

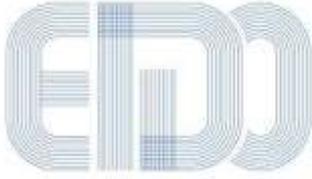


Biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de la plataforma y el talud de Mauritania

Sidi Mohamed Mohamed Moctar

TESE DE DOUTORAMENTO

2020



Universidade de Vigo

Escola Internacional de Doutoramento

Sidi Mohamed Mohamed Moctar

TESE DE DOUTORAMENTO

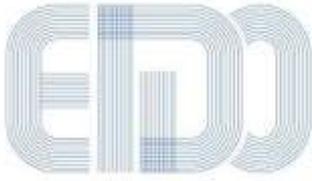
Biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de la plataforma
y el talud de Mauritania

Dirixida polo/a/s doutor/a/s:

Fran Ramil Blanco

Ana Ramos Martos

2020



Universidade de Vigo

Escola Internacional de Doutoramento

Fran Ramil Blanco e Ana Ramos Martos

FAN CONSTAR que o presente traballo, titulado “Biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de la plataforma y el talud de Mauritania”, que presenta Sidi Mohamed Mohamed Moctar para a obtención do título de Doutor, foi elaborado baixo a nosa dirección no programa de doutoramento “Marine Science, Technology and Management, DoMar” na Universidade de Vigo.

Vigo, 13 de setembro de 2020

Os directores da tese de doutoramento

Dr. Fran Ramil Blanco

Dra. Ana Ramos Martos

A la mémoire de mon regretté père Mahfoudh Mohamed Moctar.

A ma mère, source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

إلى روح ابي الغالي رحمة الله عليه

*إلى أُمي الفاضلة
لا أجد كلمات يمكن أن تمنحها حقها، فهي مثال التفاني والعطاء*

Hay que mirar siempre el mar. Es un espejo que no sabe mentir.
(Yasmina Khadra)

AGRADECIMIENTOS

Esta parte ocupa un lugar fundamental, porque me permite agradecer a todas las personas que contribuyeron de cerca o de lejos a la realización de esta tesis por su apoyo, su aliento y su confianza, y por los múltiples comentarios que alimentaron mi reflexión. En primer lugar, quisiera expresar mi gratitud y mi agradecimiento al profesor Fran Ramil, director de esta investigación, por su apoyo, su confianza, su rigor intelectual y su acertado asesoramiento que fueron decisivos a lo largo de todo el proceso de realización de esta tesis. Esté seguro de toda mi estima y profundo respeto.

También agradezco a la Dra. Ana Ramos, quien codirigió esta tesis. Ella ha estado totalmente comprometida con este trabajo, tanto en términos de supervisión científica, como por el apoyo que me brindó durante mis estancias en Vigo. También quiero agradecerle su amabilidad, su disponibilidad permanente y los muchos consejos que me brindó durante las distintas etapas de la investigación. Que encuentre aquí la expresión de mi profunda gratitud.

Esta tesis también fue posible gracias a los miembros del equipo EcoAfrik del laboratorio de Ecología y Biología Animal de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo que me acogieron durante mis estancias anuales, especialmente durante la fase de identificación sistemática y pusieron a mi disposición toda la documentación necesaria.

Durante la fase de identificación de los crustáceos decápodos pude apreciar el dinamismo de la Dra. Susana Soto y su gran competencia en este campo. Le agradezco su ayuda en la identificación y su disponibilidad, así como los consejos y documentos que me proporcionó durante esta fase. Le expreso aquí mi gratitud y un reconocimiento especial. También me gustaría agradecer a mi amiga la Dra. Sara Castillo por su valiosa ayuda que me permitió completar la identificación sistemática de los moluscos. Gracias por eso. También agradezco a mis compañeras del laboratorio de Ecología y Biología Animal, Belén y Marta, por su apoyo moral y su ánimo.

También debo la realización de este trabajo al Instituto Mauritano de Investigaciones Oceanográficas y Pesqueras (IMROP) que me concedió financiación para realizar mis estancias anuales en la Universidad de Vigo. Aprovecho esta oportunidad para mostrar mi agradecimiento al Director General de IMROP, a quien expreso aquí la mi profunda gratitud.

Además, me gustaría agradecer a todos los investigadores y miembros del personal del laboratorio LEBOA en el IMROP por su amistad y su ayuda logística durante toda mi etapa formativa.

Mi agradecimiento va también a la Universidad de Vigo, en concreto al Departamento de Ecología y Biología Animal de la Facultad de Ciencias del Mar, que puso a mi disposición sus instalaciones, así como los recursos técnicos y humanos que me permitieron la realización de este trabajo de doctorado.

Me gustaría agradecer en particular a los proyectos CCLME y EAF-Nansen de la FAO, así como al Instituto de Investigación Marina (IMR, Noruega) que apoyaron las dos campañas regionales sobre los ecosistemas del noroeste de África.

También me gustaría agradecer a las tripulaciones de los buques de investigación Vizconde de Eza y Dr. Fritdtjof Nansen, cuya profesionalidad y disposición siempre han garantizado el éxito de los muestreos realizados a bordo durante las seis campañas desarrolladas en la costa de Mauritania entre 2007 y 2012.

Igualmente, quiero agradecer al equipo de investigadores de EcoAfrik por su activa participación en las campañas de muestreo de bentos marino durante las seis campañas, ya que el material que ellos recogieron ha sido la base que ha hecho posible este de trabajo doctorado, en ocasiones en condiciones angustiosas.

Agradezco a los equipos administrativos de la Universidad y del IEO de Vigo por su apoyo en las tareas burocráticas.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que directa o indirectamente me brindaron asistencia y a quienes no puedo nombrar individualmente.

A todos ustedes, muchas gracias.

REMERCIEMENTS

Cette partie tient une place essentielle, car elle me permet remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse par leur appui, leur encouragement et leur confiance, et par les nombreux commentaires qui ont alimenté ma réflexion. Je tiens d'abord à exprimer ma gratitude et mon remerciement à Monsieur le Professeur Fran Ramil, directeur de cette recherche, pour son soutien, sa confiance, sa rigueur intellectuelle et ses conseils judicieux tout au long de tous les processus de cette thèse qui ont été déterminants dans la concrétisation de cette thèse. Soyez assuré de toute mon estime et de mon profond respect.

Mes remerciements vont aussi à Dr. Ana Ramos qui a codirigé cette thèse. Elle s'est pleinement investie dans ce travail aussi bien au niveau de l'encadrement scientifique que pour l'appui qu'elle m'a apportée durant mes séjours au sein de laboratoire d'écologie et de biologie animale de la Faculté des Sciences de la Mer. Qu'elle soit aussi remerciée pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour les nombreux conseils qu'il m'a prodiguée lors des différentes étapes de cette recherche de thèse. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Cette thèse a été possible grâce aussi aux membres de l'équipe de EcoAfrik du laboratoire d'écologie et de biologie animale de la Faculté des sciences de la mer à l'université de Vigo qui m'a accueillie pendant mes séjours annuels particulièrement lors de la phase de l'indentification systématique et mis à ma disposition la documentation nécessaire.

J'ai pu apprécier lors de phase de l'indentification au laboratoire de crustacés décapodes le dynamisme de Dr. Susana Soto et sa très grande compétence dans le domaine. Je la remercie pour son aide à l'identification et sa disponibilité ainsi que les conseils et les documents fournis durant cette phase. Qu'elle reçoive ici ma gratitude et ma reconnaissance particulière. Je voudrais aussi remercier mon amie Dr. Sara Castillo pour son aide précieuse qu'elle m'a accordé pour me permettre de mener à terme l'identification systématique des mollusques. Qu'elle en soit remerciée. Mes remerciements vont également à mes collègues membre de laboratoire d'écologie et biologie animale Belén et Marta pour leur soutien moral et leurs encouragements.

Je dois aussi la réalisation de ce travail à l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP) qui m'a accordé un financement pour mener des séjours annuels à l'Université de Vigo (Espagne). Je profite de cette occasion pour remercier le Directeur Général de l'IMROP. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Aussi, je tiens à remercier tous les chercheurs et les membres du personnel du laboratoire LEBOA à l'IMROP pour leur amitié et leur aide logistique durant toute cette formation.

Mes remerciements vont également à l'Université de Vigo, en particulier au Département d'Écologie et de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de la Mer, qui a mis ses installations à ma disposition, ainsi que les ressources techniques et humaines qui ont permis l'achèvement de ces travaux de Doctorat.

Je remercie particulièrement les projets CCLME et EAF-Nansen de la FAO et l'Institut de Recherche Marine (IMR, Norvège) qui ont soutenu les deux campagnes régionales sur les écosystèmes du Nord-Ouest Afrique.

Je remercie également les membres d'équipage des navires de recherche Vizconde de Eza et le Dr Fridtjof Nansen, dont le professionnalisme et la volonté ont toujours garanti le succès des prélèvements effectués à bord lors des dix enquêtes développées sur la côte mauritanienne entre 2004 et 2012.

Je remercie l'équipe de chercheurs d'EcoAfrik qui, pour leur participation active aux campagnes d'échantillonnage en mer du benthos au cours des six campagnes dont le matériel est la base de travail de qui a rendu ce doctorat possible, parfois dans des conditions pénibles.

Je remercie les équipes administratives de l'Université et l'IEO de Vigo pour leur soutien dans les tâches bureaucratiques.

Je remercie enfin tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté leur concours et que je ne peux nommer individuellement.

À toutes et à tous, merci infiniment.

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de doctorado es profundizar en las relaciones entre la biodiversidad del bentos y las particulares condiciones hidrológicas y geomorfológicas que caracterizan la ZEE de Mauritania, con el fin de contribuir a la aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión pesquera, y al diseño e implantación de medidas de protección que ayuden a la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas.

Para ello se han propuesto como objetivos secundarios el inventario de la diversidad, el análisis de los patrones de distribución latitudinal y batimétrica, y la caracterización de la estructura y composición de las comunidades de decápodos, moluscos y equinodermos de la plataforma y talud continental de Mauritania. Igualmente, se han analizado las variaciones de la biodiversidad y las comunidades de decápodos en las dos estaciones hidrológicas (fría y cálida).

El trabajo se centra en el estudio de los crustáceos de las clases Decapoda y Stomatopoda, los moluscos Gastropoda y Bivalvia, y las cinco clases del filo Echinodermata (Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea, Ophiuroidea Y Holothuroidea).

Aunque el sistema de afloramiento del noroeste africano, ligado a la Corriente de Canarias, ha fascinado a los investigadores de todo el mundo durante décadas, siendo objeto por ello de numerosas campañas y expediciones científicas, las investigaciones centradas en el estudio de la fauna bentónica han sido raras, lo que parece estar relacionado con la poca importancia que históricamente se le ha dado al bentos en la investigación de los ecosistemas marinos (Thiel, 1982).

Los conocimientos disponibles actualmente sobre la fauna bentónica de Mauritania están principalmente vinculados a las expediciones científicas que, desde finales del siglo XIX, se llevaron a cabo a lo largo de las costas del noroeste africano. Las primeras colecciones de invertebrados bentónicos de la región se obtuvieron durante aquellas emblemáticas expediciones científicas, como las del HMS Challenger (1872-1876), alrededor del mundo, Travailleur y Talismán (1880-1883), Valdivia, Princesa Alice I e Hirondelle II (1885-1920)—auspiciadas por el príncipe Alberto I de Mónaco—, Michael Sars (1910) y Discovery (1970). En época más reciente, ya a mediados del siglo XX, tuvieron lugar otras expediciones que trabajaron exclusivamente en la costa de África noroccidental, entre las que citaremos las de la Gazelle (1874-1876) y Melita (1889-1890), la Mission Gruvel (1905-1912), las campañas del Atlantide (1945-1946), Calypso (1956), Thalassa (1962, 1968, 1971), Pillsbury (1964, 1965) y la campaña española Atlor VII (1975). Todas ellas recorrieron las costas de Marruecos, Sáhara Occidental, Mauritania, Golfo de Guinea y las islas de Cabo Verde.

Además de estas expediciones, es necesario mencionar las actividades de investigación realizadas durante varias décadas, a lo largo del siglo XX, especialmente por el Institut Fondamental de l'Afrique Noire (IFAN) y la Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM). Estas dos instituciones realizaron numerosas campañas a bordo de pequeños buques oceanográficos, a pequeña escala, particularmente en Mauritania, Senegal y Guinea, contribuyendo de forma significativa al conocimiento de la fauna marina de la zona costera.

A pesar de que numerosas campañas han muestreado en las costas mauritanas, la mayoría lo han hecho en el marco de proyectos a gran escala de carácter regional, siendo bastante reducidos los trabajos llevados a cabo exclusivamente en aguas de Mauritania. Además, los pocos estudios realizados se han limitado a la zona norte, como la región de Cabo Blanco y el Banco de Arguin, y en particular a la plataforma continental.

Más recientemente, las costas de Mauritania han sido objeto de estudios específicos centrados en la investigación bentónica en el marco de algunos proyectos internacionales. Entre ellos se cuentan el programa holandés CANCAP (1974-1989), cuyo objetivo fue el estudio de la biogeografía y la distribución de bentos en la región macaronésica (Azores-Cabo Verde), incluyendo el margen continental de Marruecos, Mauritania y Senegal, desde la costa hasta los 4000 m de profundidad. Otra importante iniciativa, realizada exclusivamente en Mauritania en 1988, fue el proyecto TYRO-MAURITANIA, que tuvo como objetivos el estudio del funcionamiento del ecosistema del Banco de Arguin, sus interacciones con los sistemas oceánicos abiertos y la distribución cuantitativa de bentos en el norte de Mauritania, entre Cabo Blanco y Cabo Timiris.

Entre 2007 y 2010, equipos de investigación españoles y alemanes han desarrollado seis campañas multidisciplinarias en aguas de la plataforma y el talud continental. Cuatro de ellas se llevaron a cabo a bordo del buque español Vizconde de Eza, entre 2007 y 2010. Las dos campañas alemanas tuvieron lugar en 2006/2007 y 2010 a bordo de los buques Poseidon y Maria S. Merian. Los resultados de estas campañas han sentado las bases del conocimiento sobre la distribución de la biodiversidad de los ecosistemas bentónicos y demersales, así como sobre los principales hábitats vulnerables de fondos duros del talud, pudiéndose considerar que actualmente a nivel faunístico, Mauritania es la zona mejor conocida del noroeste africano.

Los grupos bentónicos en los que se centra este trabajo de doctorado se encuentran entre los más diversificados, frecuentes y abundantes en la mayoría de los ecosistemas de la plataforma y el talud continental del océano Atlántico, en donde, han sido ampliamente estudiados. Pero, a pesar de desempeñar un papel clave en los ecosistemas marinos y de encontrarse en algunos casos seriamente amenazados, el conocimiento actual de decápodos, moluscos y equinodermos en la región de África

occidental es escaso y procede principalmente de las expediciones históricas realizadas en la región a partir de finales del siglo XIX.

Los decápodos, como consecuencia del interés comercial de algunas especies, constituyen el grupo megabentónico que ha sido más estudiado también en la zona noroccidental de África. Debido a la disminución de los recursos tradicionales, los decápodos se han convertido, además, en objetivo cada vez más importantes de las pesquerías comerciales, sufriendo desde hace décadas una fuerte explotación por las flotas marisqueras de arrastre que faenan a lo largo del noroeste de África. Si bien existen importantes monografías sobre este grupo, la información disponible sobre la composición y estructura de las comunidades de decápodos se considera que es todavía muy escasa, y la mayor parte de ella se ha obtenido a partir de los datos recogidos en campañas de evaluación de recursos pesqueros. Durante la última década, el conocimiento sobre la biodiversidad y ecología de los decápodos de aguas profundas de Mauritania se ha ampliado enormemente, gracias a la publicación de los resultados de las cuatro campañas Maurit, entre los que se incluyen la descripción de cuatro nuevas especies para la ciencia.

Los moluscos constituyen el tercer grupo dominante en la macrofauna de aguas profundas, siendo Gastropoda y Bivalvia, las dos clases estudiadas en este trabajo, las que presentan la mayor diversidad específica dentro del filo. Además de su valor económico, los moluscos son ampliamente utilizados como registros de los cambios ambientales en la mayoría de las regiones oceánicas. A pesar de desempeñar un papel clave en los ecosistemas marinos y de encontrarse seriamente amenazados, el conocimiento actual de los moluscos en la región de África occidental es escaso y, al igual que otros grupos procede principalmente de las expediciones históricas realizadas en la región desde finales del siglo XIX. La limitada investigación sobre los moluscos realizada en Mauritania se ha centrado en las especies comerciales de bivalvos y se han restringido a las zonas costeras del Banco de Arguin, Cabo Blanco y las bahías litorales de la zona norte. Aunque se han producido avances muy importantes en el conocimiento de los ecosistemas bentónicos de Mauritania, los patrones de distribución de la diversidad de los moluscos, a excepción de los cefalópodos, no se habían estudiado hasta ahora.

Con respecto a los equinodermos, que constituyen el grupo más importante de la epifauna móvil especialmente en aguas profundas, aunque existen numerosos estudios sobre su biodiversidad y zonación en el Atlántico norte, incluso en zonas batiales y abisales, el conocimiento de este grupo en la costa noroccidental de África es escaso y se basa también en trabajos descriptivos resultantes de las expediciones históricas, algunos de los cuales se refieren a áreas o clases concretas.

El área de estudio de este trabajo de doctorado se centra exclusivamente en Mauritania, país localizado en la región noroccidental de África, entre los paralelos 15°N

y 21°N norte, cuya costa se extiende a lo largo de 754 km, bordeando el desierto del Sahara, desde la península de Cabo Blanco, en el norte, hasta el río Senegal, en el sur. El rasgo fisiográfico más notable de su litoral es el Banco de Arguin, un amplio golfo que ocupa un tercio de su costa, en donde la plataforma continental se extiende hasta 110-120 km, alcanzando incluso los 150 km. El río Senegal, que sirve de frontera entre Mauritania y Senegal, es el único río permanente en Mauritania, y sus aportes proporcionan una importante cantidad de sedimentos terrígenos al mar durante la estación de lluvias. El clima predominante es cálido, de tipo desértico a semidesértico.

A nivel hidrológico, la costa de Mauritania se localiza en una de las cuatro principales regiones de afloramiento de los océanos, bajo la influencia de la Corriente de Canarias y en la zona de desplazamiento del Sistema Frontal de Cabo Verde, una frontera oceánica que separa las aguas tropicales cálidas del sur de las aguas templado-frías del norte, lo que influye fuertemente en el clima y en la distribución de las especies. La región es la más productiva del CCLME (Canary Current Large Marine Ecosystem) y se caracteriza por la presencia de las masas de agua Central del Atlántico Sur (SACW), que fluye hacia el norte entre 300 y 700 m de profundidad, y se caracteriza por su baja salinidad, bajo contenido en oxígeno y riqueza en nutrientes. En este rango batimétrico se extiende, al sur de Cabo Blanco, la zona de valores mínimos de oxígeno (OMZ) que caracteriza al Atlántico tropical y que afecta fuertemente la distribución de la fauna. Las aguas mauritanas también están caracterizadas por afloramientos estacionales de aguas frías profundas, que dependen directamente de los vientos alisios predominantes en la región, que se desplazan de manera estacional. Estos vientos alisios alcanzan su punto máximo en invierno y primavera (de diciembre a mayo), período que corresponde a la estación hidrológica fría; durante los meses de verano y otoño, los vientos alisios caen al sur del cabo Timiris, y la cuenca de Mauritania es ocupada por aguas cálidas aportadas por la corriente meridional de Guinea. Durante esta estación cálida, el afloramiento costero se debilita y se limita a la zona norte, entre Cabo Blanco y Cabo Timiris, donde persiste durante todo el año. Además, en Cabo Blanco, un filamento gigante exporta estas aguas altamente productivas hasta 600 km de la costa mar adentro, enriqueciendo las aguas más profundas.

La fuerte variabilidad espacio-temporal de las condiciones hidrológicas, junto con las particulares características geomorfológicas de su fondo marino, juegan un papel crucial en los fenómenos de afloramiento y en la elevada productividad y biodiversidad de las aguas mauritanas, en la que las flotas pesqueras internacionales han faenado desde hace más de 50 años explotando sus recursos pelágicos y demersales de peces, crustáceos y cefalópodos.

El margen continental de Mauritania reviste un gran interés, tanto a nivel geomorfológico, como ecológico, ya que además de estructuras geológicas particulares, alberga hábitats de alta vulnerabilidad (EMVs) que acogen una elevada diversidad

faunística. Entre estos hábitats se cuentan los sistemas formados por más de 70 cañones, que se localizan principalmente en la zona norte, frente al Banco de Arguin, y la barrera gigante de corales de aguas frías de 600 km de longitud, que se extiende a lo largo del talud sobre 500 m de profundidad.

El material faunístico y los datos utilizados en la presente tesis fueron obtenidos a lo largo de seis campañas de investigación marina de carácter multidisciplinar, realizadas en la plataforma y el talud continental de Mauritania entre 2007 y 2012. Durante las seis campañas, se desarrolló un intenso programa de muestreo del megabentos y de los parámetros medioambientales, en el marco de EcoAfrik, un proyecto español centrado en el estudio de la biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de aguas africanas, que desarrollan conjuntamente el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y la Universidad de Vigo (UVigo), desde 2004.

Las seis campañas tuvieron lugar entre los años 2007 y 2012, a bordo de los buques de investigación Dr. Fridtjof Nansen y Vizconde de Eza, y durante las mismas se llevaron a cabo un total de 411 estaciones de arrastre sobre los fondos blandos de toda la costa de Mauritania, a profundidades comprendidas entre 19 y 1860 m. Noventa y cinco estaciones se realizaron durante las dos campañas CCLME-FAO, entre 19 y 748 m, en las dos estaciones hidrológicas (46 y 49, respectivamente), y 291 con arrastre comercial y 25 con bou de vara, a lo largo de las cuatro campañas Maurit.

Debido a que el objetivo prioritario de todas las campañas fue la evaluación y prospección de los recursos demersales, el principal aparejo de muestreo fue el aparejo de arrastre de tipo comercial, siguiendo el método del área barrida, pero un diseño de muestreo diferente. En las campañas CCLME, se trabajó en transectos perpendiculares a línea de costa, separados entre sí 20 millas náuticas, en cuatro estratos batimétricos: 20-50 m, 50-100 m, 100-200 m y 200-500 m de profundidad. Las campañas Maurit se realizaron siguiendo un muestreo estratificado aleatorio sobre cuadrículas de 10 × 10" como unidad básica de muestreo, una división del área en tres sectores latitudinales (Norte (20°50' N – 19°23' N), Central (19°23' N – 17°40' N) y Sur (17°40' N – 16°04' N), y seis estratos batimétricos: dos costeros (80–200 m y 200–400 m) y cuatro profundos (400–800 m, 800–1200 m, 1200–1500 m y 1500–2000 m).

El estudio taxonómico de los decápodos, moluscos (prosobranquios y bivalvos) y equinodermos, así como el análisis de los datos cuantitativos y ambientales recogidos durante las seis campañas han permitido analizar la diversidad, distribución y estructura de las comunidades de estos grupos bentónicos en aguas mauritanas.

El procesado de las muestras a bordo fue idéntico en todas las campañas: la captura se separó a nivel de morfo-especie, registrando en cada caso los datos de abundancia y peso fresco, con el objetivo de obtener datos cuantitativos por especie y estación. Siempre que fue posible se trabajó la muestra completa, pero en los arrastres en los

que la captura fue demasiado grande se trabajó una submuestra y posteriormente se extrapolaron los resultados a la captura total. También se tomaron fotografías en vivo de las especies y de detalles de su anatomía externa, y finalmente se conservaron en alcohol al 80% las colecciones de decápodos, moluscos y equinodermos, debidamente etiquetada para su identificación en el laboratorio. Los datos cuantitativos fueron informatizados a bordo y posteriormente analizados.

Debido al carácter multidisciplinar de las campañas, además de los datos biológicos, se realizaron prospecciones geomorfológicas mediante ecosonda multihaz, se recogieron muestras de sedimentos en cada arrastre y se obtuvieron perfiles de la columna de agua con diversos tipos de CTD. La adquisición de datos medioambientales es fundamental para la caracterización de las comunidades bentónicas y el análisis de los factores que pueden afectar a su estructura y distribución.

El estudio taxonómico se realizó principalmente en el Laboratorio de Zoología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo, a lo largo de los meses de estancia de formación anuales. Pero, gracias a que durante las campañas del CCLME se conservó una colección duplicada para el IMROP, una parte del estudio taxonómico se pudo continuar en el IMROP de Mauritania. La identificación de la fauna se realizó mediante el examen de los caracteres externos y cuando fue necesario la disección bajo lupa binocular y estudio al microscopio óptico, siguiendo la metodología específica y la bibliografía especializada para cada uno de los grupos estudiados.

A lo largo de este trabajo se han estudiado 298 táxones, de los cuales 277 han podido ser identificados a nivel específico, que han pertenecido a 137 familias. Entre ellos se cuentan 100 decápodos, dos estomatópodos, 101 moluscos (65 prosobranquios y 36 bivalvos), y 95 equinodermos (28 asteroideos, 4 crinoideos, 13 erizos, 22 holoturias y 28 ofiuras).

Los decápodos se recolectaron en todas las estaciones (95) realizadas entre 20 y 748 m sobre la plataforma y talud superior, siendo las especies bentónicas más frecuentes (97%) que aquellas que dependen de la columna de agua, que solo aparecieron en el 80% de las estaciones. Los moluscos se capturaron en 150 de las estaciones de arrastre (40%), mientras que los equinodermos presentaron una frecuencia superior, recolectándose en 279 estaciones, lo que representó el 68%, ambos entre 20 y 2000 m de profundidad. Los prosobranquios fueron más frecuentes que los bivalvos (30% frente a 15%) y las familias Nassariidae y Xenophoridae las más comunes entre los moluscos (24,7% y 20,7%). Echinoidea (44,3%) y Ophiuroidea (43,0%), fueron las clases más frecuentes entre los equinodermos.

El cangrejo *Macropipus rugosus* fue la especie más común entre los decápodos, apareciendo en el 47% de los lances, seguido por *Plesionika heterocarpus* (40%), *Parapenaeus longirostris* (38%), *Dardanus arrosor* (37%), *Munida speciosa* (36%) y

Scyllarus caparti (27%). El gasterópodo *Tritia wolffi* fue la especie más común entre los moluscos, seguida por *Xenophora crista*, y *Afer pseudofusinus*. *Pteria hirundo* fue la especie de bivalvo más común. Entre los equinodermos, el erizo *Phormosoma placenta* fue con diferencia la especie recogida en mayor frecuencia, en el 26,6% de los arrastres, seguido a distancia por los asteroideos *Pseudarchaster gracilis gracilis* y *Psilaster cassiope* (18,2% y 15,1%), las holoturias *Eynpniastes eximia* (16,9%), *Paelopatides grisea* (13,0%) y *Benthothuria funebris* (12,8%), y las ofiuras *Ophiernus alepidotus* y *Ophiura flagellata* (14,3% y 13,0%, respectivamente).

Con respecto a la riqueza específica, los decápodos bentónicos presentaron una mayor diversidad que los pelágicos, estando representados los primeros por 63 táxones frente a 37 de los segundos. Las familias más diversas fueron Inachidae y Pandalidae (siete especies), seguidas por Diogenidae y Paguridae (cinco especies). Entre los moluscos, Naticidae fue la familia más diversa, representada por 8 especies, junto con Marginellidae y Muricidae (seis especies), Pectinidae y Tellinidae (cinco). Asteroidea y Ophiuroidea con 28 especies, y Astropectinidae y Ophiacanthidae, con 8 y 5 especies, fueron las clases y las familias más diversas dentro de los equinodermos.

A pesar de su inferior riqueza, los decápodos pelágicos fueron claramente dominantes representando el 85,1% de la abundancia numérica y el 72,8% de la biomasa total. Pandalidae, Penaeidae y Nematocarinidae fueron las familias más abundantes (41%, 20% y 16%) y también dominantes en biomasa (30%, 20% y 16%). Dos especies, *Plesionika heterocarpus* y *P. longirostris*, fueron claramente dominantes en abundancia y biomasa. Los prosobranchios mostraron una notable dominancia, representando el 88,0% de la abundancia numérica y el 95% de la biomasa, con dos especies dominantes, *Stramonita haemastoma* (56%) y *Tritia wolffi* (16%). El bivalvo *Pteria hirundo* fue también numéricamente dominante entre los bivalvos, seguida por *Aequipecten commutatus commutatus*. Dos especies de prosobranchios, *Cymbium marmoratum* y *Stramonita haemastoma*, debido a su gran tamaño y peso, reunieron el 85% de la biomasa.

Nuestros resultados ponen de manifiesto la dominancia de las holoturias en los fondos de Mauritania, donde representaron el 80% de la abundancia y el 96% de la biomasa. Pelagothuridae, representada por una única especie *Eynpniastes eximia*, es la familia de holoturias dominante en los fondos de Mauritania ya que contribuyó al 78% de la abundancia numérica. La biomasa se repartió entre tres especies: *E. eximia*, con casi la mitad (48%), *Benthothuria funebris* (32%) y *Paelopatides grisea* (13%). Estas dos últimas especies son de gran tamaño y peso que, en el caso de *B. funebris* puede alcanzar hasta los seis kilos por ejemplar.

En cuanto a la distribución, este estudio confirma que la distribución latitudinal de decápodos, en particular de los braquiuros, y de los equinodermos a lo largo de la costa de Mauritania sigue el patrón ya establecido para el conjunto del megabentos, con valores elevados de la riqueza específica en la zona norte, frente al Banco de Arguin, y una tendencia inversa de las densidades y biomásas. Este patrón es especialmente notable en el caso de los equinodermos, que sigue el de la clase Holothuroidea, alcanzando sus valores más elevados claramente concentrados en la zona sur, alrededor de los 17°N de latitud, en donde las abundancias casi triplican los valores encontrados en la zona norte. Este patrón se ha relacionado con las particulares condiciones ambientales que se dan en la plataforma profunda y el talud de Mauritania, donde los grandes deslizamientos de sedimentos finos y la presencia de cañones actúan como mecanismos de transporte de materia orgánica hacia el talud, favoreciendo el desarrollo de comunidades de fauna detritívora, como las holoturias, caracterizadas por fuertes dominancia pero muy baja diversidad.

Decápodos bentónicos y pelágicos presentan tendencias batimétricas opuestas, con mayor diversidad y concentración de los primeros en la plataforma y una disminución drástica por debajo de 300 m. Gasterópodos y bivalvos siguen la tendencia de los decápodos bentónicos, con cifras más elevadas en la plataforma, y una caída abrupta a nivel del talud superior. En el caso de los equinodermos, este fuerte descenso en la riqueza y abundancia se mantiene entre 400 y 700 m, rango de profundidad en el que holoturoideos, asteroideos, y en menor medida equinoideos, prácticamente desaparecen o están representados por únicamente 1-2 especies. A partir de los 700 m, todas las clases, excepto Crinoidea, muestran una tendencia creciente continua hasta alcanzar un nuevo pico hacia los 1600 m.

La composición y estructura de los principales agrupamientos de decápodos, moluscos y equinodermos identificados en la plataforma y talud de Mauritania, parecen estar determinados básicamente por la profundidad y/o por factores dependientes de esta. En el caso de los decápodos se observa una frontera faunística, entre los 100-150, en ambas estaciones hidrológicas, que se corresponde con la ruptura de pendiente de la plataforma y el límite superior de la termoclina permanente. Pero la discontinuidad faunística más marcada se observa en los equinodermos, y en especial en los holoturoideos, que muestran una separación muy evidente entre la fauna de la plataforma – talud superior y la fauna profunda hacia los 300-400 m, lo que se aprecia por el elevado valor de la disimilaridad en su composición (98,5%) entre ambos grupos. Esta fuerte separación faunística está condicionada por la existencia de una auténtica frontera física que representa la presencia a lo largo de todo el talud mauritano de la

barrera gigante de corales de aguas frías y la zona de mínimo de oxígeno (OMZ). Sin embargo, a nivel estadístico, son los factores dependientes del sedimento —el contenido en materia orgánica, en el caso del total de los equinodermos, y el contenido en arena y carbonatos, en el de las holoturias— los que parecen jugar el papel más importante en la estructuración de las comunidades de equinodermos y holoturias en la plataforma y el talud mauritano. La importancia de los factores sedimentológicos en la caracterización faunística es también observable en el caso de los moluscos, siendo en este caso el contenido en carbonatos el principal factor que determina la separación de las comunidades.

Con respecto a las variaciones estacionales, las asociaciones de decápodos mostraron cierta estabilidad en su estructura, pero diferencias estacionales significativas en su composición, relacionadas con las variaciones en las densidades y biomásas de las familias Penaeidae, Pandalidae, Solenoceridae y Pasiphaeidae, y Macropippidae y Scyllaridae, que fueron significativamente más altas en la estación cálida. Las variaciones estacionales más significativas se debieron a la gamba blanca *Parapenaeus longirostris*. Aunque la distribución latitudinal de la especie fue idéntica en ambas estaciones, con concentraciones principales localizadas en la zona sur, entre 17° y 16°N, su densidad y biomasa fueron casi cinco veces más elevadas en otoño, durante la estación cálida. Se ha sugerido que *P. longirostris* parece jugar un papel clave en las comunidades de decápodos de la plataforma profunda y talud superior de Mauritania.

La tendencia latitudinal decreciente en la permanencia de los afloramientos y la productividad en dirección sur, respondiendo a la fuerza y el desplazamiento de los vientos alisios a lo largo de la costa de Mauritania, que son observables en la superficie y en el fondo marino, parecen ser la razón principal que explica las variaciones estacionales observadas en los patrones la distribución y la estructura de las comunidades de decápodos. La abundancia de gamba blanca en la zona meridional también puede estar relacionada con su proximidad a la desembocadura del río Senegal, cuyos aportes aumentan el contenido en materia orgánica, en particular durante la época de máxima descarga que se produce durante el otoño, coincidiendo con la estación de mayor densidad de *P. longirostris*.

INDICE

INTRODUCCIÓN

Contexto general	1
El bentos de Mauritania	5
Crustáceos decápodos	8
Moluscos prosobranquios y bivalvos	11
Equinodermos	14
Estructura de la memoria	17

OBJETIVOS DE LA TESIS	21
-----------------------------	----

ÁREA DE ESTUDIO

Descripción general	25
Geomorfología del margen continental de Mauritania	27
Cañones submarinos	29
La barrera de corales de aguas frías	30
Caracterización oceanográfica	31
Aporte de polvo sahariano	34

MATERIAL Y MÉTODOS

Campañas	39
Buques de investigación	41
Trabajos en el mar	43
Aparatos de muestreo biológico	43
Metodología de muestreo	44
Tratamiento de las muestras a bordo	46
Parámetros medioambientales	46
Trabajos de gabinete	48
Estudio taxonómico	48
Tratamiento y análisis de datos	52

RESULTADOS

Crustáceos decápodos	57
Visión global de la biodiversidad	57
Patrones de distribución espacial	64
Variaciones estacionales de la diversidad y comunidades	69
Publicación	86
Moluscos gasterópodos y bivalvos	87
Visión global de la biodiversidad	87
Análisis por familia	91
Análisis específico	93
Patrones de distribución.....	95
Estructura y composición de las comunidades	97
Equinodermos	108
Visión global de la biodiversidad	108
Análisis por clase	112
Análisis específico	114
Patrones de distribución	116
Estructura y composición de las comunidades	120

DISCUSIÓN

Consideraciones generales	131
Estado de los conocimientos.....	132
Biodiversidad global	134
Patrones de distribución	139
Distribución latitudinal	140
Distribución batimétrica	144
Estructura de las comunidades	146
Variaciones estacionales de decápodos	150
La gamba blanca, especie clave	154

CONCLUSIONES	161
--------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	167
--------------------	-----

INTRODUCCION

CONTEXTO GENERAL

Las aguas que rodean la República Islámica de Mauritania, situada en la costa noroccidental de África, forman parte de la región del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Canarias (CCLME) (**Figura 1**), uno de los cuatro sistemas de afloramiento mundiales situados en los bordes orientales de los dos grandes océanos Atlántico y Pacífico (EBUE) (Arístegui et al., 2009; Fischer et al., 2016). Aunque juntos estos sistemas solo cubren aproximadamente el 1% de la superficie del océano, generan más del 20% de las capturas mundiales (Cropper et al., 2014).



Figura 1. Localización de la región del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Canarias (CCLME, en verde), en dónde está incluida Mauritania, la zona de estudio de esta tesis (recuadro rojo).

A pesar de las variaciones estacionales de sus límites septentrional y meridional, el gran sistema de afloramiento, bajo la influencia de la Corriente de Canarias (**Figura 2** izqda.) fluye regularmente en el rango latitudinal comprendido entre los 12°N y 43°N (Arístegui et al., 2009), extendiéndose a través de las costas europeas y africanas, por las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) de España (Galicia e Islas Canarias), Portugal, Marruecos, Sahara Occidental, Mauritania, Senegal, Gambia y Guinea-Bissau.

Los fuertes fenómenos de afloramiento que experimenta esta región —que la convierten en la segunda de las áreas más productivas del mundo después de la región de la Corriente de Benguela (Heileman y Tandstad 2009; Carlier et al., 2015; Demarcq y Benazzouz, 2015; Ramos et al., 2015)— son consecuencia de la persistencia e intensidad de los vientos alisios del noreste.

Tres zonas con características hidrológicas diferentes, en relación con la intensidad y la permanencia o estacionalidad de los afloramientos, han sido identificadas en la costa noroccidental africana:

- 1) una zona de afloramiento fuerte y permanente a lo largo de todo el año, que se extiende por las costas del Sahara Occidental y que incluye la zona norte de Mauritania (21°N–26°N);
- 2) una zona de afloramiento permanente, pero débil, ocupando las costas marroquíes (26°N-35°N);
- 3) la zona mauritano-senegalesa con un régimen de afloramiento estacional (12°N–19°N) que coincide con la zona de desplazamiento del frente térmico (Aristegui et al., 2009; Cropper et al., 20014; Valdés y Dénis-González, 2015, Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015) (**Figura 2** drcha.).

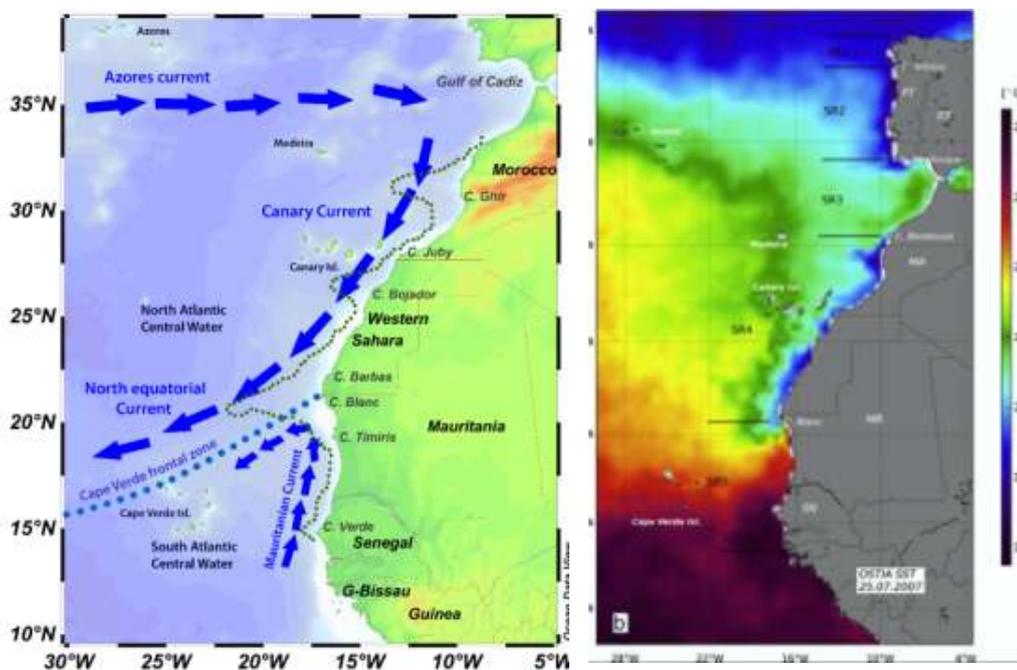


Figura 2. Principales corrientes marinas (izqda.) y mapa de satélite de los valores de temperaturas superficiales (drcha.) en la región noroccidental de África (en Ramos et al., 2017b; Aristegui et al., 2009)

Esta elevada productividad marina se traduce en grandes reservas explotables de peces pelágicos, cefalópodos y crustáceos (Carr, 2001; Chávez y Messie, 2009; Cropper et al., 2014), así como en una impresionante diversidad marina (Thiel, 1982; Valdés y dénis-González, 2015).

La costa de Mauritania se ve fuertemente influida, a nivel hidrológico, por los fenómenos de afloramiento, la presencia en su zona norte del Sistema Frontal de Cabo Verde, que establece el límite entre las masas de aguas tropicales y templadas, y de una zona de mínimo oxígeno (OMZ) (Sangrá, 2015; Pelegrí et al., 2017). Esta complejidad hidrológica afecta, no solo a la estructura de las masas de agua, sino también al clima y a la distribución de las especies marinas, dando lugar a un ecosistema que alberga una elevada biodiversidad, hábitats especiales de corales y esponjas, e importantes recursos pesqueros (Thiel, 1982; Le Loeuff y von Cosel, 1998; CCLME, 2015; Ramos et al., 2017a).

Gracias a la riqueza de sus aguas, en la ZEE mauritana, en particular en la plataforma de la zona norte frente al Banco de Arguin, se desarrollan importantes pesquerías industriales y artesanales, dirigidas a la captura de crustáceos, cefalópodos y peces pelágicos y demersales, que iniciaron su actividad a principios del pasado siglo (Sobrino y García, 1992; García et al., 2017; Ramos et al., 2017b). Las principales pesquerías que operan en aguas de Mauritania son ejercidas por flotas de arrastre extranjeras, principalmente de nacionalidad española y japonesa (Sobrino y García, 1992), a las que más recientemente se ha unido una flota nacional en constante crecimiento (IMROP, 2013).

En Mauritania, y en general en la región noroccidental de África, la pesca es una de las principales actividades que generan ingresos, jugando un papel primordial en la lucha contra la pobreza, ya que la actividad pesquera sostiene a numerosas poblaciones ribereñas que obtienen de ella ingresos en efectivo o seguridad alimentaria, jugando un papel directo en el desarrollo de las economías nacionales (Heileman y Tandstad 2009).

