para las hembras en general. Mientras que los alcatruces perdidos son una oportunidad importante para que las hembras encuentren un soporte sólido y protegido para fijar sus huevos. Las campañas de evaluación de los recursos demersales realizadas en la zona sur de Marruecos, utilizando artes de arrastre, han permitido localizar a hembras que desovaban en alcatruces de plástico perdidos (B/I Charif Idrissi, INRH, 2012).

Como resultado, los alcatruces perdidos podrían tener un impacto positivo indirecto en la población de pulpos a través del aumento artificial de los refugios de puesta de huevos, especialmente en grandes áreas donde no existen de forma natural.

Con el fin de facilitar la repoblación de pulpos en su mar interior, Japón ha colocado entre 12.000 y 17.000 alcatruces en el mar cada año, sirviendo como medida para mejorar y preservar los huevos de pulpo (FAO, 2018b)

En el Golfo de Cádiz se pierden cerca de 9520 alcatruces al mes (Sobrino et al., 2011). Los pescadores artesanales de la región de Dajla utilizan una media de 975 alcatruces al año, de las cuales el 51% se pierden en el mar, ya sea por la agitación del mar, desplazadas por los arrastreros o robadas (INRH, 2014). El estudio de los residuos industriales capturados por redes de arrastre durante la campaña de prospección de cefalópodos (B/I Charif Idrissi, octubre 2014) en el sur de Marruecos permitió cuantificar la proporción de materiales encontrados. Los residuos consisten principalmente en plásticos (83,61%), los alcatruces de plástico constituyen el 95,44% del plástico encontrado (Loulad et al., 2016). El número de alcatruces en la zona entre N'Tireft y Labouirda se estima en 2,5 millones (Faraj et al., 2012). El mapa siguiente muestra la distribución de los alcatruces perdidos en la región de Dajla.

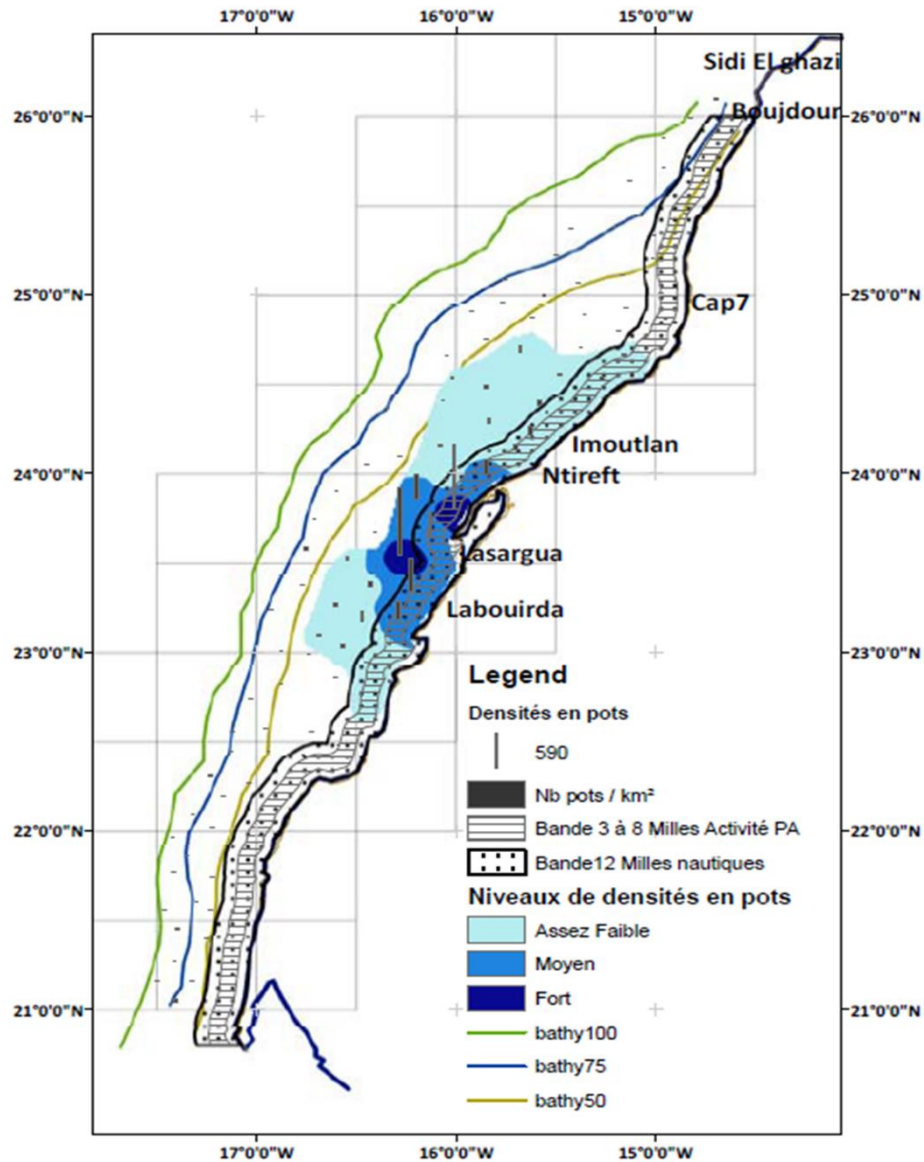


Figura 5: Área de distribución de los alcatruces perdidas en las aguas de la región de Dajla (Faraj et al., 2012)

El impacto de estas pérdidas puede ser significativo ya que se trata de un material que no es fácilmente degradable. Se ha informado que decenas de alcatruces de plástico son arrastrados cada año hasta las costas de las Bermudas, Bahamas, Little Cayman, Gran Turca y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Estos alcatruces son de origen marroquí y mauritano, capturados con redes de arrastre en el fondo del mar, que se unen entre sí y también se unen a una boya de superficie. Los pescadores utilizan el cemento como lastre para los alcatruces, pero cuando las cuerdas se rompen y el lastre se pierde, los alcatruces se liberan y flotan siendo arrastrados por las corrientes (Connolly, 2013).

2. Las poteras para pulpo (pulperas):

La idea de utilizar poteras para cefalópodos fue introducida por los japoneses (Bakhayokho 1980 y Chenaut, 1985). Estas poteras japonesas han sido modificadas y adaptadas, por pescadores artesanales al comportamiento de la especie y a las condiciones locales (disponibilidad de materiales). La experiencia de los pescadores ha llevado a la utilización de anzuelos con púas como medio de compensar la reducción del elevado número de coronas y anzuelos sin púas observados en las poteras japonesas industriales. Los señuelos se colocan a través de tuberías de PVC, plástico o madera (Bakhayokho, 1997). Estas mejoras hacen que los artes sean más eficaces para la pesca del pulpo y, por lo tanto, contribuirán al desarrollo de la explotación de cefalópodos, especialmente en la costa noroeste de África (Bakhayokho, 1997 y Caverivière et al., 2002).

Markaida et al (2015) han elaborado una descripción de todos los tipos de pulperas utilizadas por los pescadores artesanales. Las pulperas descritas tienen el mismo principio que es el de atraer al pulpo por los movimientos (la acción del brazo del pescador o la del barco, resultando en la danza de la pulpera), la forma y el color del arte (atracción visual) y/o por el uso del cebo (atracción química).



a) Salagia de Grecia; b) Polpaia de Italia; c) Dos modelos comerciales línea EFF; d) Piteiras de Cascais, Portugal; e) Chivo empleado en Cádiz, España; f) Dos modelos comerciales EVIA, pulpera de varilla y pulpera jaula.

Figura 6: Ejemplos de pulperas (Markaida et al., 2015)

En la región del noroeste de África, rica en pulpos, la potera de pulpo utilizada es una línea de mano terminada con una pieza de plomo o de hierro, de 200 a 400 g, de forma cónica (11 cm de largo y 2 cm de ancho), cuya base está equipada con 5 a 8 anzuelos dispuestos en una corona. En la parte inferior esta pieza se fijan dos series de tiras de caucho o plástico de color y brillo que actúan como cebo (Caverivière et al, 2002; Ould Isselmou 2015). Los pescadores de la región sur de Marruecos han sustituido el peso de

plomo por un trozo de madera, se han añadido tres gránulos de plomo para lastrar el arte y la correa de plástico también se han usado como cebo patas de pollo y sardina (Bensbai et al., 2008).



Figura 7: Potera utilizada para la pesca de pulpo en la región de Dajla

A veces los marineros utilizan técnicas de atracción, distintas a la alimentación, para atraer pulpos, incluyendo trozos de papel de aluminio utilizados por su brillo al reflejarlos rayos del sol (Bensbai et al., 2008).

Para una mayor explotación del recurso, los pescadores de la región de Dajla, contra los de las otras regiones, han lanzado las poteratas al mar una por una (cada plantilla se separa de las demás). Este instrumento está equipado con un flotador (garrafa de plástico de 2 litros) que lo mantiene flotando. El barco se encuentra muy cerca del arte, el cual es observado cuidadosamente por los marineros que recogen el pulpo capturado cuando el bote se mueve (Bensbai et al., 2008).

La introducción de este arte en la pesquería de pulpo comenzó en 1994. Se utiliza debido a su bajo costo y menor riesgo de pérdida en comparación con las alcatruces (Bensbai et al., 2008).

Con la excepción de Mauritania, donde el pulpo se captura en alcatruces, los pulpos desembarcados por el segmento artesanal de los países del noroeste de África se capturan con poteratas para pulpo (Caverivière, 2000; Chavance et al., 2004). En Marruecos, tanto las alcatruces como las pulperas se utilizan según la temporada de pesca y la estrategia del pescador (Bensbai et al., 2008). Las poteratas son un arte altamente selectivo para cefalópodos y no se sabe que capturen otras especies de interés (Bakhayokho 1997; Le Fur y Camara, 1999).

El tamaño del pulpo capturado depende del tamaño del pulpera. Las poteras grandes serán menos "atacadas" debido a su tamaño por un pulpo pequeño. (Caverivière et al., 2000). La selectividad de este arte no se limita a una clase de tamaño particular, sino que se dirige a todos los tamaños (Le Fur y Camara, 1999 y Bensbai et al., 2008).

Las pulperas causan poco daño a los ecosistemas ya que prácticamente no hay captura incidental de peces, aves marinas, tortugas y mamíferos (si no son cebados), debido a la naturaleza altamente específica de la técnica (WWF, 2017).

3. Las nasas:

Las nasas son trampas, vienen en varios tamaños y formas pero, en general, están formadas por el cuerpo o marco cubierto con una red y una abertura de entrada. Se trata de un arte de fondo fijo, con o sin cebo, dependiendo de la especie objetivo a capturar. Se utilizan para la captura de crustáceos y cefalópodos, principalmente sepias y pulpos (Bald et al., 2008). El animal a capturar es atraído por un cebo colocado dentro del dispositivo (estimulación química) (Bjordal, 2002). Para entrar, encuentra fácilmente la abertura porque es guiado por el embudo, pero una vez dentro, es muy difícil para él encontrar la salida.

Las primeras informaciones sobre el uso de las nasas para la pesca del pulpo en Galicia se remontan a 1976 (Guerra, 1981). Entre el 60 y el 90% del pulpo desembarcado por el segmento artesanal de la región gallega es capturado principalmente por trampas (Jereb et al., 2015). Arnáiz y otros (2007) demostraron que las nasas (de mallas de menos de 40 mm) no son muy selectivas debido al número de especies diferentes que capturan (86 especies), y que el 48,5% del pulpo capturado está por debajo del peso legal (1 kg).

El tamaño de malla de las nasas es un factor importante que influye en las capturas. Sin embargo, existen otros factores que pueden influir en la cantidad y diversidad de las capturas, tales como: Tiempo de inmersión, cebo, diseño y el tamaño de la nasa, ubicación de la trampa, fase lunar, depredación, movilidad y actividad de los peces, visibilidad, densidad de peces en la nasa, rotura de la trampa (Mahon y Hunte, 2001).

Esta técnica requiere el conocimiento de las zonas y tiempos de pesca ideales (Labrosse et al., 2010). Sin embargo, los rendimientos no necesariamente aumentan con el tiempo en el fondo, ya que algunos de los animales atrapados terminan encontrando una salida después de un tiempo.

La captura de la pesca con nasas permanece viva en las trampas. Por lo tanto, las capturas subidas a bordo son más frescas y los animales que no alcancen el tamaño legal pueden ser descartados vivos como con los alcatruces (Bjordal, 2002, Drogou et al., 2008). Esta técnica plantea un problema de pesca fantasma cuando se pierden trampas (Bjordal, 2005, Sewell et al. 2006; Sacchi, 2007). Al-Masroori y colaboradores (2004) descubrieron, basándose en un estudio de la tasa de captura de trampas perdidas en las zonas de pesca de Muscat y Mutrah, en el Sultanato de Omán, que la mortalidad por pesca atribuida a la pesca fantasma se estimaba en 1,34 kg/trampa/día, disminuyendo con el tiempo.

En 2018, los pescadores del pueblo pesquero de N'Tireft comenzaron a explotar el pulpo con nasas. Estas trampas se utilizan principalmente para la pesca de crustáceos. Cerca de 100 embarcaciones han practicado esta técnica (3% de los barcos), con un número aproximado de 200 unidades por embarcación (Encuestas INRH, 2018). Durante la temporada de pesca del pulpo invierno 2019, el ministro de pesca de Marruecos ha prohibido la utilización de este tipo de arte.



Figura 8: Nasas utilizadas para la pesca del pulpo en el pueblo de N'Tireft, 2018 (Foto M. Bougharioun,)

IV. GESTIÓN DE LA PESCA DEL PULPO EN MARRUECOS

1. Historia de la pesquería

El desarrollo de la pesca del pulpo en Marruecos empezó en los años 70 por arrastreros congeladores. Debido a su lejanía, los stocks de cefalópodos sólo eran accesibles a los arrastreros marroquíes y españoles, que operaban en virtud de una serie de acuerdos bilaterales de pesca entre Marruecos y España y, desde 1988, en virtud de los acuerdos de pesca "Marruecos-UE", que ya no incluyen estas especies desde 1999. El número de este tipo de buques se estabilizó en los años 90 en unas 450 unidades. La salida de la flota comunitaria en 1999 fue compensada por los arrastreros costeros, desarrollados en Tantán y El Aaiún, y por un segmento artesanal desarrollado en el sur.

La construcción de los puertos de Tantan y El Aaiún durante los años ochenta favoreció el desarrollo de una flota de pesca de bajura en fresco, de la que los cefalópodos han sido siempre capturas accesorias. Hasta 1989, la pesca artesanal a pequeña escala para pequeños artes se limitaba en las provincias del sur a la explotación de pescado blanco y langosta, con un número de barcos que no superaba los 80, situados principalmente al norte de Boujdour.

En la región de Dajla-Oued Eddahab, la explotación del pulpo, a través del segmento artesanal, se llevó a cabo en el interior de la Bahía de Dajla hasta finales de 1989. A partir de esa fecha, la región experimentó un aumento exponencial e incontrolado en el número de embarcaciones: a finales de la década de 1990, más de 8.000 embarcaciones se dedicaban a la pesca del pulpo. La expansión de estas embarcaciones se debe al desarrollo de infraestructuras en la región y a los beneficios económicos de los productos desembarcados por esta pesquería.

El período comprendido entre 1991 y 1997 se caracterizó por una disminución de las capturas de pulpo que en 1997 (unas 52.000 toneladas) representaron la mitad del nivel registrado en 1991 (más de 110.000 toneladas). Luego, la producción de pulpo se incrementó a un máximo de 107.000 toneladas registradas en 2000, de las cuales el 42% fueron capturadas por el segmento artesanal. Caverière et al (2002) explicaron la reactivación de la producción en condiciones ecológicas. El upwelling a lo largo de la costa marroquí, que sigue un ciclo de unos diez años, fue particularmente bueno en 1999, 2000 y 2001, impulsando la producción de pulpo durante esos años y que el año 2002 fue

muy pobre, con poco pulpo en comparación con el año 2000 pero, a pesar de ello, se superó el umbral de las 100.000 toneladas.

Las capturas siguieron disminuyendo hasta alcanzar un mínimo histórico en 2004, cuando los desembarques totales de pulpo no superaron las 18.000 toneladas.

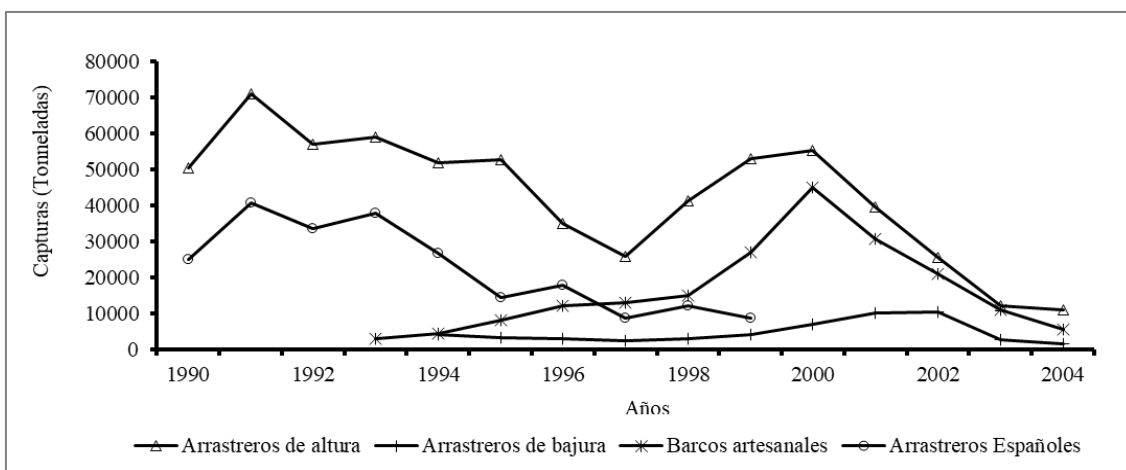


Figura 9: Evolución anual de las capturas de pulpo por segmento en la región de Dajla (Estadísticas DPM y ONP 1990-2004)

2. Medidas de gestión

Varios estudios han indicado la sobreexplotación del stock de pulpo de la región noroeste de África (Hatanaka, 1979 y FAO, 1987). De hecho, se han adoptado varias medidas de gestión para reducir y prevenir la sobreexplotación del pulpo y para asegurar la viabilidad económica de esta pesquería.

Desde 1989, Marruecos ha introducido la parada biológica del pulpo, generalizado a todos los buques que pescan cefalópodos, con la reducción de las actividades pesqueras en las zonas costeras sensibles. Se ha establecido un programa de control en tierra y en el mar para reforzar la vigilancia. Se ha reforzado la regulación de la dimensión de malla de la red de arrastre (prohibición del uso de la doble bolsa y fijación de la dimensión de malla reglamentaria en 60 mm). Para mejorar la situación de la flota artesanal y definir mejor su actividad, ha resultado esencial adoptar un nuevo sistema de registro fiable y fácilmente verificable mediante el lanzamiento a escala nacional de un programa de reinscripción de esta flota (Idelhaj y Hamdani, 2003)

2.1. Primer plan de gestión (mayo de 2001)

La implementación del primer plan de gestión para la pesquería de pulpo del Atlántico sur en Marruecos se introdujo para el periodo 2001-2003. Este plan aporta una nueva visión para la gestión de esta pesquería, la transición de la política de gestión pesquera marroquí a una fase de uso de los derechos de acceso y uso. Introducir la aplicación del sistema de límites de captura como medida complementaria a la gestión del esfuerzo pesquero y a la preservación de las fases sensibles de la especie (Faraj, A. 2009):

- Medidas de veda: Prohibición de la actividad de los arrastreros dentro del límite de 8 millas náuticas y limitación de la actividad de pesca artesanal entre 1 y 6 millas náuticas. Sólo se permiten 12 puntos para los desembarques de pesca artesanal.
- Reglamentación de los artes de pesca: el tamaño de malla de las redes de arrastre se fija en 60 mm para los buques de alta mar y en 50 mm para los buques de bajura. Se permiten 3 pulperas y 300 alcatruces para barcos artesanales.
- Parada biológica: dos períodos de parada biológica para el pulpo por año: el primero, destinado a proteger la fase de reclutamiento, de dos meses, en septiembre y octubre. El segundo período en marzo y abril, para proteger la fase de reproducción.
- Aplicación del sistema de totales admisibles de capturas (TAC). Se fija un TAC global anual de 85.000 toneladas, repartidas entre los tres segmentos (altamar, costero y artesanal).

La aplicación de este plan de gestión se ha llevado a cabo a través de varias acciones, en particular, la organización de la pesca artesanal, el seguimiento y control de las capturas y el seguimiento del mercado del pulpo.

Las medidas anteriores no fueron efectivas y el stock de pulpo colapsó en 2003, lo que provocó un cese de actividad de más de 8 meses y una revisión del plan en 2004.

El colapso de 2003 podría haber estado causado por las deficiencias en el sistema de cuotas y por una pesca mal planificada. En particular (Faraj, A. 2009):

- La cuota anual global no debería haberse fijado en un período de tres años para una especie cuyo stock se reconstituye casi totalmente cada año y cuyo reclutamiento es muy variable.

- Es muy probable que la cuota de 85.000 toneladas superara el umbral de la explotación sostenible.
- Debido al fenómeno de la competencia de los barcos para pescar el pulpo en el menor tiempo posible, que se ha observado en todos los segmentos de esta pesquería, el periodo efectivo de actividad de pesca se ha reducido a seis meses.
- La reanudación de la pesca en mayo de 2001 y 2002, por razones comerciales y de almacenamiento, se llevó a cabo mientras continuaba la fase de reproducción.

2.2. Segundo plan de gestión (abril de 2004)

El plan de gestión de 2004 es una revisión del plan de 2001, que incorpora nuevas medidas de gestión para corregir las que han demostrado ser contraproducentes.

El primer objetivo del nuevo plan era transformar la cuota global en cuotas estacionales, determinadas antes de cada temporada de pesca sobre la base de los resultados de las campañas de prospección llevadas a cabo por el INRH. Cada cuota estacional se divide entre los tres segmentos, con las siguientes proporciones: 63% para los arrastreros congeladores (de altura), 26% para el segmento artesanal (de pequeña escala) y 11% para los arrastreros de bajura. La parte del segmento de altura se distribuye entre los buques del segmento en función de su tonelaje, las cuotas individuales son transferibles para evitar la carrera por el recurso. La cuota del segmento artesanal, se distribuye entre los sitios de pesca, en proporción a las embarcaciones que albergan, las cuotas individuales no son transferibles (Faraj, A. 2009; INRH. 2018).

Se ha creado un fondo de reestructuración para reducir el número de embarcaciones artesanales y de bajura, con el fin de reducir el esfuerzo pesquero, limitando el número a 3.084 embarcaciones artesanales y 150 arrastreros costeros. Para un mejor control de las capturas desembarcadas por el segmento artesanal, las embarcaciones autorizadas se distribuyen en 4 sitios de pesca: Imoutlane, N'Tireft, Lassargua y Labouirda (Faraj, A. 2009; INRH. 2018).

Se han ampliado las zonas de veda, se permite a los barcos artesanales pescar entre 3 y 8 millas náuticas y más allá de 12 millas náuticas para los arrastreros de bajura y de altura. Con el fin de preservar la reserva biológica de la zona comprendida entre 24°20' N y 25°20' N, está prohibida la pesca dentro de las 30 millas náuticas de dicha zona.

La duración de los dos períodos de paradas biológicas del pulpo se ha hecho más flexible y puede ampliarse si el reclutamiento o la reproducción no están suficientemente avanzados.

Los tres segmentos, que comparten la explotación del pulpo en la unidad de gestión, difieren en sus características técnicas y, sobre todo, en los niveles de inversión y empleo generados. Sus estrategias están vinculadas a la dinámica del recurso y del mercado (Faraj, A. 2009; INRH. 2018).