Sin embargo, el desarrollo de la actividad pesquera se ve comprometida por la sobrepesca y la degradación de los hábitats que, desde una perspectiva a largo plazo, puede tener graves consecuencias ecológicas y socioeconómicas (More et al., 2009). De hecho, muchos de los recursos marinos ya han alcanzado su límite de explotación y según las últimas evaluaciones de la FAO todas las poblaciones de la plataforma continental están plenamente explotadas o sobreexplotadas (Gascuel et al., 2007). Además de la sobreexplotación, la pesca, en particular la pesca de arrastre, afecta fuertemente la diversidad de las especies de peces e invertebrados, sean estos objetivo o no de las flotas, cambiando la estructura física de los hábitats y alterando las relaciones ecológicas entre las especies (Jennings y Reynolds, 2000).

El desplazamiento de las flotas pesqueras hacia aguas más profundas (800 m, o incluso a 1000 m de profundidad) (FAO, 2006, 2012a), como consecuencia del agotamiento de

los recursos de la plataforma, supone una amenaza para la integridad de algunos de los ecosistemas bentónicos más vulnerables de los márgenes continentales, como es el caso de los arrecifes de corales de aguas frías, los campos de esponjas, los bosques de gorgonias y las montañas submarinas (Ramos et al., 2015; Froese y Reyes, 2002; Moran y Stephenson, 2000). Hay que tener en cuenta que los ecosistemas profundos son particularmente vulnerables a los impactos humanos, ya que la mayoría de las especies que de ellos dependen tienen un crecimiento lento, bajas tasas de reclutamiento y recuperación, y tardan un tiempo relativamente largo en reproducirse en comparación con otras especies de los ecosistemas marinos costeros (Levin y Sibuet, 2012; Almada y Bernardino, 2016).

Tradicionalmente, la gestión de los recursos marinos se ha centrado en la evaluación de las especies objetivo y de la actividad pesquera, independientemente de la complejidad de las interacciones o la dinámica espacial, y sin tener en cuenta otros impactos de la pesca en la biodiversidad y los hábitats. Este enfoque de gestión pesquera basada exclusivamente en la evaluación de unas determinadas especies objetivo, ha mostrado su ineficacia para lograr su objetivo principal, la sostenibilidad. Se han hecho imprescindibles, por tanto, la toma de medidas urgentes que mejoren la gestión y eviten la sobreexplotación pesquera, y que contribuyan al mismo tiempo a la conservación de la biodiversidad y al aporte de proteínas que hagan posible a largo plazo el mantenimiento de manera sostenible de la seguridad alimentaria (Jennings, 2006; Ramos et al., 2017b). Por ello, durante la última década, se han llevado a cabo importantes esfuerzos internacionales que han tratado de mejorar la gestión pesquera mediante la puesta en marcha de otras aproximaciones, como métodos de evaluación multiespecíficos y nuevos conceptos de gestión basados en el ecosistema (Bianchi, 2008; Botsford et al., 1997).

Sin embargo, a pesar del interés oceanográfico y faunístico de la región, así como de la amenaza que suponen para los ecosistemas de aguas profundas, las pesquerías demersales, y más recientemente la exploración y explotación de gas y petróleo, la investigación marina en Mauritania se ha centrado exclusivamente en el seguimiento de los recursos pesqueros y el estudio de los ecosistemas costeros, en particular en la zona del Banco de Arguin. No ha sido hasta la última década cuando los objetivos de estas investigaciones se han ampliado al estudio de la biodiversidad y los hábitats del talud continental.

Entre 2007 y 2010, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) puso en marcha un programa colaboración con el Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et

des Pêches (IMROP), y la Universidad de Vigo, dirigido al estudio de los recursos y ecosistemas en aguas profundas de Mauritania. Se realizaron cuatro expediciones multidisciplinares a bordo del B/O *Vizconde de Eza*, que incluyeron la prospección geomorfológica y la recogida de datos oceanográficos y biológicos, así como la caracterización de los principales hábitats de fondos duros del talud (Ramos et al., 2017a). Posteriormente, la FAO, en el marco de sus proyectos CCLME y EAF-Nansen, llevó a cabo en 2011 y 2012 otras dos campañas en las costas de la región noroccidental africana, que incluyó Mauritania.

Considerando el interés de profundizar en el conocimiento de la biodiversidad y la distribución de grupos bentónicos tan importantes como los crustáceos decápodos, los moluscos y los equinodermos, en una de las regiones marinas más productivas de los océanos mundiales, hemos planteado los objetivos de esta tesis doctoral, que aportan información novedosa y/o completan los estudios realizados con anterioridad en aguas de Mauritania.

EL BENTOS DE MAURITANIA

El sistema de afloramiento de la Corriente de Canarias ha fascinado a los investigadores de todo el mundo durante décadas y por ello ha sido objetivo de numerosas campañas y expediciones científicas. Sin embargo, a nivel regional, las investigaciones centradas en el estudio de la fauna bentónica son raras, lo que parece estar relacionado con la poca importancia que históricamente se le ha dado al bentos en la investigación de los ecosistemas marinos (Thiel, 1982).

Los conocimientos disponibles sobre la fauna bentónica de la costa mauritana están principalmente vinculados a las expediciones científicas que se desarrollaron a lo largo de las costas del noroeste africano desde finales del siglo XIX, y cuyos resultados han contribuido significativamente al conocimiento de la fauna marina de África Noroccidental, en general, y de Mauritania, en particular. Una revisión histórica exhaustiva de estas expediciones se puede encontrar en Entrambasaguas (2008), Muñoz et al. (2012) y Matos-Pita (2016),

Las primeras colecciones de invertebrados bentónicos y peces de la región se obtuvieron a cabo durante las emblemáticas expediciones científicas, como la del HMS Challenger (1872-1876), alrededor del mundo. Posteriormente, los trabajos iniciados por el Challenger continuarían en el Atlántico norte gracias a los esfuerzos realizados

por diversas instituciones de investigación, principalmente europeas. Entre ellas tenemos que citar expediciones míticas como las del Travailleur y Talismán (1880–1883), Valdivia, Princesa Alice I e Hirondelle II (1885–1920) (**Figura 3**)—auspiciadas por el príncipe Alberto I de Mónaco—, Michael Sars (1910) y Discovery (1970). En época más reciente, ya a mediados del siglo XX, tuvieron lugar otras expediciones que trabajaron exclusivamente en la costa de África noroccidental, entre las que hemos de citar las del Atlantide (1945–1946), Calypso (1956), Thalassa (1962, 1968, 1971), Pillsbury (1964, 1965) y la campaña española Atlor VII (1975). Todas ellas recorrieron las costas de Marruecos, Sáhara Occidental, Mauritania, Golfo de Guinea y las islas de Cabo Verde (ver Ramos et al., 2015; Matos-Pita, 2016).

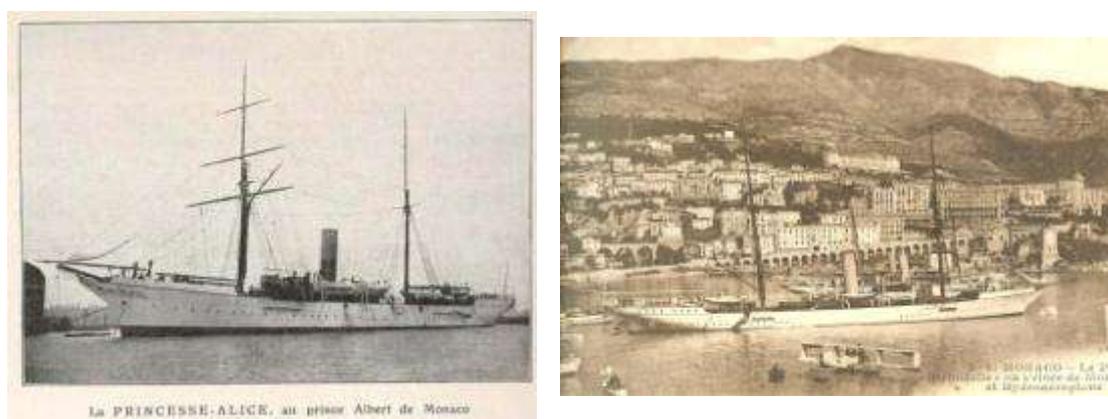


Figura 3. El Princesa Alice I y el Hirondelle, buques pertenecientes al príncipe Alberto I de Mónaco, que realizaron expediciones emblemáticas a las costas del Atlántico africano, a finales del siglo XIX y principios del XX.

Además de estas expediciones, es necesario mencionar las actividades de investigación realizadas durante varias décadas, a lo largo del siglo XX, especialmente por el Institut Fondamental de l'Afrique Noire (IFAN) y la Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM). Estas dos instituciones realizaron numerosas campañas a bordo de pequeños buques oceanográficos, a pequeña escala, particularmente en Mauritania, Senegal y Guinea.

A pesar de que todas estas expediciones aportaron una literatura valiosa sobre taxonomía, distribución y bionomía en la región de África occidental (Maurin, 1968; Crosnier y Forest, 1973), muchos de los trabajos se centraron principalmente en las especies comerciales y sus resultados se encuentran dispersos en publicaciones muy diversas. Algunas de estas importantes colecciones faunísticas recogidas durante las

numerosas campañas oceanográficas citadas todavía están sin estudiar en museos e instituciones científicas.

A pesar de que, como hemos mencionado anteriormente, numerosas campañas han muestreado en las costas mauritanas, la mayoría lo han hecho en el marco de proyectos a gran escala de carácter regional, siendo bastante reducidos los trabajos llevados a cabo exclusivamente en aguas de Mauritania. Además, los pocos estudios realizados se han limitado a la zona norte, como la región de Cabo Blanco y el Banco de Arguin, y el pequeño número de muestras recolectadas, en la mayoría de los casos, fueron tomadas sobre la plataforma continental.

Más recientemente, las costas de Mauritania han sido objeto de estudios específicos en el marco de algunos proyectos internacionales centrados en la investigación bentónica. Por ejemplo, el programa holandés CANCAP tuvo como objetivo el estudio de la biogeografía y la distribución de bentos en la región Macaronésica, desde la costa hasta 4000 m de profundidad (den Hartog, 1984; Van der Land, 1987). Durante la campaña CANCAP-III, en 1978, se realizaron muestreos bentónicos en la plataforma de Mauritania, que incluyeron el borde exterior del Banco de Arguin y la Bahía de los Galgos. Otra importante iniciativa, también holandesa, realizada exclusivamente en Mauritania en 1988, fue el proyecto *TYRO-MAURITANIA*, que tuvo como objetivos el estudio del funcionamiento del ecosistema del Banco de Arguin, sus interacciones con los sistemas oceánicos abiertos y la distribución cuantitativa de bentos en el norte de Mauritania, entre Cabo Blanco y Cabo Timiris (Van der Land, 1988). Los principales resultados de este proyecto se compilaron en un volumen especial de la revista *Hydrobiologia* (Wolff et al., 1993).

Durante los últimos años, las aguas de Mauritania han atraído, una vez más, a investigadores europeos de Alemania y España, que entre 2007 y 2010 desarrollaron seis campañas de investigación multidisciplinarias en aguas de la plataforma y el talud continental. Cuatro de estas expediciones se llevaron a cabo anualmente a bordo del buque español *Vizconde de Eza*, entre 2007 y 2010. Las campañas alemanas tuvieron lugar en 2006/2007 y 2010 a bordo de los buques *Poseidon* y *Maria S. Merian* (Ramos et al., 2017a; Westphal et al., 2007, 2013). Los resultados de estas campañas han sentado las bases del conocimiento sobre la distribución de la biodiversidad de los ecosistemas bentónicos y demersales, así como sobre los principales hábitats vulnerables de fondos duros del talud (ver referencias en Ramos et al., 2017b). Actualmente, podemos

considerar que, a nivel faunístico, Mauritania es la zona mejor conocida del noroeste africano.

CRUSTÁCEOS DECÁPODOS

Los decápodos constituyen el grupo más amplio y diversificado entre los crustáceos (Crandall et al., 2009; García-Isarch y Munoz, 2015), siendo un elemento esencial de la red trófica marina, adaptados a numerosos regímenes alimentarios y que prosperan en una amplia gama de hábitats (Covich y Rogers, 2010). También son uno de los grupos de invertebrados megabentónicos más importantes que se encuentran en la mayoría de los ecosistemas de la plataforma y el talud continental del océano Atlántico (Muñoz et al., 2012). Además, los decápodos se han convertido en objetivo cada vez más importantes en las pesquerías comerciales debido a la disminución de los recursos tradicionales (Pauly et al., 1998). Aparte del interés comercial de numerosas especies y de su diversidad morfológica, los decápodos proporcionan una fuente adicional de alimento para una amplia variedad de depredadores, que van desde los gasterópodos hasta los mamíferos (Boudreau y Worm, 2012).

Por todas estas razones, los decápodos también constituyen el grupo megabentónico más estudiado en la zona noroccidental de África (Martin y Davis, 2001). De hecho, su explotación por las flotas marisqueras que faenan a lo largo del noroeste de África tiene una historia relativamente larga (Thiam et al., 1983; Sobrino et al., 2005), existiendo dos grupos de decápodos comercialmente importantes: las gambas costeras, representadas principalmente por el camarón rosado del sur, *Penaeus notialis*, y la gamba rosa de profundidad, *Parapenaeus longirostris*.

Aunque las antiguas expediciones científicas llevadas a cabo en la región desde finales del siglo XIX han permitido la producción de algunas monografías importantes, que constituyen las bases del conocimiento disponible sobre los crustáceos decápodos en África occidental, en general a nivel regional, y en Mauritania en particular, los esfuerzos dedicados al estudio de este grupo de crustáceos siguen considerándose insuficientes.

Como hemos señalado, existen importantes monografías sobre este grupo, entre los que podemos citar los trabajos de Barnard (1950) y Kensley (1981) sobre los decápodos de África del Sur, el de Crosnier y Forest (1973) sobre las gambas y crustáceos profundos del Atlántico oriental tropical, Manning y Holthuis (1981) acerca de los

braquiuros del oeste africano, Macpherson (1983, 1991) sobre los decápodos de las costas de Namibia, o el trabajo de García-Raso (1996) sobre los decápodos del golfo Ibero-marroquí. A estas publicaciones debemos añadir algunos trabajos generales sobre los crustáceos, como los de Studer (1883), Milne-Edwards y Bouvier (1897, 1898), o Gruvel (1913); los dedicados al estudio particular de los decápodos como los de Milne-Edwards y Bouvier (1899), Bouvier (1917, 1922) o Anadón (1981), y aquellos trabajos dedicados al estudio de algún grupo en particular como son los de Hansen (1922, 1927) y Burkenroad (1940) sobre dendrobranquiados, Holthuis (1951), Crosnier y Forest (1966), Iwasaki (1990) y Fransen (1997, 2002) acerca de los carídeos, Gruvel (1911) respecto a los aquelados, Saint-Laurent y Le Loeff (1979) sobre los talasinídeos, Balss (1913), Miyake y Baba (1970) sobre los galateidos, Milne-Edwards (1891), Chevreux y Bouvier (1892), Forest (1961, 1966), y Forest y de Saint-Laurent (1967) acerca de los cangrejos ermitaños, y los de Milne-Edwards y Bouvier (1894b, 1900), Capart (1951), Forest y Guinot (1966), Manning (1993) y Henriksen (2009) sobre braquiuros.



Figura 4. Los decápodos representan uno de los grupos más abundantes y diversos en los fondos de Mauritania (©Ana Ramos).

No obstante, a pesar de su interés como recurso explotable, la información existente en relación con la composición y estructura de las comunidades de crustáceos es todavía muy escasa, y la mayor parte de ella se ha obtenido a partir de los datos recogidos en campañas de evaluación de recursos pesqueros demersales y del efecto de la pesca de arrastre sobre los ecosistemas bentónicos (Macpherson, 1991; Muñoz et al., 2012). A pesar de ello, los trabajos más recientes publicados por Muñoz et al. (2012), García-Isarch y Muñoz (2015), Matos-Pita (2016), García-Isarch et al. (2017), y Ramil y Ramos (2017), en base a campañas de arrastre demersal, han confirmado que los decápodos

constituyen, efectivamente, uno de los táxones más diversos y dominantes en las comunidades bentónicas de la plataforma y el talud continental de la costa atlántica africana.

Con respecto a Mauritania, aunque del conjunto de publicaciones anteriormente citadas se puede extraer información sobre algunas especies o grupos concretos, el conocimiento está generalmente limitado a la zona costera del Banco de Arguin y a la plataforma continental, lo que nos ofrece solamente una visión fragmentada e incompleta sobre los decápodos presentes en el conjunto del área. Así, de las publicaciones citadas por Matos-Pita (2016) en su revisión exhaustiva de la literatura de decápodos de la costa atlántica africana, solo las monografías de Crosnier y Forest (1973), y Manning y Holthuis (1981) proporcionan información sobre los crustáceos profundos y los braquiuros de Mauritania, respectivamente. Bouvier (1906) incluye por vez primera un listado de los decápodos recogidos en el Banco de Arguin; Monod (1933) recopila las referencias de todas las especies de decápodos citados en las costas de Mauritania, principalmente en la zona litoral poco profunda, mientras que Maurin (1968) describe las biocenosis bentónicas del noroeste africano a partir de datos obtenidos en el transcurso de las campañas de la *Thalassa*, que incluye una lista de los crustáceos recogidos en Cabo Blanco, el Banco de Arguin y la zona comprendida entre Cabo Timiris y Tamxat. Asimismo, cabe destacar el informe preliminar de los decápodos capturados durante las campañas *CANCAP* y *TYRO-MAURITANIA II* publicado por Fransen (1991), que representa una importante contribución al conocimiento del grupo, así como el trabajo de Sakai et al. (2015), sobre los talasinídeos del Banco de Arguin.

Durante la última década, nuestro conocimiento sobre la biodiversidad y ecología de los decápodos de aguas profundas de Mauritania se ha ampliado enormemente, gracias a la publicación de los resultados de las cuatro campañas *Maurit*, realizadas entre 2007 y 2010 por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP) a bordo del B/O español *Vizconde de Eza* (Ramos et al., 2017a). Así, hemos de citar el trabajo de Matos-Pita (2016), sobre la biodiversidad general de los decápodos, y los de Matos-Pita y Ramil (2014, 2015a, b, 2016a, b) y Matos-Pita et al. (2016), sobre diversos grupos, entre ellos los braquiuros y los cangrejos ermitaños, que incluyen la descripción de cuatro nuevas especies para la ciencia, y el de García-Isarch et al. (2017), sobre las comunidades profundas de decápodos.

Sin embargo, a pesar de la importante contribución de estos y de otros trabajos recientes, como los de Calero et al. (2017), Castillo et al. (2017), Gil y Ramil (2017), y Ramil y Ramos (2017) a nuestro conocimiento de la fauna bentónica de Mauritania, estos no han permitido obtener una visión de la biodiversidad y las comunidades del margen mauritano en su conjunto, ni tampoco analizar las posibles variaciones estacionales de la diversidad y la estructura de las comunidades: los muestreos que se realizaron durante las campañas *Maurit* no cubrieron la plataforma continental, ya que se centraron en aguas profundas (>80-100 m de profundidad) y las cuatro campañas se llevaron a cabo durante la misma estación otoñal (Ramos et al., 2017b).

Teniendo en cuenta la importancia de los decápodos en las comunidades bentónicas de Mauritania, así como la importancia de algunas especies como recurso pesquero, hemos considerado de gran interés aprovechar la oportunidad que nos ofrecía el estudio de las colecciones y el tratamiento de los datos recogidos en las campañas *CCLME* de la FAO para profundizar en su estudio, aportando información sobre su diversidad y distribución en la plataforma continental y sobre sus variaciones estacionales.

MOLUSCOS GASTERÓPODOS Y BIVALVOS

Los moluscos son un componente importante de la fauna macrobéntica en los ecosistemas marinos, que contribuyen en gran medida a la biodiversidad, desde las áreas costeras hasta profundidades abisales de los océanos (Gutiérrez et al., 2003). Constituyen el tercer grupo dominante de la macrofauna de aguas profundas (Gage y Tyler, 1991), siendo Gastropoda y Bivalvia las clases que presentan la mayor diversidad específica (Brusca et al., 2016). Además de su valor económico, los moluscos también son ampliamente utilizados como posibles registros de los cambios ambientales en la mayoría de las regiones oceánicas (Fortunato, 2015). El conocimiento de este componente del ecosistema marino es, por tanto, esencial para la conservación de la biodiversidad, la gestión responsable de los recursos vivos y la pesca sostenible.

A pesar de desempeñar un papel clave en los ecosistemas marinos y de encontrarse seriamente amenazados, el conocimiento actual de los moluscos en la región de África occidental es escaso y procede principalmente de las expediciones históricas realizadas en la región a partir de finales del siglo XIX, que ya hemos citado en el apartado del bentos (ver referencias en Castillo, 2017). Entre ellos cabe citar las publicaciones de

Locard (1897–1898), Dautzenberg (1889, 1891), y Dautzenberg y Fischer (1906), Nicklès (1950, 1955) y Knudsen (1952, 1956). Además de estos, hay que destacar los trabajos más recientes sobre la taxonomía de los bivalvos de la costa tropical de África occidental, entre los que se cuentan los de von Cosel (1989, 1990, 1995, 2006), Salas y Cosel (1991) and Oliver y Cosel (1992, 1993).

Con respecto a la zona mauritana, la investigación realizada hasta ahora centrada exclusivamente en los moluscos es rara y se reduce a los antiguos trabajos faunísticos de Dautzenberg (1910, 1912), y el más reciente de Talavera (1975).

La limitada investigación sobre los moluscos realizada en Mauritania se ha centrado en las bahías litorales menos profundas de la región norte. Desde la década de los 80 del pasado siglo, cuando se descubrió una importante población de bivalvos en el Golfo de Arguin (Goudswaard et al., 2007), el Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP) comenzó a realizar investigaciones sobre el bentos, la mayoría de las cuales se centraron en las especies de bivalvos comerciales y se restringieron a las zonas costeras del Banco de Arguin, Cabo Blanco y las bahías de Levrier y l'Étoile (Maigret, 1980; Diop, 1988; Diop y Boukatine, 1986; Mint Sidiya, 1987; Ly, 2009; Sidi, 2010). Así, Diop y Boukatine (1986) y Diop (1988) proporcionaron información sobre la biología y la ecología del bivalvo *Venus verrucosa* de la Bahía de Levrier, aportando algunas observaciones sobre la fauna bentónica asociada. Posteriormente, Mint Sidiya (1987) contribuyó al conocimiento del biotopo de *Venus rosalina* en el área próxima al Banco de Arguin. Wolff et al. (1987) y Wolff y Montserrat (2005) publicaron varios trabajos biológicos, también centrados en otras especies particulares de moluscos, como el bivalvo *Anadara senilis* o los prosobranquios gigantes pertenecientes al género *Cymbium*. Recientemente, los abundantes concheros del bivalvo *Senilia* (= *Anadara*) *senilis*, se han utilizado como archivo biogénico costero para analizar la evolución de las condiciones ambientales en la región del Banco de Arguin (Lavaud et al., 2013). Alguna información sobre gasterópodos y bivalvos se puede encontrar entre los resultados de los estudios ecológicos desarrollados en el marco del proyecto Banc d'Arguin (1985-1986) y la expedición *TYRO-MAURITANIA* (1988), llevados a cabo en los bancos intermareales y la plataforma continental del Banco de Arguin, respectivamente, (Duineveld et al., 1993 a, b; Wolff et al., 1993; Wijnsma et al. 1999).



Figura 5. Dos de las especies de moluscos mas frecuentes en las costas de África noroccidental: *Stramonita haemastoma* y *Neopycnodonte cochlear* (© Ana Ramos).

Durante los últimos años también se han desarrollado algunos estudios ecológicos sobre los moluscos que habitan los extensos bancos intermareales y las praderas marinas del Banco de Arguin. Por ejemplo, Honkoop et al. (2008) estudiaron los patrones de distribución de las comunidades de bivalvos y gasterópodos de los bajos internareales desnudos y cubiertos por praderas de fanerógamas marinas, en relación con las características de los sedimentos y la materia orgánica; Salem et al. (2014) proporcionaron información importante sobre los cambios estacionales en la abundancia de bivalvos y gasterópodos de las praderas de fanerógamas marinas relacionados con la considerable presión de depredación ejercida por las aves costeras. Van der Geest et al. (2019) analizaron la importancia del modo de alimentación, el hábitat y la estación en el crecimiento de los bivalvos. Michel (2010) y Michel et al. (2011) proporcionaron información sobre la taxonomía y ecología de las taphocoenosis de moluscos en los fondos blandos del Golfo de Arguin, analizando las influencias ambientales que afectan a la plataforma norte de Mauritania. Aunque estos trabajos se centran en la sedimentología, constituyen el estudio más completo sobre la ecología de los moluscos en Mauritania (Castillo, 2017) (**Figura 5**).

A pesar de la cantidad de artículos publicados que hacen referencia a inventarios y descripciones de especies recogidas por expediciones históricas y proyectos internacionales, las últimas revisiones sobre la biodiversidad general y el estado del conocimiento sobre los moluscos en la región noroccidental africana, realizadas por Ramos et al. (2015) y Castillo (2017), evidencian la carencia de estudios sobre la ecología de este grupo, especialmente en relación con la distribución y estructura de sus comunidades.

Aunque durante la última década hemos asistido a un considerable incremento de la investigación sobre la diversidad del megabentos de Mauritania y se han publicado trabajos sobre las comunidades de diversos grupos, como decápodos, cefalópodos, equinodermos y cnidarios (Ramil y Ramos, 2017; Castillo et al., 2017; García-Isarch et al., 2017; Rocha et al., 2017; Calero et al., 2017; Gil y Ramil, 2017), los patrones de distribución de la diversidad de los moluscos, a excepción de los cefalópodos, no se habían analizado hasta ahora.

Por todo lo expuesto, se ha considerado interesante incluir en este trabajo de doctorado un capítulo dedicado a los moluscos, basado en el estudio de las colecciones de prosobranquios y bivalvos, y el análisis de los datos faunísticos y medioambientales recogidos durante las seis campañas multidisciplinares españolas y de la FAO, mencionadas anteriormente. Nuestro objetivo es ofrecer un primer acercamiento a los patrones de distribución de la diversidad y las comunidades de prosobranquios y bivalvos, tratando de establecer su relación con las particulares características hidrológicas y geomorfológicas que ocurren a lo largo de la plataforma y el talud continental de Mauritania.

EQUINODERMOS

Los equinodermos son uno de los principales grupos de invertebrados que forman parte de la fauna bentónica en los ecosistemas marinos, donde desempeñan numerosas funciones ecológicas, especialmente en aguas profundas (Gage y Tyler, 1991). Son una parte importante de la cadena alimentaria oceánica y carnívoros o carroñeros altamente eficientes (Alvarado et al., 2012). Además, representan una fuente de alimento y de productos bioactivos. Los equinodermos constituyen también un componente importante de los arrecifes de coral en los que los equinodermos alcanzan una elevada diversidad y biomasa (Alvarado et al., 2012; Birkeland, 1989).

La mayoría de los estudios llevados a cabo en diferentes cuencas profundas del Atlántico norte, han puesto de manifiesto la dominancia de este grupo en las comunidades epibentónicas a todas las profundidades, así como la zonación de las especies —en particular las holoturias y los erizos— que forman densas agregaciones en determinados estratos batimétricos (David y Sibuet, 1985; Levin y Gooday, 2003).

Al igual que en el caso de los decápodos y moluscos, la fauna de equinodermos del noroeste africano es conocida principalmente gracias a las expediciones históricas que exploraron las costas atlánticas del continente desde finales del siglo XIX hasta mediados del siglo XX (Entrambasaguas, 2008; Calero, 2017). Entre los resultados de estas expediciones cabe destacar los trabajos de Thomson (1881), Théel (1882), Hérouard (1902), Perrier (1902) y Mortensen (1951), que incluyen las descripciones originales de numerosas especies de equinodermos del noroeste de África. Durante las últimas décadas, se han publicado también varios trabajos sobre los equinodermos de los fondos rocosos infralitorales de Cabo Verde (Pérez-Ruzafa et al., 1999, 2001; Entrambasaguas, 2008; Entrambasaguas et al., 2008). Además Glück et al. (2012) han estudiado los ofiuroides de la plataforma continental de Angola y Namibia.

Con respecto a Mauritania, como en otras regiones de África occidental, la investigación centrada en los equinodermos es rara y se reduce a las antiguas obras faunísticas, entre las que hay que citar los trabajos de Koehler y Vaney (1906), que estudian las cinco clases de Echinodermata, los de Hérouard (1929), y el más reciente de Massin (1993), centrados exclusivamente en los holoturoideos de la plataforma norte del Banco de Arguin. La única información disponible actualmente sobre la biodiversidad de los equinodermos de aguas profundas de Mauritania, se encuentra en los trabajos de Calero (2017), Calero et al. (2017a, b; 2018).



Figura 6. Algunas de las especies de equinodermos mas característicos en las costas de Mauritania: el erizo *Phormosoma placenta* y la holoturia gigante *Benthothuria funebris* (© Ana Ramos).

Como otros trabajos ya citados, los de Calero et al. (2017a, b) se basan también en el material y datos recolectados en las campañas *Maurit*, y como aquellos se refieren por tanto principalmente a la fauna del talud.

Las campañas del CCLME-FAO han ofrecido la oportunidad de ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad, distribución y comunidades de los equinodermos, extendiendo su estudio al conjunto de la plataforma y talud continental superior de Mauritania, el cual constituye otro de los objetivos de este trabajo de doctorado.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

Esta memoria de tesis titulada 'Biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de la plataforma y el talud de Mauritania', que se presenta para la obtención del Doctorado por la Universidad de Vigo, se ha estructurado en cuatro partes.

En la primera parte se aborda el marco general y el contexto científico, resumiendo los conocimientos sobre el bentos y los principales grupos objeto de la tesis —crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos— disponibles en el área de estudio. Se detallan posteriormente el objetivo principal y los objetivos específicos que se pretenden conseguir a través del trabajo de tesis doctoral.

La segunda parte está dedicada a la descripción de las características geomorfológicas del fondo marino y de las masas de aguas que ocupan la ZEE de Mauritania.

En la tercera parte se describen los procedimientos y materiales utilizados en la realización de este estudio. En ella se incluyen la metodología detallada utilizada durante la fase de trabajos en el mar para la recogida de las colecciones faunísticas y los datos biológicos y medioambientales (campañas, barcos, aparatos, parámetros recogidos), así como en la fase posterior en el laboratorio: estudio taxonómico y tratamiento y análisis de los datos.

En la cuarta sección, se presentan los resultados obtenidos. Organizados en tres capítulos, cada uno de ellos dedicados a uno de los tres grupos de invertebrados estudiados (crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos) y que incluyen una visión general sobre la biodiversidad y el catálogo de especies, su distribución latitudinal y batimétrica, y la estructura, composición y distribución de sus comunidades.

Para finalizar, se realiza una discusión general, que integra los resultados de los tres grupos, se presentan las principales conclusiones que resumen los logros más importantes alcanzados en esta tesis y se adjuntan las referencias bibliográficas utilizadas.

OBJETIVOS

Esta tesis doctoral tiene como objetivo principal proporcionar una mejor información sobre las relaciones entre la diversidad de los crustáceos, moluscos y equinodermos y las condiciones ambientales específicas que prevalecen en las aguas de Mauritania, con el fin de que los conocimientos generados contribuyan a la aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión pesquera, así como al diseño e implantación de medidas de protección que ayuden a la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas de Mauritania.

Este objetivo general incluye los siguientes objetivos específicos:

2.1 Inventario de la diversidad de los crustáceos decápodos, moluscos y equinodermos de la plataforma y talud continental de Mauritania.

2.2. Análisis de los patrones de distribución latitudinal y batimétrica de los decápodos, los moluscos prosobranquios y bivalvos, y los equinodermos.

2.3. Caracterización de la estructura, composición y distribución de las comunidades de decápodos, moluscos y equinodermos en base a los datos cuantitativos de abundancia y biomasa, y los factores ambientales de la columna de agua y el sedimento.

2.4. Análisis de las variaciones de la biodiversidad y de las comunidades de decápodos en las dos estaciones hidrológicas (fría y cálida).

ÁREA DE ESTUDIO

DESCRIPCIÓN GENERAL

La República Islámica de Mauritania se localiza en la región noroccidental de África, entre los paralelos 15°N y 21°N norte, ocupando su Zona Económica Exclusiva (ZEE) en el Atlántico Centro-Oriental una superficie de 141.334 km² (**Figura 7**). El país comparte fronteras con Senegal y Sahara Occidental, Mali y Argelia y con el Océano Atlántico y constituye un puente geográfico y cultural entre el Magreb Árabe y el África Subsahariana occidental (Ramos et al., 2017b).

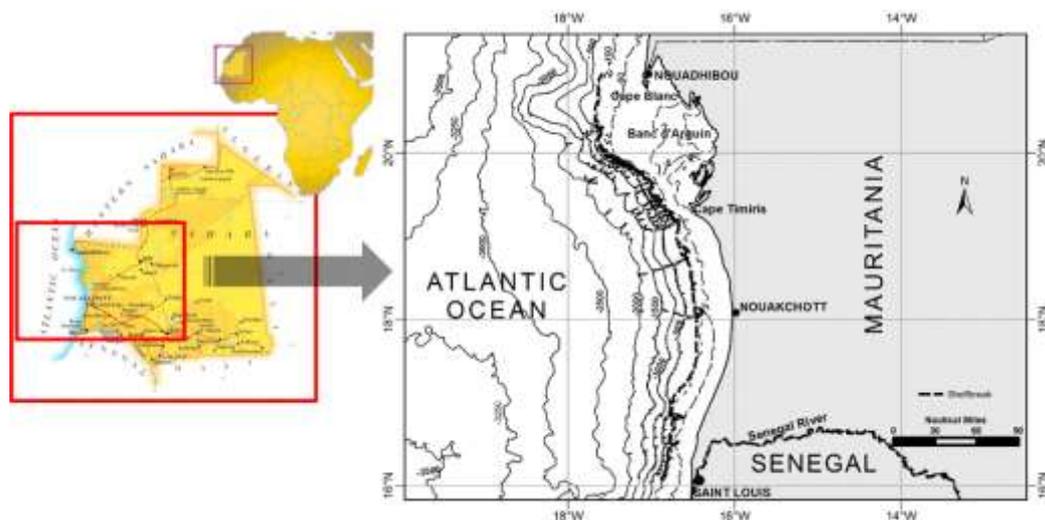


Figura 7. Situación de la costa de Mauritania con los principales topónimos geográficos citados (en Ramos et al., 2017b).

La costa mauritana se extiende desde la península de Cabo Blanco, en el norte, hasta el río Senegal, en el sur, a lo largo de 754 km, bordeando el desierto del Sahara, que cubre tres cuartas partes de su superficie terrestre. El polvo del desierto que arrastran los vientos es, de hecho, la principal fuente de nutrientes que llegan al fondo marino, lo que afecta significativamente a la productividad, especialmente al encontrarse bajo un régimen de afloramiento (Gelado-Caballero, 2015).

La característica fisiográfica costera más notable es el Banco de Arguin, un amplio golfo que se extiende por un tercio de la costa de Mauritania, entre la península de Cabo Blanco y el cabo Timiris. En esta región, la plataforma continental se extiende hasta 110 - 120 km, incluso alcanzando los 150 km en ciertos lugares (Hanebuth y Lantzsch, 2008). Al sur del cabo Timiris, la plataforma se estrecha, no superando los 60 km frente a Nouakchott. Desde Nouakchott hasta la frontera con Senegal, se reduce nuevamente su

anchura a 35-40 km (Domain, 1985; Ramos et al., 2017b; Wienberg et al., 2018). La ruptura de pendiente de la plataforma se localiza aproximadamente a 120 m, aunque en algunas áreas se produce incluso a 50 m de profundidad (Sanz et al., 2017a).

La zona costera es generalmente arenosa y plana, excepto en la zona de Cabo Blanco, que es de tipo rocoso (Domain, 1985), y está salpicada de lagunas de agua salada llamadas 'sebkhas'. El río Senegal, que sirve de frontera entre Mauritania y Senegal, que es el único río permanente en Mauritania, fertiliza la zona sur del país al proporcionar una cantidad significativa de sedimentos terrígenos al mar (Roudier et al., 2014; Ramos et al. al., 2017b). El clima predominante es cálido, de tipo desértico a semidesértico.

La costa de Mauritania se localiza en una de las cuatro principales regiones de afloramiento de los océanos, bajo la influencia de la Corriente de Canarias y en la zona de desplazamiento del Sistema Frontal de Cabo Verde (Pelegrí et al., 2017; Klenz et al., 2018). La región es la más productiva del ecosistema de afloramiento de la Corriente de Canarias y se caracteriza por la presencia de las masas de agua Central del Atlántico Sur (SACW), rica en nutrientes y con condiciones de hipoxia, y altas tasas de deposición de polvo en el aire, debido a su proximidad al desierto del Sahara (Aristegui et al., 2009). Las aguas mauritanas también se caracterizan por afloramientos estacionales de aguas frías profundas, que dependen directamente de los vientos alisios predominantes en la región.

La fuerte variabilidad espacio-temporal de las condiciones hidrológicas, como resultado de su posición en la zona de transición del frente hidrodinámico subtropical (Convergencia Intertropical) (Barton et al., 1998; Vonk, 2001), junto con las particulares características geomorfológicas de su fondo marino, juegan un papel crucial en los fenómenos de afloramiento y la elevada productividad de las aguas mauritanas (Valdés y Dénis-González, 2015; Loktionov, 1993). Gracias a ello, la costa de Mauritania constituye un lugar idóneo para el crecimiento de numerosos especies de especies pelágicas y demersales que encuentran abundante alimento en estas aguas prácticamente durante todo el año (IMROP, 2013). Como consecuencia, esta alta productividad ha atraído a flotas pesqueras internacionales, que han faenado en la región durante más de 50 años (Sobrinho y García, 1992; IMROP, 2013), explotando los recursos pelágicos y demersales de peces, crustáceos y cefalópodos.

Además de la alta tasa de productividad y la riqueza en recursos marinos (Demarcq y Benazzouz, 2015), las aguas mauritanas también se caracterizan por una alta biodiversidad, constituyendo una zona de transición entre la fauna marina templada y tropical (Le Loeuff y Von Cosel, 1998; Spalding et al. al., 2007).

GEOMORFOLOGÍA DEL MARGEN CONTINENTAL

El margen continental de Mauritania reviste un gran interés, tanto a nivel geomorfológico, como ecológico, ya que alberga, además de estructuras geológicas particulares, hábitats de alta vulnerabilidad (EMVs) que acogen una elevada diversidad faunística (Sanz et al., 2017a; Ramos et al., 2017e).

Las primeras exploraciones y mapas batimétricos y geomorfológicos del margen mauritano fueron realizados en la década de los 70 (ver Seibold, 1972; Uchupi et al., 1976; Jacobi y Hayes, 1982, entre otros), mientras que los primeros mapas sedimentológicos y geomorfológicos de la plataforma fueron publicados por Domain (1977, 1980, 1985). Posteriormente, otras investigaciones se han centrado en el estudio de los sistemas de cañones submarinos y los arrecifes de corales de agua fría, los grandes deslizamientos submarinos del talud y los procesos sedimentarios de la plataforma continental (Krastel et al., 2005, 2006, 2012; Colman et al. 2005; Michel et al., 2009; Westphal et al., 2007, 2013; Klicpera et al., 2015; Eisele et al., 2011, 2014; ver referencias completas en Sanz et al., 2017a).

Durante las campañas *Maurit* el fondo marino de la plataforma y el talud continental mauritano, comprendido entre 100 y 2000 m de profundidad (31.300 km²) fue cartografiado en su totalidad de manera detallada, mediante ecosonda multihaz. Los principales hábitats vulnerables fueron además, caracterizados a nivel oceanográfico y faunístico (**Figura 8**) (Sanz et al., 2017a,b; Ramos et al., 2017c,d,e).

La configuración morfológica actual del margen de Mauritania es el resultado de una interacción compleja de procesos geológicos y cambios climáticos ocurridos desde el Mioceno hasta el Período Húmedo Africano (AHP), que incluye la última deglaciación y el rápido aumento del nivel del mar. La remobilización de algunas fallas y/o la actividad de procesos volcánicos en las áreas adyacentes han originado deslizamientos en el talud, así como el desarrollo de grandes sistemas de cañones submarinos, procesos que no han cesado por completo en la actualidad (Sanz et al., 2017a).

En general, la plataforma interna es poco profunda, en particular en la zona del Banco de Arguin, que en su mayor parte está constituida por extensos bancos de arena con decenas de pozos y agujeros que cortan profundamente la plataforma continental, poniendo en contacto zonas someras, de menos de 10 m, y áreas que alcanzan profundidades de 300 a 400 m (Domain, 1985). Más al sur, la frecuencia de aparición de estos pozos disminuye.

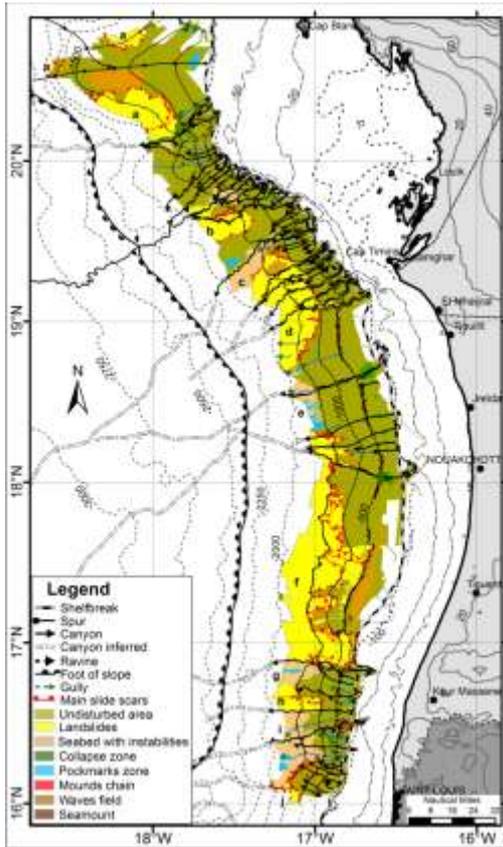


Figura 8. Principales características geomorfológicas de la plataforma profunda y el talud continental de Mauritania (en Sanz et al., 2017a).

Los sedimentos del lecho marino están compuestos principalmente de arena y fango, con muy poca grava, con un contenido de materia orgánica que sigue el patrón de distribución general. La cubierta sedimentaria de la plataforma del Banco de Arguin se caracteriza por la existencia de grandes áreas de arena gruesa, rica en restos de conchas y alto contenido en carbonatos, más del 65%, e incluso del 75% en algunas áreas (Sanz et al., 2017a). Sin embargo, al sur de Cabo Timiris, los sedimentos están compuestos por arenas muy finas, con un bajo porcentaje de carbonato (Domain, 1980, 1985).

También el fondo marino del talud continental es irregular, con fuertes cambios en el gradiente de la pendiente, y se caracteriza por la presencia de estructuras geomorfológicas de gran interés, entre las que se cuentan: 1) sistemas formados por más de 70 cañones y canales profundos, que se localizan principalmente en la zona norte, frente al Banco de Arguin; 2) la barrera gigante de montículos de corales de aguas frías de 600 km de longitud, situada a una profundidad de aproximadamente 500 m; 3) una serie de deslizamientos de sedimentos profundos de enormes dimensiones (Sanz et al., 2017a) (**Figura 9**).

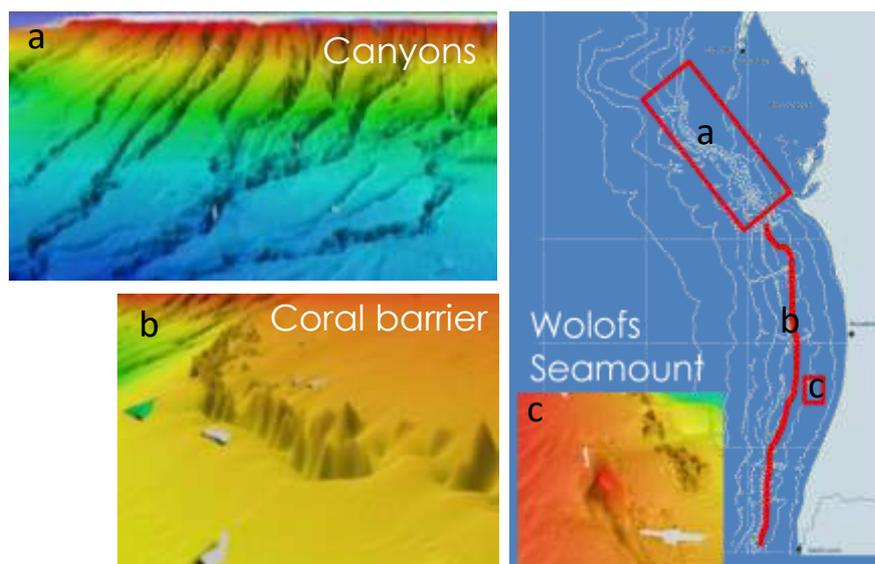


Figura 9. Localización de los tres principales hábitats de fondos duros en el talud de Mauritania: (a) cañones de la zona norte frente al Banco de Arguin; (b) la barrera gigante de montículos de corales de aguas frías; y (c) la pequeña montaña submarina Wolof's (en Ramos et al., 2017e).

Cañones submarinos

El margen continental mauritano acoge más de 70 cañones submarinos y barrancos prominentes, la mayoría de los cuales forman parte de nueve grandes sistemas de cañones, que de norte al sur fueron nombrados como Tanoûdêrt, Arguin, Louik, Timiris, Tioulit, Nouakchott, Wolof's, Maurit, Keur Massene y Trarza. Los cañones se localizan principalmente en la zona norte, entre Cabo Blanco y Cabo Timiris, y en el sur, entre los 18°50'N y la frontera senegalesa (**Figura 8**, de Sanz et al., 2017a).

La plataforma y el talud del norte de Mauritania, frente a la costa del Banco de Arguin, está atravesada por casi treinta cañones sinuosos que pueden tener entre 8 y 70 km de longitud, hasta 700 m de profundidad, y hasta 5-7 km de anchura, con paredes muy empinadas. Alguno de ellos pueden extenderse hasta la mitad del Atlántico (Sanz et al., 2017a).

En los bordes rocosos de algunos de estos cañones se descubrieron densas comunidades de fauna suspensiva, con alta diversidad, constituidas por esponjas, corales de agua fría, gorgonias, hidrozoos y bivalvos. Entre las principales especies registradas en los cañones del norte de Mauritania se encontraron los corales de aguas frías *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata* y *Dendrophyllia cornigera*, la gorgonia *Acanthogorgia armata* y la ostra gigante *Neopycnodonte zibrowii* (Ramos et al., 2017d,

e). El registro más septentrional de *Lophelia pertusa* viva en aguas mauritanas fue localizado en el cañón de Tanoûdêrt (latitud 20°14'36"N) (Freiwald et al., 2012; Ramos et al., 2017e).

La barrera de montículos de coral de aguas frías

A lo largo del talud continental de Mauritania, desde el cañón de Tanoûdêrt, frente al banco de Arguin, y la frontera con Senegal, existe una barrera casi continua de corales de aguas frías, que había sido parcialmente identificada durante las exploraciones destinadas a la explotación de hidrocarburos (Colman et al., 2005), y que fue cartografiada en su totalidad posteriormente durante las campañas españolas *Maurit* (Sanz et al., 2017a,b).

La barrera se extiende a lo largo de casi 580 km, constituyendo la estructura coralina de aguas profundas más grande del mundo (Hovland, 2008; Ramos et al., 2017c; Sanz et al., 2017a). Tanto en la zona norte como en la sur, está cortada por numerosos cañones, y en algunos tramos está interrumpida por deslizamientos submarinos, o está enterrada bajo depósitos sedimentarios. El arrecife de coral se localiza a ~500 m de profundidad, y tiene una anchura de entre 1.5 km y 3.0 km, aunque en algunas zonas es más estrecho. Algunos montículos tienen una altura de hasta 100 m con cumbres muy estrechas y están rodeadas de fosos de hasta 300 m de ancho y ~50 m de profundidad (Sanz et al., 2017a).

El arrecife de Mauritania está actualmente muy deteriorado, ya que está compuesto básicamente por corales muertos cementados en una matriz fangosa fosilizada o en proceso de litificación, con muy escasa epifauna sésil viva. *Lophelia pertusa* es el principal componente de la barrera, aunque también aparecen otras especies de corales, como *Madrepora oculata* y *Dendrophyllia cornigera*. El declive del arrecife probablemente sea el resultado de condiciones ambientales desfavorables para el crecimiento de los corales, tales como la acidificación y la dinámica sedimentaria, que tuvieron lugar a partir del Holoceno (Ramos et al. 2017c; Wienberg et al., 2018). Sin embargo, la barrera juega un papel ecológico muy importante en el talud continental de Mauritania como característica geográfica determinante de la distribución y separación de las comunidades bentónicas, entre la fauna costera y la fauna profunda (Ramos et al., 2017e).

Aunque Colman et al. (2005) y Eisele et al. (2011) solo encontraron algunos pólipos vivos de *L. pertusa* y *M. oculata* en varias localidades al sur del cabo Timiris, Freiwald et

al. (2012) y Ramos et al. (2017c) registraron importantes comunidades vivas de *Lophelia pertusa* y suspensívoros sésiles en los cañones, frente al Banco de Arguin y el río Senegal. Estas comunidades estaban formadas, además de por *L. pertusa*, por otras escleractinias, como *Madrepora oculata*, *Caryophyllia* spp. y *Javania cailleti*, el bivalvo *Acesta excavata*, esponjas incrustantes, gorgonias, corales negros, hidrozoos, briozoos y ascidias.

CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA

Las aguas mauritanas pertenecen al Gran Ecosistema Marino ligado a la Corriente de Canarias, que fluye hacia el sur a lo largo de la costa africana, extendiéndose aproximadamente entre los 43°N y 12°N (Arístegui et al., 2009). Otra característica importante es la presencia en el norte de Mauritania del Sistema Frontal de Cabo Verde (CVFZ), una frontera oceanográfica que separa las aguas tropicales cálidas del sur de las aguas templado-frías del norte, lo que influye fuertemente en el clima y en la distribución de las especies.

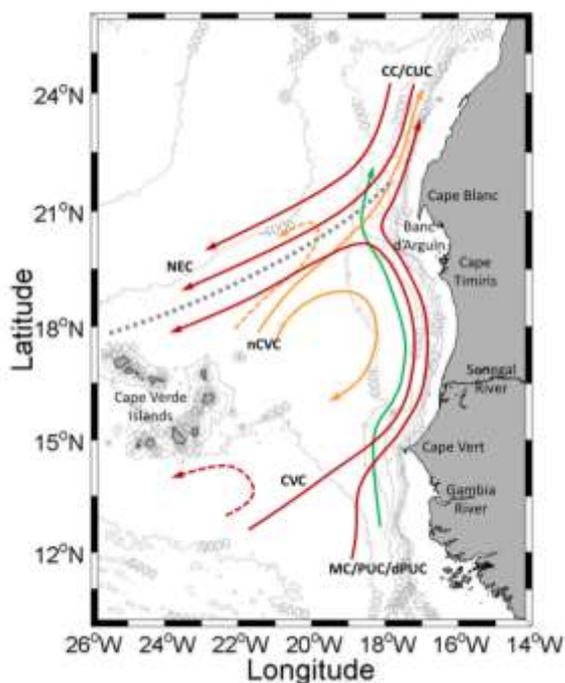


Figura 10. Representación esquemática de los sistemas de corrientes que afectan a la costa de Mauritania (de Pelegrí et al., 2017).

La plataforma y el talud continental están ocupados por cuatro masas de agua diferentes: 1) las aguas superficiales mixtas, a una profundidad de 100-150 m; 2) el agua central del Atlántico Norte y Sur (NACW y SACW, respectivamente), la última de las

cuales tiene un mayor contenido en nutrientes y menor concentración de oxígeno, que se localizan entre aproximadamente 100-600 m; 3) el agua Antártica Intermedia (AAIW), a aproximadamente 600-1000 m; y 4) el agua profunda del Atlántico Norte (NADW), a 1000-1600 m (Pastor et al., 2012). Dos corrientes principales, la corriente superficial de Mauritania (MC) y la contracorriente subsuperficial hacia el polo (Poleward Undercurrent, PUC), fluyen a lo largo de la plataforma y el talud superior, llevando las masas de agua superficiales y la SACW hacia el norte (**Figura 10**).

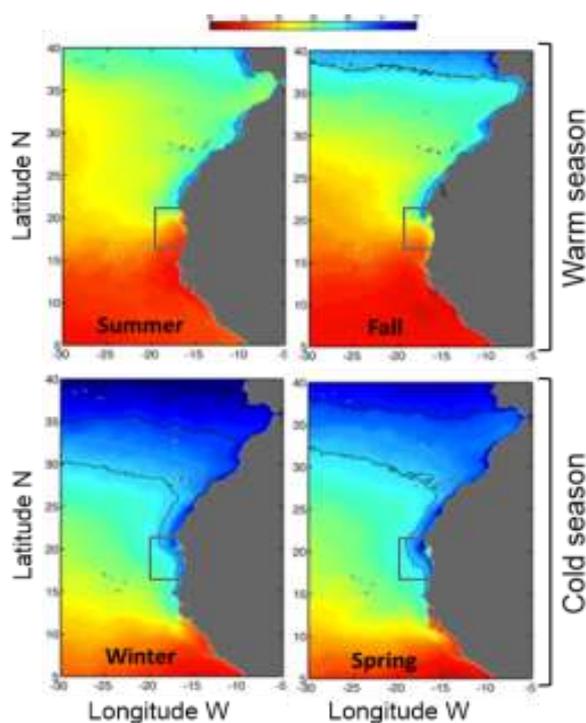


Figura 11. Distribuciones de la temperatura superficial (SST, °C) durante las estaciones cálida (verano y otoño) y fría (invierno y primavera) (adaptado de Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015).

Además de lo citado, la prevalencia y la fuerza de los vientos alisios de superficie, que fluyen desde el noreste y son dominantes en la región, son también responsables de los fenómenos de afloramientos estacionales. Estos vientos alisios alcanzan su punto máximo en invierno y primavera (de diciembre a mayo), lo que se traduce en afloramientos costeros y mar adentro, así como en una disminución de las temperaturas superficiales y en la aparición de estrechas bandas de agua fría en zonas poco profundas (**Figura 11**) (Pelegrí et al., 2017). Este período corresponde a la estación hidrológica fría. En contraste, durante los meses de verano y otoño, los vientos alisios caen al sur del cabo Timiris, y la cuenca de Mauritania es ocupada por aguas cálidas aportadas por la corriente meridional de Guinea. Durante esta estación cálida, el afloramiento costero se debilita y se limita a la zona norte, entre Cabo Blanco y Cabo

Timiris, donde persiste durante todo el año (Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015; Pelegrí et al., 2017).

Esquemáticamente, los fenómenos de afloramiento ocurren cuando el transporte de Ekman impulsado por el viento, arrastra la capa de agua superficial lejos de la costa, hasta alta mar, reponiéndose las aguas superficiales gracias al transporte de las aguas profundas hacia la zona costera. Esta corriente ascendente aporta agua rica en nutrientes a la zona eufótica, generando una proliferación de fitoplancton que mantiene una alta producción primaria durante las épocas de afloramiento (Solaris, 1961; Miranda et al., 2012; Valdés y Déniz-González, 2015).

Además, alrededor de Cabo Blanco, un filamento gigante exporta estas aguas altamente productivas hasta 600 km de la costa mar adentro, enriqueciendo las aguas más profundas (**Figura 12**) (Sangrá, 2015).

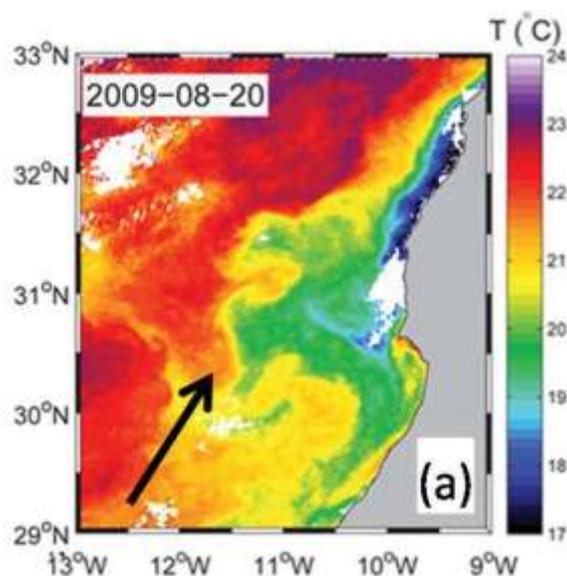


Figura 12. Imagen de satélite en la que se observa claramente el filamento gigante de Cabo Blanco.

Otro fenómeno muy interesante, desde el punto de vista hidrológico, que se observa en aguas de Mauritania es la presencia de un área con condiciones hipóxicas (**Figura 13**), una característica que se registra en los márgenes continentales de las principales áreas de afloramiento en todo el mundo (Helly y Levin, 2004; Levin y Sibuet, 2012). La OMZ (Oxygen Minimum Layer, por sus siglas en inglés) se extiende a lo largo de todo el talud superior, ocupando incluso las depresiones de los cañones, entre 400 y 550 m de profundidad. Este rango batimétrico se corresponde con el de la masa de aguas central del Atlántico Sur (SACW), que se localiza entre 100-600 m. Estas aguas se caracterizan por una muy baja tasa de renovación y una contribución sustancial de las regiones

subtropicales (Peña-Izquierdo et al., 2012, 2015; Pelegrí et al., 2017). Aunque las concentraciones mínimas de oxígeno disuelto registradas durante las campañas *Maurit* (1.0 a 1.3 mL L⁻¹) no fueron tan bajas como las encontradas en otras OMZ (0.2-0.5 mL L⁻¹) (Helly y Levin, 2004), su el impacto ecológico en la distribución de las comunidades demersales y bentónicas en el talud de Mauritania parece importante (Ramos et al., 2017e).

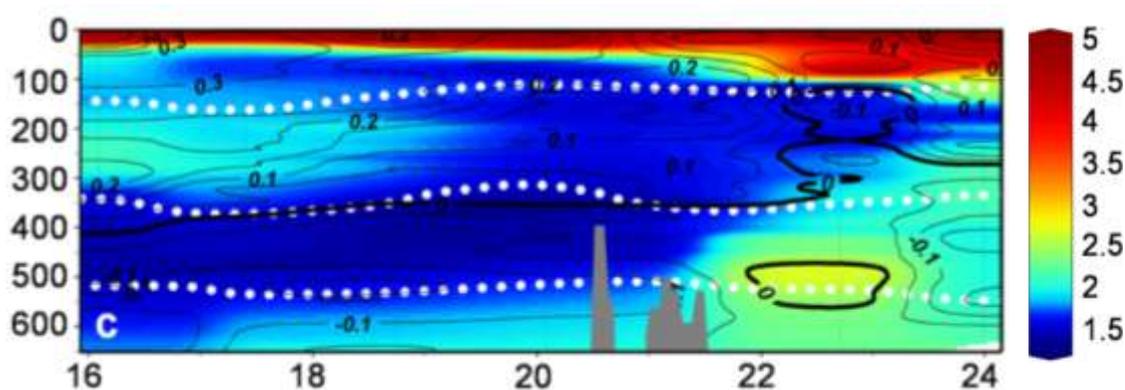


Figura 13. Distribución del contenido en oxígeno en una sección de la isóbata de 1000-m a lo largo del talud de Mauritania (de Pelegrí et al., 2017)

APORTE DE POLVO SAHARIANO

En la parte norte de la región noroccidental africana, principalmente frente a Mauritania, la acción fertilizante del afloramiento se ve reforzada probablemente por la afluencia de sustancias orgánicas en forma de restos vegetales, transportados al mar por las tormentas de arena (Domain, 1980; Wien et al., 2007) que soplan durante todo el año. De hecho, cantidades muy grandes de sedimentos, tanto de producción biogénica como de fuentes terrígenas, son transportadas por los vientos y redistribuidas en los depósitos sedimentarios de la plataforma y exportadas parcialmente de esta al talud y al mar profundo (**Figura 14**) (Michel et al., 2009; Schulz et al., 2012). Este importante proceso sedimentario es uno de los factores ambientales más notables que afectan a la productividad marina en un área que está sometida a un régimen de afloramiento (Henrich et al., 2008). Generalmente es aceptado que los depósitos de minerales y polvo de hierro en el océano pueden tener un impacto significativo en el proceso biogeoquímico marino de transferencia y dispersión de carbono en el mar, lo que en particular afecta a la absorción del mismo y a la productividad primaria de los océanos (Henrich et al., 2008; Schulz et al. 2012; Gelado-Caballero, 2015).

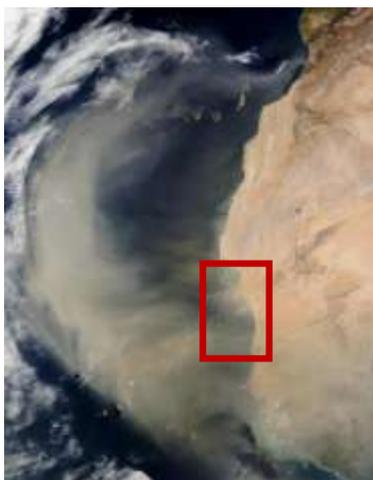


Figura 14. Imagen de satélite mostrando la extensión que puede alcanzar el transporte del polvo sahariano durante una tormenta de arena

Grandes cantidades de sedimentos eólicos son transportados desde el desierto del Sahara hasta la plataforma y el talud superior, desde dónde son exportados hacia las grandes profundidades marinas (Henrich et al., 2010). Los sistemas de cañones sirven como puerta de entrada para el transporte masivo de sedimentos hacia aguas profundas, lo que permite que grandes cantidades de estos ingresen en aguas profundas (Antobreh y Krastel, 2006; Wienberg et al., 2018). De hecho, existen varios deslizamientos submarinos de sedimentos de gran tamaño a lo largo de todo el margen de Mauritania que afectan a grandes áreas del fondo marino (Jakobi y Hayes, 1982; Wien et al., 2007), uno de los cuales, conocido como el Complejo de Deslizamiento Mauritnano (Mauritanian Slide Complex, por su nombre en inglés) es uno de los más grandes del margen continental del noroeste de África (Antobreh y Krastel, 2006; Sanz et al., 2017a;).

MATERIAL Y MÉTODOS

El material faunístico y los datos utilizados en la presente tesis fueron obtenidos a lo largo de seis campañas de investigación marina de carácter multidisciplinar, dos noruegas y cuatro españolas, realizadas en la plataforma y el talud continental de Mauritania entre 2007 y 2012 (Ver Anexo).

Durante las seis campañas, se desarrolló un intenso programa dedicado al muestreo del megabentos y de los parámetros medioambientales, en el marco del proyecto EcoAfrik, un proyecto español centrado en el estudio de la biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de aguas africanas, que desarrollan conjuntamente el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y la Universidad de Vigo (UVigo), desde 2004. Este equipo participa también en los proyectos CCLME y EAF-Nansen de la FAO, y como responsables en el programa de muestreo del bentos a bordo en estas campañas.

El estudio taxonómico de los decápodos, moluscos (prosobranquios y bivalvos) y equinodermos, así como el análisis de los datos cuantitativos y ambientales recopilados en 411 estaciones de arrastre de fondo muestreadas durante las seis campañas han permitido analizar la diversidad, distribución y estructura de las comunidades de estos táxones bentónicos en aguas mauritanas.

CAMPAÑAS

Entre 2007 y 2010, en el marco de su cooperación bilateral, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), en colaboración con la Universidad de Vigo, realizaron cuatro campañas multidisciplinarias (*Maurit-1107*, *Maurit-0811*, *Maurit-0911* y *Maurit-1011*) en la ZEE de Mauritania (Hernández-González et al., 2008; Ramos et al., 2017a, b).

Aunque el objetivo principal de estas campañas era la evaluación de los stocks de especies comerciales explotadas y la búsqueda de nuevos recursos demersales en la plataforma y talud continental de Mauritania, entre 80 y 2000 m de profundidad, las campañas tuvieron un carácter multidisciplinar. Por ello, incluyeron la prospección geomorfológica, muestreo oceanográfico de las masas de agua y el estudio de los invertebrados bentónicos, capturados como fauna acompañante en los arrastres de fondo. Durante las dos últimas campañas, *Maurit-0911* y *Maurit-1011*, se realizaron esfuerzos especiales para la caracterización de los ecosistemas de los fondos duros del talud, como son la barrera gigante de corales de aguas frías, los sistemas de cañones de la zona norte, ubicados en el área del Banco de Arguin, y la pequeña montaña

submarina (Wolof's Seamount), descubierta al sur de Nouakchott durante las campañas *Maurit* (Ramos et al., 2017c, d; Sanz et al., 2017a, b).

Las campañas *Maurit* tuvieron una duración de un mes y se celebraron entre mediados de noviembre y mediados de diciembre en años sucesivos entre 2007 y 2010, contabilizándose por tanto cuatro meses de trabajo en Mauritania.

Durante las cuatro expediciones se llevaron a cabo 291 arrastres de fondo con arte comercial sobre los fondos blandos (Anexo; **Figura 15** izqda.), se prospectaron 28.122 km² mediante ecosonda multihaz, se recolectaron 211 muestras de sedimentos y se registraron 267 perfiles oceanográficos (Ramos et al., 2017b).

En 2011 y 2012, la FAO, en el marco de sus proyectos CCLME y EAF-Nansen (FAO, 2003), realizó dos campañas multidisciplinarias regionales, a lo largo de la zona continental del noroeste de África, entre el Estrecho de Gibraltar (Marruecos) y el límite sur de Guinea, frontera con Sierra Leona (*CCLME-1110* y *CCLME-1205*).

Las campañas fueron dirigidas por el Instituto Noruego de Investigación Marina (IMR, Bergen, Noruega), en colaboración con los institutos de investigación marina y pesquera de los países africanos y otros socios internacionales, como el IEO y la Universidad de Vigo (Krakstad et al., 2011, 2012).

Las dos expediciones de la FAO se llevaron a cabo desde mediados de octubre hasta mediados de diciembre de 2011, y en mayo-julio de 2012, cubriendo las dos estaciones de transición hidrológica (Pelegrí y Benazzouz, 2015).

Aunque el objetivo principal de estas dos campañas fue la evaluación de los recursos pelágicos y demersales, ambas trataron también de establecer el estado de referencia del ecosistema a nivel regional mediante la recopilación de datos sobre todos los factores medioambientales en el Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Canarias (CCLME).

Un total de 46 estaciones de arrastre se llevaron a cabo al final de la estación cálida (8 - 18 de noviembre de 2011) durante la campaña *CCLME-2011*, y 49 durante la estación fría (30 de mayo - 10 de junio de 2012) a lo largo de la campaña *CCLME-2012* en aguas de Mauritania. En las dos campañas, los arrastres se realizaron en las mismas estaciones con el objeto de que los resultados obtenidos en las dos estaciones hidrológicas pudiesen compararse (Krakstad et al., 2011, 2012) (Anexo; **Figura 15** drcha).

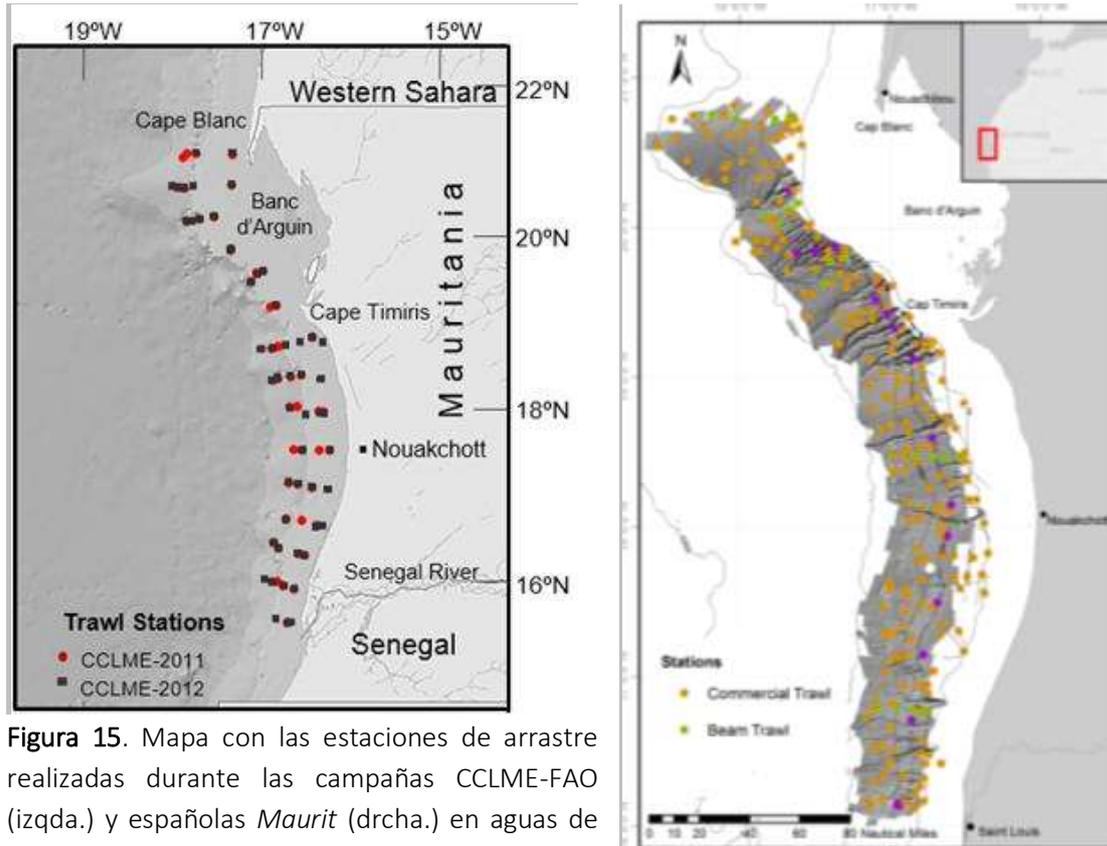


Figura 15. Mapa con las estaciones de arrastre realizadas durante las campañas CCLME-FAO (izqda.) y españolas *Maurit* (drcha.) en aguas de Mauritania (Mapa CCLME de Mohamed Moctar et al., 2020).

BUQUES DE INVESTIGACIÓN

Dr. Fridtjof Nansen

Las dos campañas del CCLME de la FAO se llevaron a cabo a bordo del buque de investigación noruego *Dr. Fridtjof Nansen*, propiedad de la Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo (NORAD), y tripulado y operado por el Instituto Noruego de Investigación Marina (IMR, Bergen, Noruega) (**Figura 16** izqda.).

El buque de investigación tiene una eslora de 56,8 m, y 12,5 m de manga, calado máximo de 6,9 m y 1.444 TRB. Con una potencia de motor de 2.700 HP, el barco alcanza una velocidad de crucero de 13 nudos y de 10-11 nudos para levantamiento acústico (Tabla 1). El barco está equipado con dos maquinillas de pesca, con capacidad para la realización de arrastres hasta 2.000 m de profundidad, laboratorios especializados, que incluyen un laboratorio húmedo para pesca, laboratorios biológicos, ambientales e hidrográficos, y una sala de procesamiento de datos. El buque puede acomodar a 32 personas, incluyendo tripulación y científicos.

El *Dr. Fridtjof Nansen* está equipado con aparejos para el arrastre pelágico, cerco y red de arrastre de fondo Super Gisund, así como de aparejos de enmalle, palangres y líneas de mano para campañas de evaluación de recursos pelágicos y demersales.



Figura 16. Los buques de investigación noruego y español, *Dr. Fridtjof Nansen* (izqda.) y *Vizconde de Eza* (drcha.), a bordo de los cuales se recogieron el material faunístico y los datos biológicos y medio- ambientales que han servido de base a este trabajo de doctorado.

Vizconde de Eza

Las campañas *Maurit* se llevaron a cabo a bordo del buque oceanográfico español *Vizconde de Eza*, perteneciente a la antigua Secretaría General de Pesca (SGP) y adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (**Figura 16** drcha.).

El buque tiene 53 m de eslora, 13 m de manga y 1.400 toneladas de registro bruto (TRB), y está equipado con un motor de 1.800 kw, alcanzando una velocidad de crucero de 13 nudos y una autonomía de 40-50 días (**Tabla 1**). El barco está equipado con dos maquinillas de pesca, con capacidad para realizar maniobras de arrastre hasta 2.000 m de profundidad. cuenta con seis laboratorios especializados, que incluyen biología, química, acústica, física, sistemas de información un laboratorio húmedo y una sala de procesado. El buque puede alojar a 35 personas, incluidos 19 tripulantes y 16 científicos.

Tabla 1. Principales características de los buques oceanográficos *Dr. Fridtjof Nansen* y *Vizconde de Eza*.

Buque	Nacionalidad	Eslora (m)	Manga (m)	TRB	Personal
<i>Dr. Fridtjof Nansen</i>	Noruega	56,8	12,5	1.444	32
<i>Vizconde de Eza</i>	Española	53,0	13,0	1.400	35

TRABAJOS EN EL MAR

Aparatos de muestreo biológico

Arrastre de fondo comercial

Entre los artes de pesca más utilizados para la evaluación de los recursos pesqueros demersales y el estudio de la fauna megabentónica asociada se encuentra el arrastre de fondo comercial (Eleftheriou y Moore, 2005). Por esta razón, la mayoría de las colecciones de decápodos, moluscos y equinodermos, así como los datos que han constituido la base de esta tesis doctoral, se tomaron básicamente utilizando una red de arrastre demersal de tipo comercial que fue operada exclusivamente sobre los fondos blandos, durante las seis campañas citadas.

Durante las cuatro campañas *Maurit* se utilizó una red de arrastre comercial tipo Lofoten, con aberturas horizontal y vertical de 17,7 m y 5,5 m, respectivamente, y copo con una luz de malla de 35 mm. La red de arrastre fue aparejada para grandes profundidades, con 250 m de líneas de barrido, bobinas de acero de 14" de 32 cm de diámetro, flotadores de alta resistencia de 240 mm de diámetro y puertas de arrastre ovaladas de 850 kg. En las campañas CCLME se utilizó una red de arrastre Super Gisund, de dimensiones y armado semejante a la Lofoten, equipada con bobinas de goma de 12" y puertas de 1.670 kg (Hernández-González et al., 2008; Krakstad et al., 2011, 2012; Ramos et al., 2017a, b) (**Figura 17** izqda.).

Además, a lo largo de las seis campañas, se registraron las coordenadas geográficas precisas de los lances utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS). Los lances fueron monitorizados con sensores acústicos SIMRAD y SCANBAS conectados a la red y las puertas. Estos dispositivos proporcionaron información sobre las aberturas horizontal y vertical, la distancia entre las puertas, el momento de contacto con el fondo, y la distancia entre la red y el fondo marino.

Bou de vara

Durante las dos últimas campañas españolas *Maurit-0911* y *Maurit-1011* se llevaron a cabo arrastres con un bou de vara, un arte muy estable para el trabajo en aguas profundas y específico para la recolección de organismos epibentónicos y demersales con poca capacidad natatoria (Castillo et al., 2017).

El aparejo se compone de dos patines metálicos unidos por una barra metálica horizontal, que mantiene aberturas horizontales y verticales de 3,5 m y 0,7 m, respectivamente. El arte va provisto de una red de pesca externa de 30 mm de malla y un copo interior de 10 mm, protegida en su parte inferior por una cubierta que evita la abrasión de la red durante el arrastre sobre el fondo marino (**Figura 17** drcha.).

Las maniobras fueron igualmente monitorizadas con un sistema de telemetría acústica (SCANMAR) instalado en la red, que controlaba el contacto real con el fondo marino y el tiempo de barrido. Los arrastres tuvieron un tiempo efectivo de trabajo sobre el fondo de 15 minutos, a una velocidad de dos nudos (Castillo et al., 2017).

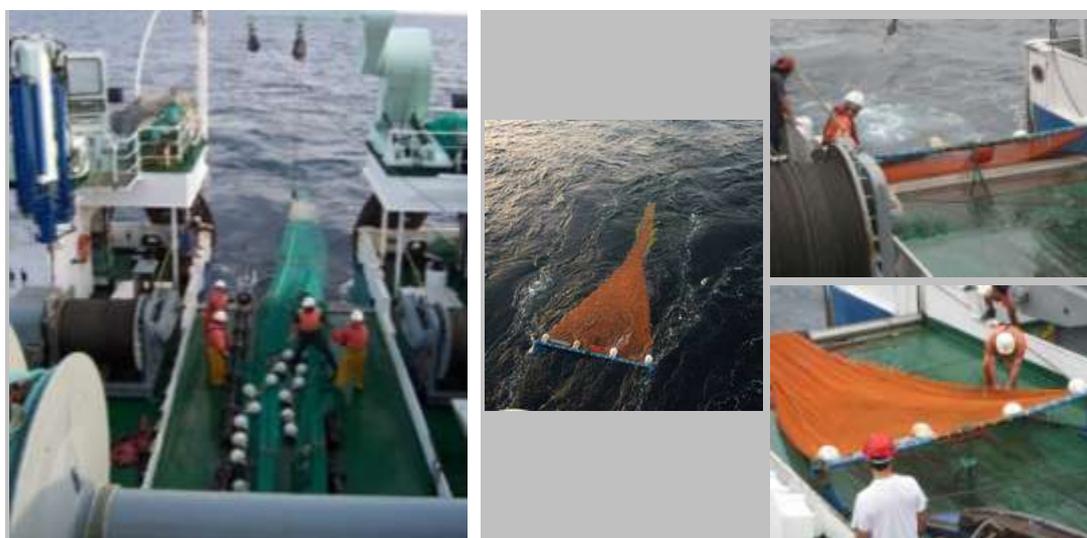


Figura 17. Detalles de los aparejos de arrastre de fondo de tipo comercial y bou de vara utilizados a bordo de los buques *Dr. Fridtjof Nansen* y *Vizconde de Eza*.

Metodología de muestreo

Las seis expediciones llevaron a cabo un total de 384 estaciones de muestreo mediante una red de arrastre de tipo comercial sobre los fondos blandos de toda la costa de Mauritania, entre las latitudes de cabo Blanco (20°50' N) y la frontera con Senegal (16°04'N), a profundidades comprendidas entre 19 y 1860 m. Noventa y tres de ellas se realizaron durante las dos campañas CCLME-FAO y 291 a lo largo de las cuatro campañas *Maurit*. En todas las campañas se siguió el método de muestreo del área barrida. Durante las dos últimas campañas españolas (*Maurit-0911* y *Maurit-1011*)

también se muestrearon 25 estaciones suplementarias de arrastre con un bou de vara (Krakstad et al., 2011, 2012; Castillo et al., 2017; Ramos et al., 2017b) (**Figura 17**).

Campañas CCLME-FAO

Durante las campañas CCLME, el muestreo con el arte de arrastre comercial se realizó en transectos perpendiculares a línea de costa, separados 20 millas náuticas entre sí, que cubrieron el intervalo de profundidad entre ~20 m, próximo a la costa, y 500 m, en la zona del talud continental. Las estaciones de arrastre se llevaron a cabo en cuatro estratos batimétricos a lo largo de cada uno de los transectos: 20-50 m, 50-100 m, 100-200 m y 200-500 m de profundidad. Cuando el tiempo y las condiciones del fondo marino fueron apropiadas se realizaron estaciones de arrastre suplementarias a profundidades superiores a los 500 m. Los arrastres tuvieron una duración de 30 minutos y los que se realizaron a profundidades inferiores a 150 m se hicieron durante el día para reducir los posibles efectos de las migraciones diurnas de las especies.

En total, durante las campañas *CCLME-2011* y *CCLME-2012*, se realizaron 95 arrastres a profundidades comprendidas entre 19 y 748 m (Moctar et al., 2020).

Campañas Maurit

Las operaciones de arrastre de fondo en estas campañas se realizaron siguiendo el método del área barrida y un muestreo estratificado aleatorio. El área prospectada en las cuatro campañas se extendió a lo largo de toda la costa de Mauritania, cubriendo un área total de 34.500 km². Para llevar a cabo el muestreo aleatorio estratificado se establecieron cuadrículas de 10 × 10" como unidad básica de muestreo. El área de estudio se dividió en tres sectores latitudinales: Norte (20°50' N – 19°23' N), Central (19°23' N – 17°40' N) y Sur (17°40' N – 16°04' N) y seis estratos batimétricos: dos costeros (80–200 m y 200–400 m) y cuatro profundos (400–800 m, 800–1200 m, 1200–1500 m y 1500–2000 m). Los arrastres se realizaron a una velocidad media de 3 nudos, y el tiempo de arrastre varió de acuerdo con los estratos batimétricos: 30 minutos para los arrastres costeros (<400 m) y 60 minutos para los profundos (>400 m). Se muestrearon un total de 291 estaciones, de las cuales 283 se consideraron válidas.

Durante estas campañas también se realizaron 25 arrastres con un bou de vara en estaciones situadas a lo largo de cinco transectos perpendiculares a la línea de costa, en cinco estratos batimétricos (150, 300, 500, 1000 y 1500 m) (Castillo et al., 2017).

Tratamiento de las muestras a bordo

En cada estación, el muestreo de la captura se realizó en la cubierta de popa, en el caso de las campañas de la FAO, o en el parque de pesca, en el de las campañas españolas. Cuando las capturas fueron demasiado grandes y su muestreo total no era posible, se obtuvo una submuestra, que posteriormente fue extrapolada a la captura total mediante la aplicación de un factor de ponderación.

La mayoría de los especímenes recolectados se identificaron siempre al nivel taxonómico más bajo que era posible determinar con certeza. En todas las estaciones, cada una de las morfo-especies, que podían ser separadas como aparentemente diferentes, se contaron y pesaron por separado. Se obtuvieron fotografías del material fresco de todas las especies en todas las estaciones, con detalles de la anatomía externa de los especímenes. Finalmente, una colección representativa de los grupos faunísticos objeto de esta tesis (decápodos, moluscos y equinodermos), seleccionada en cada estación, fue fijada y preservada en una solución de etanol al 70% para su posterior estudio taxonómico en el laboratorio.

Durante las dos campañas CCLME, se conservó una colección de referencia completa para el proyecto EcoAfrik que se transportó a Vigo. Además, se obtuvieron colecciones duplicadas de cada área geográfica para los respectivos países costeros.

Los datos faunísticos y los detalles de las operaciones de arrastre fueron informatizados a bordo para su posterior análisis, después de la identificación definitiva de las colecciones en el laboratorio.

Parámetros medioambientales

Para establecer las relaciones entre los descriptores biológicos y las condiciones medioambientales, se recogieron datos oceanográficos de la columna de agua y muestras de sedimentos en las estaciones de arrastre de fondo.

En las campañas del CCLME-FAO se realizaron perfiles verticales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia en las 95 estaciones de arrastre mediante un CTD Seabird 911 (**Figura 18** izqda.). El oxígeno disuelto se midió usando un sensor de oxígeno SBE 43, y la fluorescencia mediante un fluorómetro Chelsea Mk III Aquatracka. Además, también se obtuvieron 154 perfiles de CTD a 30, 50, 100, 200, 500 y 1000 m, a

lo largo de cinco transectos perpendiculares a las líneas isobáticas (Krakstad et al., 2011, 2012).



Figura 18. Muestreo de parámetros oceanográficos y sedimentos a bordo del *Dr. Fridtjof Nansen* (izqda. y drcha.) y *Vizconde de Eza* (centro).

En las campañas *Maurit*, se incorporó un pequeño CTD de red al aparejo para el registro en continuo de la temperatura y la salinidad en la columna de agua y en el fondo durante el arrastre (**Figura 18** centro) (Ramos et al., 2017b).

En las tres últimas campañas *Maurit* y en las dos *CCLME-FAO* se recogieron muestras de sedimentos del fondo marino mediante un tubo de acero cilíndrico de 40 cm de largo y 9 cm de diámetro para su posterior análisis granulométrico y de contenido en materia orgánica y carbonatos (**Figura 18** drcha.) (Ramos et al., 2017b).

Todos los datos oceanográficos y los resultantes de los análisis sedimentológicos se utilizaron para construir las matrices de variables medioambientales por estación para su posterior análisis ecológico. Las variables físicas incluidas en estas matrices fueron: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), oxígeno (ml L^{-1}) y fluorescencia del agua en el fondo marino, y porcentajes de grava (>2 mm), arena ($2 - 0,0625$ mm), fango ($<0,0625$ mm), materia orgánica (OM) y contenido en carbonato (CaO_3) de los sedimentos. A estas variables se añadieron la latitud y la profundidad (m).