Tabla 1: Características técnicas de los tres segmentos de la pesquería del pulpo en la unidad de gestión (Faraj, A. 2009; INRH. 2018)

	Flota artesanal	Flota de bajura	Flota industrial
Unidad de pesca	Barcos de madera o polyester	arrastreros refrigerados (de 15 hasta 20 metros)	Arrastreros congeladores (entre 30 y 40 metros de longitud)
Número de barcos	3 084	150	225
TRB	2	60	150-650
Fuerza motriz	De 15 à 25 CV	400 CV	600-2800 CV
Arte	300 alcatruces y 3 poteras	arrastre « atómico » 60 mm	arrastre español o coreano 70 mm
Zona de pesca	Entre 3 y 8 mi.n.	>12 mi.n.	>12 mi.n.
Marea	1 a 2 días	6 a 10 días	1 a 2 meses

2.3. Medidas adicionales

En otras regiones, fuera de la unidad de gestión del pulpo, la actividad pesquera de los arrastreros y barcos costeros se centra en el pulpo como captura accesoria. Esto plantea el problema de controlar la pesca ilegal, no regulada e incontrolada (IUU), especialmente durante los períodos de parada de la pesca de pulpo en la unidad de gestión del sur. Por ello, y ante la dificultad de garantizar un control adecuado, la administración introdujo un sistema de limitación de las capturas de pulpo por puerto y, a continuación, generalizó la parada biológica en toda la costa marroquí a partir de 2011(INRH. 2018).

En diciembre de 2018, y con el fin de garantizar la sostenibilidad del ecosistema marino dado que los fondos rocosos son refugio y lugar de cría de muchas especies de peces y nichos ecológicos especiales, se excluyeron tres zonas rocosas para todas las actividades de arrastre. El área cubierta por la prohibición no supera el 5% (3.180 km²) de la plataforma continental situada entre Cabo de Bojador y Cabo Blanco lo que representa una superficie de 63.849 km² (INRH. 2018).

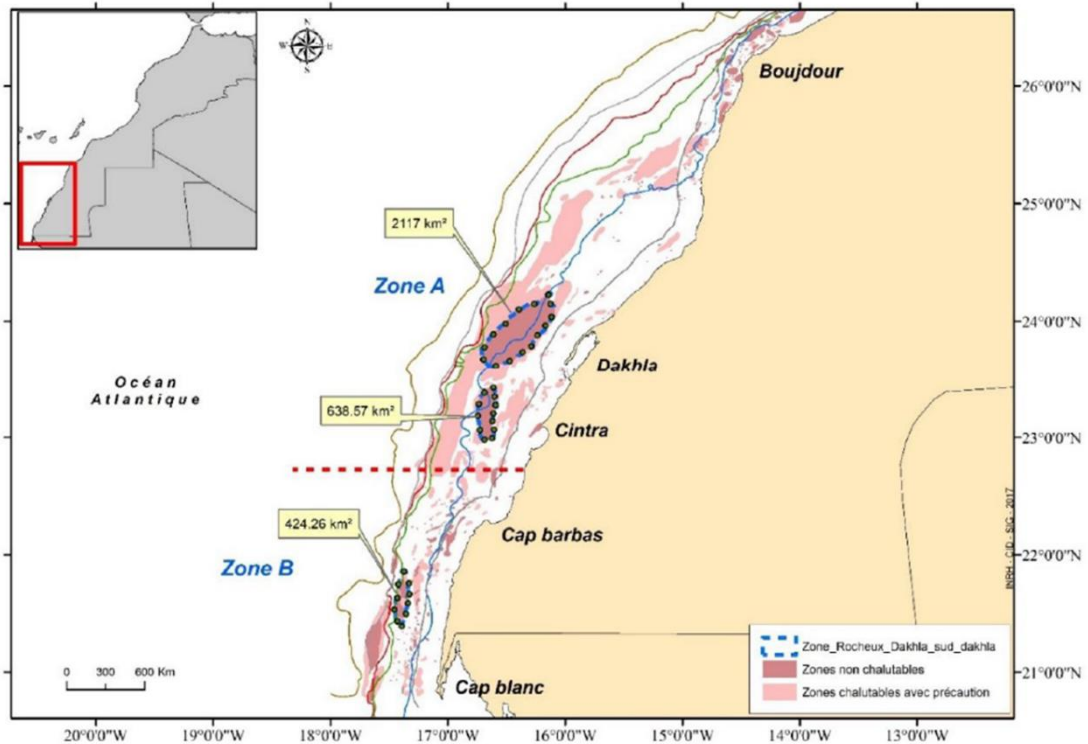


Figura 10: Zonas rocosas excluidas de toda actividad de arrastre (INRH, 2018)

Los distintos agentes del sector de la pesca artesanal han puesto en marcha varios programas para mejorar las condiciones de trabajo del sector artesanal y promover la calidad de sus productos desembarcados (MPM, 2016):

- Programa IBHAR, cuyo objetivo es reducir el tiempo de pesca y mejorar las condiciones de seguridad a bordo de los barcos;
- Programa de equipamiento de embarcaciones artesanales en las regiones del sur con cajas isotérmicas. Todos los barcos de la región se beneficiaron de 3 cajas isotérmicas por barco. Este programa tiene por objeto mantener la calidad de los productos de la pesca, en particular el pulpo, y contribuir a su recuperación y a la eliminación de las bolsas (de plástico) no ecológicas.
- Programa de identificación de embarcaciones por radiofrecuencia RFID.

A partir de 2016, los pescadores artesanales pueden aumentar el tonelaje bruto de sus buques hasta 3 TRB en lugar de las 2 TRB anteriores.

V. ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL PULPO EN LA UNIDAD DE GESTIÓN

1. Producción

Según las declaraciones estadísticas de la Oficina Nacional de Pesca (ONP), la producción anual total de pulpo está relacionada principalmente con el TAC estacional y el período permitido para la pesca de pulpo. Se pueden distinguir tres fases desde que se implementó el último plan de manejo: entre 2004 y 2008, cuya captura general anual se caracteriza por una tendencia ascendente errática, que alcanzó las 43.500 toneladas en 2008 después del mínimo histórico de 2004. En la segunda fase, entre 2008 y 2011, en la que la captura ha disminuido a 20.865 toneladas en 2011. Desde el año 2012, la producción sigue una tendencia al alza, de 49.287 toneladas en 2015. En 2016 y 2017, la producción cayó a 37.951 y 35.600 toneladas respectivamente.

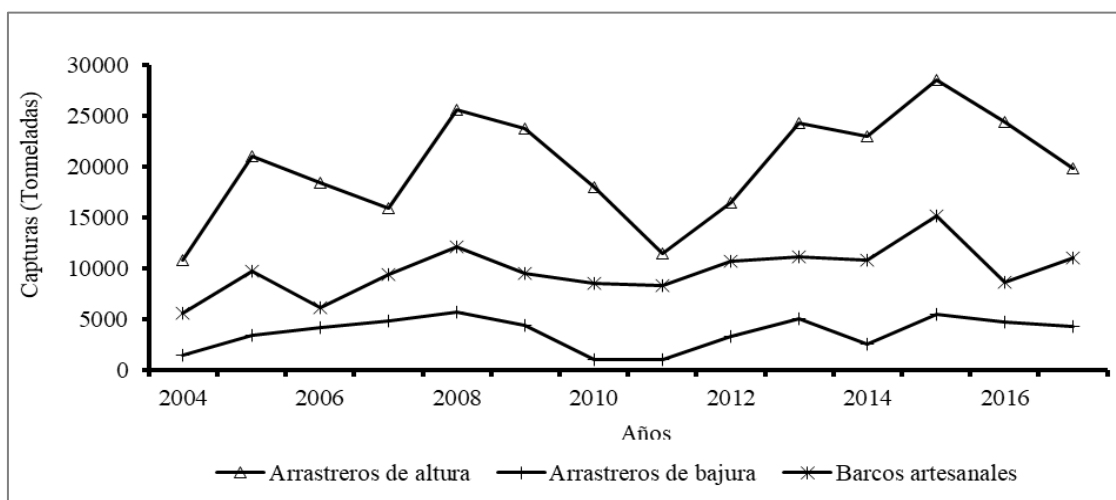


Figura 11: Capturas de pulpo por tipo de flota pesquera en la región de Dajla (Estadísticas DPM y ONP 2004-2017)

Históricamente, se pueden distinguir tres fases para la producción de la pesca artesanal de pulpo, la primera durante la década de 1990, cuando las capturas aumentan cada año en paralelo con el aumento del esfuerzo pesquero. Los desembarques máximos se registraron en 2000, cuando la cantidad de pulpo desembarcada fue de 45.000 toneladas. La segunda fase, entre 2001 y 2004, se caracteriza por una tendencia general de capturas bajas hasta el pico mínimo registrado en 2004 (5.624 toneladas). Después de esa fecha y debido a la reducción del número de barcos y a la aplicación del TAC sobre la base de los resultados de las campañas de prospección realizadas dos veces al año, la captura anual

nunca esperó a los valores registrados entre 1999 y 2002. Se observó una ligera recuperación al alza de las capturas en 2005, entre 2007 y 2008 y entre 2012 y 2015.

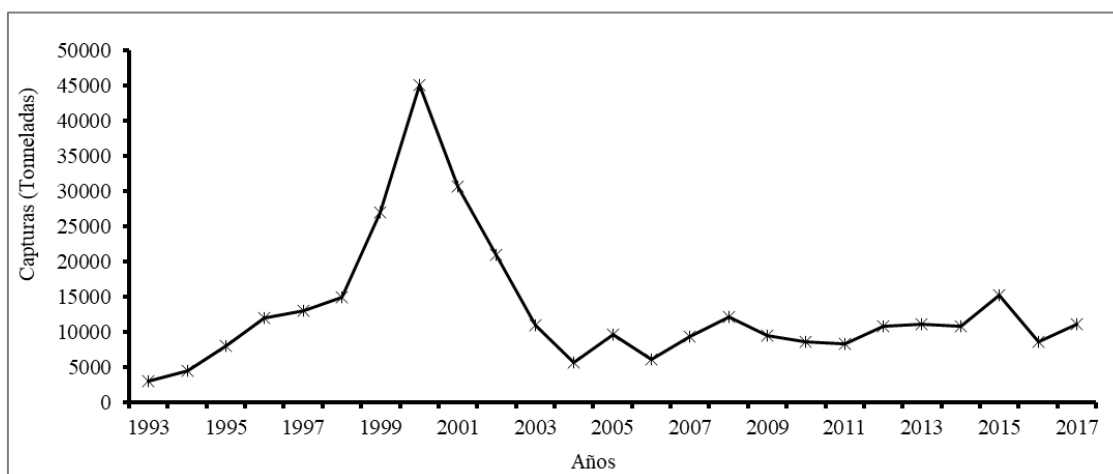


Figura 12: Evolución de las capturas artesanales de pulpo en Dajla (Estadísticas DPM y ONP 1993-2017)

La producción media para el periodo comprendido entre 2014 y 2018 de toda la flota artesanal a nivel de la subunidad 2 es de 18.981 toneladas. Las capturas se componen de unas 116 especies. Más del 82% de estas capturas son cefalópodos, pulpos, sepias y calamares. El pulpo representa casi el 52% de la captura anual. La pesca en esta región se centra en el pulpo durante la temporada de pesca del pulpo, con algunos desembarques de sepia y calamar. Fuera de esta temporada, la pesca de otras especies diferentes del pulpo es exclusiva.

2. Esfuerzo pesquero

En términos de esfuerzo pesquero, el número de días de pesca de los tres segmentos que explotan pulpo a nivel de la unidad de gestión depende de los períodos de parada biológica, del número de unidades activas y del consumo de cuotas de pulpo asignadas a los tres segmentos. La actividad del segmento de artesanal también está influenciada por las condiciones meteorológicas.

A partir de 2005, el número de salidas realizadas por la flota artesanal durante las temporadas de pesca de pulpo tiene una tendencia descendente errática y varía entre 154.000 días de pesca (dp) registrado en 2005 y 60.000 (dp) en 2016 (Estadísticas DPM y ONP 1993-2017). El esfuerzo pesquero de la flota artesanal se ve afectado principalmente por las condiciones meteorológicas y el precio de venta del pulpo que se alcanza en los mercados anexos a los pueblos de pesca artesanal.

Para la flota industrial y a partir de 2005, el esfuerzo pesquero se situó en torno a los 40.000 días de pesca. En 2011, el esfuerzo pesquero se redujo a unos 32.000 dp tras el cese prolongado de actividad de unas 50 unidades de pesca de altura. Después el número de buques industriales activos aumenta de 174 en 2012 a 233 en 2017. En 2005, el esfuerzo pesquero ejercido por los arrastreros de bajura se situó en torno a los 30.000 dp, tras lo cual esta cifra disminuyó hasta 2011, año en que alcanzó los 655 dp. A continuación, el número de días de pesca registrados por esta flota siguió una tendencia al alza relativa. Cabe recordar que el esfuerzo de este segmento se rige por la limitación del número de unidades a 150 unidades y la duración de las mareas en la zona a un máximo de 10 días a nivel de la unidad de gestión.

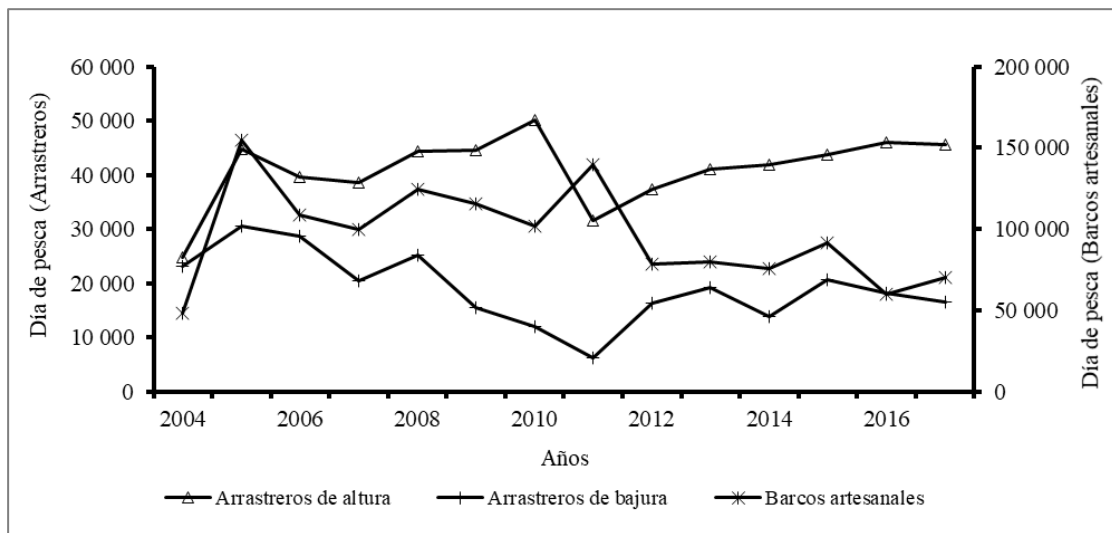


Figura 13: Evolución anual del esfuerzo por segmento en el stock de Dajla (Estadísticas DPM y ONP 2004-2017)

3. Rendimiento (CPUE)

Las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) de pulpo, expresadas en kilogramos por día de pesca (dp), muestran la misma tendencia general que las capturas. En general, el rendimiento del pulpo en los distintos segmentos ha mejorado desde el colapso de 2003.

Las CPUE de los arrastreros de altura son las más altas de los tres segmentos. Osciló entre 437 y 577 kg/barco/dp durante el período 2004-2008, se observó una caída en los rendimientos en 2010 y 2011 con 358 y 364 kg/barco/dp respectivamente. Han seguido aumentando hasta alcanzar un máximo de 663 kg/barco/dp en 2015.

Las CPUE de la flota de bajura muestran una tendencia general que sigue la del segmento de alta mar. El nivel de rendimiento más bajo se alcanzó en 2004 y 2010 con 65 y 90 kg/barco/dp respectivamente. Los rendimientos se han estabilizado en 260 kg/barco/dp desde 2015.

En cuanto a la flota artesanal, las CPUE, por su parte, muestran una tendencia al alza, con una estabilidad de alrededor de 90 kg/barco/dp entre 2007 y 2010, cayeron en 2011, para luego mejorar significativamente desde 2012 hasta alcanzar 157 kg/barco/dp en 2017.

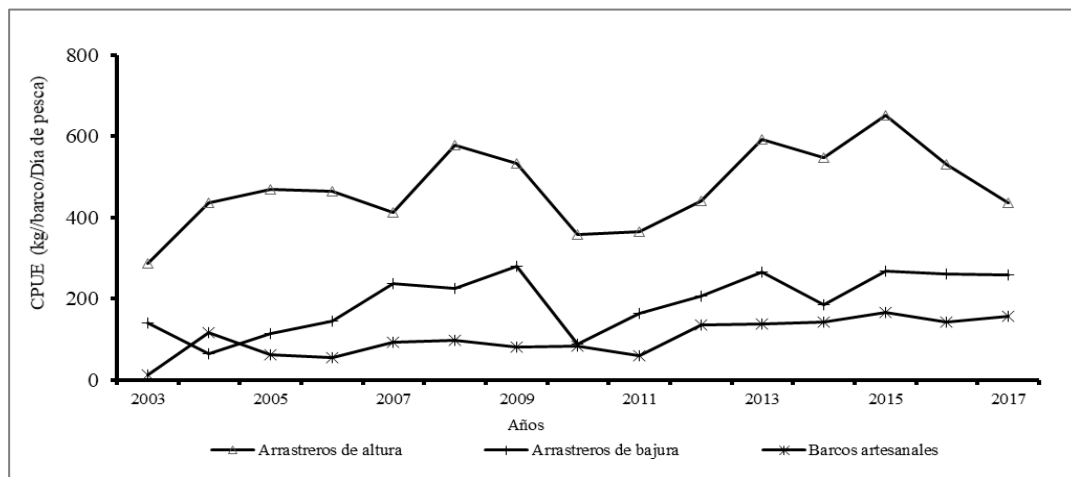


Figura 14: Evolución de la CPUE por segmentos operativos en el stock de Dajla (Estadísticas DPM y ONP 2003-2017)

VI. DESCRIPCIÓN DE LA PESCA ARTESANAL EN LA REGIÓN DE DAJLA-OUED EDDAHAB

Dada la riqueza de los recursos pesqueros de la región y dada la alta demanda de cefalópodos, la pesca artesanal en la región de Dajla-Oued Eddahab mantiene una industria local de gran importancia. Ha favorecido la instalación de 84 unidades de procesamiento de pescado, que proporcionan casi 1759 puestos de trabajos directos y 6212 indirectos. Estas unidades industriales se dividen en 46 unidades industriales especializadas en la congelación de productos de la pesca, incluido el pulpo desembarcado por el segmento artesanal de la región, y cuatro unidades industriales especializadas en el transporte de crustáceos vivos, incluida la langosta verde desembarcada por la misma flota. Además, unas 50 unidades pequeñas recolectar pescado y cefalópodos otros que pulpo, de diferentes pueblos, para su venta en el mercado local o en los mercados mayoristas de otras ciudades (intermediarios entre los pescadores artesanales y los vendedores del mercado local o mayoristas en Casablanca y Agadir).

1. Pueblos de pesca artesanal

En la región de Dajla-Oued Eddahab, hay seis pueblos de pesca artesanal, entre ellos cuatro pueblos de pesca artesanal (Imoutlane, N'Tireft, Lassargua y Labourda) en la subunidad 2, donde la pesca del pulpo está permitida en virtud de los artículos del plan de gestión del pulpo, y otros dos pueblos, en el sur, (Aïn Baïda y L'Mheriz) en la subunidad 3, donde está prohibida la pesca del pulpo.

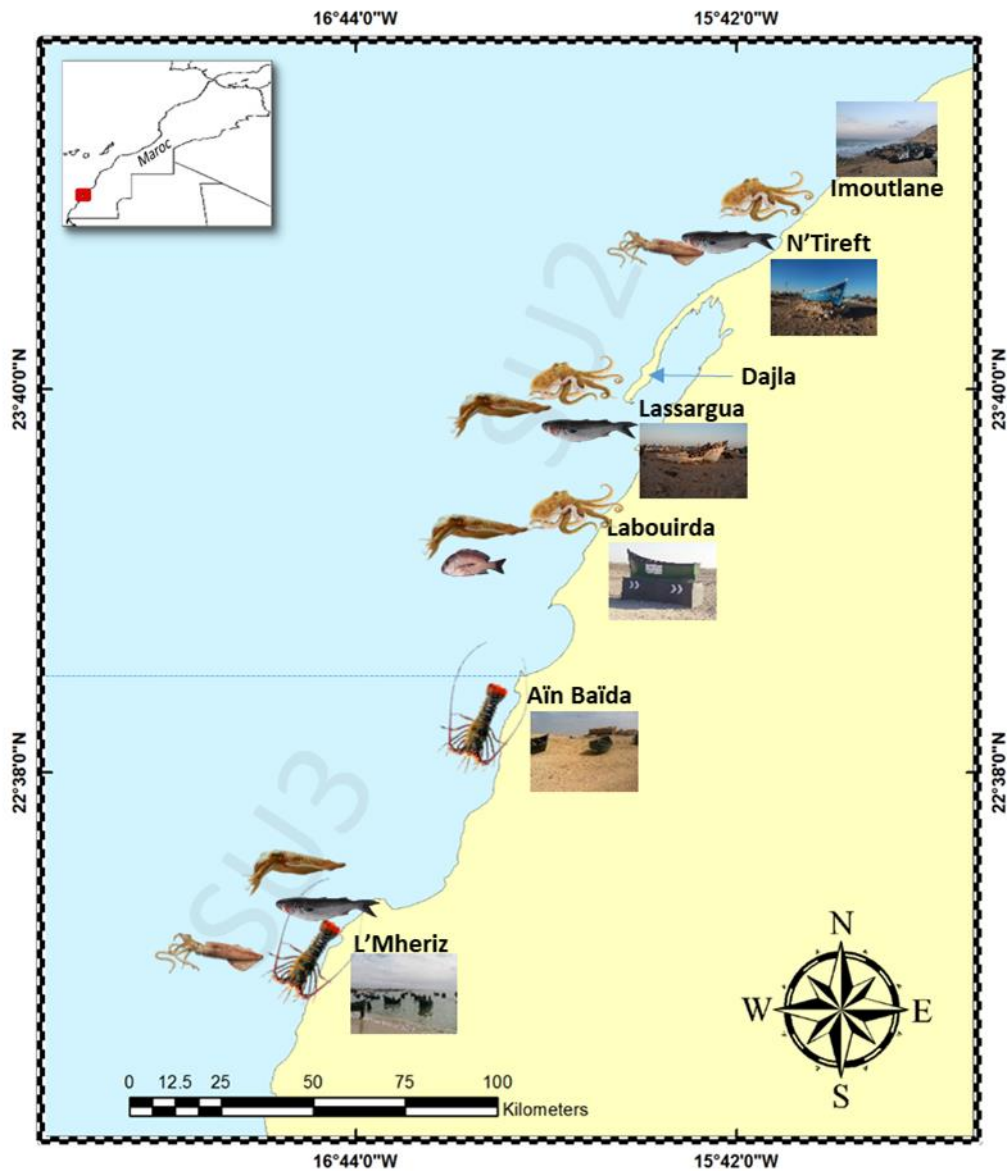


Figura 15: Pueblos de pesca artesanal de la unidad de manejo de pulpo

La actividad a nivel de los pueblos de pescadores artesanales de la subunidad 2 es permanente, pero con una mayor actividad durante las temporadas de pesca del pulpo. La población de pescadores permanentes es de alrededor de 2000, este número puede llegar hasta 17.000 durante las temporadas de pesca de pulpo.