TRABAJOS DE GABINETE

Estudio taxonómico

El estudio taxonómico se realizó principalmente en el Laboratorio de Zoología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Vigo a lo largo de los meses de estancia de formación anuales. Pero, gracias a que durante las campañas del CCLME se conservó una colección duplicada para el IMROP, una parte del estudio taxonómico se ha podido continuar en Mauritania.

Antes de iniciar la identificación de las colecciones se realizó una revisión del estado de conservación de cada muestra, substituyendo en caso necesario los líquidos conservantes y las etiquetas. Posteriormente, la identificación taxonómica se realizó siguiendo la metodología específica de cada grupo, y en base a la literatura especializada relevante.

Crustáceos decápodos

La identificación específica de los crustáceos decápodos y estomatópodos se basa principalmente en el estudio de la morfología externa, en especial de ciertos apéndices, aunque la relevancia de los diferentes caracteres taxonómicos varía de un grupo a otro (**Figura 19**). Se empleó la bibliografía más apropiada para cada grupo faunístico. Por ejemplo, Zariquiey-Álvarez (1968) ofrece descripciones sucintas y esquemas de los caracteres más utilizados en la identificación taxonómica de los decápodos; Baba (2005) proporciona una descripción detallada de los Chirostylidae y Galatheidae; Ingle (1993) y Lemaitre (1989) se centran en los cangrejos ermitaños, mientras que el trabajo de Macpherson (1988) se refiere a Lithodidae. Entre las claves utilizadas señalamos la de Pérez-Farfante y Kensley (1997) para la determinación de los peneidos del mundo y la de Manning y Holthuis (1981), para los braquiuros de África occidental.

En algunos casos, las fotografías de los especímenes frescos tomadas a bordo durante las campañas han sido de gran ayuda para la identificación. Además, en el caso de identificaciones ambiguas, fue necesario recurrir a la revisión de material comparativo procedentes de campañas españolas, depositadas en las colecciones de referencia del Laboratorio de Zoología Marina en la Facultad de Ciencias del Mar. Una vez que se identificaron las especies, se obtuvieron datos biométricos de todos los especímenes examinados, así como datos relacionados con el sexo y la presencia de hembras ovadas y juveniles.

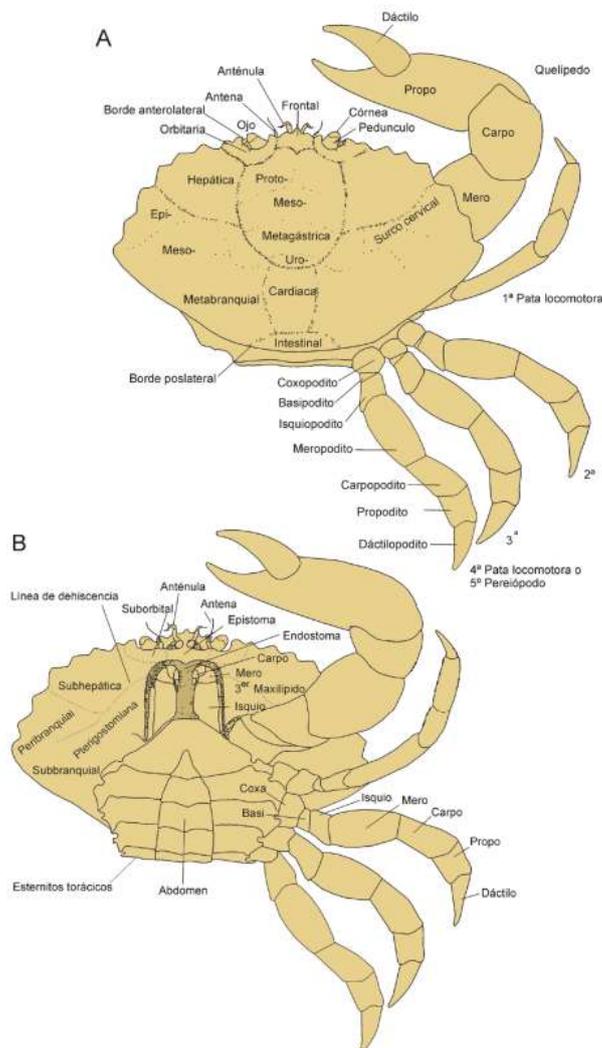
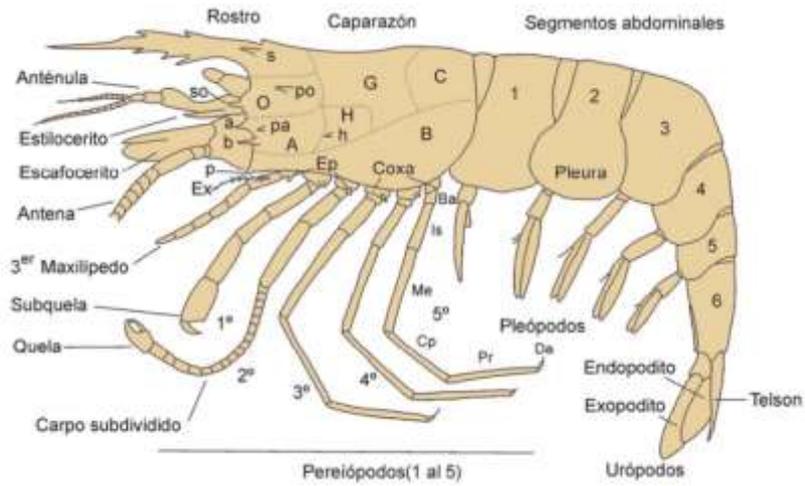


Figura 19. Esquemas mostrando los principales caracteres morfológicos externos que se utilizan en la identificación de los crustáceos decápodos: morfología de una gamba (Carideo) (arriba), y vistas dorsal y ventral de un cangrejo (Brachyura) (A y B) (de García-Raso y Ramírez, 2015).

Moluscos

El segundo grupo estudiado en el marco de este trabajo de doctorado fue el de los moluscos, en particular los gasterópodos y bivalvos. De manera similar al grupo anterior, la identificación específica se basa principalmente en la morfología de la concha. En el caso de los gasterópodos (subclase Prosobranchia) se puede identificar por las características de la protoconcha y teleoconcha (Figura 20 izqda.), los dientes de la rádula y la forma del opérculo. En los bivalvos, los caracteres comunes utilizados para su identificación se basan en la morfología de las valvas, principalmente, el número y la forma de los dientes de de la charnela, la posición del ligamento y la forma y el tamaño de las cicatrices musculares en su cara interna (Figura 20 drcha.). Solís (2002) ha publicado un diccionario etimológico en el que se recogen y definen los términos malacológicos más utilizados.

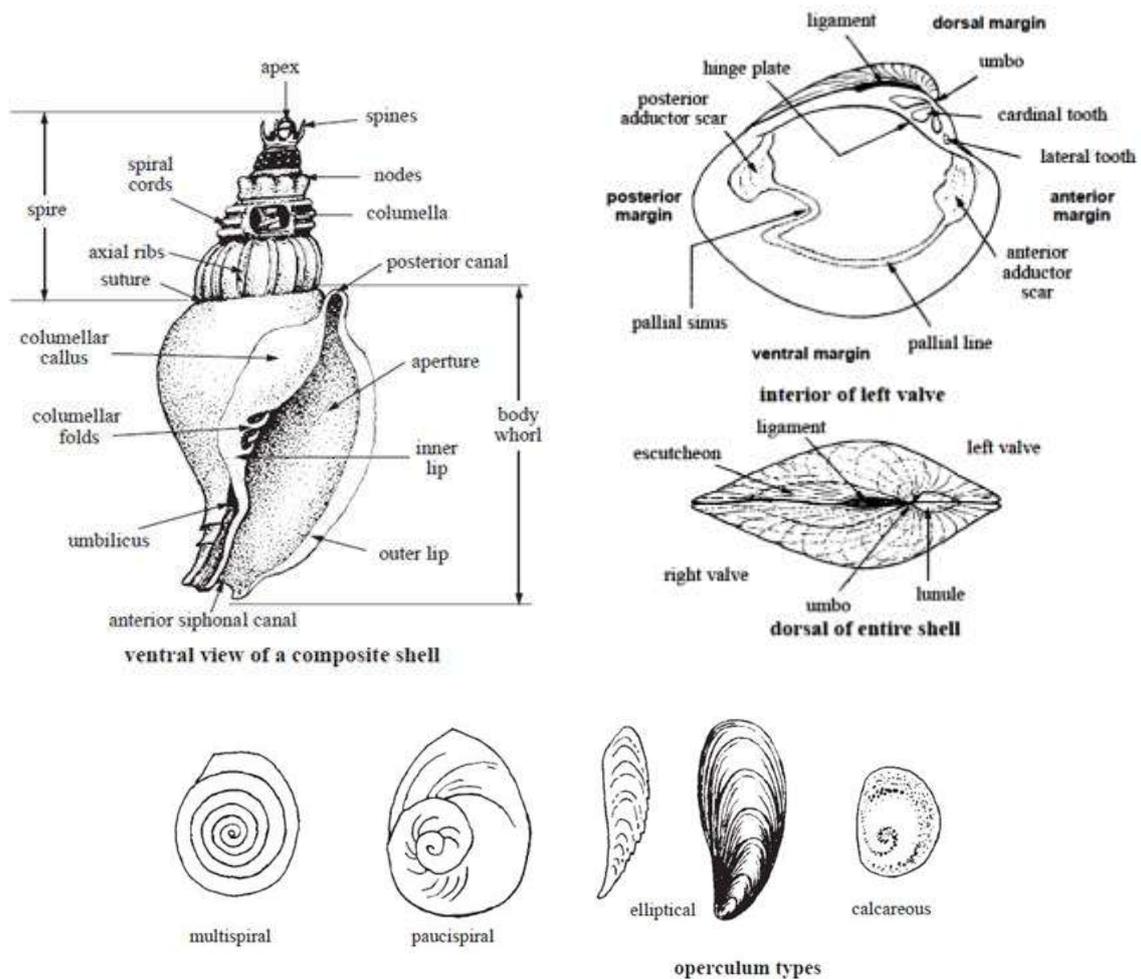


Figura 20. Esquemas mostrando los principales caracteres morfológicos que se utilizan en la identificación de los moluscos gasterópodos (izqda.) y bivalvos (drcha.). debajo, los tipos de opérculos

Equinodermos

En este trabajo de doctorado se han estudiado también las cinco clases de equinodermos. Su identificación es compleja y particular para cada una de los grupos, y se basa de manera general en detalles de su esqueleto interno formado por osículos calcáreos o placas con espinas y/o tubérculos, y de su sistema ambulacral (madreporito, placas ambulacrales) en las caras oral y aboral.

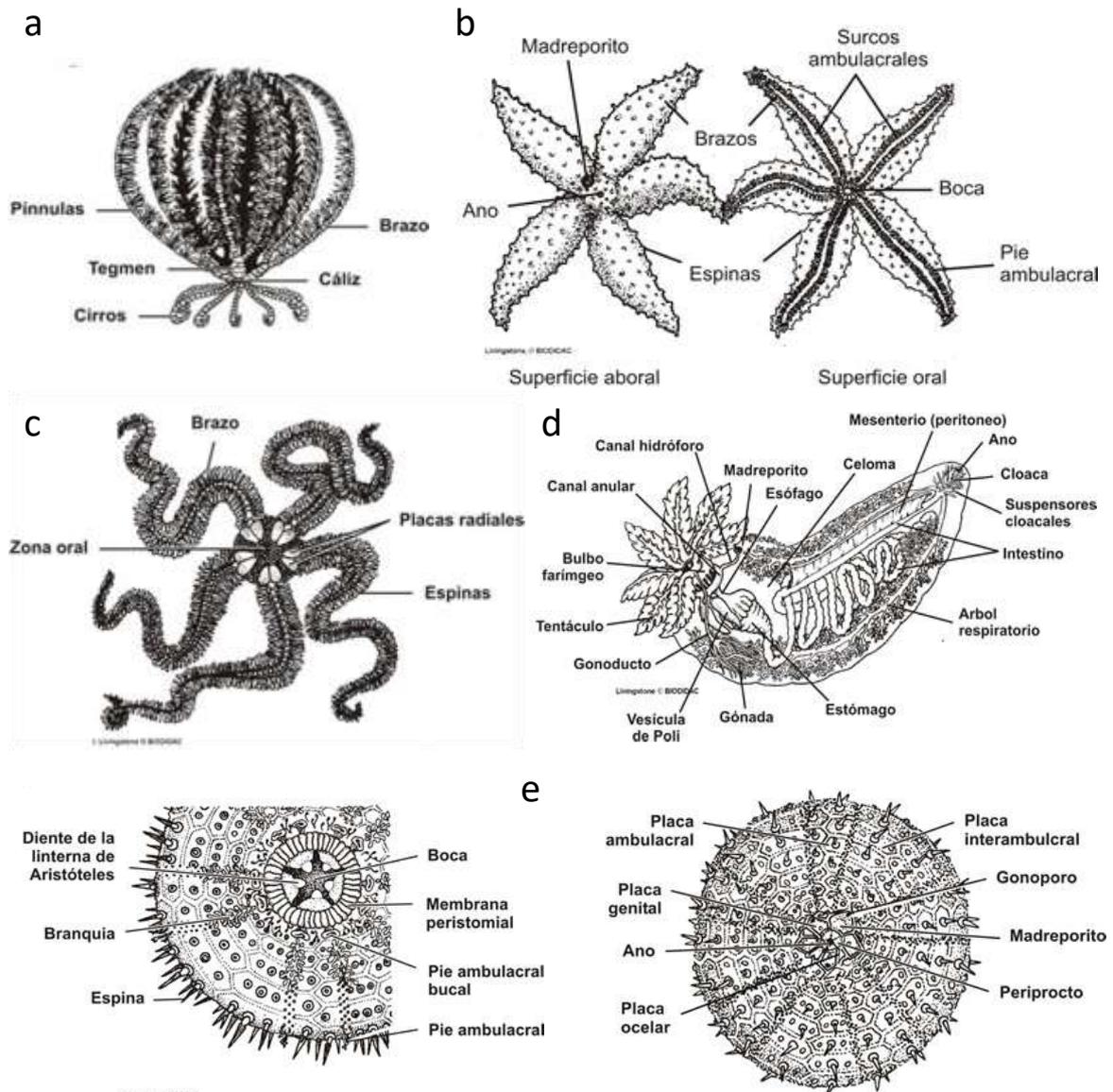


Figura 21. Esquemas mostrando los principales caracteres morfológicos básicos que se utilizan en la identificación de las distintas clases de equinodermos: a) Crinoidea, b) Asteroidea, c) Ophiuroidea, d) Holothuroidea, y e) Echinoidea (Fuente: Menéndez Valderrey (2006) <https://www.asturnatura.com/articulos/equinodermos/holoturias.php>).

En los tres casos, los especímenes identificados se prepararon para su conservación y se depositaron en las colecciones faunísticas de referencia del Laboratorio de Zoología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar (Universidad de Vigo) y en el Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP).

La clasificación adoptada, así como la nomenclatura específica utilizada en esta memoria es, en líneas generales, la seguida por Soto (2016) para crustáceos, Castillo (2017) para moluscos y Calero (2017) para equinodermos. Además, para cada especie se verificó la validez de la nomenclatura en la base de datos de acceso libre WoRMS (World register of Marine Species).

Tratamiento y análisis de datos

Los datos originales de abundancia (en número de individuos) y peso húmedo (en gramos) por estación de cada especie de decápodos, moluscos y equinodermos fueron estandarizados a un área de 0.1 km² —una superficie cercana al valor real del área barrida durante los arrastres (Ramil y Ramos, 2017)— con el fin de construir las matrices de densidad y biomasa (número y kg por 0.1 km²). Para la estandarización se utilizaron los datos del área barrida en cada uno de los arrastres, en base a las medidas de la abertura horizontal (estimada mediante los sensores acústicos colocados en la red), la velocidad de arrastre (aproximadamente 3 nudos) y la duración exacta de los mismos (Krakstad et al. 2011, 2012; Ramos et al., 2017b).

Posteriormente, se aplicaron análisis uni- y multivariantes a cada juego de datos cuantitativos obtenidos en las estaciones de arrastre comercial. Los descriptores ecológicos considerados fueron: frecuencia de cada taxon (O, considerada como la frecuencia de aparición en el total de los arrastres), y riqueza específica (S), densidad (N) y biomasa (B) por especie, familia y/o clase. También se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de equitabilidad de Pielou (J').

En el caso de los decápodos, los datos faunísticos se agruparon además en función de sus dos estrategias principales de vida, de acuerdo con la clasificación tradicional (Holthuis et al., 1993; Martin y Davis, 2001). Así, las familias de decápodos que viven directamente sobre el fondo marino se consideraron exclusivamente bentónicas (infraordenes Achelata, Anomura y Brachyura) y fueron incluidas en la categoría bentónicas o cangrejos (antiguo suborden Reptantia). Las familias meso-pelágicas y necto-bentónicas, que viven en la columna de agua —todos los grupos de gambas y camarones pertenecientes al suborden Dendrobranchiata e infraorden Caridea— se

agruparon en la categoría de pelágicos o gambas (antiguo suborden Natantia). Los descriptores se calcularon por separado para estos dos grupos, y para cada una de las dos estaciones hidrológicas. La significancia estadística de las posibles variaciones entre las dos estaciones hidrológicas se determinaron utilizando un análisis de varianza (ANOVA, prueba F de Fisher), suponiendo una distribución normal de las variables y rechazando la hipótesis nula (H0) a un nivel de significancia del 5% ($P > 0.05$).

Los valores medios de riqueza específica, densidad y biomasa por grado de latitud (entre los 20°N y 16°N) y rango de profundidad de 200 m también se estimaron para el total, —y en el caso de Mollusca y Echinodermata, para las diferentes clases separadamente—, con el fin de establecer y analizar las posibles diferencias en los patrones de distribución geográficos y batimétricos.

Para evitar dificultades en la interpretación de los resultados de los análisis multivariantes, como consecuencia del alto número de estaciones muestreadas (más de 400), los datos originales se aglutinaron en matrices de 25 estratos combinados latitudinales - batimétricos [para los cinco grados de latitud (20°N - 16°N) y los cinco rangos de profundidad (A: 20-200, B: 200-400, C: 400-800, D: 800-1200 y E: >1200 m)]. Así, antes de aplicar los análisis multivariantes —clustering, escalamiento multidimensional (MDS) y análisis de componentes principales (PCA)—, construimos las matrices de densidades y/o biomasa medias por especie, así como de los valores medios de las variables medioambientales y descriptores principales por estratos.

Para el análisis multivariante, se prepararon las matrices de similaridad después de la transformación de los datos de densidad y/o biomasa por la cuarta raíz cuadrada y la aplicación del índice de similaridad de Bray-Curtis (Clifford y Stephenson, 1975). Para la caracterización faunística de los principales agrupamientos identificados a través del análisis multivariante, utilizamos el SIMPER. Esta rutina determina la contribución porcentual de cada especie a la similaridad (especies típicas) y a la disimilaridad (especies discriminantes) dentro o entre los grupos determinados a partir del análisis, enumerando las especies en orden decreciente de sus contribuciones (Clarke y Warwick, 2001).

Para analizar el efecto de los factores ambientales de la columna de agua y el fondo marino, sobre los patrones de distribución y la estructura de las comunidades se utilizó BEST, con el método BIOENV y aplicando la correlación de rango de Spearman (Clarke et al., 2014). Las variables físicas incluidas en estos análisis fueron latitud, profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia en el fondo, así como los porcentajes de grava, arena, fango, materia orgánica y carbonato en los sedimentos.

En el caso de los decápodos, las correlaciones lineales (coeficiente de Pearson) entre la composición faunística y estructura de las distintas agrupaciones se examinaron utilizando la prueba de Mantel, en base a las matrices de similaridad de los 39 puntos de muestreo visitados durante las estaciones cálida y fría, respectivamente. Los mismos análisis también se aplicaron a las matrices de factores medioambientales de la columna de agua y el sedimento, considerando estos en su conjunto o por separado. El estadístico r de Mantel y los correspondientes valores de P se obtuvieron a partir de 10.000 permutaciones.

En el caso de los moluscos se llevaron a cabo otros análisis multivariantes adicionales — Análisis de Componentes Principales (PCA)— con objeto de explorar en profundidad la influencia de los factores ambientales en la estructura de los agrupamientos y de las variables bióticas. Este tipo de análisis proporciona una visión general de las relaciones lineales entre objetos (factores) y variables (observaciones) que muestran cuál tiene un fuerte efecto (correlación) sobre la variabilidad dentro de las diferentes asociaciones faunísticas.

Todos los análisis uni- y multivariantes se llevaron a cabo utilizando el paquete de software PRIMER v6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) (Clarke y Gorley, 2006) —en concreto las rutinas DIVERSE, CLUSTER, MDS, SIMPER y BEST—. Para el análisis PCA se utilizó el software XLSTAT de Excel. Los mapas se prepararon utilizando el software de cartografía temática y análisis espacial MapViewer (www.goldensoftware.com)

RESULTADOS

CRUSTÁCEOS DECÁPODOS

Una visión global de la biodiversidad

Un total de 884.200 especímenes de decápodos, que representaron una biomasa de 3,3 toneladas, fueron capturados entre 20 y 748 m en la plataforma continental y talud superior de Mauritania. La densidad y biomasa medias fueron 8.087 individuos y 28,7 kg por 0,1 km², respectivamente (**Tabla 2**).

Tabla 2. Resumen del total, media y desviación estándar (SD) de la riqueza específica, densidad y biomasa (número y kg por 0.1 km²) para el total de los decápodos, y para las especies bentónicas y pelágicas, durante los dos estaciones hidrológicas.

Variable	Estrategia vital	Total	Media (SD)
	Total	100	7,0 (4,4)
Riqueza	Bentónicos	63	4,1 (3,3)
	Pelágicos	37	2,8 (3,2)
	Total	884209	8087 (13032)
Densidad	Bentónicos	132037	1401 (3269)
	Pelágicos	752171	6601 (12636)
	Total	3261	28,7 (42,5)
Biomasa	Bentónicos	886	9,4 (14,8)
	Pelágicos	2375	19,3 (39,7)

A partir del estudio taxonómico de los 687 ejemplares que componen las colecciones recogidas en las dos campañas CCLME de la FAO, se identificaron un total de 100 táxones, 92 de los cuales, pertenecientes a 42 familias, fueron identificados a nivel de especie. Además se identificaron dos especies de estomatópodos, de una única familia. La riqueza media por estación fue de 7 especies.

El listado completo de las 92 especies de decápodos y las dos de estomatópodos se presenta en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Catálogo de las especies de decápodos recogidos en la plataforma continental y talud superior de Mauritania durante las dos campañas CCLME-FAO (se incluyen las dos especies de estomatópodos).

Taxon	Species
Orden Decapoda	
Suborden Dendrobranchiata	
Familia Aristeidae	<i>Aristaeopsis edwardsiana</i> (Johnson, 1868) <i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827) <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816) <i>Aristeus varidens</i> (Holthius, 1952)
Familia Penaeidae	<i>Penaeus notialis</i> (Pérez Farfante, 1967) <i>Metapenaeopsis miersi</i> (Holthuis, 1952) <i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846) <i>Penaeus kerathurus</i> (Forskål, 1775)
Familia Sicyoniidae	<i>Sicyonia galeata</i> (Holthuis, 1952)
Familia Solenoceridae	<i>Hymenopenaeus chacei</i> Crosnier & Forest, 1969 <i>Solenocera africana</i> (Stebbing, 1917) <i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)
Familia Sergestidae	<i>Eusergestes arcticus</i> (Krøyer, 1855) <i>Robustosergia robusta</i> (Smith, 1882) <i>Challengerosergia talismani</i> (Barnard, 1947)
Suborder Pleocyemata	
Infraorder Caridea	
Familia Alpheidae	<i>Alpheus talismani</i> Coutière, 1898
Familia Crangonidae	<i>Aegaeon cataphractus</i> (Olivi, 1792) <i>Aegaeon lacazei</i> (Gourret, 1887) <i>Metacrangon bellmarleyi</i> (Stebbing, 1914)
Familia Processidae	<i>Processa borboronica</i> (Holthuis, 1951)
Familia Nematocarinidae	<i>Nematocarinus africanus</i> Crosnier & Forest, 1973
Familia Acanthephyridae	<i>Acanthephyra pelagica</i> (Risso, 1816)
Familia Oplophoridae	<i>Systellaspis debilis</i> (A. Milne-Edwards, 1881)
Familia Pasiphaeidae	<i>Glyphus marsupialis</i> (Filhol, 1884) <i>Pasiphaea multidentata</i> (Esmark, 1866) <i>Pasiphaea semispinosa</i> (Holthius, 1951) <i>Psathyrocaris fragilis</i> (Wood-Mason & Alcock, 1893)
Familia Pandalidae	<i>Heterocarpus ensifer</i> (A. Milne-Edwards, 1881)

Taxon	Species
	<i>Plesionika acanthonotus</i> (Smith, 1882)
	<i>Plesionika brevipes</i> (Crosnier & Forest, 1968)
	<i>Plesionika carinata</i> (Holthius, 1951)
	<i>Plesionika heterocarpus</i> (A. Costa, 1871)
	<i>Plesionika martia</i> (A. Milne-Edwards, 1883)
	<i>Plesionika narval</i> (Fabricius, 1787)
Infraorder Achelata	
Familia Polychelidae	<i>Stereomastis talismani</i> (Bouvier, 1917)
Familia Palinuridae	<i>Palinurus mauritanicus</i> Gruvel, 1911
Familia Scyllaridae	<i>Acantharctus posteli</i> (Forest, 1963)
Familia Scyllaridae	<i>Scyllarus caparti</i> Holthuis, 1952
	<i>Scyllarus subarctus</i> Crosnier, 1970
Infraorder Anomura	
Familia Galatheidae	<i>Galathea intermedia</i> (Lilljeborg, 1851)
Familia Munididae	<i>Munida speciosa</i> (von Martens, 1878)
Familia Porcellanidae	<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus, 1767)
Familia Diogenidae	<i>Areopaguristes mauritanicus</i> (Bouvier, 1906)
	<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst, 1796)
	<i>Dardanus pectinatus</i> (Ortmann, 1892)
	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)
	<i>Diogenes ovatus</i> (Miers, 1881)
	<i>Petrochirus pustulatus</i> (H. Milne Edwards, 1848)
Familia Paguridae	<i>Pagurus cuanensis</i> (Bell, 1845)
	<i>Pagurus forbesii</i> (Bell, 1846)
	<i>Pagurus prideaux</i> (Leach, 1815)
	<i>Pagurus anachoretus</i> (Risso, 1827)
	<i>Spiropagurus elegans</i> (Miers, 1881)
Familia Parapaguridae	<i>Paragiopagurus macrocerus</i> (Forest, 1955)
Familia Lithodidae	<i>Lithodes ferox</i> (Filhol, 1885)
	<i>Paralomis cristulata</i> (Macpherson, 1988)
Infraorder Brachyura	
Familia Atelecyclidae	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i> (Herbst, 1783)
Familia Calappidae	<i>Acanthocarpus brevispinis</i> (Monod, 1946)
	<i>Calappa pelii</i> (Herklots, 1851)
	<i>Calappa rubroguttata</i> (Herklots, 1851)
Familia Dorippidae	<i>Medorippe lanata</i> (Linnaeus, 1767)

Taxon	Species
	<i>Phyllodorippe armata</i> (Miers, 1881)
Familia Ethusidae	<i>Ethusa vossi</i> (Manning & Holthuis, 1981)
Familia Dromiidae	<i>Dromia nodosa</i> (A. Milne-Edwards & Bouvier, 1898)
	Dromiidae indet.
	<i>Dromia monodi</i> (Forest & Guinot, 1966)
	<i>Sternodromia spinirostris</i> (Miers, 1881)
Familia Epialtidae	<i>Pisa armata</i> (Latreille, 1803)
	<i>Pisa carinimana</i> (Miers, 1879)
Familia Euryplacidae	<i>Machaerus oxyacantha</i> (Monod, 1956)
Familia Geryonidae	<i>Chaceon maritae</i> (Manning & Holthuis, 1981)
Familia Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Homolidae	<i>Homola barbata</i> (Fabricius, 1793)
	<i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)
Familia Inachidae	<i>Inachus aguiarii</i> de Brito Capello, 1876
	<i>Inachus angolensis</i> Capart, 1951
	<i>Inachus leptochirus</i> Leach, 1817
	<i>Inachus nanus</i> Manning & Holthuis, 1981
	<i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777)
	<i>Macropodia gilsoni</i> (Capart, 1951)
	<i>Macropodia spinulosa</i> (Miers, 1881)
Familia Inachoididae	<i>Stenorhynchus lanceolatus</i> (Brullé, 1837)
Familia Leucosiidae	<i>Pseudomyra mbizi</i> Capart, 1951
Familia Majidae	<i>Eurynome aspera</i> (Pennant, 1777)
Familia Macropipidae	<i>Bathynectes piperitus</i> Manning & Holthuis, 1981
	<i>Macropipus rugosus</i> (Doflein, 1904)
Familia Parthenopidae	<i>Solenolambrus noordendei</i> (Capart, 1951)
	<i>Spinolambrus notialis</i> (Manning & Holthuis, 1981)
	<i>Distolambrus maltzami</i> (Miers, 1881)
Familia Portunidae	<i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818)
	<i>Portunus (Portunus) inaequalis</i> (Miers, 1881)
	<i>Liocarcinus corrugatus</i> (Pennant, 1777)
Order Stomatopoda	
Familia Squillidae	<i>Squilla cadenati</i> (Manning, 1970)
	<i>Squilla mantis</i> (Linnaeus, 1758)

Análisis por familia

Los decápodos se recolectaron en todas las estaciones, siendo las especies bentónicas las que mostraron de manera general una mayor frecuencia, encontrándose en el 97% de las estaciones de muestreo, mientras que las especies pelágicas aparecieron en solo el 80% (Figura 22, barras a la derecha).

Sin embargo, algunas familias pelágicas fueron más frecuentes que las familias bentónicas. Pandalidae fue la familia más común, recogiendo en casi todas las estaciones (95%), seguida de Penaeidae (60%). Seis familias bentónicas (Macropipidae (cangrejos), Diogenidae y Paguridae (cangrejos ermitaños), Scyllaridae (langostas zapatilla), Inachidae (cangrejos) y Munididae (langostas rechonchas) se encontraron entre el 35 y 60% de las estaciones. Otras tres familias pelágicas, Sergestidae, Pasiphaeidae y Solenoceridae, aparecieron en el 30% de las muestras (Figura 22).

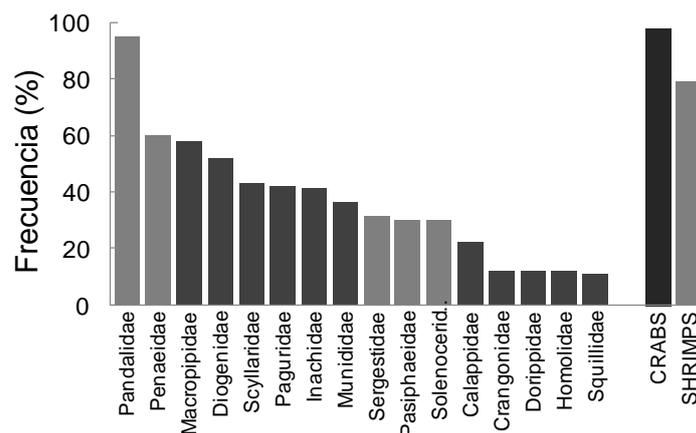


Figura 22. Frecuencia (en % de aparición con respecto al total de estaciones) de las principales familias de decápodos.

Los decápodos bentónicos también fueron más diversos que los pelágicos, estando representados los primeros por 63 táxones frente a las solo 37 de los segundos (Figura 23 izqda.), con valores de diversidad media correspondientes de 4,1 y 2,8 especies.

Las familias más ricas en especies fueron Inachidae y Pandalidae (siete especies cada una), seguidas por las familias de cangrejos ermitaños Diogenidae y Paguridae (cinco especies cada una), y Pasiphaeidae, Penaeidae y Sergestidae (cuatro especies cada una) (Figura 23 drcha.). Las familias restantes fueron menos diversas.

Los decápodos pelágicos dominan claramente en las comunidades de la plataforma y el talud superior de Mauritania, donde representan el 85,1 (media: 6.600 individuos por

estación) y 72,8% (media: 19,3 kg por estación) de la abundancia numérica y la biomasa total, respectivamente (Tabla 2).

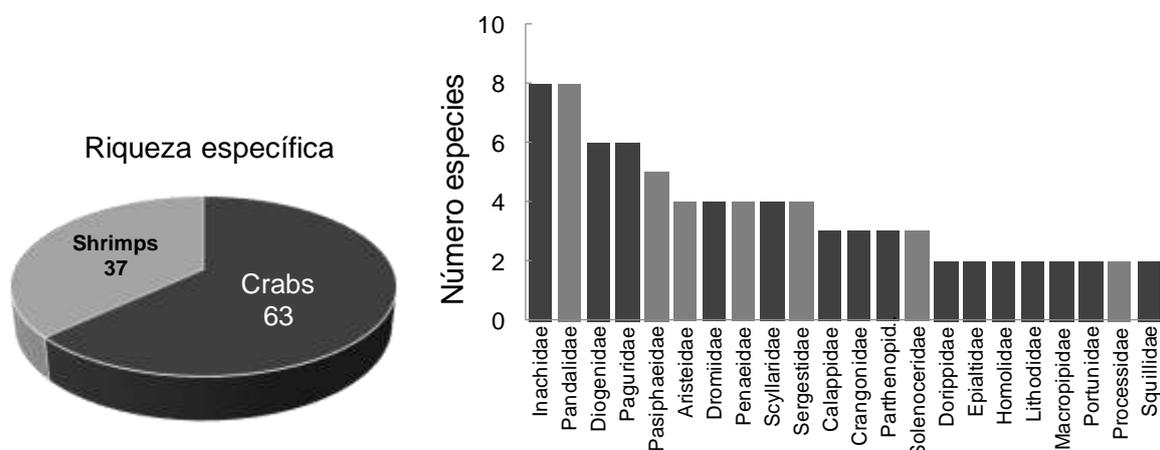


Figura 23. Riqueza específica del total de los decápodos bentónicos y pelágicos (pastel, izqda) y de las principales familias (histogramas, drcha.).

Pandalidae fue la familia más abundante, representando el 41% del total, y fue seguida por las familias Penaeidae (20%) y Nematocarcinidae (16%) (Figura 24 izqda.). Otras familias importantes fueron las bentónicas Macropidae (9%) y Munidae (4%). Las familias bentónicas y pelágicas restantes sólo representaron entre el 3% y el 12%, respectivamente.

Las biomasas más elevadas correspondieron también a las mismas familias: Penaeidae (30%), Pandalidae (20%) y Nematocarcinidae (16%), Macropidae (15%) y Munidae (5%), mientras que el resto de las familias representaron de forma conjunta únicamente el 7% (Figura 24 drcha.).

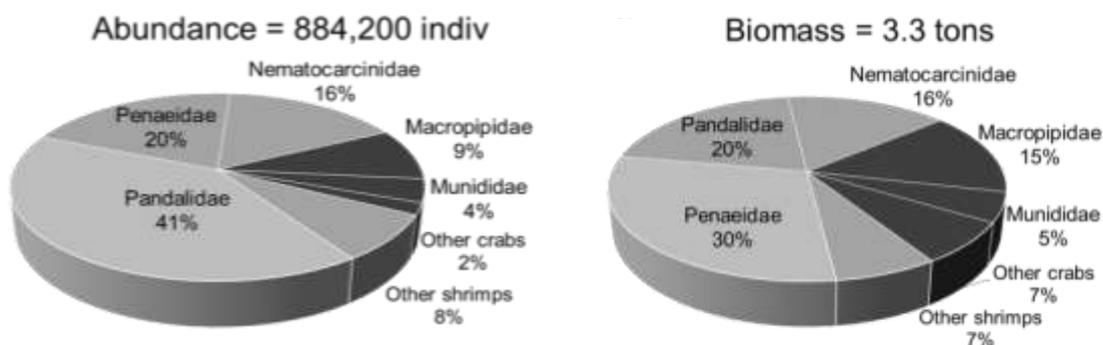


Figura 24. Composición porcentual en número y peso de las principales familias de decápodos en la plataforma y talud superior de Mauritania.

Análisis específico

A nivel específico, el cangrejo *Macropipus rugosus* fue la especie más común en la plataforma y talud superior de Mauritania, estando presente en el 47% de los lances (Figura 25). Este fue seguido por el camarón *Plesionika heterocarpus* (40%), la gamba blanca *Parapenaeus longirostris* (38%), el cangrejo ermitaño *Dardanus arrosor* (37%), la langosta *Munida speciosa* (36%), un Paguroidea no identificado (37%), y la langosta *Scyllarus caparti* (27%).

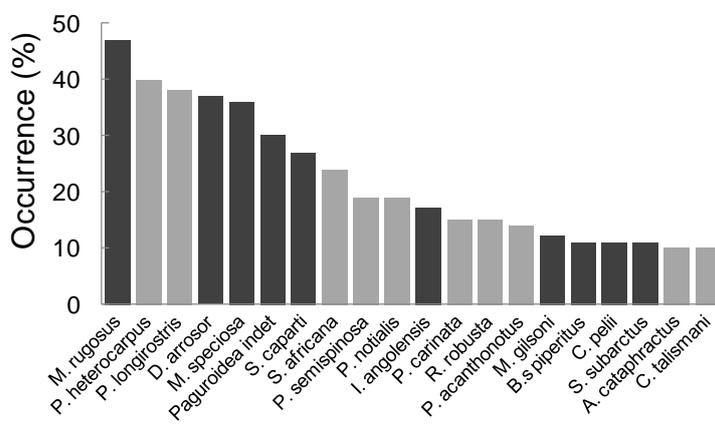


Figura 25. Frecuencia (en % de aparición con respecto al total de estaciones) de las principales especies de decápodos.

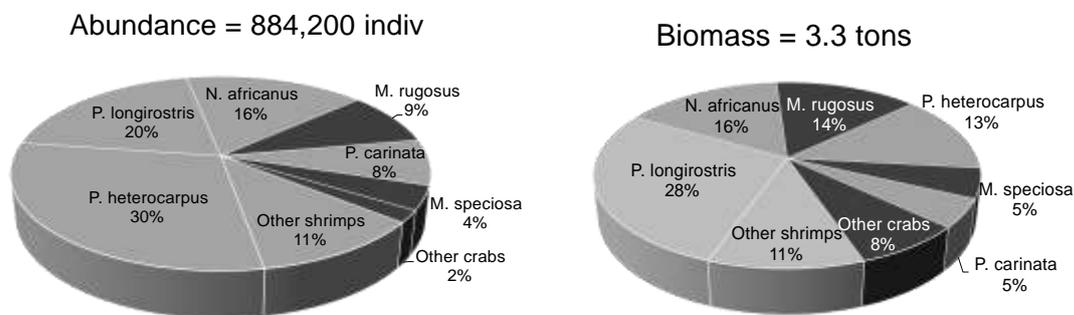


Figura 26. Composición porcentual en número y peso de las principales especies de decápodos en la plataforma y talud superior de Mauritania.

Plesionika heterocarpus fue la especie pelágica más abundante (30%), seguida de *P. longirostris* (20%), *Nematocarcinus africanus* (16%) y *Plesionika carinata* (8%). Otras especies bentónicas abundantes fueron *M. rugosus* (9%) y *M. speciosa* (4%) (Figura 26 izqda.). Las especies con mayor biomasa fueron también *P. longirostris* (28%), *N.*

africanus (16%), *M. rugosus* (14%), *P. heterocarpus* (13%), *M. speciosa* (5%) y *P. carinata* (5%) (Figura 26 drcha.).

Patrones de distribución espacial

La diversidad de los decápodos en la plataforma y el talud superior exhibió un amplio rango, con valores locales que oscilaron entre 17 y solo una especie por estación. También se observaron fuertes variaciones entre estaciones en términos de densidad y biomasa, desde más de 65.000 a solo un individuo, y de 237 a solo un kilogramo, respectivamente (valores expresados por 0,1 km²).

En general, a nivel espacial, los tres descriptores ecológicos principales (riqueza específica, densidad y biomasa) fueron más elevados en el talud superior (Figura 27). Este patrón fue particularmente notable en términos de densidades, que presentaron cifras muy bajas, casi imperceptibles, en la plataforma continental, pero valores más altos a lo largo del talud, principalmente al sur del Cabo Blanco —frente al Banco de Arguin—, y entre el Cabo Timiris y Nouakchott (Figura 27 b). Se observó un patrón similar para las biomazas, aunque en este caso los valores más altos aparecen en el norte, frente a Banco de Arguin (Figura 27 c). Aunque la riqueza específica siguió una tendencia similar, con cifras más altas, de hasta 17 especies por estación, en los estratos más profundos, el patrón no fue tan marcado (Figura 28 a). Así, los valores más bajos de diversidad se observan también en la plataforma, en la zona norte y en la zona meridional, al sur de los 18°N de latitud.

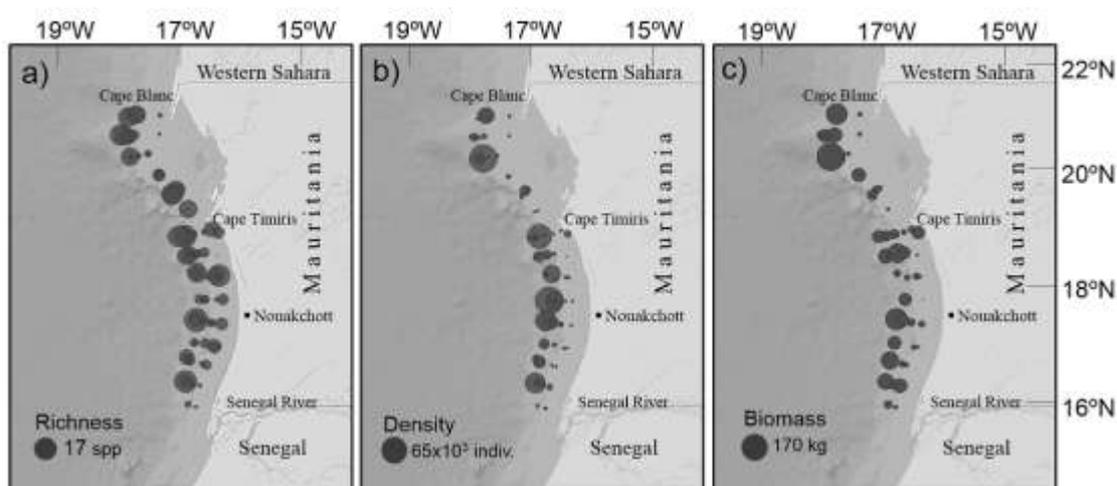


Figura 27. Distribución espacial de la riqueza (a), abundancia (b) y biomasa (c) por estación del total de los decápodos (datos estandarizados para un área barrida de 0.1 km²) (en Moctar et al., 2020).

Los valores medios de riqueza, densidad y biomasa para el total de los decápodos, y las especies bentónicas y pelágicas por intervalos de latitud de un grado (20°N – 16°N) y estratos de profundidad de 100 m, confirmaron estadísticamente la significancia de los patrones de distribución espacial (Figs. 28 y 29).

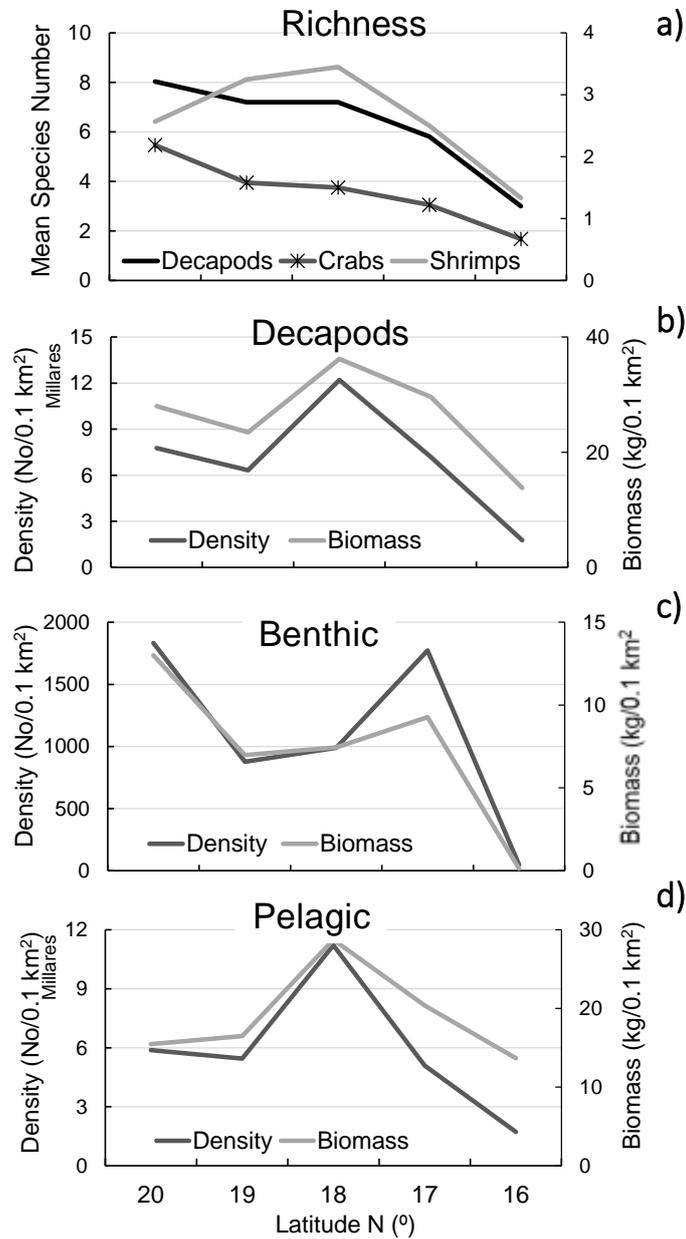


Figura 28. Valores medios por un grado de latitud de la riqueza específica(a), y la densidad y biomasa del total de decápodos (b), especies bentónicas (c) y pelágicas (d) a lo largo de la plataforma continental y el talud superior de Mauritania (datos estandarizados para un área barrida de 0.1 km²; las cifras de biomasa están representadas en el eje vertical derecho) (en Moctar et al., 2020).

La mayor diversidad de cangrejos y decápodos totales (hasta ocho especies por estación) se localizaron en cabo Blanco, en la zona norte del país (20°N), y disminuyeron gradualmente hacia el sur (**Figura 28 a**). Aunque la diversidad de las especies nadadoras también mostraron una tendencia decreciente en la misma dirección, los valores más altos se encontraron entre los 18°N y 19°N, al sur del cabo Timiris.

La mayor densidad y biomasa de decápodos pelágicos y totales también se observaron alrededor de los 18°N (**Figura 28 b, d**). Además, como en el caso del total de decápodos, todos los descriptores ecológicos disminuyeron, observándose los valores medios más bajos en el caso de los decápodos bentónicos y pelágicos, también en la zona sur (alrededor de 16°N (**Figura 28 c, d**)).

Sin embargo, el análisis de correlación de Spearman puso de manifiesto que la variación en la distribución latitudinal de la riqueza, densidad y biomasa, sólo es ligeramente significativa (Spearman Rank correlation: 0,337, $P = 0,001$; **Tabla 4**) en el caso de la diversidad de los decápodos bentónicos.

Tabla 4. Valores del coeficiente de Spearman y nivel de significancia (P) de las correlaciones entre los descriptores principales (riqueza específica, densidad y biomasa), y la latitud y profundidad, para las especies bentónicas y pelágicas y el total de los decápodos (en Moctar et al., 2020).

Descriptor	Tipo-vida	Correlación Spearman		Nivel significancia (P)	
		Latitud	Profund.	Latitud	Profund.
Riqueza	Bentónica	0.337	-0.109	0.001	0.291
	Pelágica	-0.071	0.753	0.493	< 0.0001
	Total	0.185	0.455	0.073	< 0.0001
Densidad	Bentónica	0.143	0.085	0.167	0.411
	Pelágica	-0.121	0.668	0.241	< 0.0001
	Total	-0.074	0.679	0.473	< 0.0001
Biomasa	Bentónica	0.160	0.339	0.122	0.001
	Pelágica	-0.183	0.622	0.075	< 0.0001
	Total	-0.087	0.601	0.403	< 0.0001

Las variaciones batimétricas de los valores medios de la riqueza, densidad y biomasa para el total de decápodos, y las especies bentónicas y pelágicas, representadas por intervalos de profundidad de 100 m se muestran en la **figura 29 a-d**. Las dos categorías

de decápodos exhibieron diferentes patrones, dependiendo de cada descriptor ecológico.

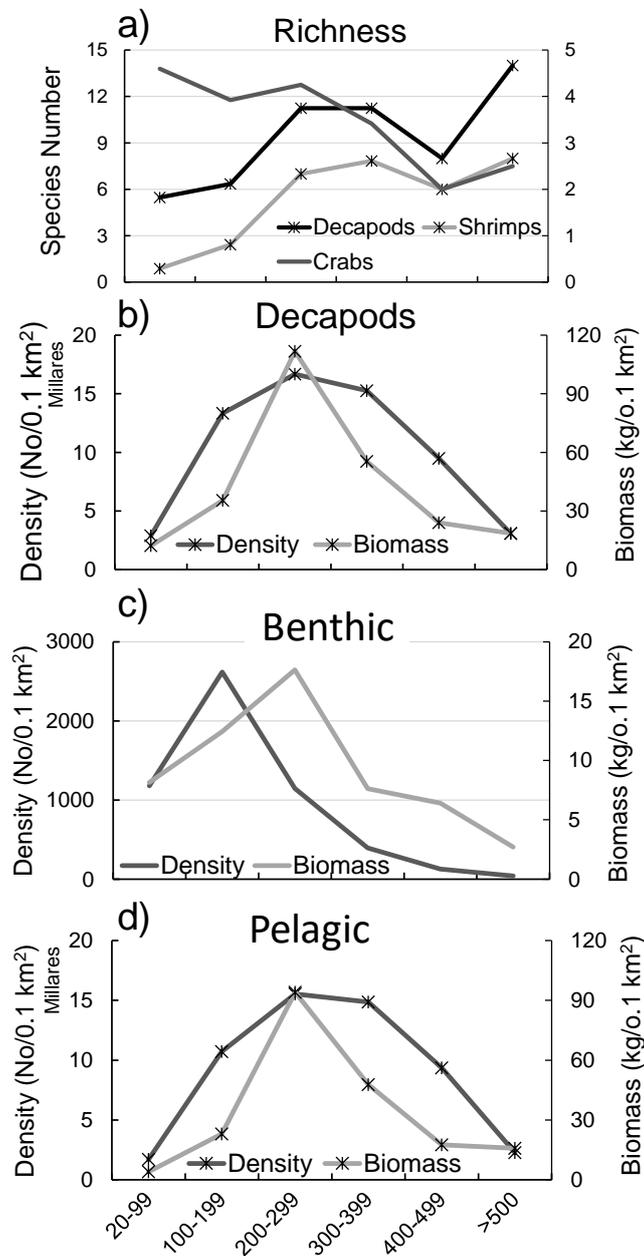


Figura 29. Valores medios por intervalos de profundidad de 100 m de la riqueza específica (a), y la densidad y biomasa del total de decápodos (b), especies bentónicas (c) y pelágicas (d) a lo largo de la plataforma continental y el talud superior de Mauritania (datos estandarizados para un área barrida de 0.1 km²) (en Moctar et al., 2020).

La mayor diversidad y concentración de especies bentónicas se observó en la plataforma continental, con cinco especies y 2.600 individuos por 0,1 km², respectivamente. Mientras que, por debajo de los 300 m de profundidad, la densidad y la biomasa de los cangrejos disminuyeron drásticamente, casi desapareciendo a profundidades superiores de 500 m (**Figura 29 c**). Las gambas, por otro lado, siguieron la distribución de los decápodos totales, aumentando desde aguas costeras hasta profundidades de 300 - 400 m, donde se observaron los valores medios más elevados de densidad y biomasa, seguidos de una caída continua (**Figura 29 d**). La diversidad media de los decápodos pelágicos aumentó desde aguas poco profundas (20 - 100 m) hasta la profundidad de 300 m, con hasta seis u ocho especies por estación, seguido por valores similares hasta una profundidad de 500 - 600 m (**Figura 29 a**).

En general, las diferencias entre los dos tipos de decápodos fueron más notorios en términos de densidad y biomasa, que fueron casi 10 veces superiores en el caso de las especies pelágicas (densidad: 6.000 vs. 700 individuos por 0,1 km²; biomasa: 25 kg vs. 4 kg por 0,1 km²).

A nivel estadístico, el análisis de correlación de Spearman mostró una estrecha relación entre las tres variables (riqueza, densidad y biomasa) y la profundidad para el total de los decápodos y para las especies pelágicas; todos los coeficientes de correlación fueron superiores a 0,622 a nivel de significancia $P < 0.0001$ (**Tabla 4**).

VARIACIONES ESTACIONALES EN LA DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES

El escenario hidrológico

Las aguas de Mauritania se caracterizan por fuertes fluctuaciones hidrológicas, notablemente en los afloramientos y la productividad, que están relacionados con el régimen estacional de las corrientes y la fuerza de los vientos alisios que soplan del noreste (Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015; Pelegrí et al., 2017). Los vientos alisios alcanzan su punto máximo durante la estación fría, desde el invierno hasta la primavera (de diciembre a mayo), lo que produce los afloramientos costeros y en el talud, seguido de una disminución general de la temperatura y altos valores de clorofila en la superficie. En la estación cálida, entre finales de la primavera y principios del otoño (junio a octubre), estos vientos alisios prevalecen solo en la zona norte, y el afloramiento se limita a la región frente al Banco de Arguin. Así, el afloramiento costero es persistente entre el cabo Timiris y el cabo Blanco, pero estacional más al sur (Figura 30).

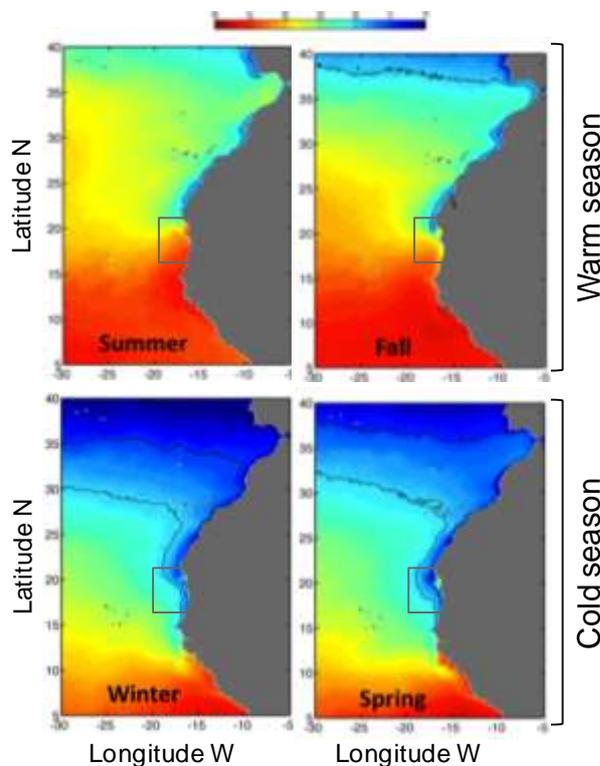


Figura 30. Esquema de la distribución estacional de la temperatura superficial (SST, °C) en verano, otoño, invierno y primavera, a lo largo de la costa noroccidental africana (adaptado de Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015)

Los mapas de isolíneas y los perfiles de las variables oceanográficas tomadas durante nuestras campañas confirman efectivamente la existencia de dos escenarios oceanográficos muy diferentes, tanto en la superficie como en las proximidades del fondo marino (Figs. 31 y 32). En superficie, los parámetros físicos siguen el patrón estacional (Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015; Pelegrí et al., 2017), con aguas frías (16°-18°C) limitadas a la plataforma del Banco de Arguin, en el norte, durante el otoño, que se extienden a lo largo de toda la zona costera en la primavera, presentando un núcleo importante de aguas frías, bajas en oxígeno y altamente productivas, principalmente al sur del Cabo Timiris (Figura 31, izqda.).

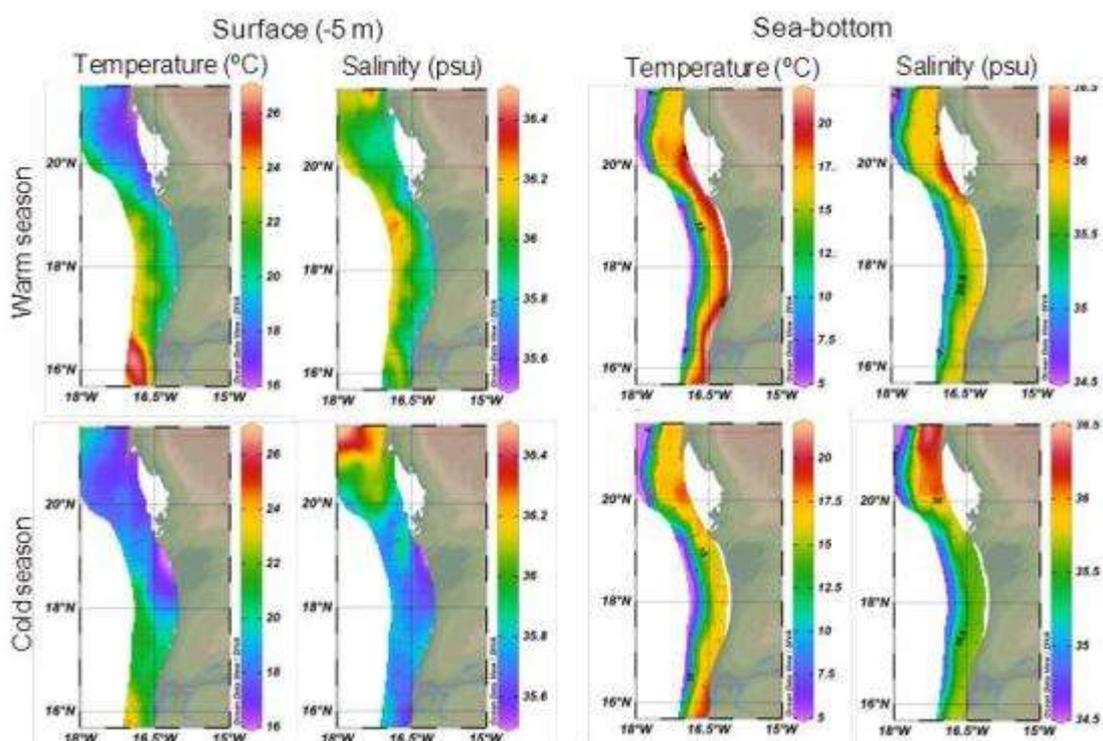


Figura 31. Gráficos de distribución horizontal de la temperatura y salinidad en superficie y en el fondo marino (°C), basados en los perfiles de CTD obtenidos durante las campañas CCLME-FAO en las estaciones hidrológicas cálida (principios de noviembre de 2011) y fría (principios de junio de 2012) (en Moctar et al., 2020).

También se observó un patrón estacional similar a nivel del fondo marino. En noviembre, al final de la estación cálida, las temperaturas del fondo marino en la plataforma fueron consistentemente más altas (+2°C) que en la primavera, mientras que a profundidades superiores a 200 m, las variaciones fueron menos prominentes. La salinidad fue más alta en la plataforma del Banco de Arguin, con valores >36,0, debido a

las condiciones de mezcla en esa región en ambas estaciones. También se observó una alta salinidad en el fondo marino que se extiende desde el norte durante la estación fría, de manera similar a lo que se observa en aguas superficiales. En el resto de la plataforma, al sur del cabo Timiris, la salinidad fue más alta durante la estación cálida (35,7 – 36,0), cuando la plataforma está dominada por masas de aguas tropicales cálidas originadas en el sur (**Figura 31**, dcha).

El análisis de las secciones verticales sugiere que las aguas superficiales están más estratificadas en noviembre que en junio. Además, esta estratificación fue particularmente evidente en aguas del talud en la zona sur (transecto de Saint Louis) en ambas estaciones hidrológicas, con masas de agua tropical muy salinas y cálidas que se extienden desde el sur, donde el SACW se mueve hacia el norte como resultado de la Corriente Subsuperficial hacia el Polo (**Figura 32**).

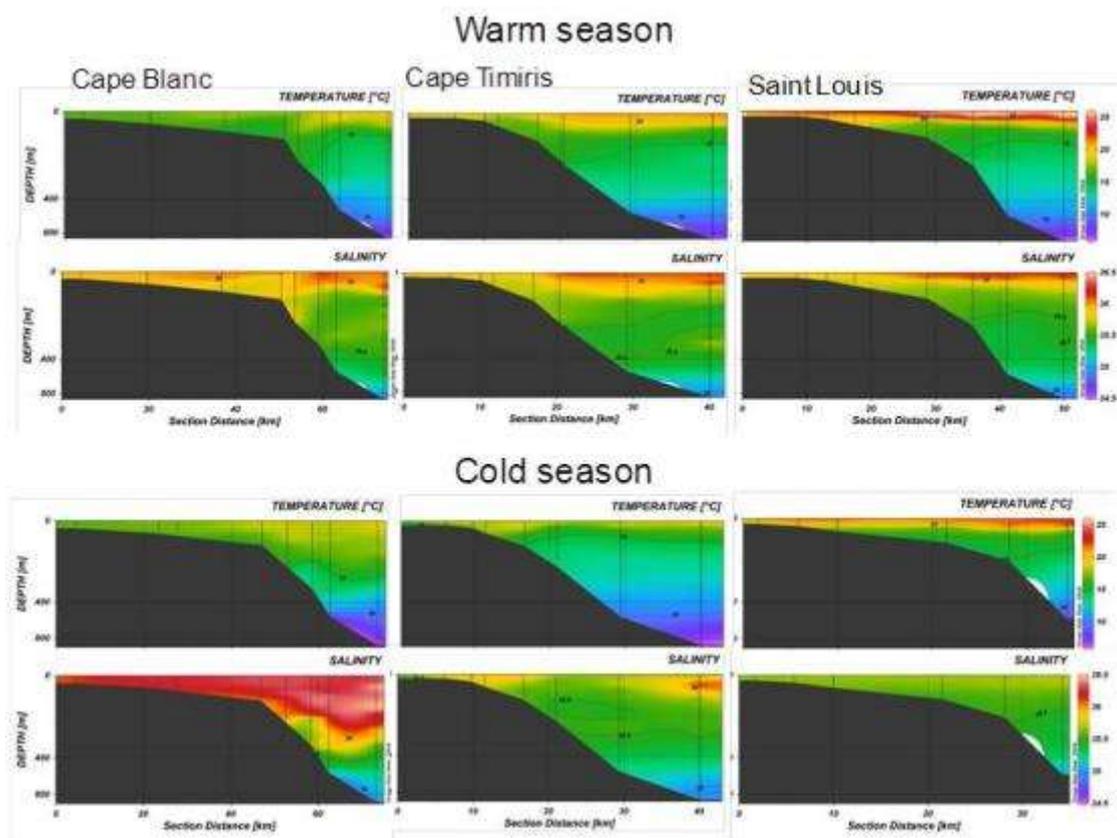


Figura 32. Secciones transversales de la plataforma en las estaciones hidrológicas cálida (principios de noviembre de 2011) y fría (principios de junio de 2012). Distribución vertical de la temperatura (°C) y salinidad en los transectos de Cabo Blanco, Cabo Timiris y Saint Louis, sur de Mauritania (en Moctar et al., 2020).

En cambio, a finales de primavera, la columna de agua está relativamente homogeneizada en la zona de Cabo Blanco (hasta 200 m), especialmente en términos de salinidad y temperatura, lo que sugiere que la Corriente de Mauritania y la Corriente Subsuperficial hacia el Polo ocupan todo el talud y la plataforma durante la estación fría. Esto contrasta con lo que ocurre el final del otoño (finales de la estación cálida), cuando ambas permanecen profundas y no alcanzan la superficie. En línea con el patrón hidrológico general, las temperaturas fueron mucho más bajas en junio (al final de la estación fría) que en noviembre (al final de la estación cálida), debido a la circulación vertical, durante la cual las aguas profundas frías y ricas en nutrientes son transportadas a la superficie.

Explorando las variaciones estacionales

Estrategias de vida y descriptores ecológicos

El efecto de la estacionalidad en la estructura de las comunidades de decápodos se analizó en primer lugar comparando los valores medios de los descriptores ecológicos (riqueza específica, densidad, biomasa y frecuencia) para todos los decápodos, las dos diferentes formas de vida (bentónica y nadadora), y las principales familias y especies durante las estaciones hidrológicas cálida y fría (otoño y primavera), respectivamente.

Tabla 5. Resumen del valor total, medio y desviación estándar (SD) de la riqueza específica, densidad y biomasa (número y kg por 0,1 km²) para el total y los decápodos bentónicos y pelágicos, durante las estaciones hidrológicas cálida (otoño) y fría (primavera) (n = número de estaciones).

Variable	Modo de vida	Cálida ($n = 46$)		Fría ($n = 49$)	
		Total	Media (SD)	Total	Media (SD)
	Total	77	6,7 (4,6)	72	6,5 (4,0)
Riqueza	Bentónicos	53	4,0 (3,5)	44	4,0 (3,3)
	Pelágicos	24	2,7 (3,1)	28	2,5 (2,7)
	Total	419033	9072 (12207)	465176	6156 (10582)
Densidad	Bentónicos	54456	1131 (2859)	77581	1741 (4029)
	Pelágicos	364576	7941 (11782)	387595	4415 (9678)
	Total	1583	32,2 (41,8)	1678	22,4 (35,0)
Biomasa	Bentónicos	415	8,4 (15,9)	471	10,4 (15,2)
	Pelágicos	1168	23,8 (39,6)	1207	12,0 (27,8)

La diversidad de los decápodos bentónicos durante el otoño fue mayor que en la primavera (53 vs. 44); sin embargo, la riqueza media y los valores de la desviación estándar (DE) para las tres categorías (decápodos totales, bentónicos y nadadores) se mantuvieron constantes durante las dos estaciones (**Tabla 5**). Además, la densidad media y la biomasa de las especies bentónicas fueron más altas a finales de la primavera que en otoño, particularmente la densidad (1.131 vs. 1.741 individuos por 0,1 km²). Por otro lado, se observó una tendencia opuesta el caso de los decápodos nadadores, con un aumento de casi el doble en la densidad media y la biomasa durante la estación cálida en comparación con la fría (densidad media: 7.941 vs. 4.415 por 0,1 km²; biomasa media: 23,8 vs 12,0 kg por 0,1 km²).

Tabla 6. Valores de *P* resultantes de la prueba F de Fisher aplicada para verificar la significancia de las variaciones de la riqueza específica, densidad y biomasa de los decápodos pelágicos y bentónicos entre las estaciones hidrológicas cálida y fría (ns: valores de *P* superiores al nivel de significancia $\alpha = 0.05$; se asumió la normalidad de las distribuciones).

Variable	Modo de vida	Estación
Riqueza	Bentónicos	n.s.
	Pelágicos	n.s.
	Total	n.s.
Densidad	Bentónicos	0.040
	Pelágicos	n.s.
	Total	n.s.
Biomasa	Bentónicos	n.s.
	Pelágicos	0.034
	Total	n.s.

Sin embargo, los resultados de la prueba F de Fisher usando la serie estacional de estos tres descriptores ecológicos revelaron que solo la variación en la densidad de los “cangrejos” y la biomasa de las “gambas” fueron ligeramente significativas entre las estaciones cálida y fría ($P = 0,04$ y $0,34$, respectivamente) (**Tabla 6**).

Análisis por familia y especie

Los histogramas en los que se muestran los valores porcentuales de la frecuencia, riqueza específica, densidad y biomasa de las principales familias de decápodos sugieren la existencia de diferencias al menos parciales de estas variables entre las dos estaciones (**Figura 33**).

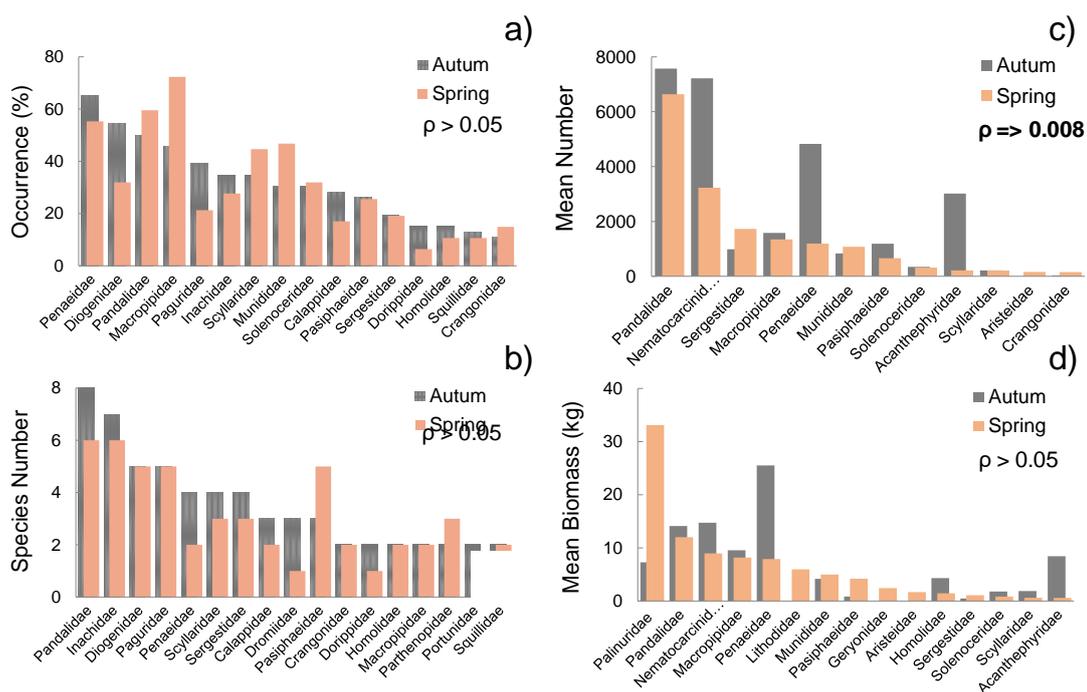


Figura 33. Frecuencia (% de estaciones) (a), riqueza específica (b), abundancia (c) y biomasa medias (d) de las principales familias de decápodos en las estaciones hidrológicas cálida (principios de noviembre de 2011) (gris) y fría (principios de junio de 2012) (rosa), en la plataforma continental y talud superior de Mauritania (los valores de P resultantes de los análisis de varianza se muestran en cada gráfico).

Penaeidae, Diogenidae, Paguridae, Inachidae y Calappidae parecen más frecuentes durante el otoño (estación cálida), mientras que Pandalidae, Macropipidae, Scyllaridae y Munididae lo fueron durante la primavera (**Figura 33 a**). La riqueza específica de Pandalidae, Inachidae, Penaeidae, Scyllariae y Sergestidae también parece mayor durante el otoño (**Figura 33 b**). También se observaron variaciones marcadas, al menos en apariencia, en la densidad de Nematocarcinidae, Penaeidae y Acanthephyridae, y en la biomasa de Palinuridae y Penaeidae, todas ellas fueron mucho más altas en otoño (**Figura 33 c, d**).

Sin embargo, a pesar de estas aparentes diferencias, los análisis estadísticos revelaron que, en general, estas no son significativas, ya que los valores de P resultantes de la prueba F de Fisher aplicada para verificar las varianzas entre las dos estaciones hidrológicas, solo fueron significativas en el caso de las densidades ($P \geq 0,008$) (**Figura 33 c**). El resto de las variables no parecen mostrar variaciones significativas.

Como en el caso de las familias, los histogramas de las variables biológicas muestran que las principales especies mantienen la misma frecuencia de aparición en las dos estaciones hidrológicas ($P > 0,05$) (Figura 34 a).

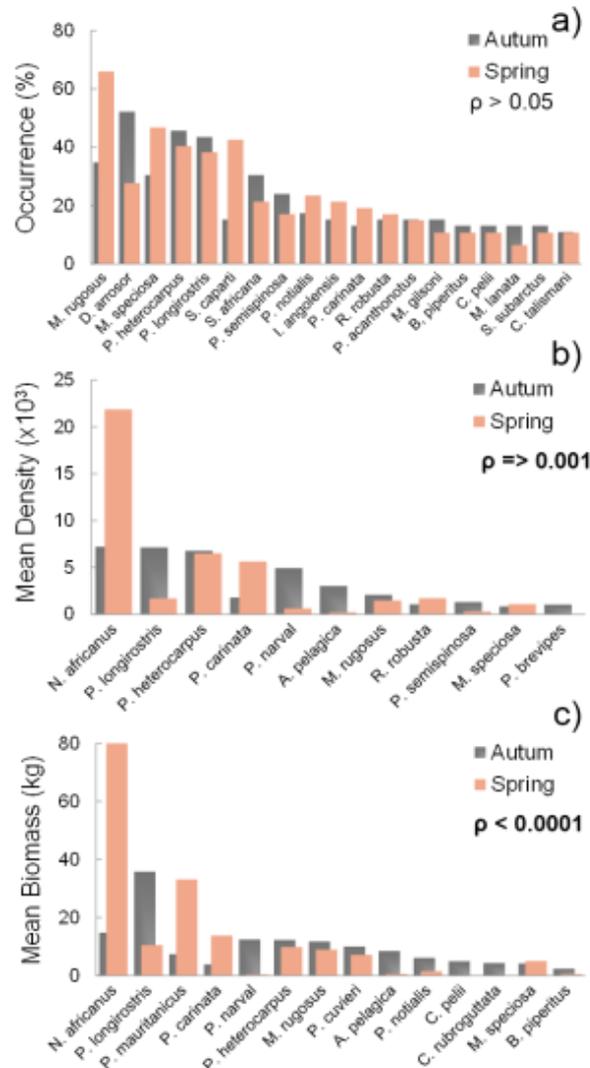


Figura 34. Frecuencia (% de estaciones) (a), abundancia (b) y biomasa medias (c) de las principales especies de decápodos en las estaciones hidrológicas cálida (principios de noviembre de 2011) (gris) y fría (principios de junio de 2012) (rosa), en la plataforma continental y talud superior de Mauritania (los valores de P resultantes de los análisis de varianza se muestran en cada gráfico).

Sin embargo, *Nematocarcinus africanus* y *Parapenaeus longirostris* mostraron unos patrones estacionales particularmente evidentes en sus densidades y biomásas (Figura 34 b, c). Así, la densidad y biomasa de *N. africanus* fueron más de tres y más de cinco veces superiores durante la primavera (7.000 vs. 22.000 individuos, y 15 vs. 80 kg,

respectivamente) (Figura 34 b, c); sin embargo, la aparición de esta especie, característica de aguas profundas, fue solo ocasional. En menor medida, *Plesionika carinata* también exhibió un patrón similar, con una densidad y biomasa más elevadas en primavera. La langosta rosa *Palinurus mauritanicus* presentó la mayor biomasa durante la primavera, mientras que *Parapenaeus longirostris* y, en menor escala, *Plesionika narval* y *Acanthephyra pelagica* se encontraban entre las especies que presentaron valores más elevados durante la estación otoñal. A nivel de especie, la densidad, y en particular la biomasa, difirieron fuertemente entre otoño y primavera, como mostraron los análisis de varianzas ($P < 0,0001$, en las Figs. 34 b, c).

El análisis de ANOVA que también se aplicó al conjunto de datos de densidad y biomasa por estación de las familias más frecuentes (ocurrencia > 30%), en las dos estaciones hidrológicas, reveló diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$, Tabla 7) y valores notablemente más altos en la estación cálida para cuatro de las cinco familias pelágicas más importantes (Penaeidae, Pandalidae, Solenoceridae y Pasiphaeidae). Entre las seis familias bentónicas principales, particularmente Macropippidae y Scyllaridae mostraron variaciones estadísticamente significativas.

Tabla 7. Resultados de la ANOVA (valores de F y P) de las densidades y biomasa de las principales familias de decápodos pelágicos y bentónicos (frecuencia > 30%) y especies (frecuencia > 40%) entre las estaciones hidrológicas cálida y fría ($P < 0,0001$, en negrita; ns: P mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se asumió la normalidad de las distribuciones]

	Familia	Especie	Densidad		Biomasa	
Pelágicos	Penaeidae	-----	$F(1,54) = 15,63$	<0,0001	$F(1,54) = 6,40$	<0,0001
		<i>P. longirostris</i>	$F(1,36) = 10,64$	<0,0001	$F(1,36) = 12,05$	<0,0001
	Pandalidae	-----	$F(1,49) = 3,92$	0,0004	ns	Ns
		<i>P. heterocarpus</i>	ns	ns	ns	Ns
	Solenoceridae	-----	$F(1,28) = 2,28$	0,064	$F(1,28) = 15,31$	<0,0001
	Pasiphaeidae	-----	$F(1,23) = 4,39$	0,008	$F(1,23) = 0,03$	<0,0001
	Sergestidae	-----	ns	ns	$F(1,17) = 0,16$	0,008
Bentónicos	Diogenidae	-----	ns	ns	ns	Ns
		<i>D. arrosor</i>	$F(1,35) = 2,92$	0,028	ns	Ns
	Macropippidae	-----	$F(1,53) = 10,34$	<0,0001	$F(1,53) = 2,11$	0,028
		<i>M. rugosus</i>	ns	ns	$F(1,44) = 2,34$	0,024
	Paguridae	-----	ns	ns	ns	Ns
	Inachidae	-----	$F(1,28) = 0,09$	<0,0001	ns	Ns
	Scyllaridae	-----	ns	ns	$F(1,27) = 10,43$	<0,0001
		<i>S. caparti</i>	$F(1,23) = 0,13$	0,009	$F(1,23) = 13,95$	<0,0001
Munididae	-----	ns	ns	ns	Ns	
	<i>M. speciosa</i>	ns	ns	ns	Ns	

Además, el análisis de las variaciones estacionales de la densidad y la biomasa de las especies más representativas (frecuencia > 40%; *P. longirostris*, *P. heterocarpus*, *D. arrosor*, *M. rugosus*, *S. caparti* y *M. speciosa*) reveló patrones similares a los de sus correspondientes familias en el caso de *P. longirostris* y *S. caparti* (Tabla 7).

Variaciones estacionales en los patrones de distribución

Hemos analizado también las variaciones estacionales en los patrones de distribución latitudinal y batimétrica de los principales descriptores ecológicos para el total de decápodos y para los dos modos de vida (bentónica vs. pelágica).

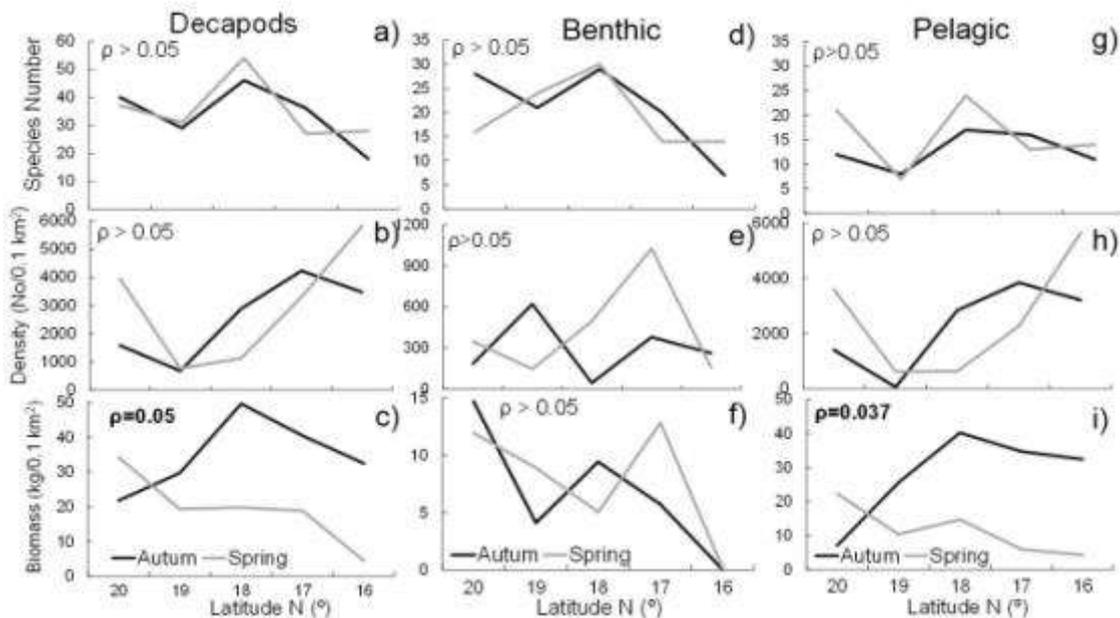


Figura 35. Valores medios por grado de latitud de la riqueza, densidad y biomasa de los decápodos bentónicos, pelágicos y totales en las estaciones hidrológicas cálida (otoño) y fría (primavera) (datos estandarizados a un área barrida de 0,1 km²; los valores P de la ANOVA se muestran en cada gráfico)

La riqueza y densidad de la comunidad de decápodos en su conjunto no difirió significativamente según la estación hidrológica a lo largo de la plataforma y el talud superior de Mauritania ($P \geq 0,05$, en la ANOVA) (Figura 35 a, b). Además, la riqueza específica de los decápodos bentónicos y nadadores, a pesar de sus diferentes tendencias (disminuyendo hacia el sur o permaneciendo sin cambios, respectivamente), tampoco parece variar entre las dos estaciones (Figura 35 d, g). Solo la biomasa de los

decápodos pelágicos [ANOVA, $F(1,8)$, $P = 0,037$] y la del total de decápodos [ANOVA, $F(1,8)$, $P = 0,05$] fue significativamente mayor en la zona sur durante el otoño (estación cálida) (Figura 35 c, i).

Tampoco se observaron diferencias significativas entre las dos estaciones en los patrones de distribución batimétrica (Figura 36 a-i), a excepción de la biomasa de los decápodos bentónicos que fue notablemente más alta durante la primavera a 200 - 300 m de profundidad [ANOVA, $F(1,9)$, $P = 0,039$] (Figura 36 f).

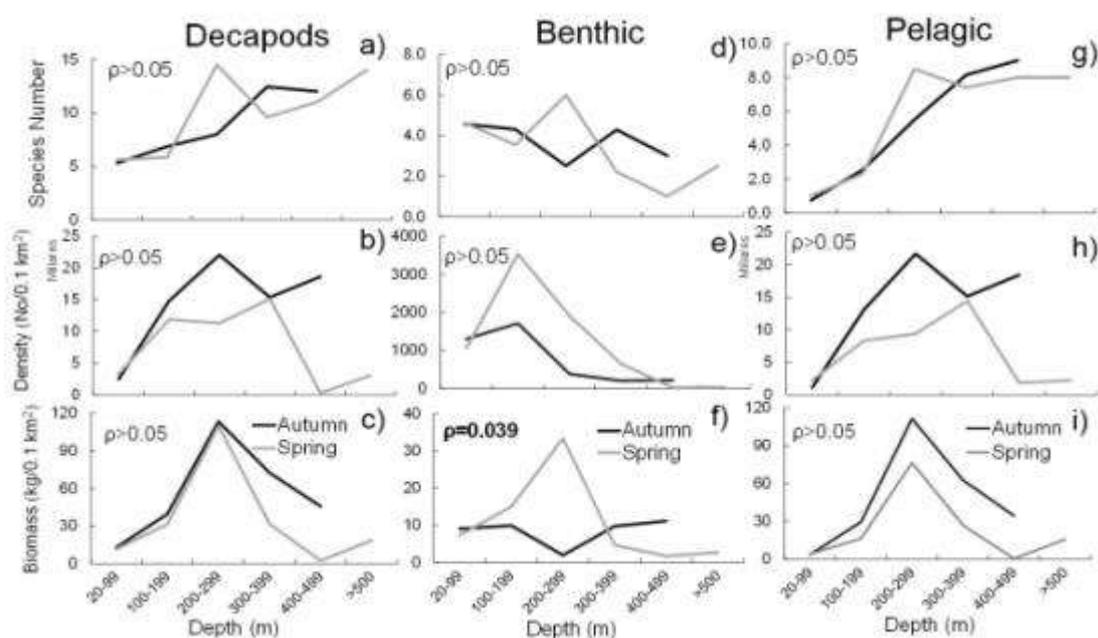


Figura 36. Valores medios por intervalos de profundidad de 100 m, de la riqueza, densidad y biomasa de los decápodos bentónicos, pelágicos y totales en las estaciones hidrológicas cálida (otoño) y fría (primavera) (datos estandarizados aun área barrida de 0.1 km²; los valores P de la ANOVA se muestran en cada gráfico).