Figura 16: Foto de pueblo de pesca artesanal N'Tireft, 2017 (foto M. BOUGHARIOUN)

Los cuatro pueblos de pesca artesanal están equipados y formados por un núcleo comercial compuesto por un mercado de pescado, lugares para pescadores, lugares para mayoristas de pescado, talleres colectivos y una fábrica de hielo (sólo en Labouirda).

A nivel de cada pueblo, hay varias administraciones que representan a las diversas partes interesadas en el sector pesquero, con el fin de regular y controlar el esfuerzo de pesca, para una mejor conservación del recurso que apunta a un desarrollo sostenible por un lado y por otro lado, organizar e integrar los canales de comercialización de la pesca artesanal en los circuitos de la economía formal.

- Subdelegación de Pesca Marítima: supervisa la organización y el control de los barcos y las capturas en los pueblos pesqueros.
- Subdelegación de la Oficina Nacional de Pesca: es el intermediario entre pescadores y pescadores, organiza la venta de productos pesqueros.
- La Marina Real: Asegura el control de las embarcaciones, el cumplimiento de las leyes y la vigilancia del territorio marítimo.
- La autoridad local, la Gendarmería Real o la Fuerza de Seguridad Nacional y Auxiliar.
- El Instituto Nacional de Investigación Pesquera: realiza un seguimiento indirecto de las poblaciones de las principales especies desembarcadas, incluidos los cefalópodos.

La flota artesanal a nivel de la subunidad 2 está compuesta por 3.084 embarcaciones matriculadas distribuidas en los cuatro pueblos, Imoutlane (284), N'Tireft (883), Lassargua (1168) y Labouirda (746). La mayoría de los barcos son de madera. La capacidad de estas embarcaciones (TRB) varía entre 2 y 3 Tn. Los barcos son propulsados por motores fueraborda con una potencia que fluctúa entre 15 y 30 CV.

El número de pescadores por embarcación varía de 2 a 4, dependiendo del arte de pesca utilizado y de la especie objetivo.

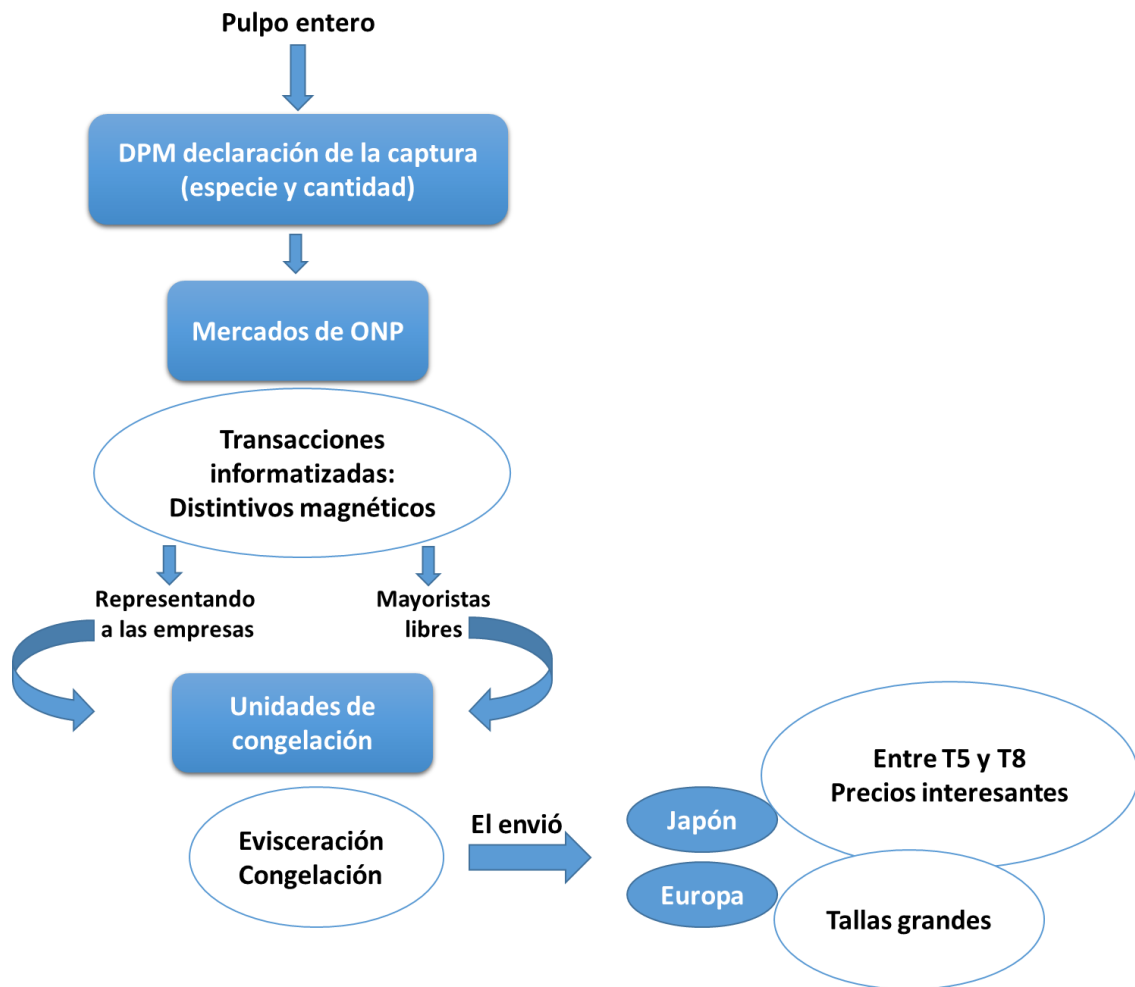
Una vez capturado todo el pulpo pasa por la lonja. Las capturas se transportan en cajas isotérmicas, mediante tractores y luego al nivel de la lonja donde se pesarán con balanzas asistidas por computadora e tarjetas magnéticas.



Figura 17: Pulpo en cajas isotérmicas

La producción es comprada en subasta por comerciantes de pescado o representantes de unidades de congelación que la transportan por camión a las unidades de congelación situadas en la ciudad de Dajla. Antes de ser congelada, esta producción es eviscerada y clasificada según la clasificación japonesa para su congelación en túneles a -48°C . Después de 10 horas de congelación, la producción se almacena en cámaras frigoríficas de -24°C antes de ser exportada en camiones frigoríficos.

A continuación, se muestra un esquema del circuito de comercialización del pulpo desembarcado por el segmento artesanal de Dajla:



2. Artes de pesca artesanal

La flota artesanal de esta región es polivalente y, por lo tanto, los artes utilizados y las especies objetivo cambian según el periodo del año. En cuanto a la principal actividad, la pesca del pulpo se realiza principalmente entre noviembre y febrero y entre junio y agosto. Durante los períodos de parada biológica del pulpo, se utilizan varios tipos de artes de pesca, dirigidos a una amplia gama de especies. Los principales artes utilizados son los trasmallos, las redes simples y las pulperas ⁽²⁾ (Bougharioun et al., 2017).

Durante las temporadas de pesca del pulpo, los alcatruces y las pulperas de pulpo son los únicos artes utilizados por esta pesquería para extraer este recurso. En promedio, se utilizan 975 alcatruces o 25 pulperas de pulpo por barco durante estas temporadas. Según

⁽²⁾ Dos tipos de poterás utilizadas, la potera de calamar y la pulpera de pulpo para la pesca de sepia

las encuestas realizadas entre los pescadores artesanales de la región, el número estimado de embarcaciones que utilizan alcatruces es del 25% de la flota y la otra parte utiliza pulperas para la pesca del pulpo (Bougharioun et al., 2017).

Las siguientes tablas representan la proporción de especies capturadas por tipo de arte y el calendario de utilización de cada tipo de arte:

Tabla 2: Los principios especies capturados por tipo de arte (Bougharioun, 2017)

Tipo de arte	Especie	%
Alcatruces	<i>Octopus vulgaris</i>	100%
	<i>Octopus vulgaris</i>	95%
Poteras (Pulpera de pulpo y potera de calamar)	<i>Loligo vulgaris</i>	4%
	<i>Sepia officinalis</i>	1%
	<i>Sepia officinalis</i>	75%
Red de fondo (Trasmallo)	<i>Raja undulata</i>	13%
	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i>	6%
	<i>Argyrosomus regius</i>	68%
Redes	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i>	31%
	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i>	42%
	<i>Pagellus bellottii bellottii</i>	13%
Anzuelos (Línea de mano y palangre)	<i>Conger conger</i>	13%
	<i>Argyrosomus regius</i>	11%

Tabla 3: Calendario y porcentaje de utilización de artes (Bougharioun, 2017). Cada asterisco indica un 20 % de uso de dicho arte en dicho mes aproximadamente.

Tipo de arte	Ene.	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Alcatruces	**	*				*	*	*			**	**
Poteras (pulpo)	**	***				***	***	***			***	***
Otros artes	*	*	*****	*****	*****	*	*	*	*****	*****		

B. ESTUDIO EXPERIMENTAL

I. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área de estudio

Por razones relacionadas con la viabilidad técnica de los experimentos y la seguridad de los artes y equipos utilizados en este estudio, la zona elegida corresponde a la Bahía de Dajla, caracterizada por la abundancia de pulpos y el fácil acceso a la zona de estudio.

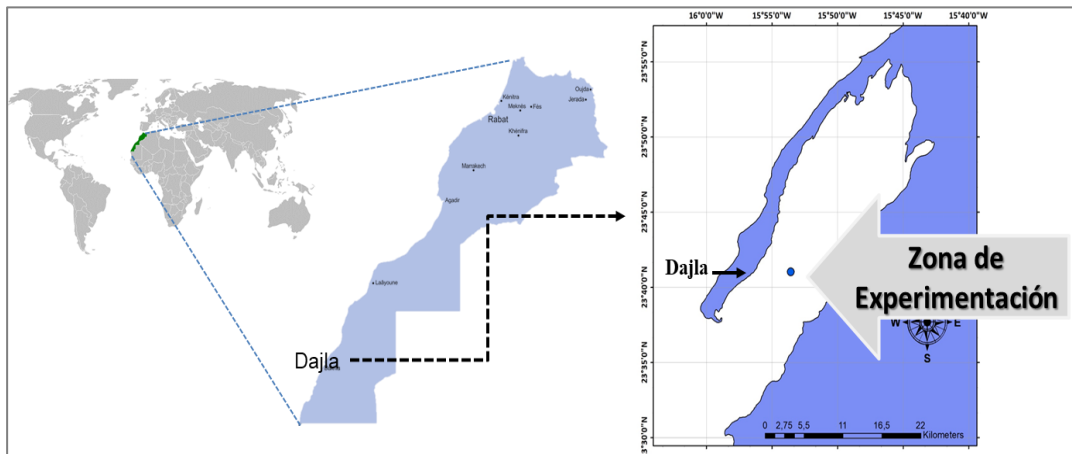


Figura 18: Situación geográfica de la de la zona de estudio

La bahía de Dajla tiene una superficie de 320 km² (37 km de largo y 12 km de ancho), orientada hacia el NE-SO y separada del Océano Atlántico por la Península de Dajla. El único contacto entre la bahía y el océano está en la parte suroeste (al final de la península de Dajla). Esta bahía tiene diferentes tipos de sustratos (fango, arena...etc). Las profundidades encontradas varían entre 0 y 20 m. La temperatura del agua registrada oscila entre 15 y 22°C, con niveles de salinidad que oscilan entre 36 y 40 pm: (CRTS-INRH, 2006).

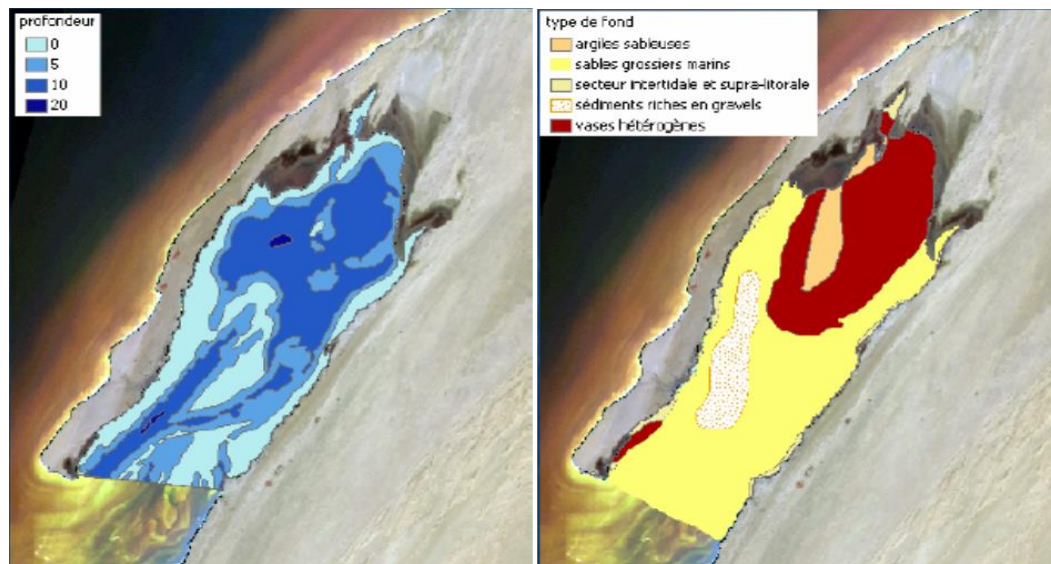


Figura 19: Distribución de la profundidad (a la izquierda) y tipo del sustrato (a la derecha) de la Bahía de Dajla. (CRTS-INRH, 2006)

Además, la bahía de Dajla ha sido considerada una zona marina protegida desde 1993, y todas las actividades pesqueras están prohibidas excepto los experimentos de pesca con fines de investigación científica⁽³⁾. Cerca de 100 especies de peces, mariscos, crustáceos, tortugas, tiburones y mamíferos marinos encuentran cobijo a la Bahía de Dajla (Bensbai et al., 2011). Esta bahía también se caracteriza por bancos de moluscos bivalvos, como navajas (*Solen marginatus*), el berberecho común (*Cerastoderma edule*), la almeja (*Tapis dicusatus*), almejón (*Venus verrucosa*), el mejillón (*Perna perna*), la ostión (*Crosustria gigas*), el bígaro común (*Littorina littorea*) y el turbante con cuernos (*Turbo cornutus*). Las primeras cuatro especies son las más explotadas por la pesca a pie (la única actividad pesquera autorizada en la bahía), la explotación de este recurso se gestiona mediante un sistema de cuotas anuales y un periodo de parada biológica.

En cuanto a la ubicación de las áreas de distribución de pulpos en la bahía, se realizaron encuestas entre antiguos pescadores de la región y pescadores calificados con un buen conocimiento de la bahía para ayudarnos a determinar el mejor lugar para realizar el estudio. El área elegida es de 5 brazas de profundidad y tiene un sustrato arenoso rico en berberecho y almeja.

⁽³⁾ Décret n° 2-91-244 du 25 moharrem 1414 (16 juillet 1993), réglementant la pêche au poulpe dans la baie de Dakhla et interdisant l'utilisation de certains engins de pêche dans ladite baie et au large de celle-ci (BO. n° 4214 du 4 août 1993), Maroc.

2. Protocolo experimental

2.1. Artes de pesca

El arte de pesca designado para este estudio corresponde al que se utiliza generalmente en Marruecos para capturar pulpos, es decir, alcatruces de plástico, alcatruces de barro, poteras y nasas. Se probaron 30 unidades por tipo de arte.

Para iniciar el estudio, se compraron, fabricaron y adquirieron artes de pesca durante septiembre de 2018 en estrecha consulta con los pescadores artesanales.

- **Alcatruces de plástico**

Los alcatruces de plástico están dispuestos en una sola línea que agrupa las 30 unidades espaciadas a 3 metros de distancia. El lastre del arte se realiza gracias a una base de hormigón fijada en el fondo, el peso medio del alcatruz con cemento es de 2,16 kg.



Figura 20: Alcatruz de plástico

Para una mayor estabilidad de la línea que soporta los alcatruces se han añadido dos anclajes en ambos extremos. La identificación de la línea de alcatruces, una vez calada, se realizó mediante dos boyas separadas.

La línea de este arte se instala paralelamente a la costa, con el fin de minimizar el efecto de las corrientes en el arte.

El coste total de una línea de 30 alcatruces de plástico es de 400 Dírham (± 36 Euro).

- **Alcatruces de barro**

La elección de este arte fue dictada por la necesidad de experimentar con arte que tienen un menor impacto sobre el ecosistema y los hábitats, por lo que se hizo una línea de alcatruces de barro. Los alcatruces de barro utilizadas tienen casi las mismas dimensiones que las de plástico, 24 cm de largo por 15 cm de ancho y pesan alrededor de 1,5 kg.

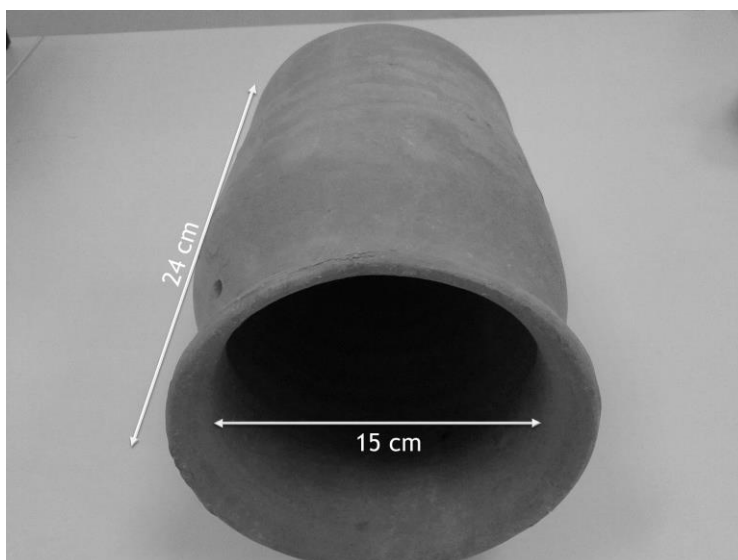


Figura 21: Alcatruz de barro

Al igual que los alcatruces de plástico, se han agrupado en una sola línea de 30 unidades (Anexo 1). Para una mayor estabilidad, se han añadido dos anclajes en los extremos de la línea que soporta estos alcatruces. Se añadieron dos boyas separadas al final de la línea, una vez instaladas, para marcar la posición del arte. Los dos tipos de alcatruces se integraron en la misma línea principal para estudiar su selectividad de forma conjunta.

El coste total de una línea de 30 alcatruces de barro es de 500 Dírhams (+/- 45 Euro).

- **Nasas**

Durante este estudio, se utilizaron 30 nasas. Han sido fabricados en las mismas condiciones de fabricación y uso por los pescadores artesanales de la región. El coste total de fabricación de 30 nasas es de 3100 Dírhams (+/- 280 Euros), más 20 kg de sardina salada.

Las nasas están hechas de un material rígido, una jaula de hierro (número 6), cubierta con una red de nylon de malla de 40 mm. Se implementó una tubería en la red ubicada en la parte superior de la estructura para facilitar la entrada del pulpo y evitar su salida una vez atrapado.

Dos bolsillos, fijados alrededor de la abertura de la parte interna, fueron cebados para atraer al animal. El arte se lastra con dos bloques de cemento para mantener el equilibrio en la parte inferior (anexo 2). Cabe destacar que estas trampas se colocan en 10 unidades (tres líneas de nasas), conectadas entre sí y pesadas mediante dos anclajes en los extremos de cada línea, para mayor entintado sobre el sustrato. Las tres líneas han sido caladas permanentemente en el agua en la misma línea y son observados regularmente durante las operaciones de pesca para recuperar la captura, cebarlos de nuevo y limpiarlos.

La línea madre es una cuerda de diámetro número 8, las trampas están conectadas a la línea madre por una cuerda doble (número 6), las trampas están separadas por 4 brazas. El cebo utilizado es la sardina salada, con dos sardinas por bolsa de cebo (Anexo 3).

Las tres líneas de las nasas se instalan una al final de la otra, paralelas a la costa.

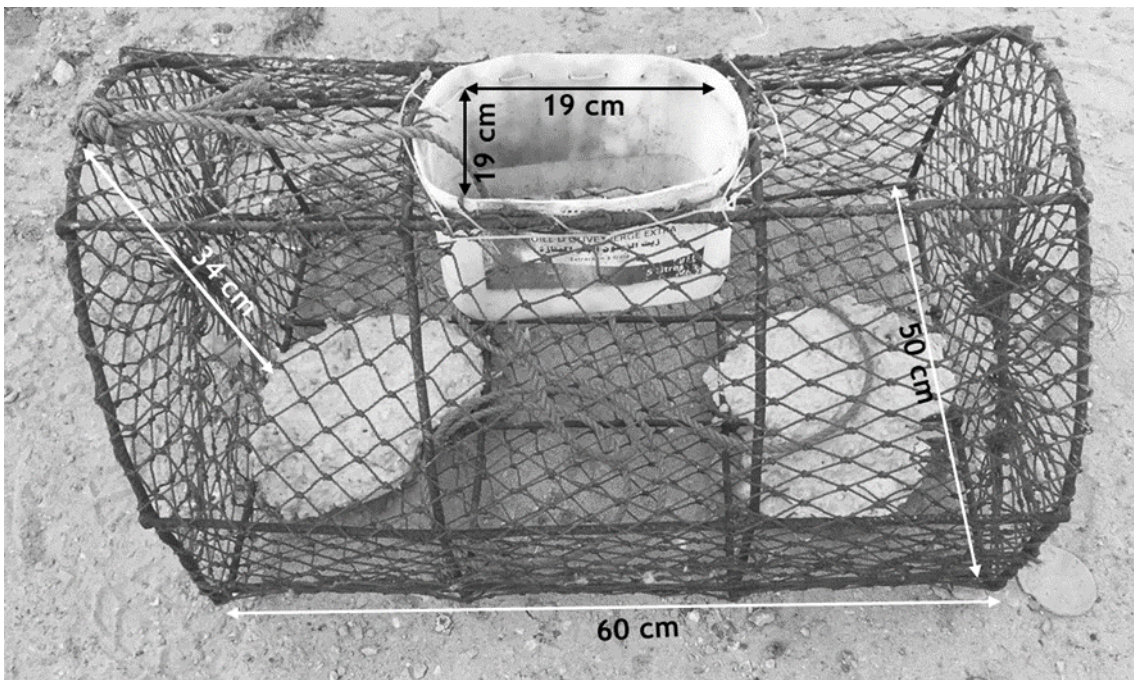


Figura 22: Dimensiones de la Nasa utilizada

- **Poteras de pulpo**

Es una línea a la deriva amarrada a una pulpera. La pulpera se compone de una corona de 7 ganchos (3/4) de tipo recto (número 0,5), con ojales normales dispuestos sobre un soporte de madera, rodeados de un tubo de plástico. La pulpera fue cebada con media sardina salada (atracción química) y pierna de pollo (atracción visual) (anexo 4). Este arte se desplaza con la ayuda de un flotador (bidón de 2 litros) sobre la superficie del agua. El lastrado del arte se realiza mediante tres piezas de plomo (3*100 g). La línea que lleva la pulpera es un hilo de monofilamento de nylon (figura 26). La distancia entre la pulpera y el flotador es igual a la profundidad de la zona de pesca. El coste de una potera con su flotador es de 25 Dírhams (+/- 2,3 Euro).

Mientras que los otros artes del experimento se instalaron en paralelo con la costa, los pulperas eran lanzadas una por una (Por separado) al mar en una línea perpendicular a la costa, y espaciadas 5 brazas entre ellas. Por lo tanto, el barco está situado cerca del arte de pesca esperando el movimiento del flotador para indicar una posible captura, sin devolver el arte al mar después de la captura. La corriente y el viento mueven las pulperas horizontalmente, mientras que los movimientos verticales son producidos por las olas.