Estructura y composición de las comunidades

Se aplicaron análisis multivariantes a las series de datos de densidad, cuyos resultados que se muestran en los gráficos de ordenación multidimensional, MDS (Figura 37 a-c) revelan la segregación de las estaciones en función de la profundidad a lo largo del primer eje para la matriz de datos de las dos campañas considerados de manera conjunta, y para las de otoño y primavera, por separado.

En los tres casos, se observaron dos grupos principales que aglutinan las estaciones de la plataforma y el talud continental, respectivamente, con valores de stress inferiores a

0,13, lo que indica un buen ajuste de los datos al modelo. Además, la gráfica obtenida para las estaciones de las dos campañas combinadas (MDS Stress = 0,13, **Figura 37 a**) no mostró una separación o agrupación estacional clara de los sitios de muestreo en relación con la estación hidrológica. Sin embargo, la estructura de los grupos en otoño (estación cálida) (MDS Stress = 0,11, **Figura 37 b**) parece ligeramente más robusta que en primavera (estación fría) ((MDS Stress = 0,13, **Figura 37 c**).

En todos los casos, los grupos del talud, compuestos por las estaciones de profundidades superiores a 100 m, estuvieron más estructurados que los de la plataforma, donde no se observó una distribución clara, lo que también fue confirmado por los valores superiores de similitud dentro de los grupos del talud (36,50% - 46,13%, **Tabla 8**).

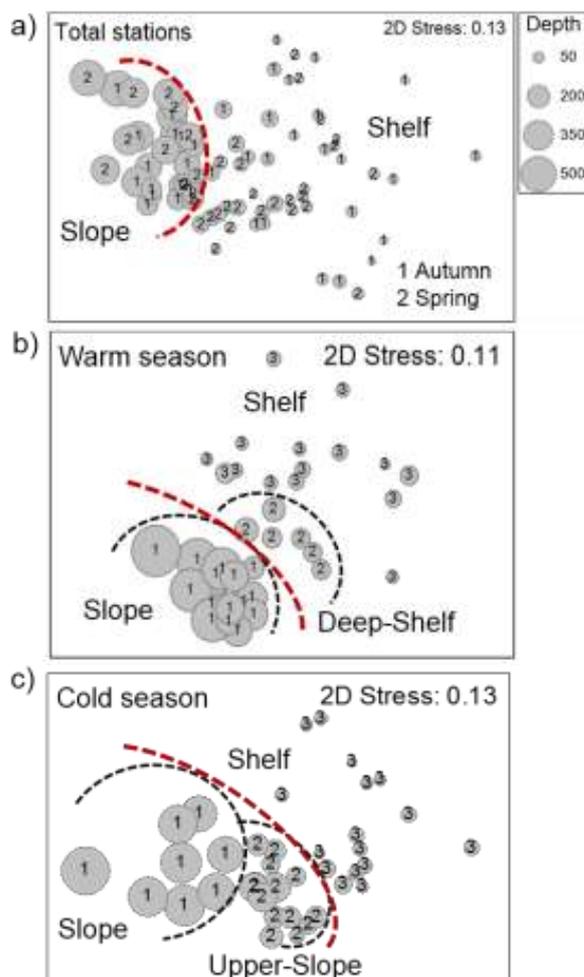


Figura 37. Gráficos resultantes del análisis multivariante (MDS) basado en las matrices de densidad de los decápodos obtenidas en todas las estaciones de arrastre (95) (a), y en las 39 estaciones visitadas durante las estaciones cálida (b) y fría (c) durante las campañas CCLME-FAO en la plataforma y talud superior de Mauritania (gris: valores superpuestos de profundidad, línea roja: límite principal de las agrupamientos de la plataforma y talud).

En la gráfica del MDS correspondiente a la campaña de la estación cálida (**Figura 37 b**), se puede distinguir un grupo único y consistente (Clúster 1) que aglutina todas las

estaciones del talud, localizadas por debajo de los 100 m de profundidad, que también exhibieron una alta similaridad interna (42,93%) (**Tabla 8**). En contraste, durante la campaña de la estación fría, las estaciones del talud se separaron en dos grupos (**Figura 37 c**), que también mostraron una elevada similaridad. El grupo más profundo (Clúster 1; estaciones del talud por debajo de 280 m) presentó un valor de similaridad del 36,50%, mientras que el segundo (Clúster 2; estaciones de la parte superior del talud y algunas de la plataforma profunda (52 - 198 m) presentaron un mayor valor de similaridad (46,13%, **Tabla 8**). La separación de los grupos de la plataforma fue menos marcada, como lo demuestran los bajos valores de similaridad dentro de los diferentes grupos.

En la gráfica correspondiente a la estación cálida (**Figura 37 b**), el agrupamiento de plataforma profunda (Clúster 2, 71 - 117 m) presentó una similaridad dentro del grupo de solo 28.87%, mientras que las estaciones costeras (Clúster 3, 20 - 78 m) mostraron una distribución más dispersa, lo que se evidenció también por la más baja similaridad entre sus estaciones (13,44%, **Tabla 8**).

Aunque la similaridad dentro de los grupos de la plataforma fue superior en la estación fría (27,44% vs. 13,44%; clúster 3 en la **Figura 37 b, c**), y aunque es posible identificar un pequeño subgrupo, las estaciones no muestran una asociación aparente. Además, la similaridad dentro de los grupos de la plataforma y el talud fue más baja cuando el análisis multivariante se aplicó a la matriz total, incluyendo los datos de las estaciones cálida y fría combinadas (7,88% y 19,83%, respectivamente, **Tabla 8**).

Los resultados del análisis de disimilaridad (SIMPER) confirmaron además que las diferencias en la composición entre los grupos (diversidad β) fueron significativas en ambas estaciones, especialmente en los de la estación cálida, con una fuerte frontera entre la fauna de la plataforma y el talud. Así, la disimilaridad entre los grupos fue más marcada entre los clústeres de la plataforma y el talud, particularmente en la estación cálida (97,80%), mientras que permanecieron iguales en la estación fría y en el total (95,65% y 95,99%, respectivamente) (**Tabla 9**).

Tabla 8. Resultados del análisis SIMPER. Contribución a la similaridad dentro del grupo y a la disimilaridad entre estaciones (en porcentaje) de las especies de decápodos en los principales clústeres identificados en las estaciones hidrológicas cálida, fría y en ambas (Acrónimos: Sh: Plataforma; DSh: Plataforma Profunda; Slo: Talud) (fondo oscuro: grupos del talud: en negrita; principales especies contribuyentes > 10%)

Estación Especie/Clúster	Estación cálida			Estación fría			Combinadas		Dissim. (%)
	Sh	DSh	Slo	Sh	DSh	Slo	Sh	Slo	Warm vs Cold
Similaridad % dentro grupo	13.44	28.87	42.93	27.44	46.13	36.50	7.88	19.83	95.99
<i>Penaeus notialis</i>	27.01	--	--	20.62	--	--	11.56	--	--
<i>Dardanus arrosor</i>	33.66	10.27	--	5.45	--	--	13.46	--	--
<i>Scyllarus caparti</i>	13.14	--	--	41.87	--	--	21.21	--	--
<i>Macropipus rugosus</i>		52.36	1.80	18.19	40.56	--	37.86	--	7.94
<i>Paguroidea indet</i>	8.97	5.19	--	--	--	--	--	--	--
<i>Calappa pelii</i>	4.54	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Medorippe lanata</i>	1.76	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Macropodia gilsoni</i>	1.63	5.01	--	--	--	--	--	--	--
<i>Inachus angolensis</i>	--	14.53	--	--	--	--	--	--	--
<i>Scyllarus subarctus</i>	--	4.10	--	--	--	--	--	--	--
<i>Diogenes ovatus</i>	--	--	--	4.95	--	--	--	--	--
<i>Parapenaeus longirostris</i>	--	--	40.95	--	7.91	9.41	--	47.98	26.93
<i>Plesionika heterocarpus</i>	--	--	30.82	--	28.22	--	4.73	29.13	24.92
<i>Munida speciosa</i>	--	--	8.00	--	17.78	6.21	2.65	6.22	6.70
<i>Plesionika carinata</i>	--	--	--	--	--	17.13	--	4.49	9.25
<i>Solenocera africana</i>	--	--	5.33	--	--	8.04	--	2.72	2.51
<i>Pasiphaea semispinosa</i>	--	--	3.14	--	--	13.74	--	--	2.67
<i>Robustosergia robusta</i>	--	--	--	--	--	12.66	--	--	4.25
<i>Plesionika acanthonotus</i>	--	--	--	--	--	12.40	--	--	2.78
<i>Nematocarcinus africanus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	3.01
<i>Plesionika martia</i>	--	--	--	--	--	7.91	--	--	--
<i>Challengerosergia talismani</i>	--	--	--	--	--	2.63	--	--	--
Similaridad total (%)	90.71	91.46	90.04	91.08	94.47	90.13	91.47	90.54	90.96

Tabla 9. Resumen de los resultados del análisis SIMPER. Valores de disimilaridad entre las principales asociaciones identificadas en las estaciones hidrológicas cálida, fría y total (Acrónimos de los grupos: Sh: Plataforma; DSh: Plataforma Profunda; USlo: Talud Superior; Pendiente: Talud).

<i>Cálida</i>	Sh	DSh
DSh	90.36	
Slo	97.80	86.32
<i>Fría</i>	Sh	USlo
USlo	84.79	
Slo	95.65	83.81
<i>Total</i>	Sh	
Slo	95.99	

Los resultados del SIMPER también revelaron diferencias importantes en la composición específica de los grupos principales en las estaciones cálida y fría (**Tabla 8**). El grupo de la plataforma se caracterizó por *Penaeus notialis* en ambas estaciones (27,01% y 20,62% en las estaciones fría y cálida, respectivamente), mientras que en otoño, *Dardanus arrosor* fue el principal contribuyente (33,66%), y *Scyllarus caparti* (41,87%) y *Macropipus rugosus* (18,19%) caracterizaron el clúster de la plataforma en primavera. En la estación cálida de otoño, otras especies como *S. caparti*, un Paguroidea no identificado, *Calappa pelii* Herklots, 1851, *Medorippe lanata* (Linnaeus, 1767) y *Macropodia gilsoni* (Capart, 1951), también contribuyeron, a la similaridad dentro del grupo de la plataforma, aunque en menor medida (13,14% - 1,63%).

Tres decápodos bentónicos: *M. rugosus* (37,86%), *S. caparti* (21,21%) y *D. arrosor* (13,46%), y el langostino *P. notialis* (11,56%) caracterizaron el grupo de la plataforma. *Macropippus rugosus* caracterizó claramente los grupos de plataforma profunda y/o talud superior, contribuyendo con el 52,36% y 40,56% de la similaridad de ambos clústeres en las estaciones cálida y fría, respectivamente.

Sin embargo, debido al diferente rango de profundidad en el que se localizaron estos dos grupos, el resto de las especies que aportaron mayores contribuciones fueron bentónicas o pelágicas, características de la plataforma o el talud, respectivamente. De esta manera, en el grupo de plataforma en estación cálida, *Inachus angolensis* Capart, 1951, representó el 14,53%, mientras que en el grupo del talud superior en estación fría, el camarón *P. heterocarpus* (28,22%) y *M. speciosa* también contribuyeron de manera importante a la similaridad.

Aunque los principales contribuyentes en los grupos del talud fueron los decápodos pelágicos, se observaron claras diferencias faunísticas en la composición de esta comunidad más profunda. Así, *Parapenaeus longirostris* (>40% de la similaridad) y *Plesionika heterocarpus* (\approx 30%) caracterizaron el grupo del talud en la estación cálida y en general. *Parapenaeus longirostris* fue la especie más característica entre los decápodos profundos de Mauritania, ya que representó casi el 50% de la similaridad en el conjunto de los grupos del talud.

Sin embargo, estas dos importantes especies pelágicas exhibieron comportamientos diferentes durante la estación fría. Como se mencionó anteriormente, *P. heterocarpus* caracterizó únicamente el grupo del talud superior, mientras que la contribución de *P. longirostris* a los grupos del talud y el talud superior en primavera fue muy baja (9,4% y 7,9%, respectivamente).

En la estación fría, el grupo del talud se caracterizó principalmente por otras especies pelágicas; a saber, *Plesionika carinata*, *Pasiphaea semispinosa* Holthuis, 1951, *Robustosergia robusta* (Smith, 1882), *Plesionika acanthonotus* (Smith, 1882), *Solenocera africana* Stebbing, 1917 y *Plesionika martia* (Milne-Edwards, 1883), con porcentajes de similaridad de entre 17,1% y 7,9%. Todas estas especies pelágicas, además de *P. longirostris* y *P. heterocarpus*, fueron responsables de la disimilaridad faunística entre los grupos de las estaciones cálida y fría en su conjunto (26,9% y 24,9%, respectivamente).

El análisis BIOENV se usó posteriormente para determinar la relación entre los factores ambientales de la columna de agua y los sedimentos, y la estructura de las comunidades resultantes en las estaciones cálida y fría (**Tabla 10**).

En la estación cálida, la latitud y las variables abióticas dependientes de las masas de agua [temperatura (BT), salinidad (BS), oxígeno (BO) y fluorescencia en el fondo (BFI)] proporcionaron la mejor correlación, lo que sugiere su importante efecto en la estructuración de las comunidades ($r_s = 0,601$).

En cambio, en la estación fría, son la profundidad y las variables físicas relacionadas con los sedimentos del fondo marino [profundidad (D) y los contenidos en grava (G), arena (S), fango (M) y materia orgánica (OM)] los que explican mejor los agrupamientos ($r_s = 0,528$).

Tabla 10. Resultados del análisis BIOENV. ejores combinaciones de matrices de similitudes bióticas y abióticas en estaciones hidrológicas cálida y fría para cada combinación de variables (No) [Latitud (L), Profundidad (D), Temperatura de fondo (BT), Salinidad de fondo (BS), Oxígeno de fondo (BO), Fluorescencia del fondo (BF),% Grava (G),% Arena (S),% Barro (M),% Materia orgánica (OM),% Carbonatos (CO), Correlación de rango de Spearman (rs)].

Estación cálida			Estación fría		
No	rs	Best variables correlation	No	rs	Best variables correlation
5	0,601	L, BT, BO, BF, OM	5	0,528	D, G, S, M, CO
5	0,601	L, BT, BS, BO, OM	5	0,528	D, S, M, CO, L
4	0,601	L, BT, BO, OM	5	0,528	D, S, M, OM, CO
5	0,591	L, BT, BS, BF, OM	5	0,528	D, BO, S, M, CO
4	0,591	L, BT, BF, OM	5	0,528	D, BF, S, M, CO
4	0,588	L, BT, BS, OM	4	0,528	D, S, M, CO
3	0,588	L, BT, OM	5	0,528	D, BS, S, M, CO
4	0,587	L, BT, BO, BF	5	0,528	D, BT, S, M, CO
5	0,586	L, BT, BF	5	0,526	D, M, OM, CO, L
3	0,586	L, BT, BO	5	0,526	D, G, M, CO; L

Sin embargo, los resultados de la prueba de Mantel realizada en base a las matrices de similitud faunística en las estaciones cálida y fría revelaron que, aunque los coeficientes de correlación fueron significativos, sus valores fueron solo moderados [correlación de rango de Spearman, r_s (cálido / frío) = 0,405, $N = 39$, $P < 0,0001$; **Tabla 11**]. Además, las similitudes entre los factores ambientales, del conjunto de las variables hidrológicas y sedimentológicas, exhibieron una correlación más alta que las similitudes faunísticas [correlación de rango de Spearman, r_s (cálido / frío) = 0,716, $N = 39$, $P < 0,0001$; **Tabla 11**]. Por el contrario, cuando las variables oceanográficas y sedimentológicas se analizaron por separado, la correlación fue menor en el caso de los parámetros de la columna de agua, en comparación con las variables del sedimento [correlación de rango de Spearman, r_s (columna de agua) = 0,502, r_s (sedimento) = 0,643, $N = 39$, $P < 0,0001$, **Tabla 5.10**]. Estadísticamente, estos resultados confirman que la variabilidad en las condiciones oceanográficas a nivel de la superficie también se refleja en el fondo marino de la plataforma y el talud superior de Mauritania.

Tabla 11. Resultados de la prueba de Mantel, aplicada a las matrices de similitud de las densidades de decápodos y los factores ambientales (de la columna de agua y del sedimento, juntas o por separado) en las estaciones hidrológicas cálida y fría (Decap: densidad de decápodos; hydro: variables de columna de agua; sedim: variables sedimentológicas); r_s : correlación de rango de Spearman; P : nivel de significancia; $N = 38$)

Estación	Matrices Similitud	r_s	P
Cálida vs. fría	Decap vs. decap	0.405	0.001
Cálida	Decap vs. factores	0.583	0.001
Fría	Decap vs. factores	0.530	0.001
Cálida vs. fría	Factores vs. factores	0.716	0.001
Cálida vs. fría	Hydro vs. hydro	0.529	0.001
Cálida vs. fría	Sedim vs. sedim	0.643	0.001

Moctar, S. M. M., Ramos, A., de Matos-Pita, S. S., Ramil, F., & Krakstad, J. O. (2020) Seasonal variations in the diversity and structure of decapod communities in the changing hydrological scenario of the northwest African upwelling. *Marine Biodiversity*, 50 (3): 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12526-020-01058-8>.

Resumen

Las campañas multidisciplinares realizadas a bordo del B/O *Dr. Fridtjof Nansen* en la región del noroeste de África durante los meses de noviembre de 2011 y junio de 2012, permitieron explorar por primera vez las variaciones estacionales de la biodiversidad y la estructura de las comunidades de decápodos que habitan en el variable escenario hidrológico de la plataforma y el talud superior de Mauritania (20–750 m de profundidad).

Los decápodos se recogieron con una red de arrastre de fondo de tipo comercial en 95 estaciones, 39 de las cuales fueron visitadas en ambas campañas. Además, se tomaron 249 perfiles oceanográficos y 95 muestras de sedimentos.

Las comunidades de la plataforma y talud, caracterizadas respectivamente por el predominio de especies bentónicas (63 especies) y aquellas dependientes de la columna de agua (37 especies), se segregaron a una profundidad de 100-150 m, coincidiendo con la ruptura de la plataforma y la frontera hidrológica que separa la capa de mezcla superficial de las masas de agua más profundas. Los agrupamientos mostraron cierta estabilidad en su estructura, pero diferencias estacionales significativas en su composición. La densidad y la biomasa, y en particular la riqueza específica, se correlacionaron fuertemente con la profundidad en el caso de los decápodos pelágicos que fueron claramente dominantes durante la estación cálida, especialmente en la zona sur. Las variaciones estacionales más significativas se debieron principalmente a la familia Penaeidae y su especie asociada, la gamba blanca *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846). La tendencia latitudinal decreciente en la permanencia de los afloramientos y la productividad en dirección sur, respondiendo a la fuerza y el desplazamiento de los vientos alisios a lo largo de la costa de Mauritania, que son observables en la superficie y en el fondo marino, parecen ser la razón principal que explica las variaciones estacionales observadas en los patrones la distribución y la estructura de las comunidades de decápodos de Mauritania.

MOLUSCOS PROSOBRANQUIOS Y BIVALVOS

Una visión global de la biodiversidad

En las 384 estaciones de arrastre de fondo realizadas a lo largo de las seis campañas se recogieron 12.962 especímenes de moluscos (297 kilogramos). La densidad media y biomasa de los moluscos fue de 88,2 individuos y 2,0 kg por 0,1 km², respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12. Resumen del total, media y desviación estándar (SD) de la riqueza, densidad y biomasa (número y kg por 0.1 km²) del total de moluscos, y de los prosobranquios y bivalvos (la riqueza incluye también las especies recogidas con bou de vara).

Variable	Estrategia vital	Total	Media (SD)
	Total	101	1,87 ±1,3
Riqueza	Prosobranquios	65	1,79 ±1,0
	Bivalvos	36	1,12 ±0,2
	Total	12.962	88,2 ±377,9
Densidad	Prosobranquios	11.432	97,7 ±370,6
	Bivalvos	1.531	26,4 ±41,3
	Total	297	2,0 ±15,7
Biomasa	Prosobranquios	281	2,4 ±15,7
	Bivalvos	15	0,3 ±0,6

En total, entre el material conservado durante las cuatro campañas *Maurit* y las dos campañas *CCLME*, se han identificado 101 táxones, 97 de ellos a nivel específico, que han pertenecido a 45 familias de moluscos. El listado completo de las especies y táxones de las clases Gastropoda y Bivalvia estudiados se presenta en la **Tabla 13**. En ella se han incluido las siete especies de las cuales se recogieron sólo individuos muertos.

La clasificación taxonómica ha seguido la ordenación de familias de Castillo (2017).

Tabla 13. Catálogo de las especies de moluscos Gastropoda y Bivalvia recogidos en la plataforma continental y talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m, con arrastre de fondo y bou de vara durante las cuatro campañas *Maurit* y las dos campañas *CCLME-FAO* (se han incluido las especies muertas *).

Clase / Familia	Especie
Clase Gastropoda	
Familia Newtoniellidae	<i>Cerithiella insignis</i> (Jeffreys, 1885)
Familia Trochidae	<i>Callumbonella suturalis</i> (Philippi, 1836)
Familia Calliostomatidae	<i>Calliostoma granulatum</i> (Born, 1778)
Familia Turritellidae	<i>Mesalia opalina</i> * (Adams & Reeve in Reeve, 1849)
Familia Calyptraeidae	<i>Calyptraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Crepidula porcellana</i> (Lamarck, 1801)
Familia Capulidae	<i>Capulus ungaricus</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Naticidae	<i>Euspira fusca</i> (Blainville, 1825)
	<i>Euspira grossularia</i> (Marche-Marchad, 1957)
	<i>Natica acinonyx</i> (Marche-Marchad, 1957)
	<i>Natica monodi</i> (Marche-Marchad, 1957)
	<i>Natica multipunctata</i> (Blainville, 1825)
	<i>Natica canariensis</i> (Odhner, 1932)
	<i>Sinum bifasciatum</i> (Récluz, 1851)
	<i>Sinum concavum</i> (Lamarck, 1822)
Familia Aporrhaidae	<i>Aporrhais pesgallinae</i> (Barnard, 1963)
	<i>Aporrhais senegalensis</i> (Gray, 1838)
Familia Cassidae	<i>Semicassis saburon</i> (Bruguère, 1792)
Familia Bursidae	<i>Aspa marginata</i> (Gmelin, 1791)
Familia Personidae	<i>Distorsio smithi</i> (Maltzan, 1884)
Familia Ranellidae	<i>Monoplex parthenopeus</i> (Salis Marschlin, 1793)
	<i>Monoplex tranquebaricus</i> (Lamarck, 1816)
	<i>Ranella olearium</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Xenophoridae	<i>Stellaria testigera digitata</i> (Martens, 1878)
	<i>Xenophora crista</i> (König, 1825)
	<i>Xenophora senegalensis</i> (P. Fischer, 1873)
Familia Epitoniidae	<i>Amaea africana</i> * (Bouchet & Tillier, 1978)
	<i>Amaea guineensis</i> * (Bouchet & Tillier, 1978)
	<i>Amalda sibuetae</i> (Kantor & Bouchet, 1999)
Familia Buccinidae	<i>Afer afer</i> (Gmelin, 1791)
	<i>Afer echinatus</i> Fraussen, 2008

Clase / Familia	Especie
	<i>Afer lansbergisi</i> (Delsaerdt, 1993)
	<i>Afer pseudofusinus</i> (Fraussen & Hadorn, 1999)
	<i>Euthriostoma saharicum</i> (Locard, 1897)
Familia Columbelloidea	<i>Cotonopsis monfilsii</i> * (Emerson, 1993)
	<i>Mitrella pallaryi</i> (Dautzenberg, 1927)
Familia Fasciolariidae	<i>Fusinus boettgeri</i>
	<i>Fusinus maroccensis</i> (Gmelin, 1791)
	<i>Fusinus</i> sp.
	<i>Hemipolygona armata</i> (A. Adams, 1855)
Familia Nassariidae	<i>Nassarius arcadioi</i> Rolán & Hernández, 2005
	<i>Tritia wolffi</i> (Knudsen, 1956)
	<i>Phos grateloupianus</i> (Petit de la Saussaye, 1853)
	<i>Tritia miga</i> * (Bruguière, 1789)
Familia Muricidae	<i>Hexaplex saharicus saharicus</i> (Locard, 1897)
	<i>Hexaplex duplex</i> (Röding, 1798)
	<i>Bolinus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Pagodula fraseri</i> (Knudsen, 1956)
	<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Typhinellus labiatus</i> (de Cristofori & Jan, 1832)
Familia Cystiscidae	<i>Persicula cingulata</i> (Dillwyn, 1817)
Familia Marginellidae	<i>Glabella pseudofaba</i> (Sowerby II, 1846)
	<i>Marginella cleryi</i> * (Petit de la Saussaye, 1836)
	<i>Marginella desjardini</i> (Marche-Marchad, 1957)
	<i>Marginella irrorata</i> * (Menke, 1828)
	<i>Marginella limbata</i> * (Lamarck, 1822)
	<i>Marginella pseudosebastiani</i> (Mattavelli, 2001)
Familia Volutidae	<i>Ampulla priamus</i> (Gmelin, 1791)
	<i>Cymbium cymbium</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Cymbium marmoratum</i> (Link, 1807)
	<i>Cymbium olla</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Clavatulidae	<i>Clavatula diadema</i> (Kiener, 1840)
Familia Cancellariidae	<i>Bivetiella cancellata</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Sveltia lyrata</i> (Brocchi, 1814)
Familia Pisaniidae	<i>Pollia vermeuleni</i> (Knudsen, 1980)
Clase Bivalvia	
Familia Lucinidae	<i>Lucinoma atalantae</i> * Cosel, 2006

Clase / Familia	Especie
	<i>Lucinoma borealis</i> (Linnaeus, 1767)
Familia Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)
Familia Cuspidariidae	<i>Cuspidaria</i> sp. <i>Cuspidaria voncoseli</i> Castillo & Ramil, 2018
Familia Carditidae	<i>Centrocardita inquinata</i> (Nicklès, 1955)
Familia Tellinidae	<i>Arcopella balaustina</i> (Linnaeus, 1758) <i>Macomopsis melo</i> (G. B. Sowerby II, 1866) <i>Oudardia coseli</i> M. Huber, Langleit & Kreipl, 2015 <i>Psammacoma inexpectata</i> (Cosel, 1995) <i>Serratina</i> sp.
Familia Solemyidae	<i>Acharax</i> sp.
Familia Nuculidae	<i>Nucula mariae</i> (Nolf, 2005)
Familia Arcidae	<i>Mosambiarca hians</i> (Reeve, 1844)
Familia Noetiidae	<i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Mytilidae	<i>Idas simpsoni</i> (J. T. Marshall, 1900) <i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Modiolus martorelli</i> (Hidalgo, 1877)
Familia Pteriidae	<i>Pteria hirundo</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Pinnidae	<i>Atrina chautardi</i> (Nicklès, 1953)
Familia Limidae	<i>Limaria loscombi</i> (G. B. Sowerby I, 1823)
Familia Gryphaeidae	<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)
Familia Anomiidae	<i>Anomia ephippium</i> (Linnaeus, 1758) <i>Heteranomia squamula</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Pectinidae	<i>Aequipecten commutatus commutatus</i> (Monterosato, 1875) <i>Delectopecten vitreus</i> (Gmelin, 1791) <i>Karnekampia sulcata</i> (Müller, 1776) <i>Pecten keppelianus</i> (Sowerby III, 1905) <i>Pseudamussium peslutrae</i> (Linnaeus, 1771)
Familia Crassatellidae	<i>Crassatina triquetra</i> (Reeve, 1842)
Familia Cardiidae	<i>Laevicardium crassum</i> (Gmelin, 1791)
Familia Veneridae	<i>Costellipitar peliferus</i> (Cosel, 1995) <i>Dosinia afra</i> (Gmelin, 1791) <i>Pitar mediterraneus</i> (Aradas & Benoit, 1872) <i>Venus casina</i> * Linnaeus, 1758 <i>Venus chevreuxi</i> (Dautzenberg, 1891)

Análisis por familias

Los moluscos aparecieron en 150 de las 384 estaciones realizadas con el aparejo de arrastre comercial (40%). Prosobranchia fue más común que Bivalvia, encontrándose en el 30% de las estaciones (117 estaciones) y Bivalvia en solo el 15% (58 estaciones). Estas frecuencias representaron el 78,0% y el 38,7%, respectivamente, de las estaciones en las que se recogieron moluscos (**Figura 38**, izqda.).

Nassariidae y Xenophoridae fueron las familias más frecuentes, recolectadas en 37 estaciones (24.7%) y 31 estaciones (20.7%), respectivamente, seguidas por otras dos familias de prosobranquios, Buccinidae y Muricidae (16,0% y 14,0%). Pteridae fue la familia de Bivalvia más frecuente (13,3% de aparición). El resto de familias se encontraron en menos del 10,0% de las estaciones (**Figura 38**).

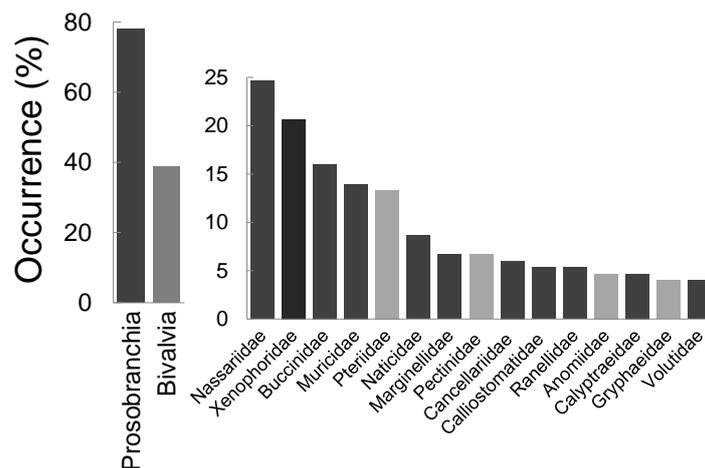


Figura 38. Frecuencia de aparición (en %) de las principales familias de moluscos (gris oscuro: Prosobranchia; gris claro: Bivalvia).

Los moluscos recogidos con el arte de arrastre comercial pertenecieron a 79 especies que se distribuyeron en 37 familias. Prosobranchia estuvo representada por 58 especies, mientras que Bivalvia presentó una baja diversidad con solo 21 especies. Si se incluyen también las especies recolectadas en los arrastres con bou de vara, las cifras de diversidad total son claramente superiores, ascendiendo a 101 táxones y 44 familias (**Figura 39**). En este caso, 65 especies y 25 familias correspondieron a la clase Prosobranchia, y 36 especies y 19 familias representaron a la clase Bivalvia.

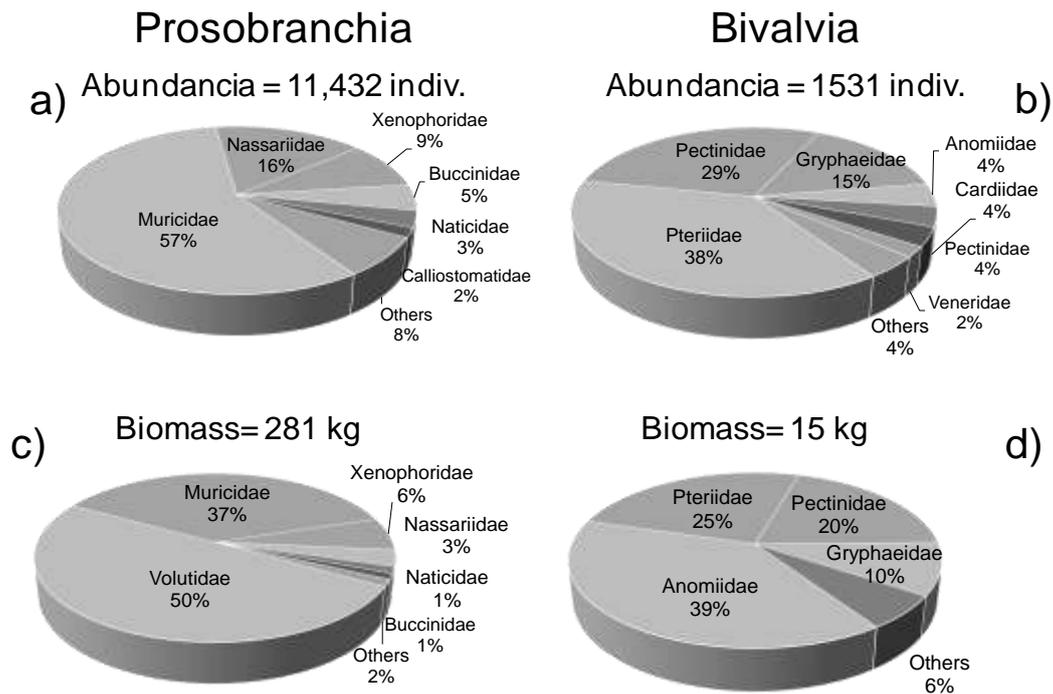


Figura 41. Composición porcentual en número y peso de las principales familias de moluscos Prosobranchia (a, c) y Bivalvia (b, d) en la plataforma y talud de Mauritania.

Entre los prosobranquios, Muricidae fue la familia numéricamente dominante, representando más de la mitad de la abundancia (57%), seguida a distancia por Nassariidae (16%) (Figura 41 a). Volutidae fue el contribuyente más importante a la biomasa, ya que representó el 50% del total, seguido de Muricidae (37%) (Figura 41 c). En el caso de los bivalvos, Pteriidae (38%), Pectinidae (29%), y en menor medida Gryphaeidae (15%), constituyeron las familias más abundantes (Figura 41 b).

Análisis específico

El gasterópodo *Tritia wolffi* fue la especie más común en los fondos de Mauritania, estando presente en el 23,8% del total de los puntos de muestreo (36 estaciones). Fue seguido a distancia por *Xenophora crispera* (15,2%), el bivalvo *Pteria hirundo* (14,6%) y *Afer pseudofusinus* (13,2%).

Las especies *Delectopecten vitreus*, *Pagodula fraseri*, *Stramonita haemastoma* y *Sveltia lyrata* se presentaron con unas frecuencias inferiores al 10,0% de las estaciones (Figura 42).

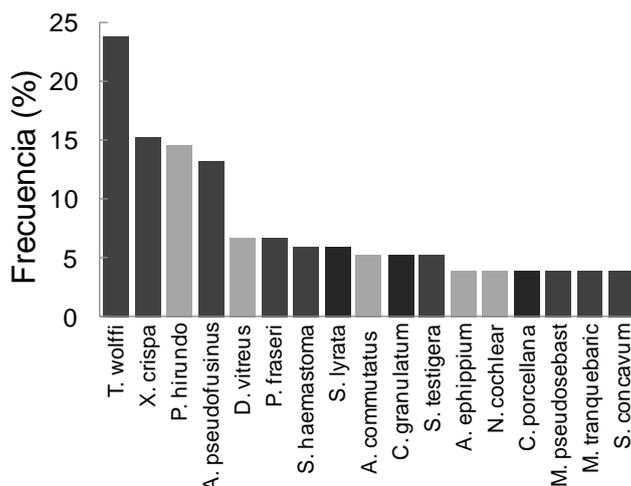


Figura 42. Frecuencia de aparición (en %) de las principales especies de moluscos (gris oscuro: prosobranquios; gris claro: bivalvos).

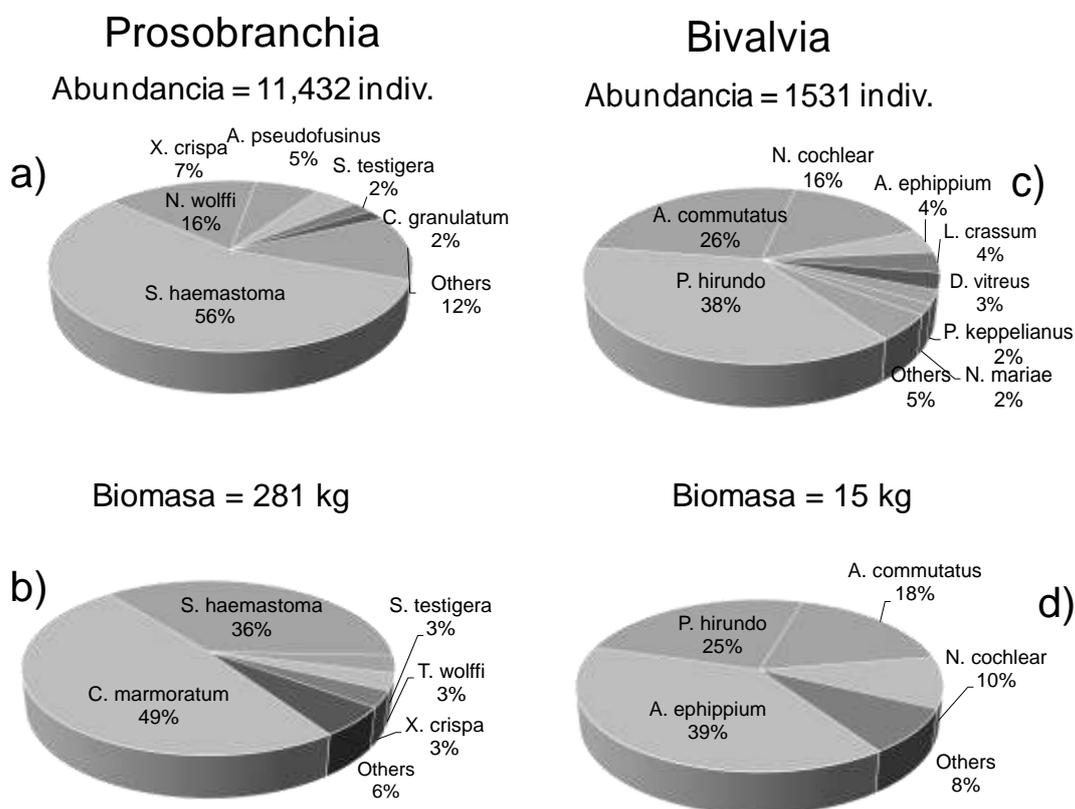


Figura 43. Composición porcentual en número y peso de las principales especies de moluscos prosobranquios (a, b) y bivalvos (c, d) en la plataforma y talud de Mauritania.

Entre los prosobranquios *Stramonita haemastoma* (56%) y *Tritia wolffi* (16%) fueron las especies numéricamente dominantes (Figura 43 a), mientras que entre los bivalvos lo

fueron *Pteria hirundo* (38%) y *Aequipecten commutatus commutatus* (26%) (Figura 43 c). Solo dos especies de prosobranquios, *Cymbium marmoratum* y *Stramonita haemastoma*, debido a su tamaño y peso reunieron el 85% de la biomasa de esta clase (Figura 43 b).

Patrones de distribución batimétrico y latitudinal

A pesar de sus diferentes valores relativos, la riqueza específica de gasterópodos y bivalvos en aguas mauritanas parece seguir una tendencia batimétrica similar (Figura 44). Ambas clases muestran las cifras más elevadas en la plataforma, disminuyendo abruptamente después en la rotura de pendiente, a nivel del talud superior. De esta manera, la diversidad media de los prosobranquios cae bruscamente de 54 especies entre 20-200 m, a solo 11 en el estrato de 200-400 m de profundidad. Se observa una tendencia similar, aunque menos drástica, en el caso de los bivalvos, cuya diversidad media cae de 13 a 7 en el mismo rango batimétrico. En los estratos más profundos, por debajo de los 400 m de profundidad, el número de moluscos epibentónicos es casi imperceptible, aunque se puede observar un ligero aumento de la riqueza alrededor de 1400 m, en los bivalvos, y de 1600 m, en el caso de los prosobranquios.

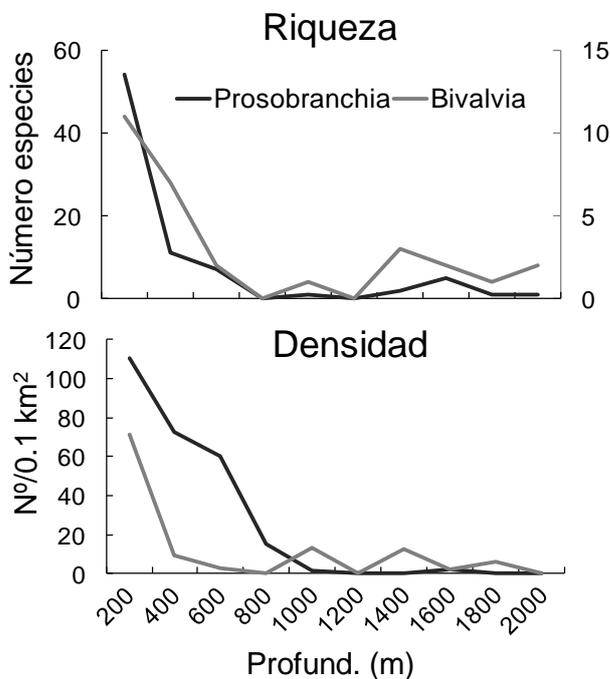


Figura 44. Valores medios por intervalos de profundidad de 200 m de la riqueza específica y la densidad de las clases Prosobranchia y Bivalvia a lo largo de la plataforma continental y el talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m (datos estandarizados a un área barrida de 0,1 km²).

En el caso de las densidades, ambas clases también presentaron patrones similares a lo largo de la plataforma y el talud, con picos de máxima densidad en los estratos costeros

(20-200 m). Sin embargo, en este caso, son los valores de los bivalvos los que caen abruptamente (de 71,3 a 9,4 individuos), mientras que la caída en las densidades de prosobranquios (de 110,3 a 1,7 individuos) ocurre más suavemente, de manera escalonada entre 20 y 1000 m de profundidad. A partir de este rango batimétrico, los prosobranquios desaparecen por completo, mientras que todavía se pueden observar algunos pequeños picoss en las densidades de bivalvos a 1000, 1400 e incluso a 1800 m (**Figura 44**).

El máximo en las abundancias que se observa en la plataforma se debió, en el caso de los bivalvos, a *Pteria hirundo* y *Neopycnodonte cochlear*, en el estrato de 20-100 m, y a *Aequipecten commutatus commutatus*, entre 100-200 m. *Delectopecten vitreus* fue la especie responsable del pequeño pico a 1400 m. La alta densidad de prosobranquios fue debida casi exclusivamente a la especie *Stramonita haemastoma* concentrada en el rango de 20-100 m.

En relación con la distribución latitudinal, la riqueza específica, la densidad y la biomasa de prosobranquios y bivalvos presentan diferentes patrones a lo largo de la costa de Mauritania (**Figura 45**). Sin embargo, observamos que la diversidad en las ambas clases sigue una tendencia similar y casi uniforme cuando la riqueza media se representa por un grado de latitud (**Figura 45 a**). Así, el número medio de especies de gasterópodos se mantiene entre 1,6 y 2,0 (riqueza total 18-27), y en valores más bajos, entre 1,0 y 1,8 (riqueza total 3-13), en el caso de los bivalvos. Sin embargo, aunque la riqueza total de gasterópodos, al igual que sus valores medios, se mantiene, la diversidad total parece claramente superior en la zona norte de Mauritania, sobre todo en el caso de los bivalvos (**Figura 45 b**). Además, tanto el número medio como total de especies de bivalvos parece mayor alrededor de los 18°N, al sur del cabo Timiris.

La densidad y la biomasa de ambos grupos exhibieron las cifras más bajas en la zona meridional de la costa mauritana, entre los 17°N y 16°N (**Figura 45 c, d**). En el caso de las densidades, alrededor de los 18°N, los gasterópodos muestran sus principales concentraciones, con los valores más elevados entre los 18°N y 19°N. En estas latitudes, los prosobranquios *Stramonita haemastoma* y *Pteria hirundo*, y el bivalvo *Xenophora crispa* mostraron sus densidades máximas. Mientras que en la zona norte, alrededor de los 20°N de latitud, el gasterópodo *Stellaria testigera digitata* fue la única especie numéricamente dominante. Las menores densidades de bivalvos se observaron en la zona sur.

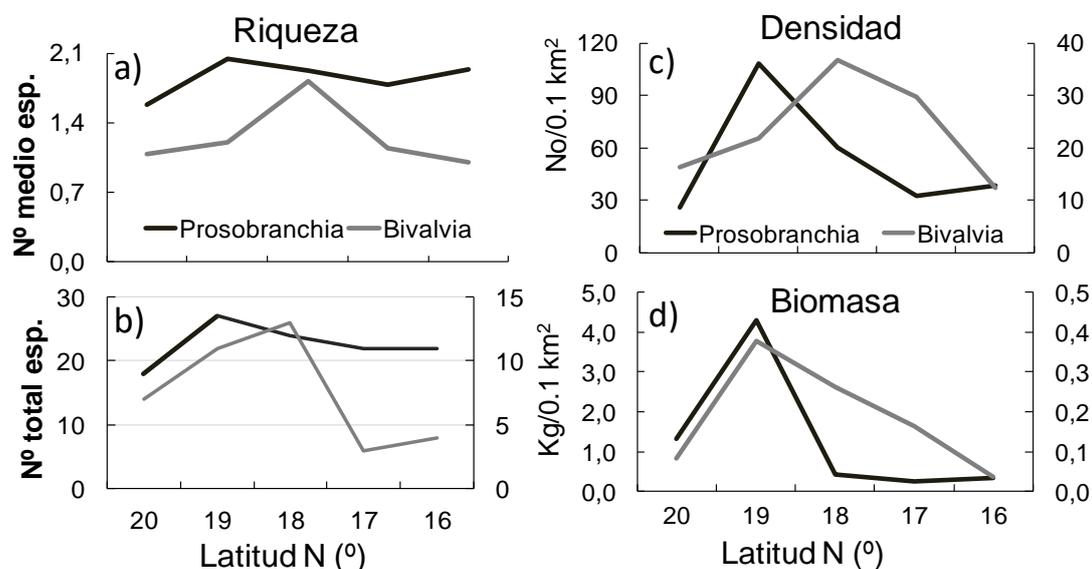


Figura 45. Riqueza específica media (a) y total (b), y densidad y biomasa de Prosobranchia y Bivalvia por un grado de latitud (las cifras de Bivalvia están representadas en el eje vertical derecho).

Sin embargo, los valores de biomasa de ambas clases permanecieron bajos a la latitud de 18°N. Así, los gasterópodos mostraron su mayor biomasa en la zona norte, entre 18°N y 20°N, con un pico alrededor de los 19°N. *Cymbium marmoratum* y *Stramonita haemastoma* mostraron su mayor biomasa en estas latitudes. En cuanto a la biomasa de bivalvos, siempre estuvieron por debajo de un kg por 0,1 km².

Estructura y composición de las comunidades

Tanto la gráfica del MDS, como el dendrograma (**Figura 46**), generados por el análisis multivariante basado en los 25 estratos latitud-profundidad, ponen de manifiesto que los moluscos de Mauritania están estructurados en tres agrupaciones principales que se separan al 20% de similitud, hecho que parece influenciado básicamente por la profundidad. La comunidad de la plataforma (Shelf) agrupa el estrato más costero (20-200 m, A) a lo largo de todo el rango latitudinal; un segundo grupo, que incluye estratos batimétricos B, C y D se distribuye a lo largo del talud entre 200 y 1200 m (comunidad del talud, Slope). Aunque en el dendrograma podemos observar la separación de dos subgrupos dentro de esta asociación, a aproximadamente el 30% de similitud (**Figura 46 b**; estratos B + C y D), su proximidad en el MDS muestra que es

una agrupación consistente. Finalmente, un último grupo (comunidad del talud profundo, DSlope) separa los estratos más profundos (E, > 1200 m, y los estratos de 800-1200 m (D) de la zona norte (20° de latitud N).

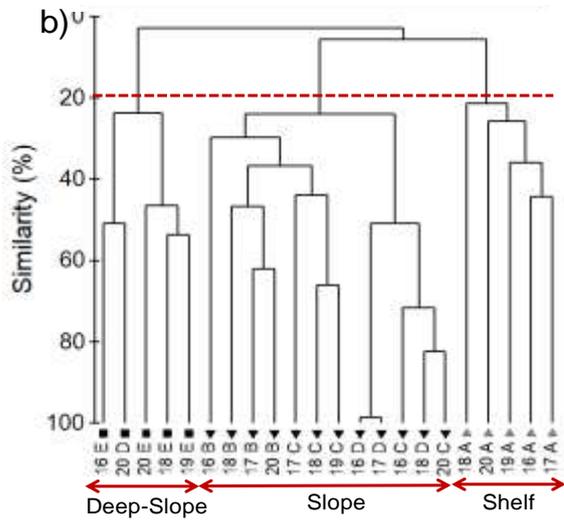
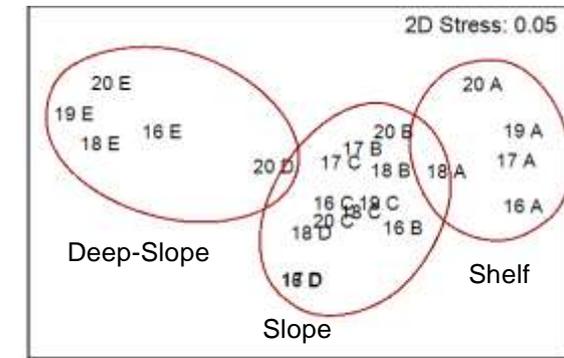


Figure 46. MDS y cluster basado en la matriz de densidad de los moluscos por estrato de profundidad y grado de latitud en las estaciones de arrastre comercial durante las campañas *Maurit* y *CCLME-FAO*.

Resultados moluscos

Tabla 14. Resultados del análisis SIMPER que muestra los porcentajes de similaridad o disimilaridad, así como la contribución (%) y el porcentaje acumulado (Cum.) de las diferentes especies de moluscos a la similaridad (Simil.) o disimilaridad faunística (Dissim.), dentro y entre las tres comunidades (en negrita: las principales especies contribuyentes).

Assemblages	Shelf		Slope		DSlope		Shelf vs Slope		Shelf vs DSlope		Slope vs DSlope	
Simil./Disimil. (%)	27,93		34,72		34,06		94,38		99,62		96,13	
Especies/Contrib. (%)	Simil.	Cum.	Simil.	Cum.	Simil.	Cum.	Disim.	Cum.	Disim.	Cum.	Disim.	Cum.
<i>Acharax sp</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3,30	3,30
<i>Aequipecten commutatus</i>	1,49	1,49	---	---	---	---	2,00	2,00	2,02	5,32	---	---
<i>Afer afer</i>	---	---	---	---	---	---	1,78	3,78	1,90	7,22	---	---
<i>Afer lansbergisi</i>	0,94	2,43	---	---	---	---	1,35	5,13	1,36	8,58	---	---
<i>Afer pseudofusinus</i>	12,61	15,04	---	---	---	---	5,25	10,38	5,44	14,02	---	---
<i>Amalda sibuetae</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3,39	6,69
<i>Anomia ephippium</i>	1,62	16,66	---	---	---	---	1,81	12,19	1,84	15,86	---	---
<i>Aporrhais senegalensis</i>	0,89	17,55	---	---	---	---	1,60	13,79	1,62	17,48	---	---
<i>Aspa marginata</i>	---	---	---	---	---	---	0,94	14,73	0,94	18,42	---	---
<i>Bivetiella cancellata</i>	---	---	---	---	---	---	1,07	15,80	1,09	19,51	---	---
<i>Calliostoma granulatum</i>	5,90	23,45	0,40	0,40	---	---	4,10	19,90	4,37	23,88	1,96	8,65
<i>Callumbonella suturalis</i>	---	---	0,90	1,30	---	---	0,94	20,84	---	---	3,50	12,15
<i>Calyptrea chinensis</i>	---	---	---	---	---	---	0,78	21,62	0,80	24,68	---	---
<i>Capulus ungaricus</i>	1,01	24,46	---	---	---	---	1,58	23,20	1,49	26,17	---	---
<i>Clavatula diadema</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	0,79	26,96	---	---
<i>Costellipitar peliferus</i>	---	---	---	---	---	---	0,85	24,05	0,84	27,80	---	---
<i>Crepidula porcellana</i>	4,87	29,33	---	---	---	---	2,77	26,82	2,82	30,62	---	---
<i>Cymbium cymbium</i>	4,91	34,24	---	---	---	---	2,66	29,48	2,78	33,40	---	---
<i>Cymbium marmoratum</i>	1,25	35,49	---	---	---	---	1,68	31,16	1,71	35,11	---	---
<i>Cymbium olla</i>	---	---	---	---	---	---	0,78	31,94	0,80	35,91	---	---
<i>Delectopecten vitreus</i>	---	---	---	---	85,03	85,03	---	---	3,32	39,23	17,65	29,80
<i>Distorsio smithi</i>	1,42	36,91	---	---	---	---	2,20	34,14	2,23	41,46	---	---
<i>Euspira fusca</i>	1,01	37,92	---	---	---	---	1,87	36,01	1,89	43,35	---	---

Assemblages	Shelf		Slope		DSlope		Shelf vs Slope		Shelf vs DSlope		Slope vs DSlope	
Simil./Disimil. (%)	27,93		34,72		34,06		94,38		99,62		96,13	
Especies/Contrib. (%)	Simil.	Cum.	Simil.	Cum.	Simil.	Cum.	Disim.	Cum.	Disim.	Cum.	Disim.	Cum.
<i>Hemipolygona armata</i>	---	---	---	---	---	---	0,89	36,90	0,90	44,25	---	---
<i>Heteranomia squamula</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3,30	33,10
<i>Hexaplex duplex</i>	---	---	---	---	---	---	1,62	38,52	1,67	45,92	---	---
<i>Idas simpsoni</i>	---	---	---	---	14,97	100,00	---	---	1,99	47,91	10,08	43,18
<i>Laevicardium crassum</i>	---	---	---	---	---	---	1,43	39,95	1,47	49,38	---	---
<i>Marginella pseudosebastiani</i>	3,28	41,20	---	---	---	---	2,12	42,07	2,16	51,54	---	---
<i>Monoplex partenopeus</i>	1,36	42,56	---	---	---	---	1,67	43,74	1,69	53,23	---	---
<i>Monoplex tranquebaricus</i>	5,71	48,27	---	---	---	---	4,13	47,87	4,32	57,55	---	---
<i>Tritia wolffi</i>	---	---	56,24	57,54	---	---	4,45	52,32	2,48	60,03	21,18	64,36
<i>Natica acinonyx</i>	---	---	---	---	---	---	1,09	53,41	1,10	61,13	---	---
<i>Natica canariensis</i>	---	---	---	---	---	---	0,78	54,19	0,80	61,93	---	---
<i>Natica multipunctata</i>	1,08	49,35	---	---	---	---	1,29	55,48	1,31	63,24	---	---
<i>Neopycnodonte cochlear</i>	4,78	54,13	---	---	---	---	3,12	58,60	3,17	66,41	---	---
<i>Nucula mariae</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2,30	66,66
<i>Pagodula fraseri</i>	---	---	30,91	88,45	---	---	1,93	60,53	---	---	11,77	78,43
<i>Pectem jacobaeus</i>	2,01	56,14	---	---	---	---	2,71	63,24	2,83	69,24	---	---
<i>Pollia vermeuleni</i>	---	---	---	---	---	---	0,89	64,13	0,90	70,14	---	---
<i>Pteria hirundo</i>	3,83	59,97	1,59	90,04	---	---	2,43	66,56	2,42	72,56	2,60	81,03
<i>Sinum bifasciatum</i>	---	---	---	---	---	---	1,08	67,64	---	---	---	---
<i>Sinum concavum</i>	2,96	62,93	---	---	---	---	2,27	69,91	2,30	74,86	---	---
<i>Stellaria testigera digitata</i>	1,07	64,00	1,03	91,07	---	---	2,46	72,37	1,77	76,63	4,04	85,07
<i>Stramonita haemastoma</i>	14,72	78,72	---	---	---	---	7,85	80,22	7,93	84,56	---	---
<i>Sveltia lyrata</i>	---	---	8,53	99,60	---	---	1,70	81,92	---	---	6,38	91,45
<i>Xenophora crispa</i>	20,02	98,75	0,40	100,00	---	---	5,82	87,74	6,49	91,05	---	---
<i>Xenophora senegalensis</i>	1,25	100,00	---	---	---	---	1,78	89,52	1,82	92,87	---	---
<i>Xenophora sp</i>	---	---	---	---	---	---	1,07	90,59	1,14	94,01	---	---

El bajo valor del estadístico en el MDS ($Stress = 0,05$) (Figura 46a) evidencia la bondad del ajuste, así como la solidez del análisis de similaridad y de la separación faunística entre las distintas asociaciones detectadas (*turnover*). De hecho, los resultados del análisis SIMPER muestran que la similaridad interna del grupo del talud (34,72%) es mayor que la del grupo de la plataforma continental (27,93%), aunque similar a la del talud profundo (34,06%) (Tabla 14).

Tres especies —*Tritia wolffi* (56,24%), *Pagodula fraseri* (30,91%) y *Sveltia lyrata* (8,53%)— fueron responsables del 95.67% de la similaridad interna en la comunidad del talud, mientras que la del talud profundo estuvo tipificada exclusivamente por dos especies —*Delectopecten vitreus* (85,03%) e *Idas simpsoni* (14,97%)—. Sin embargo, son necesarias 15 especies para alcanzar el 90% de la similaridad en el caso de la comunidad de la plataforma (Shelf), siendo las más importantes, en términos de su contribución, *Xenophora crispa* (20.02%), *Stramonita haemastoma* (14,62%) y *Afer pseudofusinus* (12,61 %). La contribución de estas tres especies de prosobranquios representó casi el 50% de la similaridad acumulada (Tabla 14).

De acuerdo con este hecho, la diferencia en la composición faunística de la comunidad del talud profundo (DSlope) y de las otras dos agrupaciones es casi total (99,62% y 96.13%, respectivamente), no compartiendo ninguna especie común. *Stramonita haemastoma* (7,85% y 7,93%), *Xenophora crispa* (5,82% y 6,49%) y *Monoplex tranquebaricus* (4,13% y 4,32%) fueron los máximos responsables de la disimilaridad en la composición que se observada entre el grupo de la plataforma (Shelf) y los dos grupos del talud (Tabla 14). Las diferencias faunísticas entre los grupos del talud (Slope y DSlope) se debieron a *Tritia wolffi* (21,18%), *Delectopectem vitreus* (17,65%), *Pagodula fraseri* (11,77%) e *Idas simpsoni* (10,08%).

Además de la diferencia en su composición faunística (diversidad- β), las tres agrupaciones de moluscos se caracterizan por diferencias cuantitativas significativas en los valores medios de sus principales descriptores y variables ambientales, oceanográficas y sedimentológicas.

Todos los índices biológicos son más altos en el caso de la comunidad de la plataforma (Shelf), mostrando una tendencia decreciente con la profundidad, presentando valores inferiores en el grupo del talud (Slope) y valores mínimos en el del talud profundo (DSlope) (Tabla 15). Esta tendencia decreciente es particularmente marcada en el caso de las densidades de los prosobranquios y del total de moluscos, que caen desde valores de 123,7 a 35,4 y 1,3 individuos.

Tabla 15. Valores medios de las principales variables ecológicas y factores ambientales (en gris) para las tres comunidades de moluscos identificados por el análisis multivariante [S: riqueza específica; D: densidad; H': índice de Shannon; J': índice de Pielou; Pro: prosobranquios; Biv: bivalvos; Moll: moluscos; Profundidad (m); BT: temperatura en el fondo (°C); Sal: salinidad en el fondo; Oxy: oxígeno en el fondo; Grava, Arena y Fango (%); OM: materia orgánica (%); CO₃: contenido en carbonatos (%)].

Comunidad/ Variable	Shelf	Slope	DSlope	Tendencia
S Pro	2,0	1,4	1,0	←
S Biv	1,1	1,1	1,0	←
S Moll	2,1	1,4	1,0	←
D Pro	123,7	35,4	1,3	←
D Biv	45,0	7,9	9,5	←
D Moll	121,6	34,5	6,7	←
H' Moll	0,443	0,129	---	←
J Moll	0,794	0,510	---	←
Prof.	74	542	1285	→
BT	16,6	10,9	5,6	←
Sal	35,77	35,42	35,46	←
Oxy	2,16	1,31	1,41	
Grava	0,85	0,08	0,00	←
Arena	62,62	28,81	11,74	←
Fango	12,04	38,87	57,41	→
OM	3,49	7,04	13,54	→
CO ₃	29,26	18,11	30,31	

A nivel ambiental, es evidente que la profundidad es el factor principal que dirige la caracterización de los tres grupos. Excepto el contenido en oxígeno y en carbonatos, todos los parámetros dependen de la profundidad, aumentando o disminuyendo a lo largo de las tres comunidades (**Tabla 15**).

Este hecho es claramente observable en los gráficos de la **figura 47**, en los que los valores medios de las principales variables ambientales (profundidad, temperatura en el fondo, materia orgánica y contenido en carbonatos) se han superpuesto en la gráfica del MDS. Las trayectorias desde el valor más alto al más bajo de la profundidad, temperatura del fondo y materia orgánica aumentan o disminuyen a través de los agrupamientos, en todos los casos en relación con la profundidad (**Figura 47 a-c**).

Sin embargo, en la **figura 47 d**, se observa como los valores más elevados del contenido en carbonatos se localizan en la zona norte, en la latitud de 20°N, en todo el rango de profundidades, y en el estrato más costero (A) en 19°N de latitud.

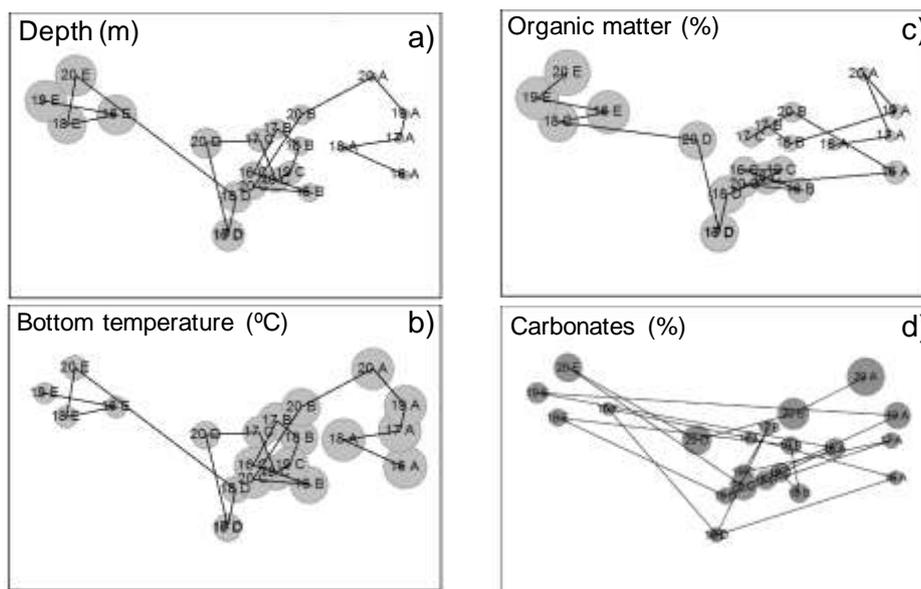


Figura 47. Gráfica del MDS con las burbujas superpuestas y trayectorias desde los valores más altos hasta los más bajos de las principales variables ambientales: profundidad (a), temperatura en el fondo (b), materia orgánica (c) y contenido de carbonato (d).

Tabla 16. Resultados del análisis BIOENV. Mejores ajustes de las correlaciones entre las matrices de similitudes bióticas y abióticas para cada combinación de variables (No). Latitud (L); Profundidad (D); Temperatura (BT), Salinidad (BS) y Oxígeno (BO) en el fondo; %Grava (G), Arena (S), Fango (M), materia Orgánica (OM) y Carbonatos (CO). Coeficiente de correlación de rango de Spearman (P).

No	P	Variables
5	0,783	L, D, S, OM, CO
5	0,783	D, BT, S, OM, CO
5	0,783	D, BS, S, OM, CO
5	0,783	D, BO, S, OM, CO
5	0,783	D, S, G, OM, CO
5	0,783	D, BT, S, G, CO
5	0,783	D, BS, S, G, CO
5	0,783	D, BO, S, G, CO
4	0,783	D, S, OM, CO
4	0,783	D, S, G, CO

El análisis BIOENV muestra que la profundidad y el contenido en carbonatos son efectivamente los principales factores ambientales que influyen en la separación de las

comunidades de moluscos (Tabla 16). Todas las combinaciones de las 5-4 variables, que mejor correlacionan las matrices de similitudes bióticas y abióticas, presentan el mismo y alto valor de correlación de rango de Spearman ($P = 0,783$). La profundidad, el porcentaje de arena y el contenido en carbonato son factores incluidos en todas las mejores combinaciones de las variables ambientales.

Los resultados del Análisis de Componentes Principales confirman la importancia de la profundidad y las variables dependientes de ella, así como el contenido en carbonatos, en la estructuración de las comunidades de moluscos. Como se puede observar, el primer valor propio (eigenvalue) es igual a 5,78, lo que representa el 57,9% de la variabilidad total (F1, en la Figura 48 y la tabla interior). Aunque los dos primeros factores juntos (F1 y F2) explican un alto porcentaje de la variabilidad (76,9%), el valor propio de F2 (1,91) y su contribución a la cantidad total de información o inercia (19,11%) contenida en la segunda dimensión son tres veces más bajos que F1 (Figura 48).

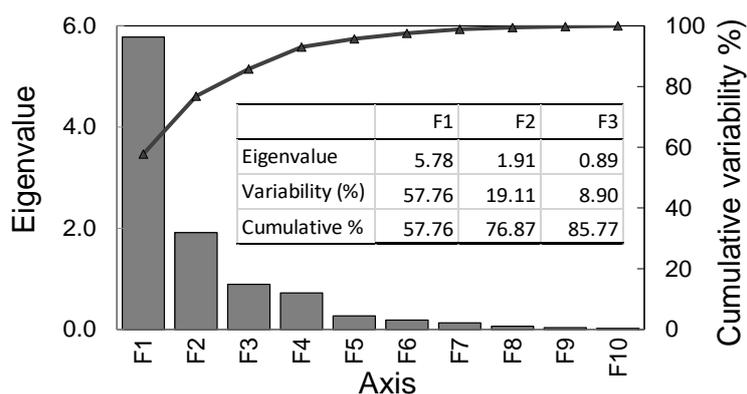


Figura 48. Representación de los valores propios (eigenvalue) y contribución (% acumulado, eje dcho.) de los factores que mejor explican la variabilidad.

La figura 49 muestra gráficamente en un espacio bidimensional las correlaciones entre los componentes principales y las variables iniciales y suplementarias. La primera dimensión (F1) se representa en el eje horizontal, mientras que la segunda de las dimensiones más explicativa (F2) se coloca en el eje vertical. Dentro de este círculo de correlaciones se proyectan, en un espacio factorial bidimensional las 10 variables medioambientales independientes originales y los ocho descriptores biológicos dependientes (en flechas rojas y azules, respectivamente).

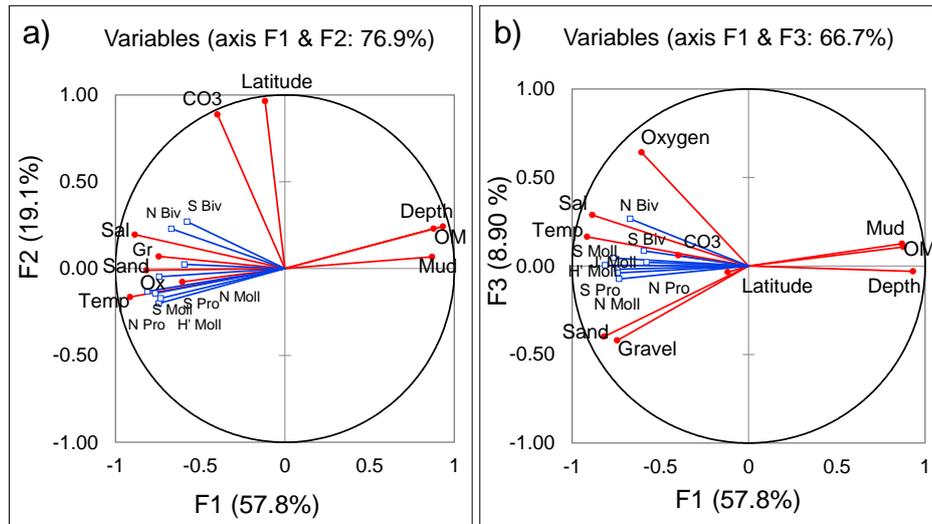


Figura 49. Representación en el espacio factorial bidimensional de las correlaciones de las variables medioambientales y descriptores biológicos.

La profundidad y los factores directamente relacionados con ella, como el contenido en fango y materia orgánica de los sedimentos, parecen estar altamente correlacionados porque están agrupados muy juntos, apuntando a la derecha en la misma dirección. El resto de las variables ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno en el fondo marino, contenido en grava y arena) se representan en la dirección opuesta, a la izquierda, y se correlacionan negativamente con las anteriores (Figura 49 a). Podemos observar que casi todas las variables están representadas en el eje horizontal (F1) y correlacionadas en este primer componente principal F1, que claramente puede estar relacionado con la profundidad. Sin embargo, la latitud y el contenido en carbonato se dirigen juntos hacia arriba, en dirección ortogonal. Esto significa que están altamente correlacionados pero no relacionados con el resto de variables.

A pesar de que el porcentaje de variabilidad expresado por F1 vs F2 es alto (cercano al 80%) y puede considerarse fiable, también hemos representado el par de ejes F1 vs F3, con objeto de validar la interpretación explicada por los dos primeros ejes. En el segundo círculo de correlación (Figura 49 b), las variables muestran una representación similar, pero el contenido en oxígeno, y los porcentajes de grava y arena del sedimento parecen estar más correlacionados en el espacio F1–F3. Los ocho descriptores biológicos (flechas azules) aparecen apuntando hacia la izquierda en la dirección de la profundidad más baja, asociada al eje F1, en ambos círculos de correlación.

Tabla 17. Cosenos cuadrados para las diez variables ambientales y descriptores biológicos complementarios asociados a los tres ejes principales derivados del ACP. Los índices de Shannon y Pielou se han calculado para el total de moluscos (los valores en negrita corresponden para cada variable al factor para el que el valor del coseno cuadrado es el mayor).

Variables/Factor		F1	F2	F3
	Latitud	0.014	0.930	0.001
	Profund.	0.870	0.059	0.001
	Temperatura	0.836	0.027	0.027
	Salinidad	0.784	0.038	0.083
	Oxígeno	0.367	0.006	0.411
	Fango	0.755	0.005	0.016
	Arena	0.669	0.000	0.159
	Grava	0.554	0.005	0.177
	Materia Org.	0.770	0.053	0.012
	Carbonatos	0.158	0.789	0.004
Riqueza	Prosobranchia	0.553	0.040	0.000
	Bivalvia	0.334	0.073	0.000
	Mollusca	0.585	0.020	0.002
Densida τ	Prosobranchia	0.537	0.029	0.005
	Bivalvia	0.449	0.053	0.070
	Mollusca	0.549	0.002	0.002
	Shannon	0.659	0.017	0.000
	Pielou	0.350	0.001	0.007

La calidad de representación de las variables ambientales en los ejes F1 y F2 es confirmada por los altos valores de los cosenos cuadrados (**Tabla 17**). Las variables relacionadas con la profundidad y la profundidad (contenido en fango y materia orgánica, temperatura y salinidad en el fondo, proyectadas en el eje F1), y la latitud y el contenido en carbonatos, vinculados al eje F2, muestran valores elevados de los cosenos cuadrados que oscilan entre 0,755 y 0,930. Aunque los cosenos cuadrados de los porcentajes en arena y grava son los más bajos (0,669 y 0,554, respectivamente), las dos variables parecen estar bien vinculadas con el eje F1 (**Figura 49 a**). En relación con las variables bióticas, sus cosenos cuadrados también son más bajos, pero en todos los casos más altos para la riqueza y densidad de prosobranquios y moluscos totales (0,537-0,585) (**Tabla 17**).

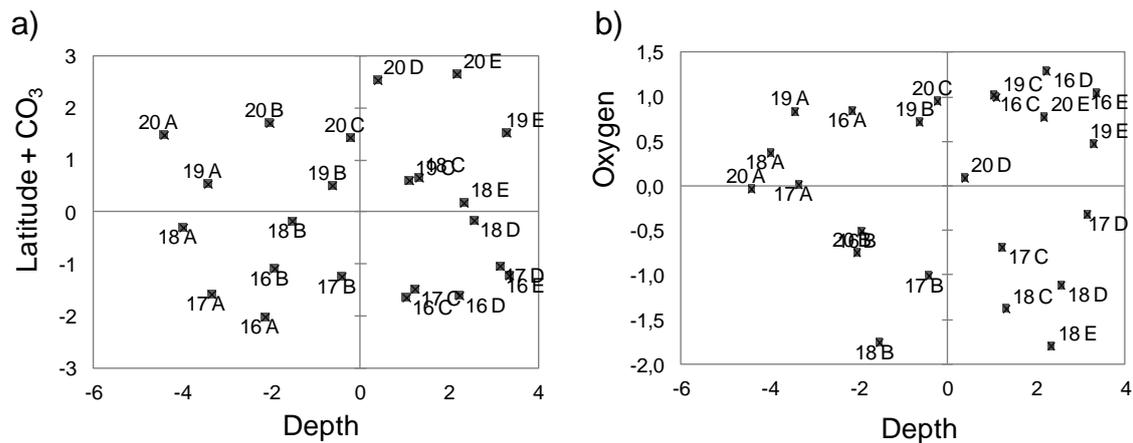


Figura 50. Representación de las observaciones (latitud – estrato) en un mapa bidimensional con respecto a los tres factores considerados y las variables medioambientales que explican (F1: profundidad; F2: latitud + carbonatos; F3: contenido en oxígeno). F1 vs. F2 (Figura 49a) y F1 vs F3 (Figura 49b).

Podemos considerar que estos son unos buenos resultados del ACP que confirmarían que las variables hidrológicas y sedimentológicas, que influyen en la separación de los agrupamientos, están bien vinculadas con el eje principal y que, según la prueba de esfericidad de Bartlett, las variables abióticas y bióticas están significativamente correlacionadas (**Tabla 18**).

Tabla 18. Resultados de la prueba de esfericidad de Bartlett aplicada a los coeficientes de correlación de Spearman entre las variables medioambientales y los descriptores biológicos.

Variables medioambientales	10
Descriptores biológicos	8
Chi-cuadrado (valores observados)	234,38
Chi-cuadrado (valores críticos)	61,66
Grados de libertad	45
<i>P</i> -valor (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,05

EQUINODERMOS**Una visión global de la biodiversidad**

Durante los muestreos se recogieron más de 240 mil ejemplares de equinodermos, cuya biomasa fue de 17 toneladas, con el arte de arrastre de fondo comercial, entre 20 y 2000 m en la plataforma continental y talud de Mauritania. La densidad y biomasa medias fueron de 927 individuos y 65,6 kg por 0,1 km², respectivamente, mientras que el índice de diversidad de Shannon para el total de los equinodermos fue de 0,712 y el índice de equitabilidad de Pielou de 0,551 (**Tabla 19**)

Tabla 19. Resumen del total, media y desviación estándar (SD) de la riqueza específica, densidad y biomasa (número y kg por 0.1 km²), e índices de Shannon y Pielou para el conjunto de los equinodermos, y para las cinco clases por separado.

Variable	Clase	Total	Media (SD)
Riqueza	Total	95	4,2 (3,5)
	Asteroidea	28	2,0 (1,6)
	Crinoidea	4	1,1 (0,3)
	Echinoidea	13	1,4 (0,7)
	Holothuroidea	22	2,0 (1,1)
	Ophiuroidea	28	1,8 (1,0)
Abundancia	Total	242060	927,4 (2788,2)
	Asteroidea	2425	18,1 (26,1)
	Crinoidea	5713	204,0 (790,3)
	Echinoidea	18693	113,3 (308,2)
	Holothuroidea	194347	1398,2 (3629,9)
	Ophiuroidea	20883	133,0 (325,9)
Biomasa	Total	17123	65,6 (191,6)
	Asteroidea	279	2,1 (5,9)
	Crinoidea	5	0,18 (0,7)
	Echinoidea	415	2,5 (5,3)
	Holothuroidea	16367	117,7 (248,2)
	Ophiuroidea	57	0,4 (1,2)
Shannon	Total	---	0,712 (0,438)
Pielou	Total	---	0,551 (0,309)

A partir del estudio taxonómico de las colecciones de equinodermos recogidas se han estudiado un total de 95 táxones, pertenecientes a 49 familias, de los cuales 86 se han

identificado a nivel de especie. El listado taxonómico completo se presenta en la **Tabla 20**. Por clase, los valores mas elevados correspondieron a Holothuroidea, cuya abundancia y biomasa medias fueron de 1398 individuos y 117,7 kg por 0,1 km², respectivamente.

Tabla 20. Catálogo de las especies de equinodermos recogidos en la plataforma continental y talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m, con arrastre comercial y bou de vara durante las cuatro campañas *Maurit* y las dos campañas *CCLME-FAO*.

Clase / Familia	Especie
Clase Asteroidea	
Familia Asteriidae	<i>Sclerasterias contorta</i> (Perrier, 1881)
Familia Astropectinidae	<i>Astropecten africanus</i> Khoeler, 1911 <i>Astropecten ibericus</i> Perrier, 1894 <i>Astropecten irregularis</i> (Pennant, 1777) <i>Dytaster grandis grandis</i> (Verrill, 1884) <i>Dytaster mollis</i> (Perrier, 1885) <i>Plutonaster bifrons</i> (Wyville Thomson, 1873) <i>Psilaster cassiope</i> Sladen, 1889 <i>Tethyaster subinermis</i> (Philippi, 1837)
Familia Benthoplectinidae	<i>Cheiraster (Cheiraster) sepius</i> (Verrill, 1885)
Familia Brisingidae	<i>Brisingidae</i> indet.
Familia Echinasteridae	<i>Echinaster sepositus madseni</i> A.M. Clark & Tortonese, 1986
Familia Goniasteridae	<i>Pillsburiaster geographicus</i> Halpern, 1970 <i>Plinthaster dentatus</i> (Perrier, 1884)
Familia Luidiidae	<i>Luidia atlantidea</i> Madsen, 1950 <i>Luidia heterozona heterozona</i> Fisher, 1940 <i>Luidia sagamina aciculata</i> Mortensen, 1933 <i>Luidia sarsii sarsii</i> Duben & Koren in Duben, 1844
Familia Myxasteridae	<i>Myxaster sol</i> Perrier, 1885
Familia Odontasteridae	<i>Odontaster</i> sp.
Familia Pseudarchasteridae	<i>Pseudarchaster gracilis gracilis</i> (Sladen, 1889) <i>Pseudarchaster parelii</i> (Düben & Koren, 1846)
Familia Pterasteridae	<i>Diplopteraster multipes</i> (M. Sars, 1866) <i>Hymenaster pellucidus</i> Thomson, 1873 <i>Hymenaster reticulatus</i> Sibuet, 1976 <i>Hymenaster roseus</i> Koehler, 1907
Familia Solasteridae	Solasteridae indet.
Familia Zoroasteridae	<i>Zoroaster fulgens</i> Thomson, 1873

Clase / Familia	Especie
Clase Crinoidea	
Familia Antedonidae	<i>Antedon bifida moroccana</i> (Clark, 1914) <i>Antedon mediterránea</i> (Lamarck, 1816) <i>Leptometra celtica</i> (M'Andrew & Barrett, 1857) <i>Poliometra</i> sp.
Clase Echinoidea	
Familia Brissidae	<i>Brissopsis atlantica mediterránea</i> Mortensen, 1913 <i>Brissopsis lyrifera</i> (Forbes, 1841)
Familia Diadematidae	<i>Centrostephanus longispinus</i> (Philippi, 1845)
Familia Echinidae	<i>Gracilechinus acutus</i> (Lamarck, 1816) <i>Gracilechinus affinis</i> (Mortensen, 1903)
Familia Echinothuriidae	<i>Calveriosoma hystrix</i> (Thomson, 1872) <i>Hygrosoma petersii</i> (Agassiz, 1880) <i>Sperosoma grimaldii</i> Koehler, 1897 <i>Tromikosoma uranus</i> (Thomson, 1877)
Familia Fibulariidae	<i>Echinocyamus pusillus</i> (Müller, 1776)
Familia Parechinidae	<i>Psammechinus miliaris</i> (Müller, 1771)
Familia Phormosomatidae	<i>Phormosoma placenta</i> Thomson, 1872
Familia Spatangidae	Spatangidae indet.
Clase Holothuroidea	
Familia Cucumariidae	<i>Benthothuria funebris</i> Perrier, 1898 Cucumariidae indet. <i>Leptopentacta elongata</i> (Düben & Koren, 1846) <i>Ocnus planci</i> (Brandt, 1835) <i>Trachythyone fallax</i> Cherbonnier, 1958
Familia Elpidiidae	<i>Elpidia echinata</i> (R. Perrier, 1896)
Familia Gephyrothuriidae	<i>Paroriza pallens</i> (Koehler, 1895) <i>Paroriza prouhoi</i> Hérouard, 1902
Familia Holothuriidae	<i>Holothuria (Holothuria) caparti</i> Cherbonnier, 1964 <i>Holothuria (Rowethuria) arguinensis</i>
Familia Laetmognidae	<i>Benthogone rosea</i> Koehler, 1895 <i>Laetmogone violacea</i> Théel, 1879
Familia Mesothuriidae	<i>Zygothuria oxysclera</i> (Perrier, 1899)
Familia Pelagothuriidae	<i>Enypniastes eximia</i> Théel, 1882
Familia Phyllophoridae	<i>Phyllophorus (Phyllophorus) pedinaequalis</i> Chernonier, 1969 <i>Thyone fusus</i> (Müller, 1776)
Familia Psychropotidae	<i>Psychropotes depressa</i> (Théel, 1882)

Clase / Familia	Especie
Familia Stichopodidae	<i>Parastichopus regalis</i> (Cuvier, 1817)
Familia Synallactidae	<i>Bathyploetes natans</i> (Sars, 1868)
	<i>Paelopatides grisea</i> Perrier, 1898
Familia Synaptidae	<i>Oestergrenia digitata</i> (Montagu, 1815)
	Synaptidae indet.
Clase Ophiuroidea	
Familia Amphiuridae	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)
	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843
	<i>Amphiura griegi</i> Mortensen, 1920
	<i>Amphiura tritonis</i> Hoyle, 1884
Familia Asteronychidae	<i>Asteronyx loveni</i> Müller & Troschel, 1842
Familia Hemieuryalidae	<i>Ophiozonella molesta</i> (Koehler, 1904)
Familia Ophiacanthidae	<i>Ophiacantha abyssicola</i> Sars, 1872
	<i>Ophiacantha brevispina</i> Koehler, 1898
	<i>Ophiacantha cuspidata</i> Lyman, 1878
	<i>Ophiacantha densa</i> Farran, 1913
	<i>Ophiacantha fraterna</i> Verrill, 1885
Familia Ophiactidae	<i>Ophiactis abyssicola</i> (Sars, 1861)
	<i>Ophiactis balli</i> (Thompson, 1840)
Familia Ophiernidae	<i>Ophiernus alepidotus</i> Madsen, 1977
Familia Ophiolepididae	Ophiolepididae indet.
Familia Ophiomusidae	<i>Ophiomusa lymani</i> Thomson, 1873
Familia Ophiomyxidae	<i>Ophiomyxa pentagona</i> (Lamarck, 1816)
Familia Ophionereididae	<i>Ophiochiton ternispinus</i> Lyman, 1883
Familia Ophiopsilidae	<i>Ophiopsila aranea</i> Forbes, 1843
Familia Ophiopyrgidae	<i>Ophiuroglypha irrorata irrorata</i> (Lyman, 1878)
Familia Ophiotomidae	<i>Ophiocomina nigra</i> (Abildgaard, in Müller, 1789)
Familia Ophiothrichidae	<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard, in Müller, 1789)
	<i>Ophiothrix luetkeni</i> Thomson, 1873
	<i>Ophiothrix maculata</i> Ljungman, 1872
	<i>Ophiothrix</i> sp.
Familia Ophiuridae	<i>Ophiura flagellata</i> (Lyman, 1878)
	<i>Ophiura ljunmani</i> (Lyman, 1878)
	<i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus, 1758)

Análisis por clase

Los equinodermos se recogieron en 256 de las 384 estaciones que se realizaron con el aparejo de arrastre comercial (66,7%) y en 23 de las 25 que se llevaron a cabo con el bou de vara (92%). La frecuencia de los equinodermos en el total de las 409 estaciones de arrastre realizadas con los dos aparejos de arrastre fue del 68,2% (279 estaciones) (**Figura 51**).