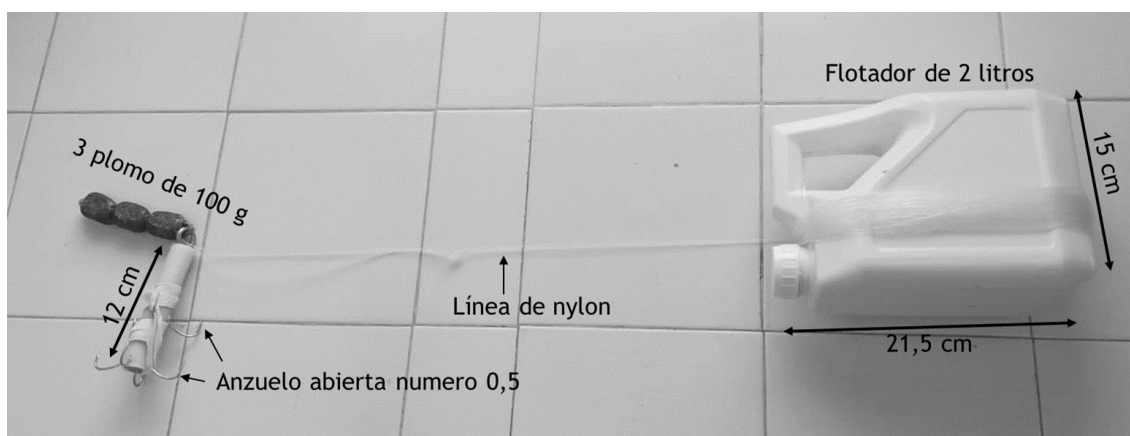


Figura 23: Detalle de la potera para pulpo

2.2. Barco y motor usados

El barco utilizado para el experimento, que es de poliéster, pertenece al Centro Regional del INRH en Dajla. Este barco tiene las mismas dimensiones de los barcos profesionales. Esta unidad está equipada con un motor fueraborda de 40 caballos de fuerza.

Tabla 4: Características técnicas de la embarcación

Longitud	Ancho	Hueco	Tonelaje Bruto
5,74 m	2,00 m	0,82 m	1,99 tn

2.3. Pesca experimental

Los experimentos se realizaron durante cinco campañas experimentales: la primera, considerada como piloto, se llevó a cabo durante un período de dos días para explorar el comportamiento de pesca de los cuatro artes durante el mismo período.

La prueba piloto identificó las siguientes limitaciones:

- La dificultad de trasladar las cuatro artes simultáneamente cada día a la zona de pesca (especialmente en el caso de las nasas que ocupan casi todo el volumen de la embarcación);
- Las nasas y ambos tipos de alcatruces requieren un tiempo de inmersión más largo de al menos un día y una noche;
- Las nasas requieren más tiempo para cebarlas y recuperar su captura, lo que impacta el tiempo de inmersión de otras artes.

Teniendo en cuenta estos resultados de la campaña de pruebas y con el fin de llevar a cabo los experimentos de acuerdo con las condiciones de los pescadores, se acordó asegurar la inmersión de las nasas y de los dos tipos de alcatruces a lo largo de la duración del experimento. Así, las nasas y ambos tipos de alcatruces se sumergen durante más de un día, mientras que el tiempo de pesca con las pulperas sólo unas pocas horas. *Esto podría plantear un problema a la hora de comparar los rendimientos y el comportamiento pesquero de estos artes.*

Con el fin de cumplir con las condiciones de pesca profesional, la pesca experimental se realizó en presencia de dos pescadores profesionales. Además, se llevó a cabo una limpieza periódica de los artes para evitar cualquier sesgo atribuido a la obstrucción de los alcatruces o de las mallas de las nasas. Los artes perdidos son contados y reemplazados por otros.

Basado en el principio de que es necesario extender las mismas condiciones experimentales deben mantenerse de manera justa para los cuatro artes, pescan el mismo día, en las mismas condiciones, y se ajustan a estratos de área y profundidad similares durante el periodo de estudio. Se supone que los artes proceden de la misma población y que el muestreo se realiza aleatoriamente de la misma población estadística. Las capturas de cada tipo de arte se recuperan respetando el tiempo y el orden de instalación.

Se llevaron a cabo cuatro campañas experimentales durante los meses de octubre y noviembre de 2018 y febrero y julio de 2019. Los días muestreados se seleccionaron al azar y de acuerdo con las condiciones climáticas. La siguiente tabla presenta las características de las muestras recogidas:

Tabla 5: Características de los muestreos de pulpo

Mes	Día	Número de operación
Octubre	20/10/2018	3
	21/10/2018	
	23/10/2018	
Noviembre	07/11/2018	5
	15/11/2018	
	17/11/2018	
	18/11/2018	
	19/11/2018	
Febrero	16/02/2019	5
	17/02/2019	
	21/02/2019	
	23/02/2019	
	10/03/2019	
Julio	24/07/2019	3
	25/07/2019	
	26/07/2019	

3. Medidas y datos recopilados

En cada operación de pesca, los pulpos capturados son separados por artes de pesca y contados, antes de ser llevados al laboratorio (Anexo 5) para medir el peso fresco individual, la altura (Figura 27) (longitud del manto dorsal, Guerra y Manríquez, 1980) y determinar el sexo y el estado de madurez sexual (figura 28 y 29) (escala macroscópica con tres niveles: inmaduro, prefreza., maduro y un cuarto nivel para las hembras, después de desovar (Idelhadj, 1984 ; Dia y Goutchin 1990; Sanchez & Obarti, 1993).

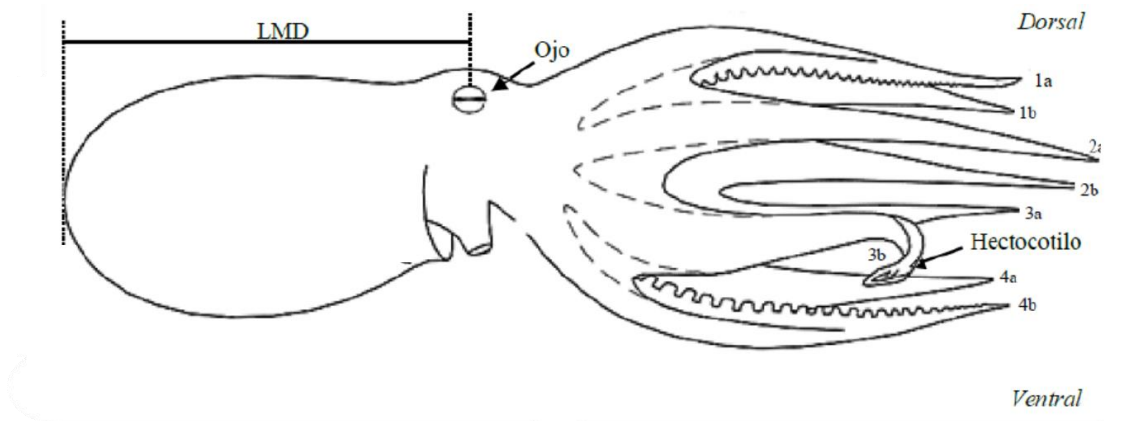
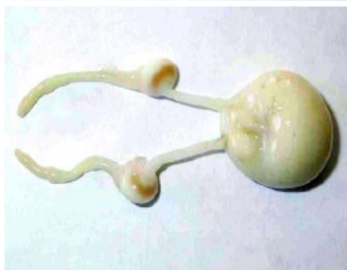


Figura 24: Longitud del manto dorsal (modificada a partir de N.Roldan)



Inmadura:

El ovario es generalmente pequeño y también lo es la glándula del oviducto. El diámetro del ovario varió de 1 a 2,5 centímetros. No hay ovocitos visibles en el ovario. Estas últimas y las glándulas del oviducto, de forma esférica, son casi incoloras.



Desarrollada

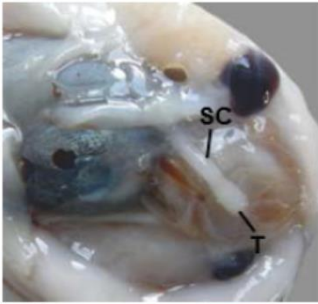
El ovario y las glándulas del oviducto se vuelven más voluminosos y ligeramente opacos (de color blanco cremoso). El ovario permanece redondo con un diámetro de unos 2,5 a 8 centímetros. Los ovocitos son visibles pero no individualizados. En la base de las glándulas del oviducto aparece una banda marrón muy estrecha que se extenderá hasta la mitad de las glándulas del oviducto a medida que avance la maduración.



Madura :

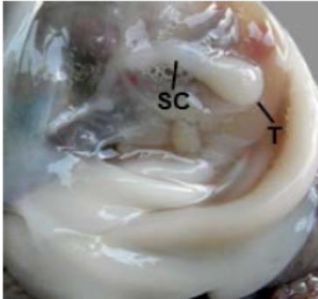
El ovario suele ser grande y ocupa un tercio de la cavidad del manto. Su color amarillo a amarillo limón se debe al color de los ovocitos. Estos últimos tienen una estructura reticular interna. Las glándulas del oviducto aumentan de volumen y se aplastan ligeramente. La banda marrón toma la forma de una corona y se extiende por pequeñas rayas regulares que reflejan la segmentación interna. El color marrón intensifica.

Figura 25: Estados de madurez sexual de hembras de pulpo, en la base de la escala macroscópica de Dia y Goutchin 1990, (Fotos de Ould Mohamed Fall y Inejih, 2002).



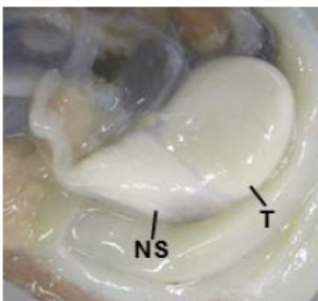
Inmadura:

La gónada es también de tamaño pequeño con un diámetro que varía de 0,5 a 3 cm. No hay espermatóforo visible en la bolsa de espermatóforo. El estadio de desarrollo de los órganos del complejo espermatófono no permite distinguirlos.



Desarrollada :

El testículo, que tiene un diámetro de 3 a 6 centímetros, tiene la misma coloración que el ovario. Los órganos del complejo espermatofórico se vuelven perceptibles. Los espermatóforos se pueden ver en el órgano espermatofórico, parte del cual sigue siendo transparente.



Madura :

El testículo al aumentar de volumen no cambia mucho de color, excepto por una especie de borde rojizo en la base del saco apermafórico. Los espermatóforos han aumentado de tamaño y se involucran en el conducto espermático. La presión de este último permite la liberación de espermatozoides, lo que puede significar que los machos están listos para el apareamiento o que el apareamiento ya ha tenido lugar.

Figura 26: Estados de madurez sexual de machos de pulpo, en la base de la escala macroscópica de Dia y Goutchin 1990, (Fotos de Cuccu et al., 2013. SC: Complejo espermatofórico, NS: Saco de Needham y T: Testículos).

Las capturas accesorias se anestesiaron con aceite de clavo (Soto y Burhanuddin, 1995) y se identificaron por especies (FAO, 1998; INRH, 2015), se midió la talla total y el peso individual y luego se liberaron en el agua.

Durante cada día de pesca se midieron, evaluaron y recogieron la temperatura del agua, la velocidad del viento y el estado del mar.

Los resultados del muestreo biológico y los diversos parámetros e información recopilados se recopilan en una base de datos en formato de hoja de cálculo Excel.

El último día del estudio, los treinta alcatruces de barro fueron lanzados en el área de estudio para favorecer la repoblación de pulpos (Anexo 8).

4. Análisis de datos

Los diversos parámetros utilizados para analizar los datos obtenidos en este estudio están relacionados con el rendimiento pesquero de cada arte de pesca, la selectividad de los artes de pesca y ciertas características biológicas de los individuos capturados:

- **La captura por unidad de esfuerzo** (CPUE) se calcula dividiendo el número de individuos capturados por unidad de esfuerzo definida (Guerra y Sánchez, 1998). Dado a la diferencia entre el tiempo de pesca entre las poteras y otros artes, la unidad del esfuerzo es el día de pesca.
- **La relación longitud-peso** es la representación del peso total en función de la longitud del manto dorsal, se realizó a través de la ecuación de Ricker (1975), escrita como:

$$P = a * L_{MD}^b$$

(P= Peso del individuo, a= Ordenado el origen que depende de la densidad del individuo y sus proporciones, b= Coeficiente alométrico, L_{MD} = Longitud del manto dorsal individual y r= Coeficiente de correlación).

En este estudio, todos los tratamientos se basan en el peso corporal (fresco o eviscerado), que es más fiable (Mangold y Boletzky, 1973) que en el tamaño del manto del pulpo, que puede variar según el estado de rigor mortis de los individuos (vivos o muertos).

- **La distribución de frecuencias de talla** es el número de individuos capturados y muestreados por clase de peso eviscerado. Los límites de estas clases se han establecido de acuerdo con la clasificación comercial japonesa (conocida como la clasificación "Mitsubishi"). Esta clasificación comercial es la más generalizado a nivel regional (Jouffre et al., 2002b). La comparación de los tipos de distribución de frecuencias de las tallas de pulpo capturado para los diferentes artes se llevó a cabo utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Siegel y Castellan, 1988).

Tabla 6: Clasificación de Mitsubishi de tamaños de pulpo con fines comerciales

Código	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1
Bornes de los clases (en kg, peso fresco eviscerado)	< 0.3]0.3;0.5]]0.5;0.8]]0.8;1.2]]1.2;1.5]]1.5;2]]2;3]]3;4.5]	>4.5

La prueba χ^2 se utilizó para comprobar las diferencias significativas entre los resultados obtenidos y los resultados esperados (donde la hipótesis nula es que no hay diferencias estadísticas significativas (igualdad) entre las variables restadas), para $\alpha=0,05$).

La prueba Z de las pruebas de comparación de proporciones, se presenta como una oportunidad para probar la similitud o diferencia entre los artes en términos de la relación entre sexos y la tasa de hembras.

Las comparaciones de los rendimientos y los pesos medios se realizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA). Las varianzas son homogeneizadas (Bartlett, $p>0,05$) después la transformación de los datos log (Pesos) y la distribución de los datos es normal. Se utilizó la prueba de Tukey para localizar las diferencias. Si el análisis de varianza no muestra diferencias significativa se utilizó la prueba t-Student.

- **La selectividad** se define tradicionalmente como la probabilidad de capturar un animal cuando se encuentra con el arte (Punt et al., 2014). La fracción de la población capturada por un arte suele ser sólo una proporción desconocida de las diversas clases de tamaño disponibles en la población objetivo. La selectividad es una expresión cuantitativa de esta proporción y se representa como la probabilidad de capturar una determinada talla (o sexo o fase de madurez sexual) de peces en una determinada característica del arte utilizado. (Pope et al., 1975; Guerra y Sánchez, 1998; Ignacio et al., 2006).

En el estudio de la selectividad de los artes, son importantes cuatro pasos en el proceso de captura de la especie por el arte de estudio (Lokkenborg y Bjordal, 1992 y Millar y Fryer 1999):

- La disponibilidad de las especies en la zona de pesca en el momento de la operación de pesca;
- Accesibilidad de la especie en el área de influencia del arte;
- Vulnerabilidad, la posibilidad de que el pulpo se encuentre con artes de pesca en respuesta al olor del cebo (nasas y pulpera) y/o a los movimientos de los pulperas, o al instinto natural de buscar refugio ;
- La retención del pulpo capturado por el arte. Esta probabilidad difiere en función de la naturaleza del arte, el tamaño de la especie y la naturaleza del arte (nasa, anzuelo, alcatruz, red, etc.).

La distribución general de la talla de la especie capturada está determinada conjuntamente por estas cuatro probabilidades (Millar y Fryer 1999). En este estudio nos centraremos únicamente en la cuantificación del grado de la retención de pulpo por los artes estudiados.

La expresión de la selectividad de los cuatro artes consiste en referirla al valor del tamaño correspondiente a una retención del 50%, es decir, la talla a la que se conserva la mitad de los individuos son capturados. También es interesante conocer el rango de selección, que es la diferencia entre las longitudes L_{75} y L_{25} (el tamaño promedio de la primera captura) (Chevaillier y Laurec, 1990).

Con el fin de minimizar el sesgo debido a las diferencias de eficiencia (pescadores, motor, barco, tiempo y lugar de pesca, etc.) y para cuantificar mejor la selectividad de los artes artesanales utilizados para la pesca del pulpo, estos artes se utilizan en las mismas condiciones experimentales estándar.

Cabe señalar que en este estudio, la selectividad de los artes experimentales se aborda a través de los rendimientos alcanzados por cada arte y las estructuras de tamaño de captura de las capturas realizadas para un arte determinado.

II. RESULTADOS

Para dieciséis días de pesca, se capturaron 325 individuos de pulpo con un peso total de 626,6 kg. La tabla siguiente muestra el detalle de las capturas por día de pesca:

Tabla 7: Características de las capturas de pulpo por día de pesca

<i>Mes</i>	<i>Número de días</i>	<i>Número de individuos</i>	<i>Peso total (kg)</i>
<i>Octubre</i>	3	101	153
<i>Noviembre</i>	5	193	398
<i>Febrero</i>	5	13	44
<i>Julio</i>	3	18	31,6
<i>Total</i>	<i>16</i>	<i>325</i>	<i>626,6</i>

Para comparar el rendimiento de pesca de los diferentes artes y su selectividad, se tuvieron en cuenta varios criterios:

1. Captura y rendimiento por arte

Los cuatro artes experimentados han capturado pulpo y por lo tanto indican su capacidad de pesca para esta especie. En términos de capturas brutas acumuladas, las poteras capturaron más pulpo (44%) que los otros artes, seguidos de nasas y alcatruces de plástico (22 y 20% respectivamente). Las capturas de los alcatruces de barro representaron el 14% del total de las capturas de pulpo. Las proporciones de peso siguen la misma tendencia en la distribución de los números, con 49% para las poteras, 22% para las nasas, 17% para los alcatruces de plástico y los alcatruces de barro han capturado 12% (Figura 27).

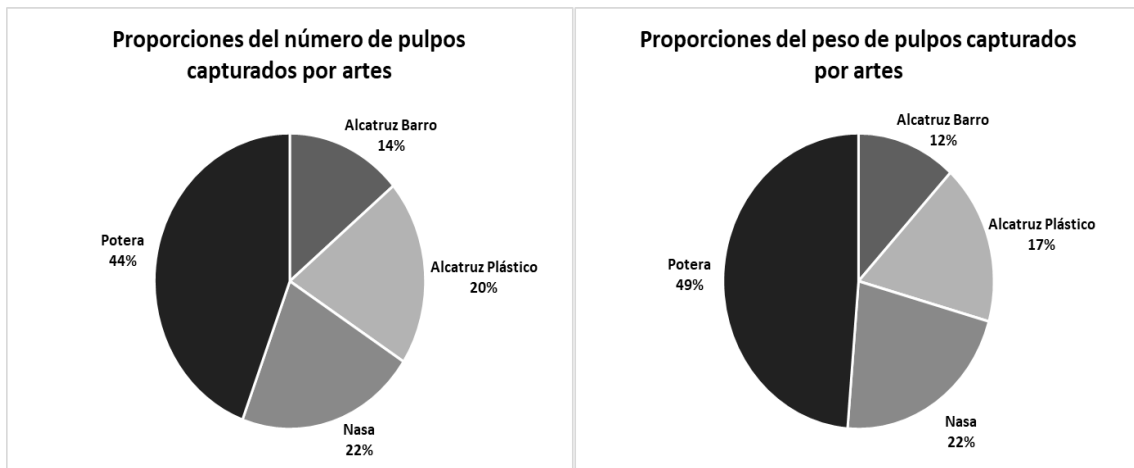


Figura 27: Proporciones de pulpos capturados por artes

El rendimiento medio de las poteras fue mayor de ($9 \pm 11,33$ individuos por día de pesca) seguido de las nasas ($4,38 \pm 5,08$ individuos por día de pesca), seguido por los alcatruces de plástico ($4,13 \pm 3,91$ individuos por día de pesca). Los alcatruces de barro han capturados $2,81 \pm 3,25$ individuos por día de pesca (Figura 28).

Para las dieciséis operaciones de pesca, los rendimientos medios (en número de individuos por tipo de arte y operación de pesca) no representan diferencias significativas (ANOVA, $p > 0,05$). Mientras que los rendimientos medios alcanzados por las poteras y los alcatruces de barro son significativamente diferentes ($t = 2,04$, $p = 0,044$).

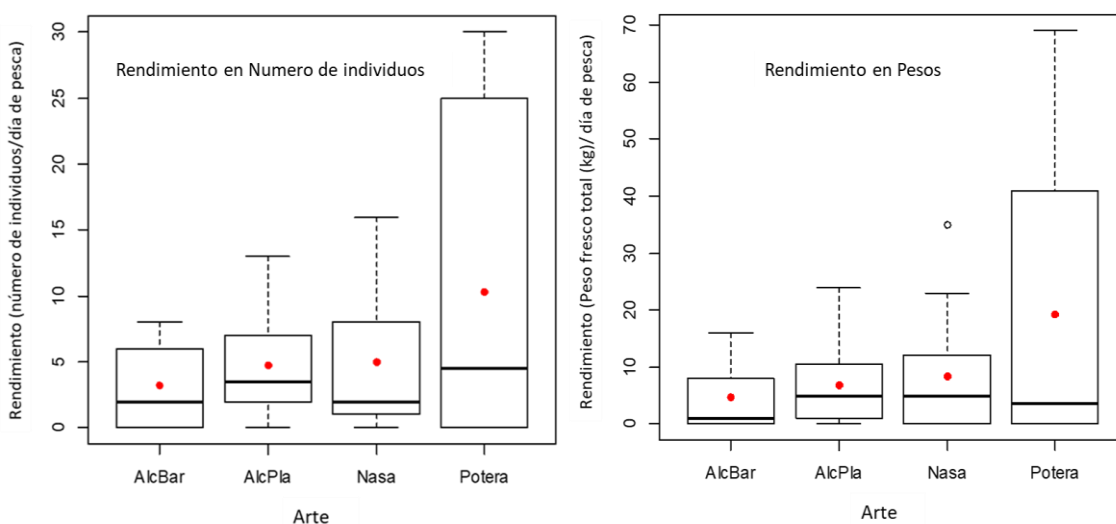


Figura 28: Rendimiento de pulpo por arte y por día de pesca

2. Estructura demográfica

2.1. Estructura demográfica total

La estructura demográfica del pulpo capturado por arte podría indicarnos la selectividad de cada tipo de arte con respecto al tamaño del pulpo capturado. El análisis de la estructura demográfica de todos los artes de pesca combinados indica que la fracción total de pulpo capturado representa una estructura unimodal a nivel de la categoría comercial T4 (25%) para la distribución de los individuos, y a nivel de la categoría comercial T3 (33%) para la distribución de los pesos eviscerados. Se presentaron todas las clases de tamaño comercial excepto para los individuos pequeños correspondientes a juveniles (T8+T9), aunque los períodos experimentales corresponden en gran medida al período principal de reclutamiento de pulpos. Solamente un individuo juvenil ha sido capturado en todas las campañas (Figura 29).

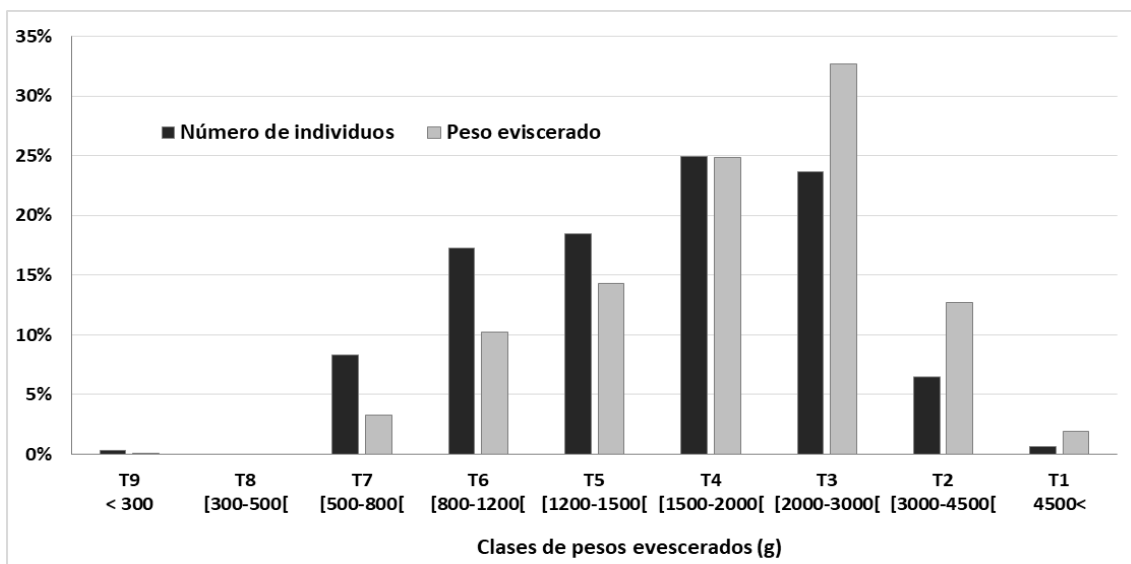


Figura 29: Estructura demográfica de los pulpos capturados

Se midieron un total de 325 individuos de Pulpo Común; 184 machos y 141 hembras. La longitud varió de 5 a 23 cm en los machos con un promedio de 13,2 cm ($\pm 2,5$) y de 7 a 20 cm en las hembras con un promedio de 12,5 cm ($\pm 2,4$). El peso osciló entre 304 y 6756 g en los machos con un promedio de 2.054,4 g ($\pm 912,1$) y de 610 a 4.514 g en las hembras con un promedio de 1.763,2 g ($\pm 794,4$). Las longitudes y pesos medios de los dos sexos muestran diferencias significativas ($t_s=1,67$, $p<0,001$).

Tabla 8: Características biométricas de pulpos capturados por sexos

	Número	Longitud (cm)		Peso (g)	
		Promedio+/-SD	Rango	Promedio+/-SD	Rango
Hembras	141	12,5 +/- 2,4	7-20	1763,2 +/- 794,4	610 - 4514
Machos	184	13,2 +/- 2,5	5-23	2054,4 +/- 912,1	304 - 6756

La figura 30 ilustra los parámetros de la relación entre el tamaño (longitud del manto en cm) y el peso corporal (en gramos) del pulpo capturado (sexos combinados). Esta relación proporciona información sobre las condiciones de vida de la especie y su respuesta fisiológica a las condiciones del ecosistema. Tiene correlaciones bastante buenas ($R^2=82\%$).

Como el coeficiente "b" es inferior a 3; la alometría de crecimiento es negativa lo que indica que el peso del pulpo crece proporcionalmente menos rápido que el tamaño.

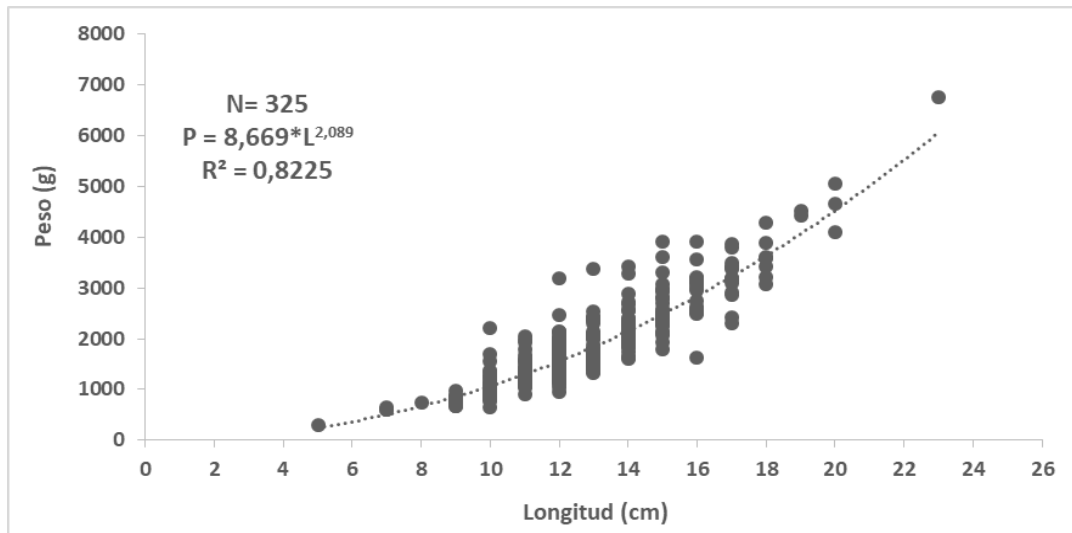


Figura 30: Relación longitud-peso del pulpo para sexos combinados.

2.2. Estructura demográfica por tipo de arte

En términos de artes de pesca, la distribución demográfica del pulpo capturado por las pulperas representa una estructura unimodal con un pico en la categoría comercial T3 (32%). En comparación con otros artes, las pulperas han capturado más individuos y una gama amplia de tamaños.

En el caso de las nasas, la distribución es también unimodal, con un pico en el nivel T4 (33%). En las capturas de este arte se observó la ausencia de pulpos de más de 4 500 gramos. Podemos observar que con las nasas, hay un mayor porcentaje de escapes en el rango de tamaño medio, de 9 a 19 cm, y no hay retención de tamaños por debajo de 9 cm y por encima de 19 cm. Esta estructura de tamaño sigue siendo más restringida que la de la potera (Figura 32).

El pulpo capturado por los alcatruces de barro representa una distribución unimodal con un pico de T5 (29%). El pulpo capturado por los alcatruces de plástico representa una distribución bimodal con modas en T4 (23%) y T6 (23%). El rango de tamaños capturados por los alcatruces de barro es muy limitado en la parte de los individuos grandes en comparación con otros artes (el tamaño máximo es de 16 cm) (Figura 31).

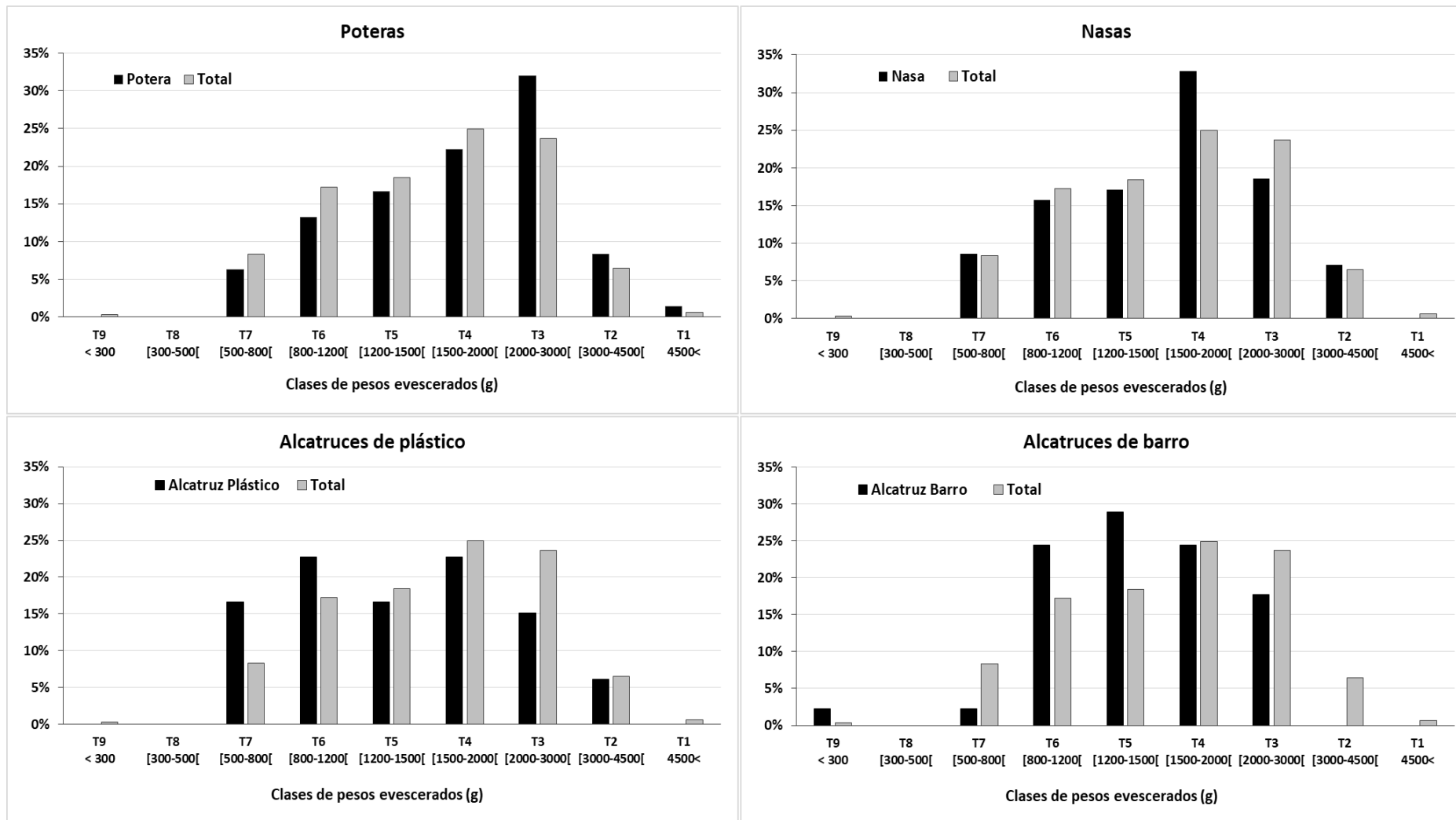


Figura 31: Estructuras demográficas, en categorías comerciales (peso eviscerado), de pulpo capturado por tipo de arte en comparación con el total de pulpo capturado.

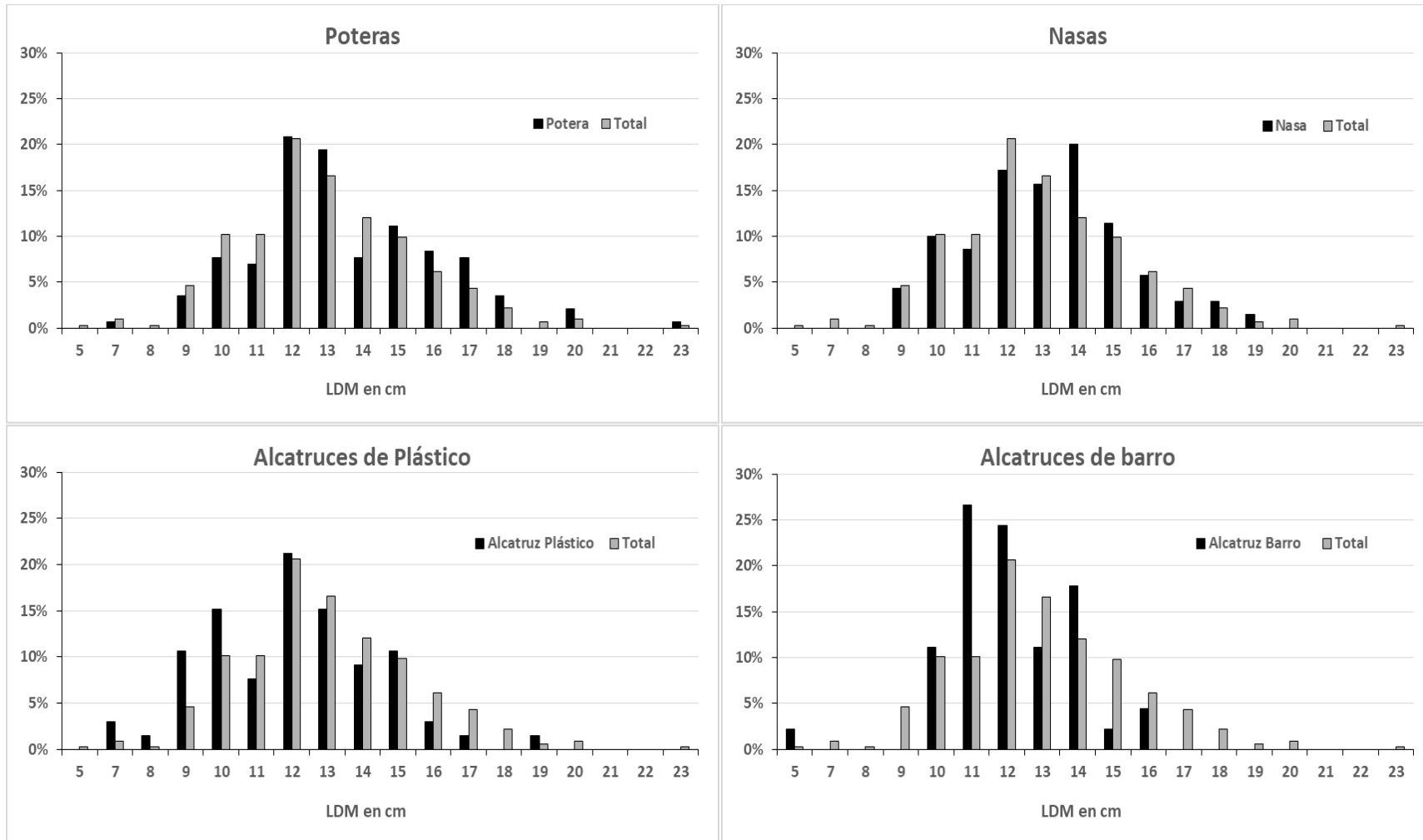


Figura 32: Distribuciones de frecuencias de tallas de pulpo capturado por tipo de arte en comparación con el total del pulpo capturado (LMD: Longitud del manto dorsal)

Para comparar las distribuciones de tamaño de las diferentes artes probados, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov que mostraron que las distribuciones de frecuencia del peso del pulpo capturado por ambos tipos de alcatruces son significativamente diferentes del pulpo capturado por las poteras ($P < 0.05$). El comportamiento de los dos tipos de alcatruces es similar en cuanto a la fracción de pulpo capturada. Las nasas también indican un comportamiento similar al de los dos tipos de alcatruces y las poteras.

Tabla 9: Prueba de Kolmogorov-Smirnov con dos muestras/prueba bilateral: Comparación de las estructuras del pulpo capturado por los cuatro artes.

	Alcatruz Plástico-Alcatruz Barro	Alcatruz Plástico-Potera	Alcatruz Plástico-Nasa	Alcatruz Barro-Potera	Alcatruz Barro-Nasa	Potera-Nasa
Diferencia	0,17639	0,24899	0,2033	0,2789	0,1814	0,17579
p-value	0,3965	0,00804*	0,1233	0,01188*	0,3447	0,111
Observación	Igualdad	Diferencia	Igualdad	Diferencia	Igualdad	Igualdad

* Probabilidad menor del 5%.

2.3. Pesos medios

El peso medio del pulpo capturado por las poteras fue mayor (1918 ± 868 g) seguido de las nasas ($1729,6 \pm 738,6$ g), ambos tipos de los alcatruces capturadas de casi el mismo peso medio con respectivamente $1504,8 \pm 723,6$ g y $1497 \pm 477,9$ g para los alcatruces de plástico y de barro (Figura 33).

El tamaño medio del pulpo capturado por los cuatro artes representa una diferencia significativa ($p < 0,05^{***}$), aunque los resultados de la comparación a posteriori (por par de artes) utilizando la prueba de Tukey no muestran diferencias significativas, con la excepción de la comparación entre las poteras y los dos tipos de alcatruces, que son significativamente diferentes ($p < 0,05$). De hecho, la diferencia entre las poteras, por un lado, y los dos tipos de alcatruces de plástico y barro es de 404,6 g y 437,2 g respectivamente, lo que significa que los pulpos capturados por las poteras tienen un peso más medio alto en comparación con los dos tipos de alcatruces.

Al adoptar una clasificación arbitraria de las categorías comerciales del pulpo: talla grande (T1, T2 y T3), talla mediana (T4, T5 y T6) y talla pequeña (T7, T8 y T9), las tallas medias son las más capturadas por los cuatro artes (61%). El análisis indica que el tamaño del pulpo capturado depende del tipo de arte ($\chi^2 = 0,431$, $p = 0,001$).

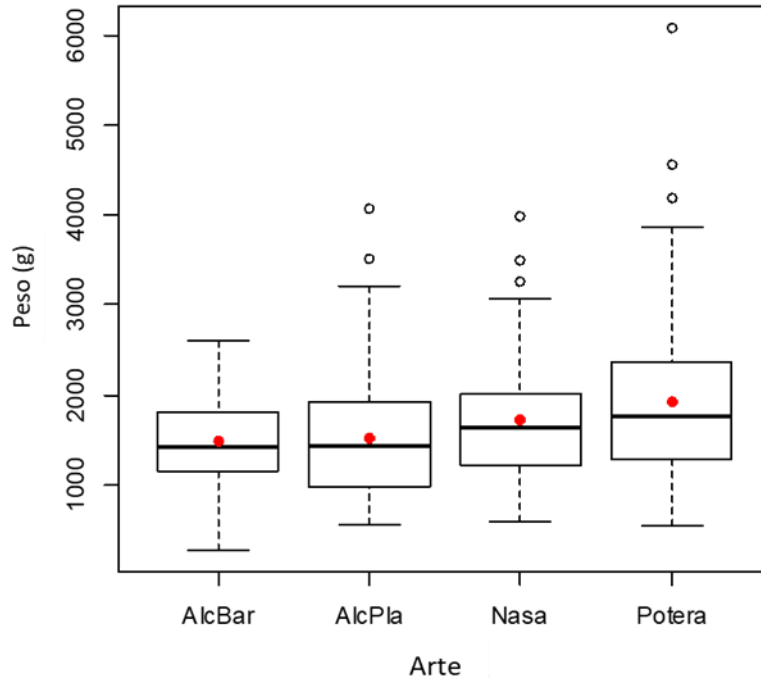


Figura 33: Repartición de los pesos de pulpos capturados por tipo de arte

2.4. Selección según el tamaño

Tras el análisis comparativo de las estructuras demográficas y los tamaños medios por arte, el estudio de selección de cada arte con respecto al tamaño del pulpo es importante para caracterizar el comportamiento del arte de pesca.

El tamaño de la selección es sensiblemente mayor para los poteras ($L_{50}=1800$ g) seguidos de las nasas ($L_{50}=1700$ g), mientras que ambos tipos de alcatruces han retenido pulpos más pequeños ($L_{50}=1480$ g). Además, el rango de selección es más estrecho para los alcatruces de barro (700 g) y las nasas (880 g) que para las poteras y alcatruces de plástico, que tienen un rango de selección más amplio, de 1100 y 990 g respectivamente.

La talla media de la primera captura (L_{25}) de los cuatro artes supera con creces la talla mínima legal de desembarque de 500 g. Las tallas L_{25} , en orden decreciente, son: L_{25} (Poteras)= 1300 g, L_{25} (Nasas)= 1220 g, L_{25} (Alcatruces de barro)= 1200 g y L_{25} (Alcatruces de plástico)= 1000 g (Figura 34).

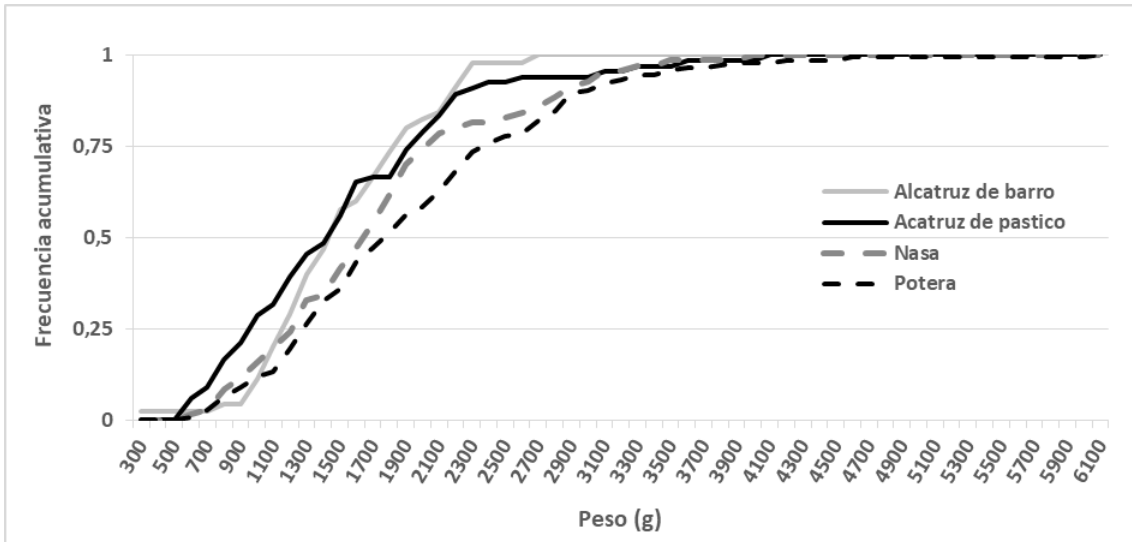


Figura 34: Funciones de distribución de las estructuras por peso obtenidas por el método frecuencia acumulativa para el pulpo capturado por los cuatro artes.

Este análisis muestra que las poteras son más selectivas con respecto al tamaño del pulpo que otros artes probados seguidos de nasas. Los dos tipos de alcatruces son los últimos con selectividades bastante similares. A partir de los 4 kg, todos los individuos de pulpo son capturados por los diferentes artes. En tamaños pequeños (peso < 1kg), el comportamiento de las alcatruces de barro, poteras y nasas es similar.

3. Proporción de sexos:

El pulpo capturado presenta un ligero desequilibrio a favor de los machos, la relación entre el número de machos y de hembras es igual a 1,3 o 57,33% y 42,67% de hembras.

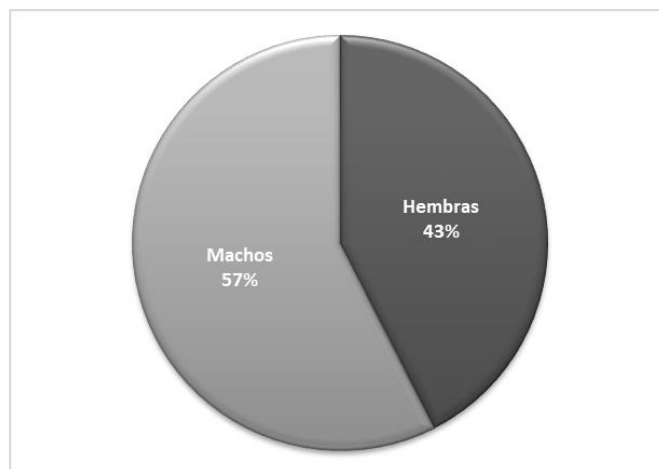


Figura 35: Proporción de sexos

En la figura 36, se observa que en las capturas de las poteras y nasas dominan los machos con 59 y 61% respectivamente. Mientras que los alcatruces de barro y de plástico presentan un casi equilibrio de sexos, y la proporción de número de hembras a la de los machos para ambos artes es respectivamente 1,14 y 0,89. No hay dependencia entre el sexo y el tipo de arte de pesca ($\chi^2 = 1,73$, $p > 0,05$).

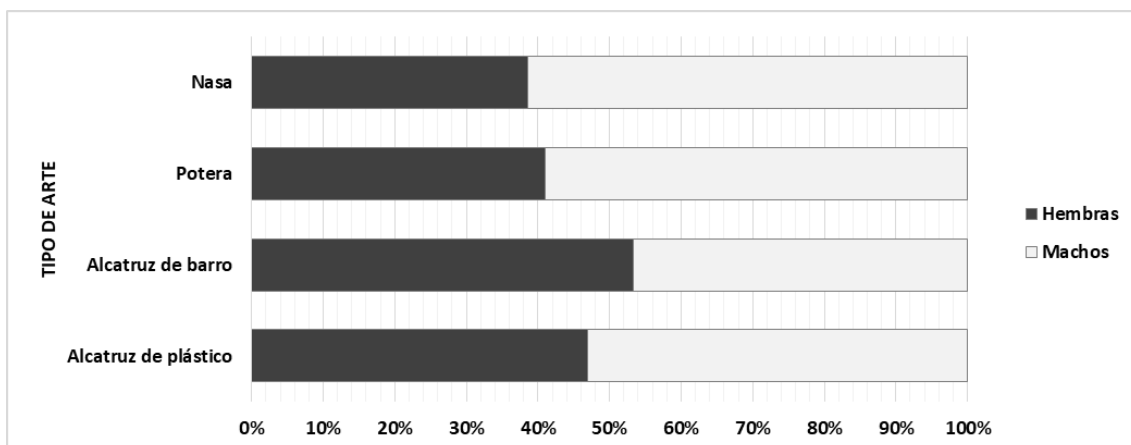


Figura 36: Proporciones de sexo en función del arte

La comparación de tasa de captura de hembras se hace con la prueba Z de comparación de dos proporciones. Los resultados de esta prueba indican que las proporciones de hembras para las cuatro artes son iguales a excepción en las capturadas por las poteras y los alcatruces de barro ($z = -3,101$, $p < 0,05$). Dentro cada arte la prueba Z indica la ausencia de diferencias entre las proporciones de hembras y machos en cada arte ($p > 0,05$).

Tabla 10: Prueba Z/ Prueba de equilibrio entre las hembras y los machos por arte ($\alpha = 0,05$)

	Alcatruz barro	Alcatruz plástico	Nasa	Potera
Z	-1,679	-0,703	-1,538	-1,882
p-valor	0,093	0,482	0,124	0,060
Observación	Igualdad	Igualdad	Igualdad	Igualdad

4. Estados de madurez sexual

El tratamiento de la captura total mostró que el 67% de las hembras son inmaduras y que la proporción de hembras maduras no supera el 6%. Los machos de pulpo, que tienen un mayor poder reproductor que las hembras, casi todos los machos de pulpo capturados son maduros (Figura 38).

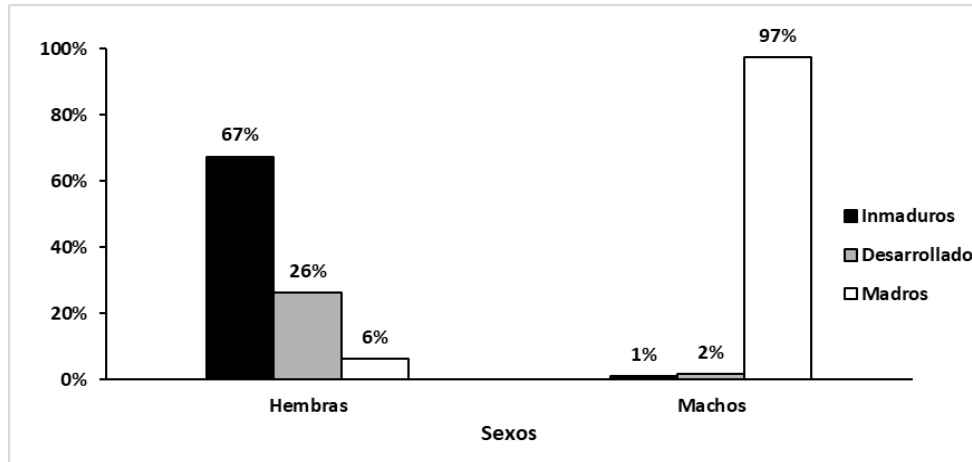


Figura 37: Estado de madurez sexual por sexo de pulpo capturado

La distribución de los estadios de madurez sexual de las hembras de pulpo por tipo de arte muestra una independencia entre ambos criterios ($\chi^2 = 5,79$, $p > 0,05$). De hecho, las hembras inmaduras son las más capturadas por los cuatro artes, mientras que las hembras maduras están presentes pero con proporciones muy pequeñas. Estas hembras son capturadas por las cuatro artes, alcatruces de plástico (10% de hembras), alcatruces de barro (8%), nasas (7%) y las poteras (3%). No se capturaron hembras después de la eclosión (Figura 38). Sin embargo, la continuación de estos experimentos fuera de la temporada de reproducción podría afectar la relevancia de estos resultados relacionados con el estado de maduración de las hembras de pulpo.

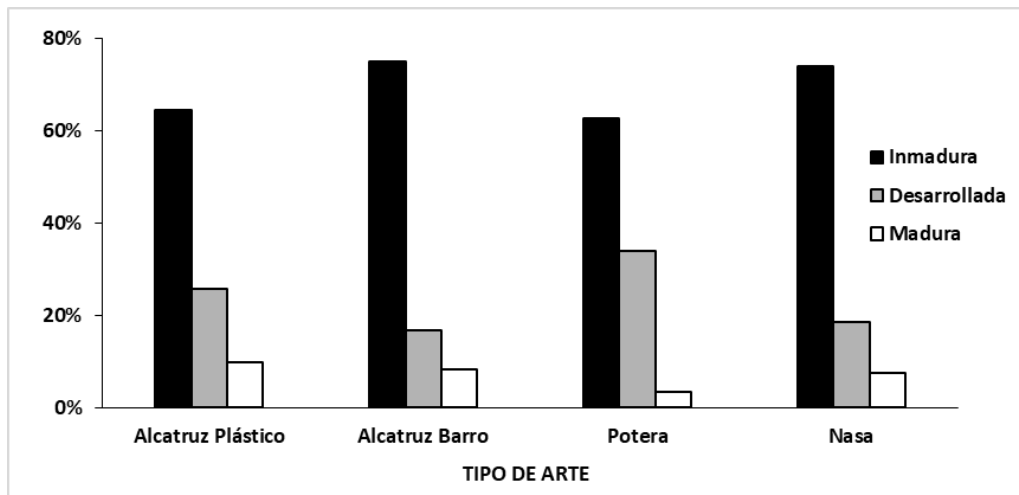


Figura 38: Proporciones de estados de madurez sexual de hembras de pulpo por tipo de arte

5. Especies accesorias

Además del pulpo, otras especies marinas han sido capturadas como captura incidental. La captura total de especies de captura accesorias es de 207 kg y corresponde a 12 especies identificadas.

En cuanto a la pesca por artes, más del 95,5% de estas capturas se realizaron con nasas. Se registraron bajas capturas de pescado en poteras y alcatruces de plástico (4% y 0,4%, respectivamente). En el cuadro siguiente se enumeran las diferentes especies capturadas:

Tabla 11: Principales especies capturadas durante el estudio

Nombre común	Especie	COD FAO
Pez sapo	<i>Halobatrachus didactylus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	BHD
Mojarra/ Raspallón senegalés	<i>Diplodus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	DHQ
Burro	<i>Plectorhinchus mediterraneus</i> (Guichenot, 1850)	GBR
Gallo Verde/ Lija Áspera	<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)	FIK
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	BRB
Musola lisa	<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	SMD
Serrano	<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)	SRK
Chacarona sureña	<i>Dentex canariensis</i> (Steindachner, 1881)	DEN
Sepia	<i>Sepia officinalis</i> (Linnaeus, 1758)	CTC
Centollo	<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)	SCR
Hurta	<i>Pagrus auriga</i> (Valenciennes, 1843)	REA
Mojarra	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	CTB

Dos individuos de *Halobatrachus didactylus* en tamaños de 28 y 33 cm fueron capturados por las alcatruces de plástico. Las pulperas capturaron un solo individuo de *Sepia officinalis* (23 cm), dos individuos de *Halobatrachus didactylus* (29 y 41 cm) y cinco individuos de *Mustellus mustellus* entre 60 y 81 cm de tamaño (Anexo 6).

Además del pulpo, las nasas capturaron 10 especies, con diferentes cantidades dependiendo de la especie. Las especies de captura incidental están dominadas por *Halobatrachus didactylus* (47%), *Diplodus billotti* (29%), *Plectorhinchus mediterraneus* (10%), *Stephanolepis hispidus* (7%) y *Spondyliosoma cantharus* (5%). Las nasas también capturaron *Serranus scriba*, *Dentex canariensis* (1% por cada uno), cuatro individuos de *Maja squinado*, dos individuos de *Pagrus auriga* y un individuo de *Diplodus vulgaris* (Anexo 7). Las capturas accesorias de las nasas son mayores y más diversificadas que las de otros artes (Figura 39).

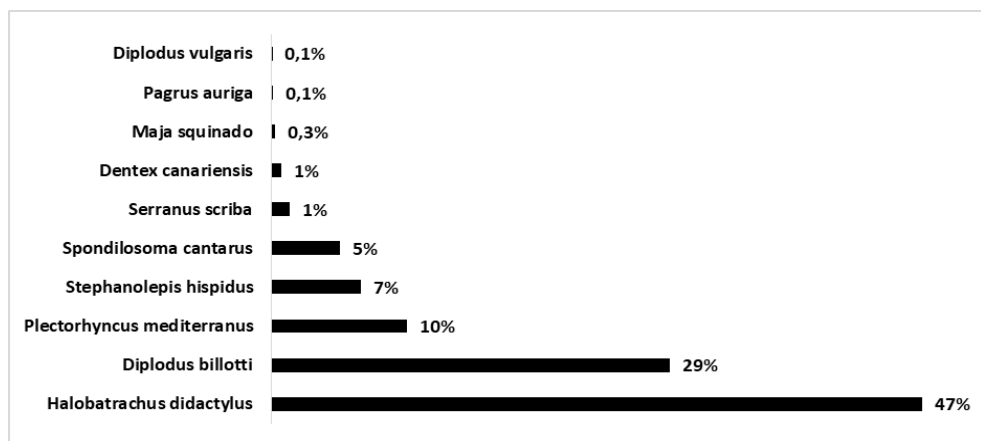


Figura 39: Captura por especie de las nasas

En la figura 40 se ilustra la distribución de tallas por especies capturadas por nasas. El rango de tallas varía de una especie a otra, generalmente de 8 a 41 cm.

Los 235 individuos muestreados de *Diplodus billotti* tenían de 12 a 19 cm de longitud. El mayor número de individuos se encontraba en la clase de tamaño de 16 cm. Los 109 individuos medidos de *Halobatrachus didactylus* variaron de 22 a 41 cm, con un dos máximos a 28 y 41 cm. No se capturó ningún individuo por debajo de la talla de la primera madurez sexual (< 19,1 cm, Palazón et al. 2001). Más del 76% de los *Spondilosoma cantarus* medidos son juveniles (entre 13 y 20 cm, Erzini & Gonçalves 2000) y el tamaño máximo registrado es de 27 cm. El *Plectorhinchus mediterraneus* midió de 14 a 34 cm, siendo el 74% de los individuos juveniles (< 29,2 cm, Gandega et al. 2016). La mayoría de los *Stephanolepis hispidus* medidos son mayores que el tamaño de la primera madurez sexual (sólo 2% < 15 cm, Rodríguez & Hernández, 2015), el rango de tamaños capturados es de 8 a 28 cm. Todos los individuos capturados de *Serranus scriba* son más grandes que el tamaño de la primera madurez sexual (13,2 cm, Dilek et al. 2010) y tenían de 18 a 27 cm de largo, con un máximo de 22 cm. El rango de tamaños de *Dentex canariensis* capturados oscila entre 21 y 29 cm y para *Maja squinado* entre 7 y 12 cm (Figura 40).

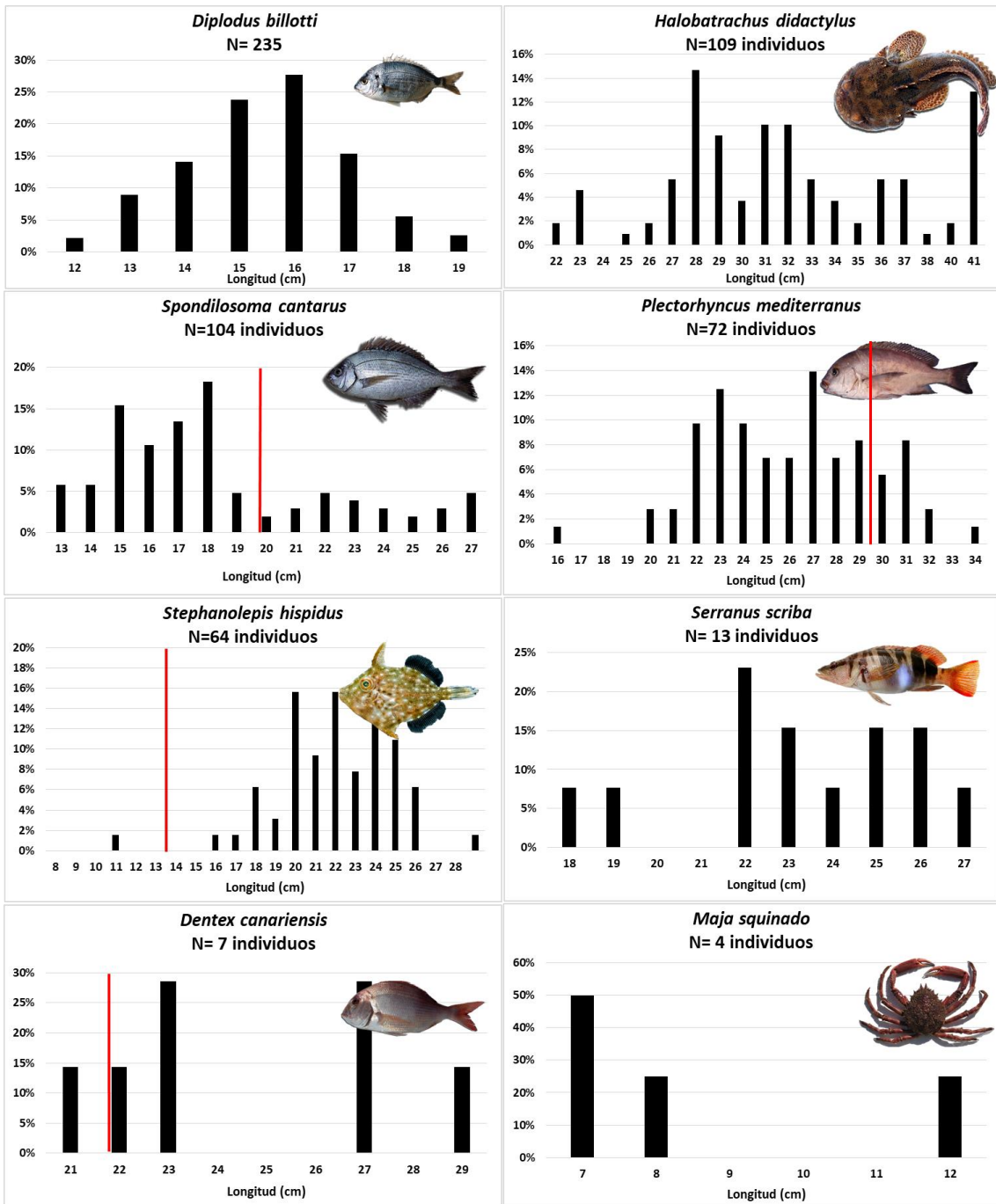


Figura 40: Distribución de tallas según las especies capturadas en las nasas. La línea roja indica la talla de primera madurez sexual

6. Efecto de las condiciones meteorológicas en el rendimiento

Los experimentos se realizaron bajo diferentes condiciones climáticas marcadas por velocidades del viento que oscilan entre 9 y 48 km/h, y un estado de la mar que varía entre tranquilo, agitado y muy agitado. La temperatura del agua en la bahía de Dajla también varió entre 17 y 21°C durante este período de estudio.

La distribución del número de individuos de pulpos capturados total por clases de la temperatura no están correlacionados ($R^2=14\%$). El análisis estadístico mostró que las capturas por tipo de arte son independientes de las clases de temperatura del agua ($\chi^2 = 8,20$, $p>0,05$), aunque las capturas de los cuatro artes son mínimas para temperaturas inferiores a 17 y 18°C. A partir de los 19°C, las capturas de todos los artes aumentan y luego disminuyen a 20°C. Se observó una ligera mejora en las capturas de pulpo a 21°C (Figura 41).

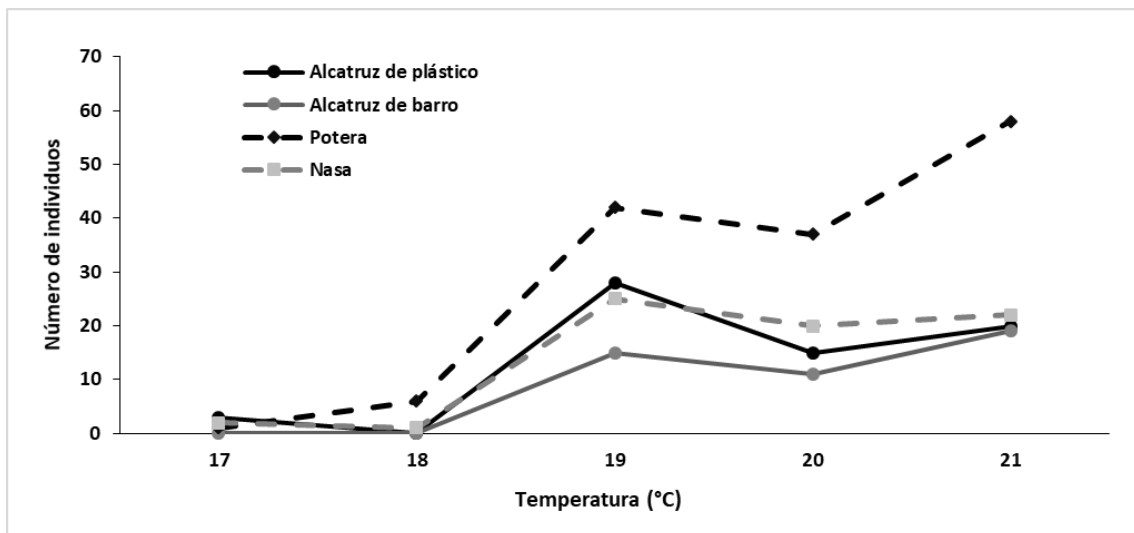


Figura 41: Número de individuos de pulpo por tipo de arte en función de la temperatura de agua

En relación con el estado de la mar, los rendimientos de pulpo por arte dependen de este criterio ($\chi^2 = 0,14$, $p<0,001$). De hecho, las capturas máximas de todos los artes se observaron durante los períodos de marea tranquila. Las nasas y alcatruces de plástico, a diferencia de los poteras y alcatruces de barro, pueden capturar pulpos cuando el mar está agitado (11 y 15% de cada uno). Los cuatro artes pueden capturar pulpos en mares muy agitados (Figura 42).

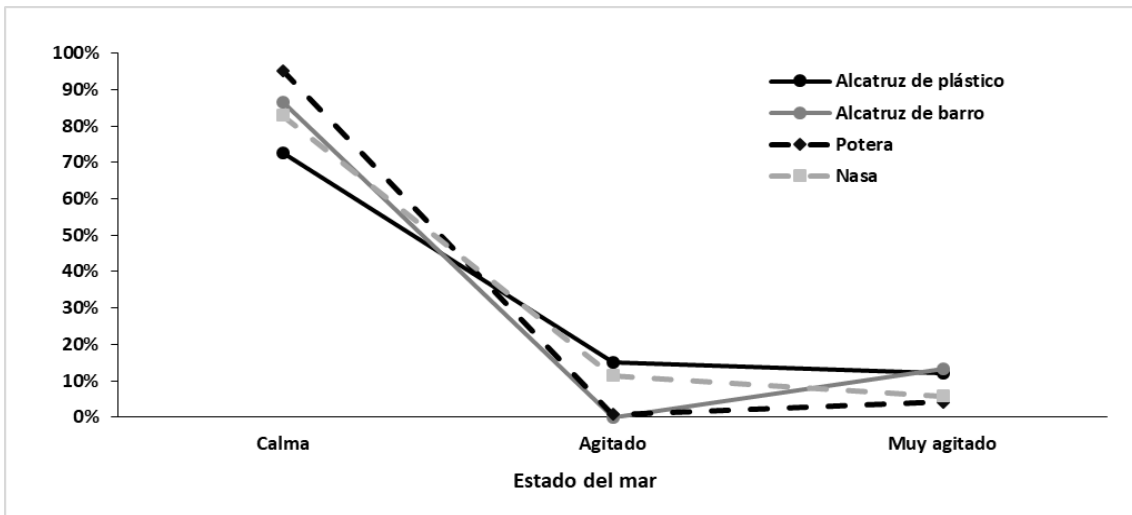


Figura 42: Proporciones de capturas por tipo de arte en función del estado del mar

Al integrar la velocidad del viento en la escala de Beaufort (López Pampín y González Liaño, 2004), la distribución de la captura de las cuatro artes muestra que el efecto de la velocidad del viento en la captura de cada arte no es significativo ($\chi^2 = 2,57$, $p < 0,001$). Las cuatro artes son más rentables en tiempo bonancible (velocidad menos de 21 km/h). Se puede observar que ambos tipos de alcatruces y las nasas pueden capturar pulpos en velocidades de viento entre 28 y 40 km/h (Figura 43).

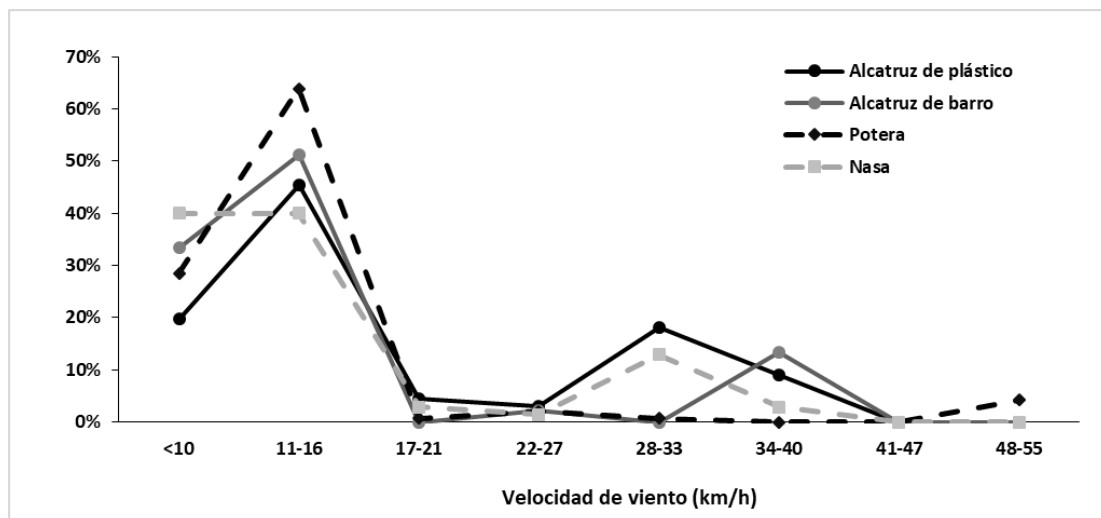


Figura 43: Proporciones de capturas por tipo de arte en función de la velocidad del viento

7. Recuperaciones y pérdidas de artes

Durante el período experimental, las poteras utilizadas capturaron alcatruces de plástico ancianos y perdidos. Esto explica porque en períodos anteriores se pescaba pulpo en esta zona. El número total de alcatruces encontrados es de 171 unidades (Figura 44).



Figura 44: Alcatruces de plástico encontradas en la zona de la experimentación

En nuestro caso, el número de artes de pesca perdidos durante todo el periodo experimental fue de 33 poteras, 6 alcatruces de barro y 1 de plástico. No se perdieron nasas. La tasa de pérdida teniendo en cuenta el número de operaciones de pesca realizadas es del 8,5% de las unidades utilizadas durante las 13 operaciones de pesca realizadas. Las pérdidas de ambos tipos de alcatruces representan 0,3 y 1,5% respectivamente para los alcatruces de plástico y de barro.

Las pérdidas de las poteras se deben principalmente a las fuertes corrientes submarinas que caracterizan a la bahía de Dajla y a la fijación del arte a sustratos rocosos o a artes perdidos. La pérdida de los alcatruces de barro se debe principalmente a su estado de fragilidad, lo que provoca la destrucción de este tipo de equipos incluso a bordo de la embarcación.

La única pérdida de un alcatruz de plástico se debió a la rotura de la línea secundaria durante el giro del arte. Las pérdidas para los diferentes tipos de artes no dependen del estado de la mar ($\chi^2 = 8.29$, $p=0.92$) o de la velocidad del viento ($\chi^2 = 3.77$, $p=0.29$).

III. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que en términos de capturas de pulpo, las poteras son más rentables y han capturado los 44% de la captura total, seguidos por los alcatruces el 34% y las nasas el 22%.

Rudershausen, (2013) estipula que las capturas de pulpo con alcatruces de plástico varían según la temperatura del agua y la estación en la que se instaló el arte. Los pulpos son accesibles, independientemente del tipo del arte, a temperaturas del agua superiores a 19°C. Las capturas de los cuatro tipos de artes son mucho más elevadas en los períodos en que el mar no está agitado pero se han observado capturas incluso en mares agitados y muy agitados. Los pescadores artesanales de la región sur de Marruecos han informado de que los alcatruces son las más rentables durante las temporadas de pesca de otoño-invierno, cuando el mar está agitado y la temperatura del agua es baja (Bensbai et al., 2008). Sin embargo, nuestro estudio muestra que la captura de pulpo por los distintos artes es independiente del estado del mar y de las condiciones de temperatura y viento. Este resultado debe considerarse con cautela, ya que el experimento se llevó a cabo a nivel de una bahía cuyas condiciones geomorfológicas e hidrológicas parecen diferentes de las del gran océano.

La rentabilidad de las poteras en comparación con otros artes (47% de la captura registrada en este estudio), además de su bajo coste y bajo riesgo de pérdida (Bensbai et al., 2008), explican el amplio uso en los países del noroeste de África (Caverivière, 2000; Chavance et al., 2004). Las pérdidas de este arte representan el 8,5% de las poteras utilizadas. Dos principios causan la pérdida del arte, las fuertes corrientes marinas que caracterizan a la bahía de Dajla en alta y baja mar y la fijación de las poteras a las rocas o a los artes pesados perdidos. La pérdida de todo el arte (flotador, línea y potera) también puede ser causada por la pesca fantasma.

El pulpo representa más del 97% de la captura total de poteras, y otras tres especies son capturadas con este arte, *Mustellus mustellus*, *Halobatrachus didactylus* y *Sepia officinalis*. En otros lugares, las poteras son altamente selectivas y no capturan otras especies de interés comercial (Le Fure y Camara, 1999, y Bakhayokho, 1997) en contraste con nuestro estudio en el que se considera que la sepia es una especie de gran valor comercial.

Tanto los alcatruces de plástico como los de barro son altamente selectivos y prácticamente sólo capturan pulpo, lo cual confirmado lo encontrado por otros autores (Didier et al. 2002; Rudershausen 2011).

Los barcos en la región de Dajla utilizan un promedio de 975 alcatruces de plástico por salida de pesca (INRH, 2014), mientras que la legislación ha establecido un umbral de 300 alcatruces por barco, lo que constituye un esfuerzo pesquero excesivo e indica que los sistemas de control no son efectivos (Bensbai et al., 2008). Durante los experimentos, sólo se perdieron un alcatruz de plástico y seis alcatruces de barro, independientemente de la velocidad del viento y el estado del mar. La causa principal de estas pérdidas es el manejo inadecuado y la manipulación de estos dispositivos a bordo de la embarcación. La fragilidad de los alcatruces de barro se debe considerar si se quiere proponer una sustitución de los que se emplean en la actualidad de plástico ya que, además de un mayor coste, tendrían que reponerse con mayor frecuencia. Se registran también pérdidas de alcatruces en la pesca profesional (Bensbai et al., 2008; Sobrino et al., 2011).

Los dos tipos de alcatruces permitieron capturar el 32% de la captura total de pulpo, es decir, el 20% y el 14%, respectivamente, en alcatruces de plástico y de barro. Sin embargo, se ha registrado una ligera preferencia del pulpo por el plástico, pero no es estadísticamente significativa. Resultados similares han sido obtenidos por Borges y colaboradores (2015). Por lo tanto, es preferible sustituir los alcatruces de plástico por los de barro para minimizar el impacto de la pérdida de alcatruces de plástico, material difícilmente degradable, sobre el medio ambiente y utilizar los alcatruces de barro como refugio y refugio para la reproducción del pulpo en caso de pérdida. Los pescadores artesanales tunecinos utilizan alcatruces de barro para la pesca del pulpo (Romdhane, 1998). En 2017, la comunidad valenciana ha lanzado un decreto que menciona la prohibición del uso de alcatruces no biodegradables para la pesca de pulpo en el segmento artesanal de la región ⁽⁴⁾.

A diferencia de otros artes, las nasas no son selectivas, de hecho, capturan otras especies que no son pulpos, consideradas especies no buscadas debido a su bajo valor comercial. Todas las especies capturadas permanecen vivas, como también ha observado Bjordal (2005) y, Drogou et al., (2008). Esta técnica plantea un problema de pesca fantasma

⁽⁴⁾ Decret 59/2017, de 5 de maig, del Consell, d'ordenació de la pesca artesanal del polp. [2017/3996] (DOGV núm. 8037 de 11.05.2017) Ref. Base de dades 004046/2017, Valencia, España.

cuando se pierden las nasas (Bjordal, 2005, Sewell et al. 2006 y Sacchi, 2007). Sin embargo, la composición de la captura de nasas obtenida en la bahía de Dajla no puede generalizarse y extenderse al océano en vista de las disparidades geomorfológicas e hidrológicas entre los dos ambientes.

Los pulpos capturados por las cuatro artes representan estructuras demográficas diferentes y picos de diferente amplitud. Los pulpos de las poteras y las nasas tienen picos que consisten principalmente en pulpos grandes (T3 y T4 respectivamente), mientras que ambos tipos de alcatruces capturan más pulpos medianos (de T4 a T6). La mayoría de las capturas son de tamaño medio. La gama de tallas capturadas por las poteras es la más amplia. Probablemente el volumen de los alcatruces y las dimensiones de la apertura y la malla de las nasas pueden afectar al tamaño de los individuos capturados (Arnáiz et al., 2007). El peso promedio del pulpo y el tamaño de la selección de las poteras son más altos que otros artes, pero esto no impide que se capturen individuos pequeños (Le Fur y Camara, 1999, Bensbai et al., 2008). El comportamiento del pulpo hacia las nasas y ambos tipos de alcatruces es similar y pescan individuos de tamaño más mediano, como también fue reportado por Besbai et al., (2008).

En Marruecos, el tamaño reglamentario de la pesca de pulpo es de 550 g (peso fresco total) ⁽⁵⁾. Mientras, los cuatro artes experimentados tienen un tamaño de captura inicial superior a 1 kg. La última medida es aplicable en España ⁽⁶⁾ y Túnez (FAO, 2011).

Las capturas de poteras y nasas están dominadas por machos de pulpo, mientras que ambos tipos de alcatruces no muestran preferencia por las hembras o por un estado de madurez sexual concreto, lo cual también fue observado por Joufre et al., (2002). La inactividad o la estabilidad de un arte de pesca le permiten transformarse en un sustrato o lugar de puesta de pulpos u otros cefalópodos (Anexo 9).

⁽⁵⁾ Arrêté du ministre de l'agriculture et de la pêche maritime n° 3083-09 du 12 moharrem 1431 (29 décembre 2009) modifiant et complétant l'arrêté n° 1154-88 du 20 Safar 1409 (3 octobre 1988) fixant la taille marchande minimale des espèces pêchées dans les eaux marocaines.

⁽⁶⁾ Orden APM/664/2017, de 12 de julio, por la que se modifica en lo referente a la captura del pulpo la Orden AAA/1406/2016, de 18 de agosto, por la que se establece un Plan de gestión para los buques de los censos del Caladero Nacional del Golfo de Cádiz.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio experimental simuló la pesca profesional y el manejo simultáneo de artes experimentados en diferentes condiciones climáticas. La diferencia entre las estrategias de poteras y otros artes de pesca experimentados limitó el análisis de los rendimientos por arte.

Las poteras y los alcatruces son muy selectivos y sólo capturan pulpos, mientras que las nasas pueden capturar una variedad de especies de valor comercial deferente. El uso de este último arte durante los períodos de pesca de pulpo puede coincidir con temporadas de veda para otras especies (por ejemplo, crustáceos).

Los diferentes artes de pesca artesanal de pulpo son todos rentables. Las poteras pescan en todos los rangos de tallas, lo cual es destructivo si se usan durante los períodos de reclutamiento. Mientras que otros artes pueden retener pulpos vivos y de tamaño mediano.

Las poteras y nasas pescan más machos, mientras que en los alcatruces no hay preferencia de sexo. Del mismo modo, todos artes experimentales, no tiene ninguna preferencia de retención de pulpo según el estado de madurez sexual.

La pérdida de alcatruces de plásticos en el océano es un problema ambiental. Los alcatruces de barro son sustitutos ecológicos, especialmente porque tienen las mismas características de retención que el pulpo aunque hay que considerar que tendrían un mayor coste para los pescadores por su mayor precio y su alta fragilidad.

Así, proponemos las siguientes recomendaciones:

- Sustituir progresivamente los alcatruces de plástico por otros de barro. Mientras tanto, es aconsejable respetar la zonificación reglamentaria (minimizar la interacción con otras pesquerías) y trabajar en condiciones climáticas favorables.
- Los artes de pesca artesanal de pulpo son más rentable en buenas condiciones climáticas, por lo que sacrificar la seguridad de la tripulación y el equipo con menos rendimiento no vale la pena.
- No parece conveniente permitir la expansión de las nasas que pueden generar problemas de capturas accesorias y pesca fantasma. En caso de permitirse su uso, debería prohibirse el uso de las nasas durante la parada biológica de los crustáceos.

- Reforzar las medidas de control de la pesquería y, en particular, la utilización de los artes de pesca en términos de número de artes y, si fuera necesario, revisar el número de artes permitidas teniendo en cuenta el esfuerzo de pesca óptimo.
- Prohibir el uso de las poteras durante los períodos en que predominan las clases jóvenes de pulpos recién reclutados,
- Aumentar la talla mínima de pulpo ya que es una especie que crece muy rápido, tiene una alta tasa de supervivencia con todos los artes empleados y las tallas mayores tienen mayor valor comercial.
- Estos experimentos por razones prácticas se llevaron a cabo en la laguna de la bahía de Dajla, que parece diferir del gran océano. A tal fin, los resultados obtenidos deben completarse con otros estudios y experimentos realizados en alta mar durante las distintas campañas de pesca, con el fin de aprovechar mejor las conclusiones de dichos estudios para la gestión de la pesca.

C. REFERENCIAS

Adamidou. A. (2007), Commercial Fishing Gears and Methods Used In Hellas. *State of Hellenic Fisheries* - Chapter 6, p. 23-43. In book: *State of Hellenic Fisheries*. Publisher: HCMR. Editors: Papaconstantinou C., Zenetos A., Vassilopoulou C., G. Tserpes. Available at:

<https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=12364962698123677355&btnI=1&hl=el>

Anonyme, (2014) Diagnostic de la pêche de poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal, Projet « *Aménagement durable des Pêcheries du Sénégal* » (ADuPeS). 73 pp <http://www.ceppeche.sn/document/DP/Diagnostic%20pecherie%20de%20poulpe.pdf>

Arnáiz Ibarrondo.R & Bañón.R.D & J.M, Campelos & M, García & F, Quintero & J, Ribó & F, Lamas & A, Gancedo & R, Arnaiz & M.E, Rodríguez & A, Garazo. (2007). La pesca de pulpo común con nasas en la costa gallega, 1999-2004. Los Recursos Marino de Galicia, Serie Técnica nº 6. Xunta de Galicia consellería de pesca e asuntos marítimos. Dirección Xeral de Recursos Mariños. Pp 21-183. https://mar.xunta.gal/sites/default/files/fileadmin/arquivos/mar/investigacioneformacion/libro_polbo_cas-ok.pdf

Bakhayokho, M., (1980) *Pêche et biologie des céphalopodes exploités sur les côtes du Sénégal* (12°20'N-16° 03'N). Thèse doctorat 3ème cycle. Université Bretagne Occidentale, Brest:119 p.

Bakhayokho M., (1997) La pêche artisanale à la turlutte des céphalopodes au Sénégal : contexte de développement ; présentation des variantes de turluttés, de l'impact et des enseignements de leur utilisation par les pêcheurs. Centre recherche océanographie. Dakar-Thiaroye, Doc. Sel, 146: 1-17.

http://intranet.isra.sn/aurifere/opac_css/doc_num.php?explnum_id=3944

Bald, J., J. G. Rodríguez, L. Arregi, I. Galparsoro y A. Borja (2008), «*La pesca artesanal de los crustáceos decápodos mediante artes menores en el País Vasco*». Informes Técnicos Gobierno Vasco, 111: 148 pp. ISBN: 9788445728277. Disponible en:

<https://fr.scribd.com/document/38505476/Informe-111-pesca-crustaceos>

Balguerías, E., Quintero, M. E., y Hernández-González, C. L. (2000). The origin of the Saharan bank cephalopod fishery. *Ices Journal of Marine Sciences*, 57:15-23.

<https://academic.oup.com/icesjms/article-pdf/57/1/15/1798014/57-1-15.pdf>

Benazzouz, A., Demarcq, H. y González-Nuevo, G. (2015).Recent changes and trends of the upwelling intensity in the Canary Current Large Marine Ecosystem. In: *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. Valdés, L. and Déniz-González, I. (eds). IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp. 321-330.

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-07/010070124.pdf

Bensbai. J, El Omrani.F, El Ouazzani.H, Moustahfid.M, (2008) Engins de la pêche artisanale au poulpe du sud marocain : quel impact sur la ressource ? Rapport interne, INRH.

Bensbai, J, El Omrani, F, El Orch, M, Bougharioun, M, Azaguagh, I, (2011), Catalogue de la biodiversité halieutique de la baie de Dakhla. Rapport interne, INRH.

Bjordal, A. (2002). The use of technical measures in responsible fisheries: regulation of fishing gear. En: A fishery manager's guidebook. Management measures and their application. Cochrane, K.L. (Ed.). *FAO Fisheries Technical Paper*. 424: 21-48p.
<http://www.fao.org/docrep/015/i0053e/i0053e.pdf>

Borges, T., Calixto, P.y Sendão, J. (2015). The common octopus fishery in South Portugal: a new shelter-pot. *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos*. Época II. 4-28. 10.14198/MDTRRA .ESP.07.
http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/52637/3/Mediterranea_2015_Especial_07.pdf

Bouju Stéphane, Chavance Pierre. (1999). La pêche artisanale : histoire, structure, fonctionnement et dynamique : 2. Embarcations et engins de la pêche artisanale. In : Domain François (ed.), Chavance Pierre (ed.), Diallo A. (ed.) *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*. Boussoura (GIN) ; Paris : CNSHB ; IRD, 233-255.
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010025018.pdf

Bougharioun, M., Baibbat, S.A., Ikkiss, A. Moutiq A., Elorch, M., Fadili, M. y Beaj, H., (2017) Pêcherie artisanale de la région Dakhla-Oued Eddahab, Document interne INRH.24p.

Boumaaz A., Dridi A. (2002). Abondance des céphalopodes et structure démographique du poulpe commun dans le sud du Maroc. In : Le poulpe *Octopus vulgaris* : Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Paris : IRD, 233-246. (Colloques et Séminaires). *Le Poulpe Commun Octopus vulgaris : Sénégal et des Côtes Nord-Ouest Africaines : Colloque, Dakar-Thiaroye (SEN), 2000/02/14-18*. ISBN 2-7099-1481-6.
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029157.pdf

Boyle, P. R., & Rodhouse, P. G. K. (2005). *Cephalopods: Ecology and fisheries*. Cephalopods: Ecology and Fisheries. Ames, Iowa: Blackwell Science Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9780470995310>

Camarena Luhrs Tomas. (1986). La croissance de *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) au Sénégal. *Océanographie Tropicale*, 21 (2), 143-151. ISSN 0245-9418
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/ocea_tro/24307.pdf

Caverivière A., Diallo M., Domain F., Jouffre D. (2000). Répartition côtière du poulpe *Octopus vulgaris* sur la Petite Côte du Sénégal et son exploitation par la pêche artisanale. In : Gascuel D. (ed.), Chavance Pierre (ed.), Bez N. (ed.), Biseau A. (ed.) *Les espaces de l'halieutique*. Paris : IRD, 269-283. (Colloques et Séminaires). Forum Halieumétrique, 4., Rennes (FRA), 1999/06/29. ISBN 2-7099-1461-1
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010024499.pdf

Caverivière, A, Thiam, M et Jouffre, D, eds. (2002). *Le Poulpe Octopus vulgaris : Sénégal et Côtes Nord-Ouest Africaines*. Paris, France, IRD Editions. 385 pp.
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029142.pdf

Chavance Pierre (ed.), Ba M. (ed.), Gascuel D. (ed.), Vakily J.M. (ed.), Pauly D. (ed.) (2004). Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest : un demi-siècle de changement : *actes du symposium international Marine fisheries, ecosystems and societies in West Africa: half a century of change*. Bruxelles : Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, 15 (1), 32 p. + 528 p. + 14 p. (Rapport de Recherche Halieutique ACP-UE ; 1). Symposium International : Pêcheries Maritimes, Ecosystèmes et Sociétés en Afrique de l'Ouest : Un Demi Siècle de Changement, Dakar (SEN), 2002/06/24-28. ISBN 92-894-7480-7.

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers13-01/010056013.pdf

Cheikh Baye Ould Isselmou, Pierre Labrosse, Mohamed El Moustapha Ould Bouzouma (2015), Catalogue des engins de pêche artisanale en Mauritanie. Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches. 64 pp

<http://www.vliz.be/imisdocs/publications/125865.pdf>

Chenaut, V, (1985) Los pescadores de la península de Yucatán. Serie Los pescadores de México V12 SEP Cultura, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. ISBN: 9684960778 175 pp

Chevallier, P y Laurec, A. (1990) Logiciels pour l'évaluation des stocks de poissons. ANALEN: Logiciel d'analyse des données de capture par classes de taille et de simulation des pêcheries multi-engins avec analyse de sensibilité. Volumen 101 de FAO document technique sur les pêches. pp 124

Cochrane, K.L. (2005) (ed.) Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 424. Roma, FAO. 231p

<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/y3427s/y3427s01.pdf>

Connolly.N (2013), Octopus pots help tell story of global marine debris problem, available at: www.caymancompass.com.

CRTS/INRH; (2006), Télédétection et SIG pour la mise en valeur des potentialités aquacoles du littoral marocain, *Workshop on the use of the espace technology for sustainable development*, 25-27 April 2006, Rabat, Morocco.

<http://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/activities/2007/morocco/presentations/2-2.pdf>

Cuccu, D., Mereu, M., Porcu, C., Follesa, M.C., Cau, Al. & Cau, A. (2013), Development of sexual organs and fecundity in *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 from the Sardinian waters (Mediterranean Sea). *Mediterranean Marine Science*, 14(2): 270–277.

<https://core.ac.uk/download/pdf/54603163.pdf>

Demarcq, H. (2009) Trends in primary production, sea surface temperature and wind in upwelling systems (1998-2007). *Progress in oceanography*, vol. 83 (1–4), Pp. 376–385.

<https://doi:10.1016/j.pocean.2009.07.022>.

Dia, M.A. y A. Goutschine. (1990). Echelle de maturité sexuelle du poulpe (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797). *Bull. CNROP* 21: 1-6.

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029148.pdf

Diallo M., Ortiz M. (2002). Estimation of a standardized index of abundance of Octopus (*O. vulgaris*) from the Senegalese's artisanal fishery (1989-1994). In : Le poulpe *Octopus vulgaris* : Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Paris : IRD, 223-232. (Colloques et Séminaires). Le Poulpe Commun (*Octopus vulgaris*) : Sénégal et des Côtes Nord-Ouest Africaines : Colloque, Dakar-Thiaroye (SEN), 2000/02/14-18. ISBN 2-7099-1481-6.
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029156.pdf

Diatta. Y, Clotilde-Ba, F.L Et Capapé. C., (2001), Le régime alimentaire du poulpe commun, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda, Octopodidae) et de ses prédateurs potentiels au long de la côte du Sénégal (Atlantique oriental tropical). *Bulletin de l'Institut national des sciences et technologies de la Mer*, 28. p. 65-75,
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029142.pdf

Dilek Ilhan, Akalin Sencer, Tosunoğlu Zafer, and Özeydin Okan (2010), growth characteristics and reproduction of comber, *serranus cabrilla* (actinopterygii, perciformes, serranidae), in the aegean sea. *ACTA Ichthyologica et Piscatoria* 40 (1): 55–60.
https://www.aiiep.pl/volumes/2010/1_1/pdf/07_973_FULLTEXT.pdf

Domain F, (1977). Carte sédimentologie du plateau continental sénégalien. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau. Paris, ORSTOM, Notice explicative 68, 17 p.
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/notexp/08891.pdf

Domain.F, Caverivière. A, Fall.M et Jouffre.D, (2002) Expériences De marquages du poulpe *octopus vulgaris* au Sénégal. In : Le poulpe *Octopus vulgaris* : Sénégal et côtes nord-ouest africaines. Paris : IRD, 41-57. (Colloques et Séminaires). Le Poulpe Commun (*Octopus vulgaris*) : Sénégal et des Côtes Nord-Ouest Africaines : Colloque, Dakar-Thiaroye (SEN), 2000/02/14-18. ISBN 2-7099-1481-6
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029142.pdf

Dos Santos, R.A. and M. Haimovici, (2001), Cephalopods In The Diet of Marine Mammals Stranded Or Incidentally Caught Along South-Eastern and Southern Brazil (21-34°S). *Fisheries Research* 52: 99-112
<http://www.ices.dk/sites/pub/CM%20Documents/1998/M/M3598.pdf>

Doukkali M, R. y Kamili A. (2018), Système marocain de production halieutique et sa dépendance du reste du monde « Research papers & Policy papers 1810, Policy Center for the New South. Rabat 64 pp.
https://www.policycenter.ma/sites/default/files/OCPPC-RP-18-07_0.pdf

Drogou M., Laurans M., Fritsch M. (2008). Analyse de l'impact des engins de pêche sur les habitats et espèces listés dans les directives "habitats" et "oiseaux" (Natura 2000). DPMA, Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Paris, Ref. 08-1014, 2p., 88p.
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00004/11541/8131.pdf>

EL Hadda Latifa (2004), Mesures de gestion et d'aménagement de la pêche maritime au Royaume du Maroc. En : Gréboval, D.; Poulain, F. (éds.) Rapport et documentation de l'Atelier de réflexion sur la régulation de l'accès et le développement des pêcheries en Afrique de l'Ouest. Saly Portudal, Sénégal, 7-10 octobre 2003. *FAO Rapport sur les pêches*. No. 728. Rome, FAO.. 40-41. Erzini K. & Gonçalves J. M. (2000), The reproductive biology of *Spondyliosoma cantharus* (L.) from the SW Coast of Portugal. *Scientia Marina*, ISSN 0214-8358, Vol. 64, N° 4, 2000, pp. 403-411.
<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/y5421f/y5421f00.pdf>

FAO, (1987). Rapport du troisième groupe de travail ad hoc sur l'évaluation des stocks de céphalopodes dans la région nord du COPACE. COPACE/PACE SERIES 86/41. Disponible à :
<http://www.fao.org/3/X6836F/X6836F00.htm>

FAO (1998), Guide FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide d'identification des ressources marines vivantes du Maroc. Rome, FAO. pp: 263.

FAO (2011), Guide sur les tailles autorisées pour les principales espèces débarquées par la pêche artisanale à Ghannouch et Akarit (Golfe de Gabès, Tunisie). Guide de terrain réalisé dans le cadre du projet FAO-ArtfiMed.
http://www.faocopemed.org/pdf/publications/Guide_mensuration_Tunisie.pdf

FAO (2018a), Species Fact Sheets, available at the following address:
<http://www.fao.org/fishery/species/3571/en>

FAO (2018b), *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma 233 pp
<http://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>

Faraj, A. (2009). *Techniques géostatistiques au service de l'aménagement de la pêche céphalopodière Marocaine*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Ecole des Mines de Paris Spécialité "Géostatistique" présentée et soutenue publiquement par Abdelmalek FARAJ. ED n°398 – Géosciences et Ressources Naturelles, Paris.
http://cg.ensmp.fr/bibliotheque/public/WALKER_These_02171.pdf

Forsythe J.W., (1984), *Octopus joubini* (Mollusca: Cephalopoda): a detailed study of growth through the full life cycle in a closed seawater system. *J. Zool. Soc. London*, 202:393-417.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1984.tb05091.x>

Galindo-Cortes. G, Hernández-Flores. Álvaro y Santos-Valencia. J (2014), Pulpo del Golfo de México *Octopus maya* y *Octopus vulgaris*. In *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*, Primera edición, 2014, Luis Francisco Javier Beléndez Moreno, Elaine Espino Barr, Gabriela Galindo Cortes, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Leticia Huidobro Campos y Enrique Morales Bojórquez, Instituto Nacional de Pesca pp.179-209
<http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/LIBROS/Sustentabilidad-y-Pesca-Responsable-en-Mexico.-2014-web.pdf>

Gaillard.J.M, Coulson.T & Festa-Bianchet.M (2008), Recruitment. *Encyclopedia of Ecology*. Pages 2982-2986

<https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00655-8>

Guerra.A (1978), Sobre La alimentación y el comportamiento alimentario de *Octopus vulgaris*. *Inv.Pesq.*, 42: 251-364.

http://digital.csic.es/bitstream/10261/87157/1/Guerra_1978.pdf

Guerra, A., & Manríquez, M. (1980). Parámetros biométricos de *Octopus vulgaris*. *Investigación Pesquera*, 44(1), 177-198.

https://digital.csic.es/bitstream/10261/52924/1/Parametros_biometricos.pdf

Guerra, A (1981). The fishery of *Octopus vulgaris* off Finisterre (NW of Spain). *ICES C.M* 1981/K: 4, 13p

<https://doi.org/10.13140/rg.2.1.3059.6888>

Guerra, A. (1997). *Octopus vulgaris: Review of the World fishery*. Smithsonian Institution's Office of the Provost - *Scientific Diving Program*, pp. 91-97.

Guerra Sierra.A y Sanchez Lizaso. JL, (1998) *Fundamentos de explotación de recursos vivos marinos*, Acibia Zaragoza 262 pp.

Hatanaka, H. (1979). Studies on the fishery biology of common octopus off the Northwest coast of Africa. *Bulletin of the Far Seas Fisheries Research Laboratory*, 17:13-124.

Hernández-Garcia, V. (1995). Cephalopods from the CECAF area: Fishery and ecology role. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen (Denmark). Shellfish Comm. *ICES Council Meeting Papers.*, ICES, Copenhagen (Denmark), 8 pp.

<http://www.vliz.be/imisdocs/publications/ocrd/275400.pdf>

Hernández-Garcia, V., Hernández-Lopez J.L., and Castro J.J. (1997). The octopus (*Octopus vulgaris*) in the small-scale trap fishery off the Canary Islands (Central-Est Atlantic). *Fisheries Research*, 35:183-189.

[https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(98\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00080-0)

Idelhaj A., (1984) Analyse de la pêche des céphalopodes de la zone de Dakhla (26 °N-22°N) et résultats des études biologiques effectuées lors des campagnes du navire de recherche IBN-SINA de 1980 à 1983. *InsL Sci. Pêches Mar.* (Office National des Pêches du royaume du Maroc), coll. Travaux et Documents, 42.

<http://www.inrh.ma/sites/default/files/td42.pdf>

Idelhaj. A et Hamdani. A (2003), Rapport et documentation de l'Atelier de réflexion sur la gestion des capacités de pêche en Afrique de l'Ouest. Saly Portudal, Sénégal, 25-28 septembre 2001. FAO, Rapport sur les pêches n° 707.

<http://www.fao.org/3/y4643f/y4643f05.htm>

Idrissi,F.H, (2012), Synthèse des principaux traits biologiques du poulpe commun (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797). Document interne INRH.21p.

Inejih, C.A.O. y Ould Dedah, S (1996), Reproduction Et Recrutement Du Poulpe (*Octopus vulgaris*) Dans La Région Du Cap Blanc, Mauritanie. *Bulletin Scientifique IMROP* Vol. 29, pp.39-50
Inejih C. A. (2000), *Dynamique spatio-temporelle et biologie du poulpe (Octopus vulgaris) dans les eaux Mauritaniennes: modélisation de l'abondance et aménagement des pêcheries*. Thèse doctorat, Université de Brest: 251 pages.

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010024498.pdf

INRH (2015), *Guide des ressources marines au Maroc, Tome 1 : les Poissons*. 352 p. Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc.

INRH/DRH (2016), *Rapport annuel de l'Etat des stocks et des pêcheries marocaines*. 296 p. Institut National de recherche Halieutique, Casablanca (Maroc) - ISSN: 2509-1727.

http://www.inrh.ma/sites/default/files/rapport_annuel_etat_des_stocks_du_maroc_-_annee2016.pdf

INRH/DP (2017), *Rapport annuel de l'Etat des stocks et des pêcheries marocaines*. 287 p. Institut National de recherche Halieutique, Casablanca (Maroc) - ISSN: 2509-1727.

http://inrh.fornetmaroc.com/sites/default/files/rapport_etat_des_stocks2017_edition_finale_nov2018.pdf

Jereb, P., C. F. E. Roper, M. D. Norman y J. K. Finn, (2014) *Cephalopods of the world an annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date, volume 3, octopods and vampire squids*, FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 4, Vol. 3. Rome, FAO. 2014. 370 p. 11 colour plates.

<http://www.fao.org/3/i1920e/i1920e.pdf>

Jereb, P., A. Louise Allcock, Evgenia Lefkaditou, Uwe Piatkowski, Lee C. Hastie, Graham J. Pierce, (2015), *Cephalopod biology and fisheries in Europe: II. Species Accounts*. (ICES Cooperative Research Report). Denmark: International Council for the Exploration of the Sea. Vol 325: 375 pp.

<https://core.ac.uk/download/pdf/90214948.pdf>

Jennings, S., Alvsvåg, J., Cotter, A., Ehrich, S., Greenstreet, S., Jarre-Teichmann, A., Mergardt, N.A.D.R., Rijnsdorp, A.D., y Smedstad, O. (1999). *Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure*. III. International trawling effort in the North Sea: An analysis of spatial and temporal trends. *Fisheries Research*. 40. 125-134.

[https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(98\)00208-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00208-2)

Jouffre D. Caverivière A., D. François. (2000). Croissance du poulpe *Octopus vulgaris* au Sénégal : compléments d'informations et comparaison régionale. In *Le Poulpe Commun Octopus vulgaris: Sénégal et des Côtes Nord-Ouest Africaines* : Colloque, Dakar-Thiaroye (SEN), 2000/02/14-18. ISBN 2-7099-1481-6

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010029145.pdf

Jouffre.D, C. Inejih and A. Caverivière, (2002a), Are The Octopus Pots Used By The Mauritanian Small scale Fishery Dangerous For The Resource? *Bulletin of Marine Science* -Miami- 71(2):1081-1085

<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2002/00000071/00000002/art00034?crawler=true>

Jouffre.D, Lanco.S, Gascuel.D et Caverière. A (2002b), Niveaux d'exploitation des stocks de poulpes du Sénégal de 1996 à 1999 et tailles minimales de captures Une évaluation par modélisation analytique, *in* Caverière et al. (éd, 2002). Pp 269-295.

<http://halieutique.agrocampus-ouest.fr/pdf/3628.pdf>

Labrosse.P, Brahim.K, Taleb.S.M, Gascuel. D (2006). *Evaluation des ressources et aménagement des pêcheries de la ZEE mauritanienne*, Document Technique de l'IMROP: Nouadhibou, Mauritania, p. 1-279.

<https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4664/IMROP-Rapport%20GT2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Le Fur J., y Camara I. (1999). *Dynamique de l'exploitation artisanale du poulpe à M'Bour* (petite côte du Sénégal). Thiof News, bull. OEPS (Observatoire économique de la pêche au Sénégal) : 23 p.

https://www.researchgate.net/profile/Jean_Le_Fur/publication/235931771_Dynamique_de_l'exploitation_artisanale_du_poulpe_a_M'Bour_petite_cote_du_Senegal/links/58e2979aa6fdcc385931e765/Dynamique-de-l'exploitation-artisanale-du-poulpe-a-MBour-petite-cote-du-Senegal.pdf

Le Gall, J. Y. (2004) *Engins, Techniques Et Méthodes Des Pêches Maritimes*. 367 P. ISBN13: 978-2-7430-0730-0

Løkkeborg S., Bjordal Å., (1992). Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fish. Res.*, 13, 311 322.

[https://doi.org/10.1016/0165-7836\(92\)90084-7](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90084-7)

López Pampín.A y González Liaño. I (2004), *Inglés Marítimo*. Instituto Universitario de Estudios Marítimos. 1era edicion, Netbiblo,S.L., A Coruna. pp:192.

Loulad, Safia & Boumaaz, Abdellatif & Saddiqi, Omar & Houssa, Rachida & Rhinane, Hassan. (2016). Study and analyse of spatial distribution of waste in the southern atlantic of Morocco. Proceedings, 6 th International Conference on Cartography and GIS, 13-17 June 2016 At: Albena, Bulgaria.

<https://cartography-gis.com/docsbca/iccgis2016/ICCGIS2016-46.pdf>

Lourenço, S. A. P. (2014), *Ecology of the common octopus Octopus vulgaris (Cuvier, 1797) In The Atlantic Iberian Coast: Life Cycle Strategies Under Different Oceanographic Regimes*, PhD. thesis, university of Lisbonne, Portugal.

https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/17711/1/ulsd070154_td_Silvia_Lourenco.pdf

Mahon, R., y W. Hunte, (2001). Trap mesh selectivity and the management of reef fishes. *Fish Fish.* 2. pp:356–375.

<https://doi.org/10.1046/j.1467-2960.2001.00054.x>

Mangold K. W. (1983). *Octopus vulgaris*. In: P. R. Boyle (Eds). *Cephalopod life cycles*. Species account. Academic Press London, Vol. 1, pp. 335 – 364.

Markaida. U., Méndez Loeza. I. y Rodríguez Domínguez. A, (2015) Implementación de señuelos artificiales en la pesca de pulpo al garete. Campeche, México: EL Colegio de Frontera Sur: *Fundación Produce Campeche*. 26 pp. Clasificación: EE/594.56097264/M3

Medfish, (2016) Pré-Evaluation marine stewardship council pour la pêche du poulpe au pot et à la boîte portugaise du Golfe du Lion (GSA 7). Réalisé pour *Marine Stewardship Council et le Fond Mondial pour la Nature*. SAI Global, code du rapport : Medfish/Pre01.

http://www.project-medfish.com/fr/download/medfish_gsa7_pecherie-poulpe_rapport-pre-evaluation/?wpdmdl=2827

Menna, M., Faye S., Poulain P.M., Centurioni L., Lazar. A., Gaye A., Sow B., Dagonne D. (2016). Upwelling features off the coast of North-Western Africa in 2009-2013. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*. 57:71-86.

http://www3.ogs.trieste.it/bgta/pdf/bgta0164_MENNA.pdf

MPM (2015), Rapport d'activité.

<http://www.data.gov.ma/data/storage/f/2017-04-10T15%3A06%3A14.558Z/rapport-d-activite-2015-version-finale.docx>

Nixon, M. (1986), The diets of cephalopods. In: P.R. Boyle (ed.), *Cephalopod Life Cycles Vol II*, pp. 201-219. *Academic Press*, New York.

Orbi, A. (1998) Hydrologie et Hydrodynamique Des Côtes Marocaines: Milieux Paraliques Et Zones Côtières. Expo'98- Lisbonne, Okad Ed : 68 P.

Ould Mohamed Fall, K & Inejih, Cheikh. (2002). Proposition d'une échelle macroscopique de maturité sexuelle des femelles de poulpe *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797). *Bulletin Scientifique IMROP*, 29, pp.51-57

<https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/202/Echelle%20maturit%C3%A9%20Opoulpe%20khalahi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Perales-Raya. C. (2001), “*Determinación de la edad y estudio del crecimiento del choco (Sepia hierredda Rang, 1837), el calamar (Loligo vulgaris Lamarck, 1798) y el pulpo (Octopus vulgaris Cuvier, 1797) de la costa noroccidental africana*” (Tesis Doctoral). Universidad de La Laguna, España.

<https://docplayer.es/storage/24/3392752/3392752.pdf>

Pierce, G.J. y A. Guerra, (1994). Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fish. Res.*, 21: 255-285.

http://digital.csic.es/bitstream/10261/53662/3/Stock_assessmen_methods.pdf

Pope J. A., Margetts A.R., Hamley J.M., (1975). Manual of methods for fish stock assessment. Part III. Selectivity of fishing gear. *FAO Technical paper 41 (FIRS/T41 - Rev.1)*.

<https://archive.org/download/manualofmethods034714mbp/manualofmethods034714mbp.pdf>

Punt, A.E., Hurtado-Ferro, F., Whitten, A.R., (2014). Model selection for selectivity in fisheries stock assessments. *Fish. Res.* 158, 124–134.

http://sedarweb.org/docs/wsupp/S39_RD_09_Punt_et_al_In_press_Fish_Res.pdf

Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P., and Sanchez, P. (1998). Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fisheries Research*, 36: 237e249.

[https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(98\)00093-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00093-9)

Raki.M, Zouiri y A.Belkiiouad, (1995) Les revenus de la pêche artisanale dans la province de Dakhla (sud du Maroc).

<https://ir.library.oregonstate.edu/downloads/pg15bg24n>

Rathjen, W. F. (1991). Cephalopod capture methods: an overview. *Bull. Mar. Sci.* 49(1–2):494–505. Available at :

<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1991/00000049/F0020001/art00043#>

Ricker, W. (1975). Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Department of Environmental Fisheries and Marine Service. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 191, 382.

<https://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf>

Rodríguez. M, N.J. & Castro-Hernández, J.J. (2015) Reproductive biology of the planehead filefish *Stephanolepis hispidus* (Pisces: Monacanthidae), in the Canary Islands area. *Ichthyol Res* 62:258-267. ISSN 1341-8998

<https://doi.org/10.1007/s10228-014-0435-6>

Romdhane, M.S., (1998). La pêche artisanale en Tunisie. Evolution des techniques ancestrales. In: Mélanges de l'école française de Rome. Antiquité, 110 (1), 61-80. Available at :

https://www.persee.fr/doc/mefr_0223-5102_1998_num_110_1_2021

Rudershausen, P.J. (2013) Gear modifications for fishing octopus, *Octopus vulgaris*, on live-bottom and adjacent flat bottom habitats in coastal waters off North Carolina. *Marine Fisheries Review*, 75, p.13–20.

<http://spo.nmfs.noaa.gov/mfr753/mfr7532.pdf>

Sanchez, P., y Obarti, R. (1993). The biology of *Octopus vulgaris* caught with clay pots on the Spanish Mediterranean coast. In *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, pp. 477e487. Ed. by T. Okutani, R. K. O'Dor, and T. Kubodera. Tokai University Press, Tokyo. 752 pp.

Selouane. K ; (2001), Apport de la Télédétection Radar à l'étude de la presqu'île et de la baie de Dakhla, Présentation au niveau du CR-INRH à Dakhla, Maroc.

<http://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/activities/2007/morocco/presentations/2-2.pdf>

Semmens, J. M., Pecl G. T., Villanueva R., Jouffre D., Sobrino I., Wood J. B., Rigby P.R. (2004). Understanding Octopus growth: patterns, variability and physiology. *Marine and Freshwater Research* 55: 367–377.

<http://www.abdn.ac.uk/eurosquid/pdfs/Semmens%202004.pdf>

Sewell, J., Jefferson, R., & Oakley, J.A., (2006). Marine Life Topic Note. Commercial Fishing. Marine Life Information Network [on-line]. Plymouth: *Marine Biological Association of the United Kingdom*.

Siegel, S., & Castellan, N. J., Jr. (1988). Nonparametric statistics for the behavioral sciences (2nd ed.). New York, NY, *England: McGraw-Hill Book Company*. p. 313-316

Silva, L., y Sobrino, I. (2005). Las pesquerías de cefalópodos en el Golfo de Cádiz. In *Acuicultura, Pesca y Marisqueo en el Golfo de Cádiz*, pp. 254–307. Ed. by J. M. Morales, A. J. Mata, A. Rodríguez, y C. J. Revilla. *Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía*. 901 pp.

Sacchi, J. (2007), *Impact des techniques de pêche en Méditerranée*, Solutions d'amélioration. GFCM :SAC10/2007/Dma.3.

https://www.academia.edu/1111846/Impact_des_techniques_de_p%C3%A4che_en_M%C3%A9diterran%C3%A9e

Sobrino, I., Silva, L. Bellido, J. M., and Ramos, F. (2002). Rainfall, river discharges and sea temperature as factors affecting abundance of two coastal benthic cephalopod species in the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Bulletin of Marine Science*, 71: 851–865. Available from:

<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2002/00000071/00000002/art00020>

Sobrino Yraola, I. J. G. Herrera, R. Cabrera Castro, J. Canoura Baldonado y C. Burgos Cantos, (2006), Informe final del proyecto piloto de pesca experimental RAI-AP-2/2006. Instituto Español de Oceanografía, Unidad de Cádiz 63 pp

<https://pdfs.semanticscholar.org/eb41/3c59ec5ff00bdb19b5ac400f19ea327b60e2.pdf>

Sobrino. Yraola, I. A. Juarez, J. Rey, Z. Romero, J. Baro, (2011) Description of the clay pot fishery in the Gulf of Cadiz (sw spain) for *Octopus vulgaris*: Selectivity and exploitation pattern. *Fisheries Research*, 108, 283-290.

<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.12.022>

Sonderblohm, C. P., Pereira, J., y Erzini, K. (2014). Environmental and fishery-driven dynamics of the common octopus (*Octopus vulgaris*) based on time-series analyses from leeward Algarve, southern Portugal. – *ICES Journal of Marine Science*,

<https://doi:10.1093/icesjms/fst189>

Soto C.G. y Burhanuddin. S (1995) Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquaculture* 136(1-2) : 149-152.

[https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)01051-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01051-3)

Taconet Marc, Boumaaz Abdellatif, Belkhaouad Abdellah et El Ouafa Abou, Impact de la pêche artisanale sur le stock reproducteur de poulpe dans l'Atlantique sud marocain.

doc.abhatoo.net.ma/doc/spip.php?article1033

Thiriot Alain (1976). Les remontées d'eau (upwelling) et leur influence sur la production pélagique des côtes atlantiques du Maroc. *Bulletin de l'Institut des pêches maritimes*, (22), 9-16.

<https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/5072/>

Tsangridis, A., Sánchez, P. & Ioannidou, D. (2002). Exploitation patterns of *Octopus vulgaris* in two Mediterranean. *Journal of Marine Science* 66(1):59-68

<http://dx.doi.org/10.3989/scimar.2002.66n159>

Vogel Camille (2016). Rapport bibliographique « Sélectivité des engins de pêche ». Ifremer n°13/1210867/NF.

<https://archimer.ifremer.fr/doc/00317/42869/>

Whitaker J.D., Delancey L.B., Jenkins J.E. (1991) Aspects of the biology and fishery potential for *Octopus vulgaris* off the coast of South Carolina. *Bulletin of Marine Science -Miami-* 49(1-2):482-493. Available from:

<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1991/00000049/f0020001/art00042>

WWF Japan, (2017) *IUU Fishing Risk in and around Japan*, Final Report, MRAG Ref: JP2278.

https://www.wwf.or.jp/activities/data/20170907_ocean02.pdf

D. ANEXOS



Anexo 1: Preparación de la línea de alcatruces de barro



Anexo 2: Preparación de las nasas, a la izquierda: Colocando dos bloques de cemento debajo de las nasas, a la derecha, preparación de las bolsas de cebo.



Anexo 3: Preparación del cebo, sardina salada



Anexo 4: Poteras preparadas para la pesca del pulpo



Anexo 5: Medición del tamaño del pulpo a nivel de laboratorio



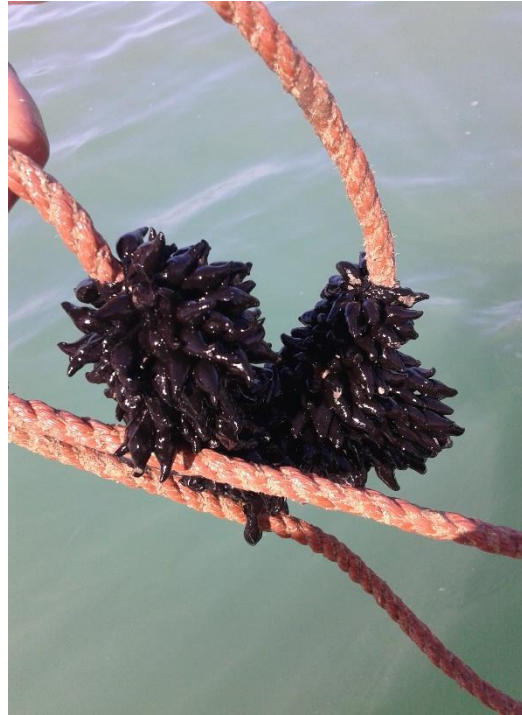
Anexo 6: Capturas accesorias de poteras, a la izquierda: *Mustellus mustellus* y a la derecha: *Halobatrachus didactylus*.



Anexo 7: Nasa con especies accesorias



Anexo 8: Tirando treinta alcatruces de barro en el área de estudio



Anexo 9: Huevos fijados en la línea principal de las nasas, a la izquierda: huevos de *Loligo vulgaris*, a la derecha: huevos de *Sepia officinalis*.



El Máster Internacional en GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE está organizado conjuntamente por la Universidad de Alicante (UA), el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) a través del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ), el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) a través de la Secretaría General de Pesca (SGP).

El Máster se desarrolla a tiempo completo en dos años académicos. Tras completar el primer año (programa basado en clases lectivas, prácticas, trabajos tutorados, seminarios abiertos y visitas técnicas), durante la segunda parte los participantes dedican 10 meses a la iniciación a la investigación o a la actividad profesional realizando un trabajo de investigación original a través de la elaboración de la Tesis Master of Science. El presente manuscrito es el resultado de uno de estos trabajos y ha sido aprobado en lectura pública ante un jurado de calificación.

The International Master in SUSTAINABLE FISHERIES MANAGEMENT is jointly organized by the University of Alicante (UA), the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) through the Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza (IAMZ), and by the Spanish Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAPA) through the General Secretariat of Fisheries (SGP).

The Master is developed over two academic years. Upon completion of the first year (a programme based on lectures, practicals, supervised work, seminars and technical visits), during the second part the participants devote a period of 10 months to initiation to research or to professional activities conducting an original research work through the elaboration of the Master Thesis. The present manuscript is the result of one of these works and has been defended before an examination board.