Las clases que aparecieron más frecuentemente en los fondos mauritanos fueron Echinoidea (44,3%) y Ophiuroidea (43,0%), seguidas por Holothuroidea (37,9%) y Asteroidea (37,2%). Crinoidea se encontró en solo el 7,1% de las estaciones (29). Sin embargo, las frecuencias por clase son superiores y algo diferentes cuando se consideran las capturas del bou de vara. Así, Ophiuroidea y Asteroidea se recogieron en el 76,0% y 72,0% de las estaciones, respectivamente, mientras que la frecuencia de Echinoidea y Holothuroidea fue del 64,0% y 60%. Crinoidea solo apareció en una estación (4%).

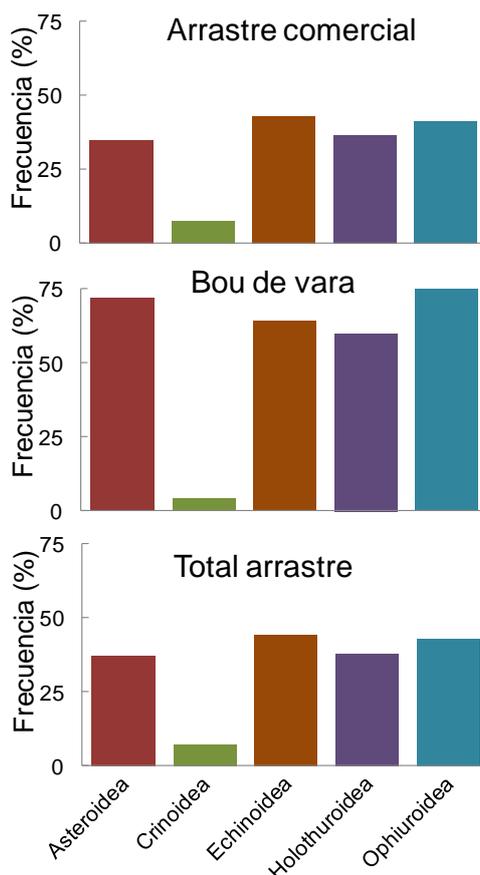


Figura 51. Frecuencia de aparición (en % con respecto al número de estaciones de arrastre comercial, bou de vara y total) de las cinco clases del filo Echinodermata.

Los 95 táxones de equinodermos se distribuyeron en 49 familias. Las clases que presentaron una mayor diversidad, tanto en especies como en familias, fueron Asterozoa y Ophiurozoa que incluyeron 28 especies, y 13 y 15 familias, respectivamente. Holothurozoa y Echinozoa, tuvieron valores de diversidad algo inferiores, 22 y 13 especies, y 11 y 9 familias (**Figura 52, Tabla 19**). Crinozoa solamente estuvo representada por 4 especies incluidas en la misma familia.

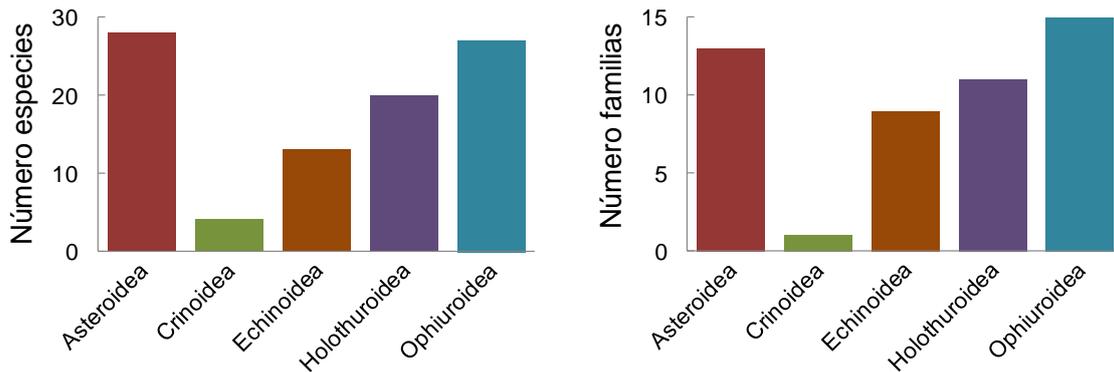


Figura 52. Número de especies-táxones (izqda) y de familias (drcha.) para cada una de las cinco clases de Echinodermata.

La familia más diversa fue claramente Astropectinidae que estuvo representada por 8 especies, seguida por Ophiacanthidae, con 5 especies. Pterasteridae, Luidiidae, Antedonidae, Echinothuridae, Cucumaridae y Amphiuroidae incluyeron 4 especies cada una, y Laetmogonidae, Ophiotrichidae y Ophiuridae 3 (**Figura 53**). Las 38 familias restantes (78%) solo estuvieron representadas por una o dos especies.

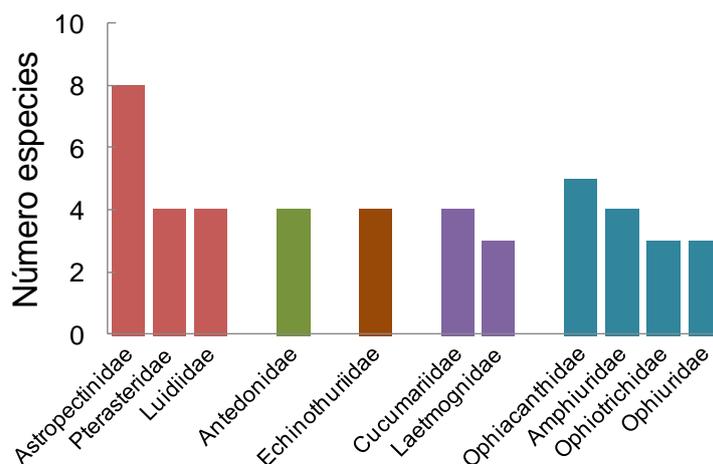


Figura 53. Riqueza específica de las 11 familias de equinodermos que presentaron una mayor diversidad en los fondos de Mauritania.

A nivel cuantitativo, la clase Holothuroidea mostró una fuerte dominancia ya que representó el 80% de la abundancia numérica y el 96% de la biomasa total de los equinodermos. Aunque Ophiuroidea y Echinoidea constituyeron el 9% y 8% de la abundancia numérica, su aportación a la biomasa fue insignificante, como consecuencia de la dominancia casi absoluta de Holothuroidea (**Figura 54**).

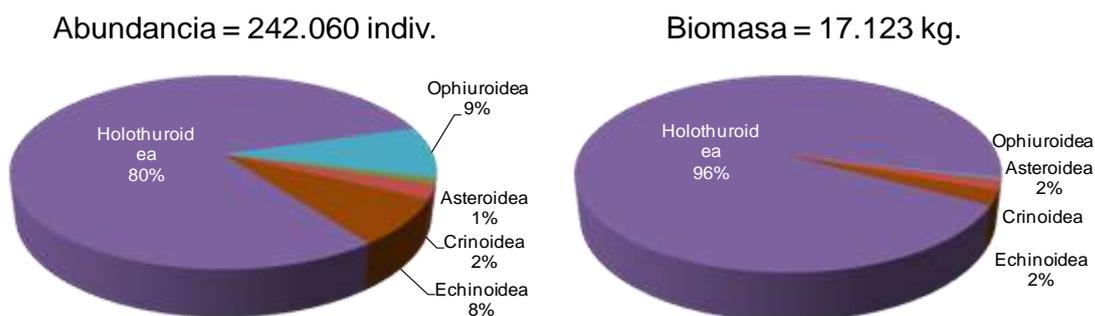


Figura 54. Composición porcentual en número y peso de las cinco clases de equinodermos.

Análisis específico

El erizo *Phormosoma placenta* fue con diferencia la especie más común en los fondos de Mauritania, recogándose en el 26,6% de los arrastres comerciales (102 estaciones). Fue seguido a distancia por los asteroideos *Pseudarchaster gracilis gracilis* y *Psilaster cassiope* (18,2% y 15,1%), las holoturias *Enypniastes eximia* (16,9%), *Paelopatides grisea* (13,0%) y *Benthothuria funebris* (12,8%), y las ofiuras *Ophiernus alepidotus* y *Ophiura flagellata* (14,3% y 13,0%, respectivamente) (**Figura 55**).

En cuanto a la abundancia y biomasa, nuestros resultados ponen de manifiesto la dominancia de las holoturias, tanto a nivel de familia como de especie. Así, Pelagothuridae y su especie *Enypniastes eximia* fueron responsables del 78% de la abundancia numérica— aquí solo hemos representado la composición específica por ser idéntica a la composición por familias—, con cierta contribución porcentual del erizo *Phormosoma placenta* (4%), y de las ofiuras *Ophiura ophiura* y *O. flagellata* (2% cada una), pertenecientes a la familia Ophiuridae. Los crinoideos, todos de la familia Antedonidae, estuvieron representados también con un 2% debido a la abundancia en algunas zonas de la especie *Leptometra celtica* (**Figura 56**).

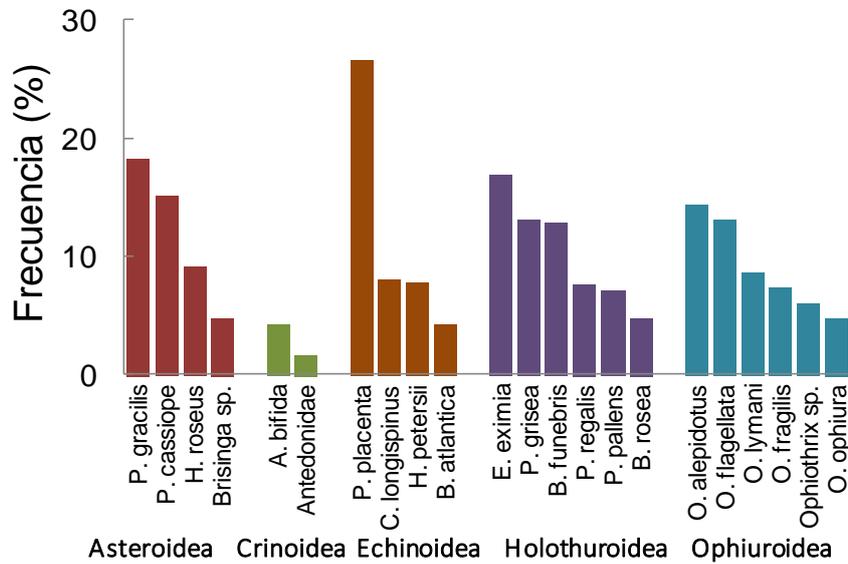


Figura 55. Frecuencia (en % de aparición con respecto al total de estaciones de arrastre comercial) de las especies más comunes de las cinco clases de Echinodermata.

Como hemos visto en el apartado anterior, la clase Holothuroidea mostró también su absoluta dominancia en biomasa, que estuvo representada por las tres especies *E. eximia*, con casi la mitad de la biomasa (48%), *Benthothuria funebris* (32%) y *Paelopatides grisea* (13%) (Figura 56). Estas dos últimas especies son de gran tamaño y peso que, en el caso de *B. funebris* puede alcanzar hasta los seis kilos por ejemplar.

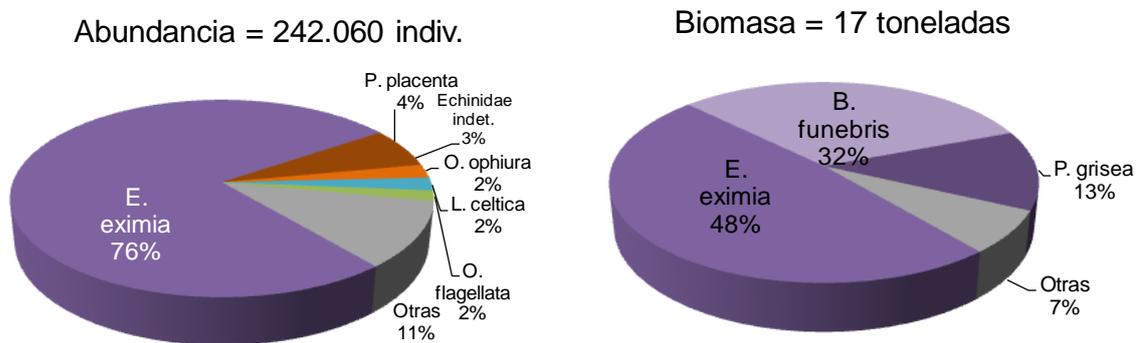


Figura 56. Composición porcentual en número y peso de las especies de equinodermos dominantes en los fondos de Mauritania.

Patrones de distribución latitudinal y batimétrico

El patrón de distribución latitudinal de la diversidad del conjunto de los equinodermos a lo largo de la plataforma y talud mauritano muestra los mayores valores de riqueza en la zona norte (20°N–19°N), coincidiendo con el Banco de Arguin, dónde se contabilizaron unas 60 especies, con una caída en dirección sur que se estabiliza alrededor de las 40 especies (Figura 57).

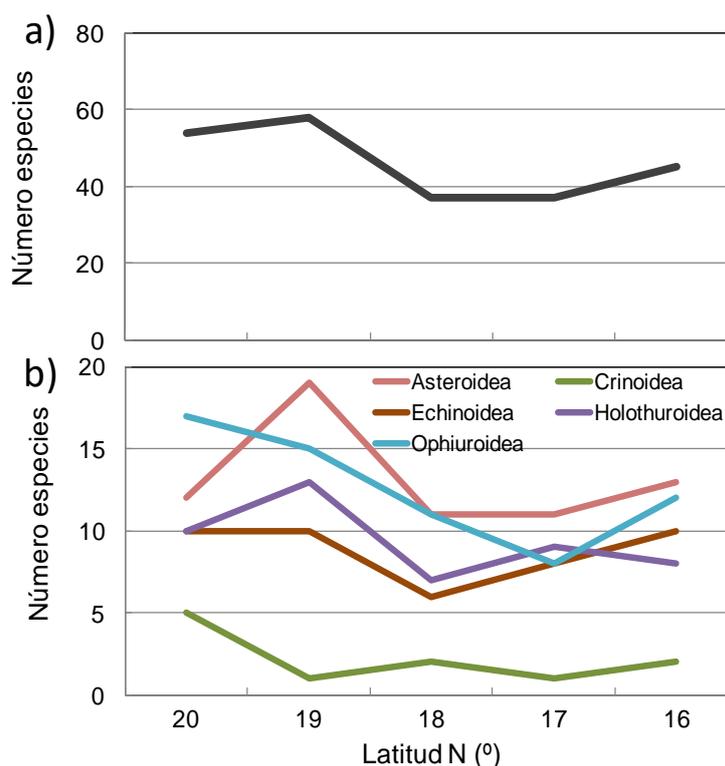


Figura 57. Valores de la riqueza específica por grado de latitud del conjunto de los equinodermos (a) y de las cinco clases por separado (b) a lo largo de la plataforma continental y el talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m.

La riqueza específica de las cinco clases sigue un patrón latitudinal semejante (Figura 57b), en particular en el caso de Asterozoa y Holothurozoa, cuyos picos de riqueza (19 y 13 especies, respectivamente) se localizan en la zona sur del Banco de Arguin (hacia los 19°N de latitud). Ophiurozoa sigue un patrón algo diferente, ya que su mayor diversidad (17 especies) se localizó en Cabo Blanco, alrededor de los 20°N, cayendo paulatinamente hacia el sur. Excepto Holothurozoa, la riqueza específica de las otras cuatro clases parece incrementarse algo en la zona meridional (16°N).

El patrón que muestran las abundancias es totalmente opuesto al que muestra la diversidad para el conjunto de los equinodermos, presentando sus valores mas elevados claramente concentrados en la zona sur, alrededor de los 17°N de latitud, en dónde las abundancias casi triplican los valores encontrados en la zona norte (411 vs. 120 kg por 0,1 km²) (Figura 58a).

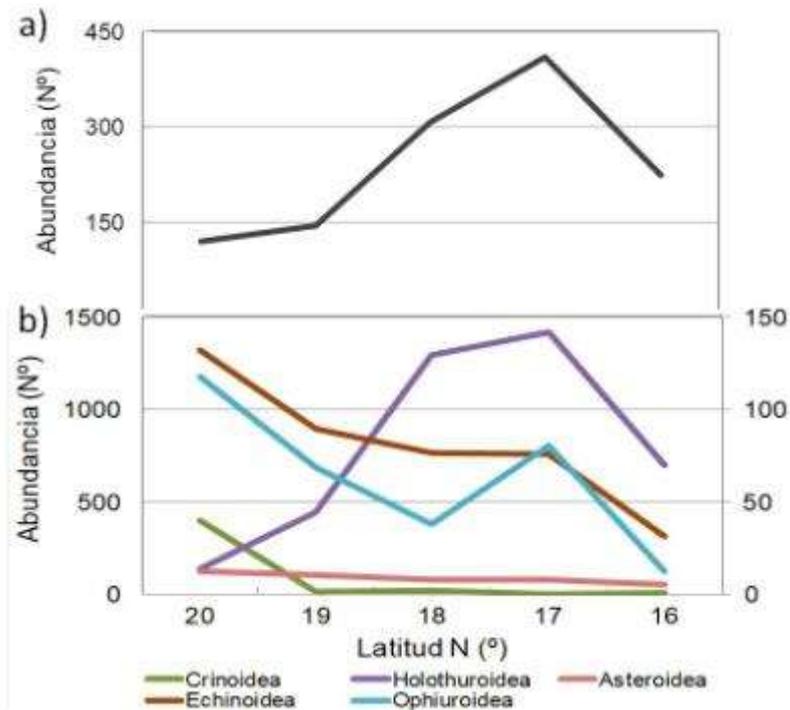


Figura 58. Valores de la abundancia media por grado de latitud del conjunto de los equinodermos (a) y de las cinco clases por separado (b) a lo largo de la plataforma continental y el talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m (datos estandarizados a un área barrida de 0.1 km²; las cifras de Echinoidea, Ophiuroidea y Asteroidea están representadas en el eje vertical derecho).

Este patrón de distribución general parece seguir el de la clase Holothuroidea, cuyas máximas abundancias se localizan en la zona sur (Figura 58b). Mientras que Ophiuroidea, al igual que se observaba con su riqueza específica, Echinoidea y Crinoidea, muestran una caída paulatina, desde los valores máximos localizados en el área de Cabo Blanco (> 100 individuos por 0,1 km²), en dirección sur. Crinoidea muestra un patrón particular, con concentraciones muy elevadas (de hasta 500 individuos por 0,1 km²) también en la zona de Cabo Blanco, para desaparecer prácticamente en latitudes meridionales. Asteroidea presenta valores bajos a lo largo de toda la costa, mostrando una ligra disminución hacia el sur.

En cuanto al patrón de distribución batimétrico de los equinodermos, en particular de su diversidad, es sumamente revelador desde el punto de vista ecológico, como discutiremos en el apartado correspondiente (**Figura 59**). La riqueza específica del conjunto del filo muestra unos valores máximos, de hasta 30 especies por estrato de 100 m, en la plataforma costera, con una brusca caída que alcanzan sus mínimos, entre 400 y 700 m de profundidad (**Figura 59 a**). En este rango batimétrico, los equinodermos, en particular los holoturoideos, asteroideos y en menor medida los equinoideos, prácticamente desaparecen o están representados por 1-2 especies. A partir de los 700 m, la diversidad muestra una tendencia continua, en este caso creciente, hasta alcanzar un nuevo pico semejante al de la plataforma, en aguas profundas del talud, hacia los 1600 m. Esta tendencia creciente, más o menos escalonada, es común también a todas las clases que, excepto Crinoidea, vuelven a mostrar valores elevados de diversidad en profundidades superiores a los 1100 m.

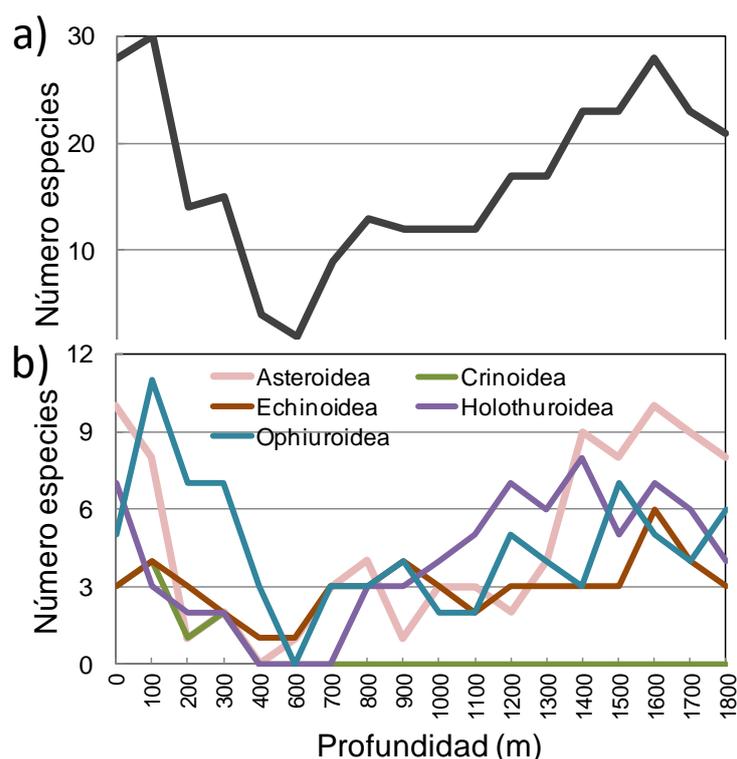


Figura 59. Valores de la riqueza específica por intervalos de profundidad de 100 m del conjunto de los equinodermos (a) y de las cinco clases por separado (b) a lo largo de la plataforma continental y el talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m.

También el patrón que siguen las abundancias es semejante, y aunque no son observables los máximos que presentaba la diversidad en la zona de la plataforma, si que es notorio la práctica desaparición de los equinodermos entre 400-700 m, así como un fuerte pico en aguas profundas del talud, alcanzando valores de casi 600 individuos por 0,1 km², entre 1700 – 1800 m de profundidad (**Figura 60 a**).

Como queda claramente reflejado en la **Figura 60 b**, este máximo se debe a los máximos en la abundancia de holoturoideos que ocurre en ese rango de profundidad (1500 indiv por 0,1 km²). Otra zona de valores algo superiores se observa en la gráfica, localizado en la plataforma profunda – talud superior (200-300 m), que es consecuencia en este caso de la abundancia de crinoideos (más de 2000 indiv por 0,1 km²).

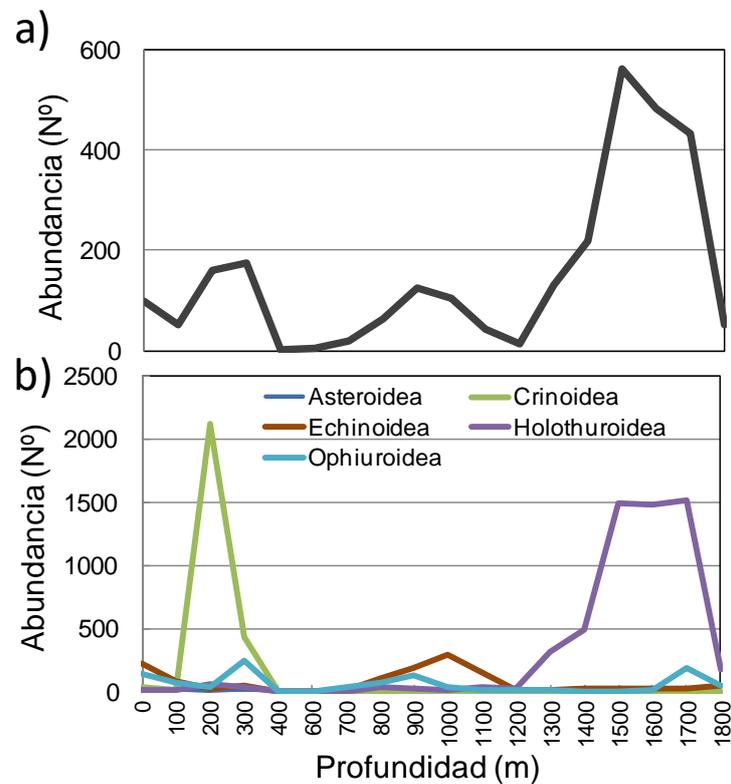


Figura 60. Valores de abundancia media por intervalos de profundidad de 100 m del conjunto de los equinodermos (a) y de las cinco clases por separado (b) a lo largo de la plataforma continental y el talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m (datos estandarizados a un área barrida de 0.1 km²; las cifras de Echinoidea, Ophiuroidea y Asteroidea están representadas en el eje vertical derecho).

Estructura y composición de las comunidades

Tanto el MDS como el dendrograma resultantes del análisis multivariante basado en la matriz de las densidades de las especies del conjunto de los equinodermos por estrato de latitud – profundidad, muestra una separación muy evidente entre la fauna de la plataforma – talud superior y la fauna profunda (Figura 61 a, b). En la figura del MDS ambos grupos muestran gráficamente una gran distancia entre ellos, a la vez que el bajo valor del stress (2D Stress = 0,04) es demostrativo de la bondad del ajuste del análisis. En el dendrograma estos dos grandes agrupamientos se separan a nivel de casi el 40% de similitud (Figura 61 b).

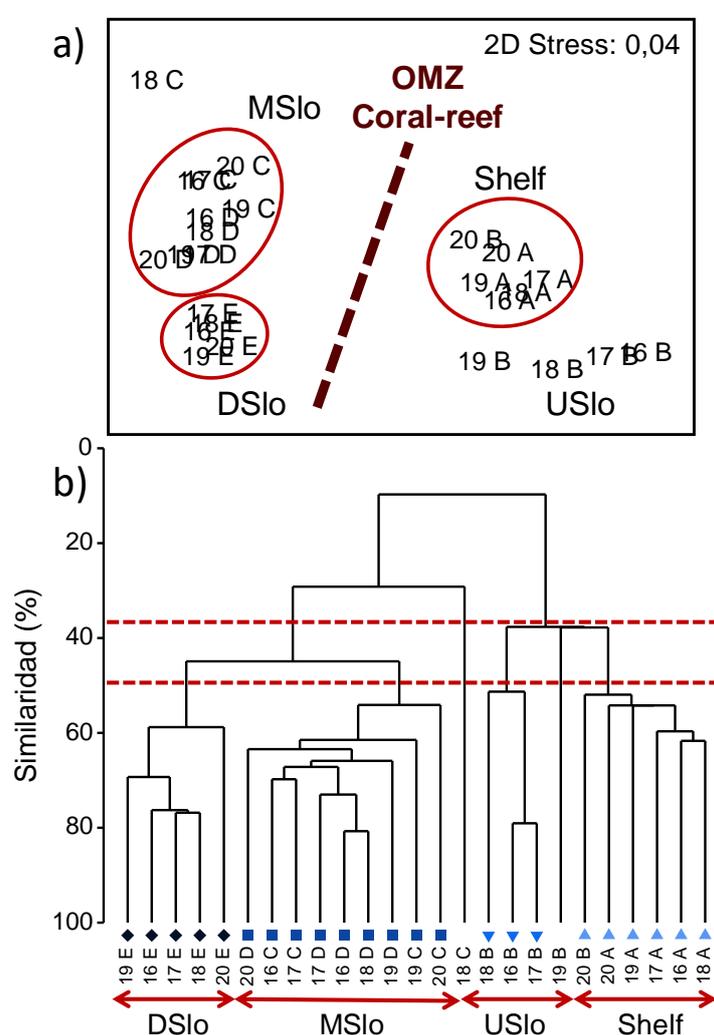


Figura 61. Gráficos resultantes del análisis multivariante (MDS, a) y cluster (dendrograma, b) basado en la matriz de densidad del conjunto de los equinodermos obtenida por estrato de profundidad y grado de latitud en las estaciones de arrastre comercial durante las campañas *Maurit* y *CCLME-FAO* en la plataforma y talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m.

También ambas representaciones evidencian la separación de otros subgrupos dentro de cada uno de ellos, que en el dendrograma lo hacen a nivel del 50% de similaridad. En el grupo más costero se aglutinan claramente un subgrupo que separa los estratos menos profundos, localizados sobre la plataforma continental (A, 20-200 m, Shelf), de los del talud superior, que aparecen más dispersos (B, 200-400 m, USlo). En aguas profundas también se observa la separación en dos subgrupos compactos, que juntan los estratos del talud medio (B-C, 400-1200 m, MSlo) de los del talud profundo a más de 1200 m (E, SSlo).

El análisis SIMPER, realizado para comprobar el valor de las similaridades y disimilaridades faunísticas entre los grupos (**Tabla 21**), muestra que los dos grandes agrupamientos en la plataforma –talud superior y talud medio – profundo son claramente diferentes en su composición, ya que presentan una disimilaridad del 98,5%. Igualmente, cuando consideramos la separación en cuatro grupos, se aprecia como las diferencias faunísticas más notorias se producen entre la fauna del talud superior y la del talud medio, separadas físicamente por la frontera que representa la existencia a lo largo de todo el talud mauritano de la barrera gigante de corales de aguas frías y la zona de mínimo de oxígeno (OMZ).

Tabla 21. Resumen de los resultados del análisis SIMPER. Valores de disimilaridad entre las principales comunidades de equinodermos identificadas en la plataforma y talud de Mauritania en los dos análisis multivariantes (Acrónimos de los grupos: Shelf: Plataforma; USlo: Talud superior; MSlo: Talud medio; DSlo: Talud profundo; Slope: Talud).

<i>4 Clusters</i>			
	Shelf	USlo	MSlo
USlo	77,63		
MSlo	97,70	100,0	
DSlo	97,42	99,74	74,00
<i>2 Clusters</i>		Shelf+USlo	
Slope	98,52		

Hemos querido analizar paralelamente si las distintas clases de Echinodermata siguen el mismo patrón faunístico que el conjunto de ellos, para lo cual hemos aplicado también análisis multivariantes a las matrices de abundancia por especie y estrato de Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea y Ophiuroidea (ver **Figura 62**).

Los resultados ratifican que la separación en dos grandes grupos —plataforma-talud superior, y talud medio y superior— y por tanto el cambio faunístico o beta-diversidad, ocurre también para todas las clases (ver **Figura 62**, en dónde se han representado las gráficas del MDS y dendrograma para cada una de ellas). Lo más llamativo de los resultados de este análisis es la fuerte separación que encontramos en el caso de Holothuroidea, con los dos agrupamientos costero y profundo muy consistentes, en los que no se aprecia ninguna separación en subgrupos, una frontera muy evidente entre ambos y un excelente valor de ajuste del modelo ($2D\ Stress = 0,01$). En este caso, como hemos comentado al exponer los patrones de distribución batimétrico, no se recogió ninguna holoturia en el rango comprendido entre 400-700 m de profundidad, siendo esta la razón de que el estrato C no aparezca en los análisis y de que los agrupamientos estén tan separados. También Echinoidea mostró un buen valor de ajuste ($2D\ Stress = 0,02$).

En relación a la composición faunística, el análisis SIMPER también discrimina cuales fueron las especies responsables de la similaridad que encontramos dentro de cada agrupamiento, así como de las disimilaridades entre ellos. El análisis lo hemos hecho considerando los dos análisis multivariantes, es decir tanto en el supuesto de la separación en dos grandes grupos, como en el de separación en cuatro subgrupos (**Tablas 22 y 23**).

En el caso del primer análisis, observamos como la similaridad intrínseca a cada grupo son practicamente iguales (34,31%, para el cluster de la plataforma-talud superior; 36,19%, para el grupo profundo). Las especies responsables de la similaridad en el cluster más costero fueron la holoturia *Parastichopus regalis* (22,09%), la ofiura *Ophiothrix fragilis* (19,29%) y el erizo *Centrostephanus longispinus* (12,17%), que juntas contribuyeron a mas de la mitad de la similaridad (53,55%). El resto de especies hasta el valor de corte fijado en el análisis del 90% estuvieron constituidas principalmente por ofiuras.

En el grupo del talud también fueron diez las principales especies que contribuyeron a la similaridad dentro del grupo (**Tabla 22**). El equinoideo *Phormosoma placenta* y *Ophiura flagellata* tuvieron una fuerte representatividad en este cluster profundo, en el que fueron responsables del 29,24% y el 22,06% de la similaridad, respectivamente. El asteroideo *Psilaster cassiope* y el ofiuroideo *Ophiernus alepidotus* contribuyeron con el 9,72% y el 8,66%. A pesar de que nuestros resultados sobre la distribución destacan la diversidad y abundancia de los holoturoideos en aguas profundas, las tres principales especies, *Enypniastes eximia*, *Benthothuria funebris* y *Paelopatides grisea*, no tuvieron contribuciones destacadas en este grupo.

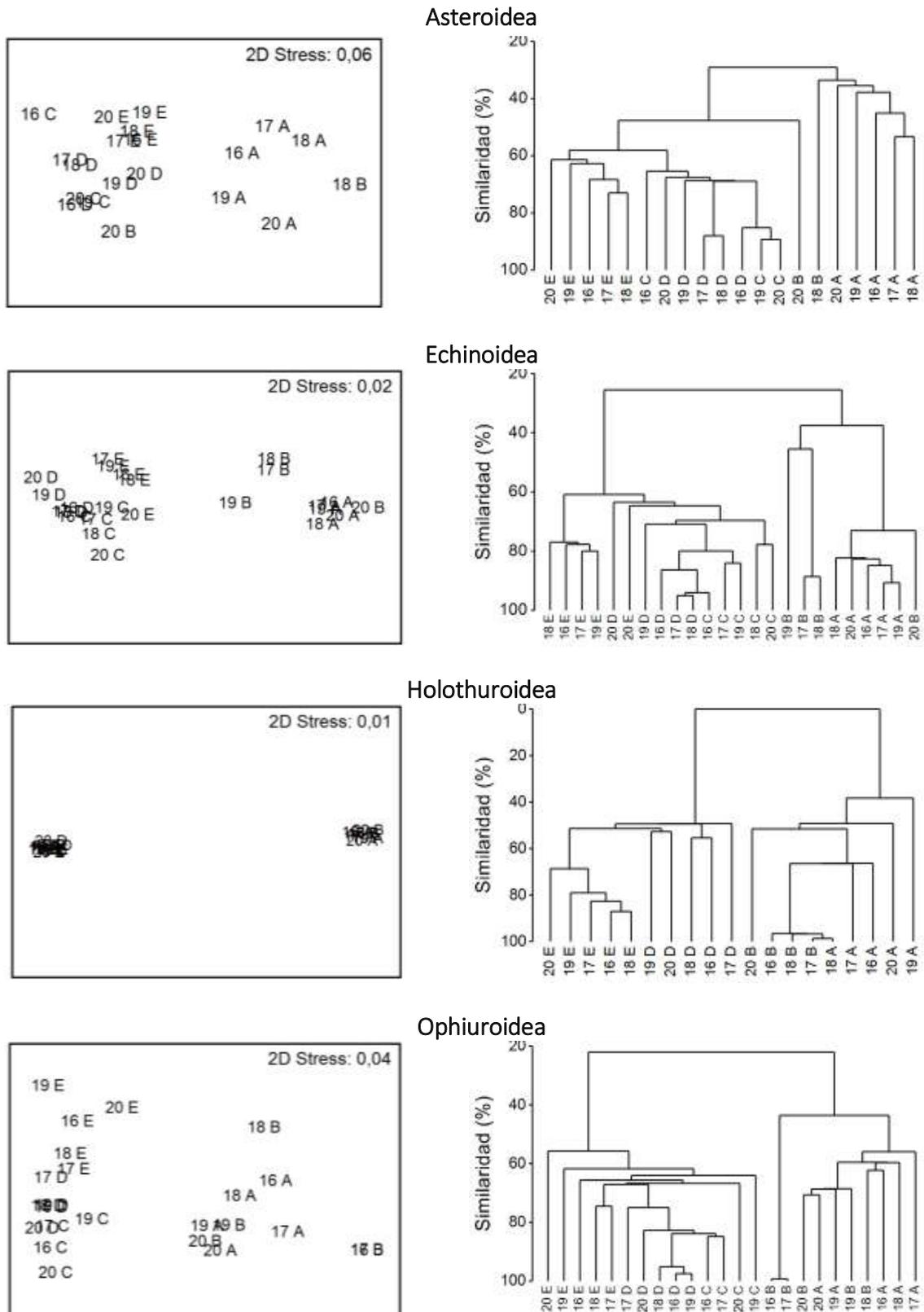


Figura 62. Gráficos resultantes del análisis multivariante (MDS, izqda.) y cluster (dendrogramas, drcha.) basado en la matriz de densidades de las cuatro clases de Echinodermata.

Sin embargo cuando se observan los resultados del segundo análisis multivariante, la composición de los dos agrupamientos que se separan en el talud son claramente diferentes, estando el más profundo (>1200 m) caracterizado por el holoturoideo *E. eximia* (22,88%) y en segundo lugar por *P. grisea* (8,81%). Este segundo análisis también pone de manifiesto que los porcentajes de similaridad intrínseca en cada grupo mejoran ampliamente, oscilando entre 47,91% en el cluster de la plataforma, hasta el 64,30% en el cluster del talud profundo (Tabla 23). Como podemos observar en la Tabla 24, las disimilaridades entre los dos grandes agrupamientos no vienen marcadas por grandes contribuciones de especies determinadas. Aunque *Phormosoma placenta*, *Ophiura flagellata*, *Ophiothrix fragilis* y *Parastichopus regalis* aportaron contribuciones superiores al 5%, son necesarias hasta 40 especies para alcanzar el 90% de la similaridad acumulada.

Tabla 22. Resultados del análisis SIMPER que muestra los porcentajes de similaridad o disimilaridad, así como la contribución (%) y el porcentaje acumulado (Cum.) de las diferentes especies de equinodermos a la similaridad faunística dentro de cada una de las dos grandes comunidades consideradas en el primer análisis multivariante.

Cluster 1 (20-400 m) Plataforma+Talud superior		Similaridad (%) = 34,31			
Especies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Parastichopus regalis</i>	1,74	7,58	0,83	22,09	22,09
<i>Ophiothrix fragilis</i>	2,29	6,62	1,24	19,29	41,39
<i>Centrostephanus longispinus</i>	1,74	4,17	1,05	12,17	53,55
Echinidae indet.	2,46	3,28	0,68	9,57	63,12
<i>Ophiothrix</i> sp.	1,54	3,03	1,08	8,82	71,94
<i>Ophiothrix luetkeni</i>	1,44	2,47	0,79	7,21	79,14
<i>Luidia sagamina aciculata</i>	0,88	1,37	0,67	3,98	83,13
<i>Ophiacantha brevispina</i>	0,98	1,06	0,51	3,09	86,21
<i>Amphipholis squamata</i>	0,95	0,94	0,50	2,74	88,95
<i>Antedon bifida moroccana</i>	0,93	0,85	0,51	2,49	91,44

Cluster 2 (>400 m) Talud		Similaridad (%) = 36,19			
Especies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Phormosoma placenta</i>	2,48	10,58	1,49	29,24	29,24
<i>Ophiura flagellata</i>	1,88	7,98	0,84	22,06	51,29
<i>Psilaster cassiope</i>	1,20	3,52	0,98	9,72	61,01
<i>Ophiernus alepidotus</i>	1,33	3,13	0,84	8,66	69,68
<i>Enypniastes eximia</i>	2,52	1,72	0,39	4,76	74,43
<i>Benthothuria funebris</i>	1,08	1,69	0,61	4,68	79,11
<i>Paelopatides grisea</i>	1,27	1,64	0,65	4,53	83,64
<i>Pseudarchaster gracilis gracilis</i>	0,69	1,06	0,56	2,94	86,57
<i>Ophiomusa lymani</i>	0,86	0,82	0,48	2,25	88,82
<i>Hymenaster roseus</i>	0,74	0,74	0,49	2,05	90,88

Tabla 23. Resultados del análisis SIMPER que muestra los porcentajes de similitud, así como la contribución (%) y el porcentaje acumulado (Cum.) de las diferentes especies de equinodermos a la similitud faunística dentro de cada una de las cuatro comunidades consideradas en el segundo análisis multivariante.

<i>Cluster 1 (20-200 m) Plataforma</i>		Similitud (%) = 47,91			
<i>Especies</i>	<i>Av.Abund</i>	<i>Av.Sim</i>	<i>Sim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Cum.%</i>
<i>Echinidae indet.</i>	4,10	9,85	5,02	20,56	20,56
<i>Ophiothrix fragilis</i>	3,04	7,39	6,73	15,43	35,98
<i>Parastichopus regalis</i>	1,91	4,59	3,17	9,58	45,56
<i>Centrostephanus longispinus</i>	2,25	3,96	1,33	8,26	53,82
<i>Ophiothrix sp.</i>	1,85	3,59	5,91	7,49	61,31
<i>Ophiothrix luetkeni</i>	1,87	2,77	1,12	5,78	67,09
<i>Antedon bifida moroccana</i>	1,56	2,56	1,27	5,34	72,43
<i>Luidia sagamina aciculata</i>	1,31	2,52	1,27	5,25	77,68
<i>Ophiacantha brevispina</i>	1,35	1,70	0,75	3,54	81,22
<i>Astropecten irregularis</i>	1,22	1,47	0,47	3,07	84,29
<i>Amphipholis squamata</i>	1,03	1,33	0,78	2,78	87,07
<i>Ophiura ophiura</i>	1,72	0,96	0,43	2,01	89,08
<i>Luidia atlantidea</i>	1,07	0,83	0,48	1,73	90,81
<i>Cluster 2 (200-400 m)</i>		Similitud (%) = 55,24			
<i>Parastichopus regalis</i>	1,97	37,85	5,60	68,51	68,51
<i>Ophiothrix fragilis</i>	0,91	11,18	0,58	20,24	88,75
<i>Centrostephanus longispinus</i>	0,85	6,21	0,58	11,25	100,00
<i>Cluster 3 (400 -1200 m)</i>		Similitud (%) = 49,52			
<i>Ophiura flagellata</i>	2,70	19,25	2,58	38,87	38,87
<i>Phormosoma placenta</i>	2,99	16,74	2,77	33,80	72,67
<i>Psilaster cassiope</i>	1,23	5,06	1,00	10,21	82,88
<i>Ophiernus alepidotus</i>	1,23	3,73	0,72	7,52	90,40
<i>Cluster 4 (>1200 m)</i>		Similitud (%) = 64,30			
<i>Eynpiastes eximia</i>	7,18	14,71	4,22	22,88	22,88
<i>Paelopatides grisea</i>	2,67	5,67	5,92	8,81	31,69
<i>Ophiernus alepidotus</i>	1,78	3,86	6,57	6,01	37,70
<i>Phormosoma placenta</i>	1,76	3,65	8,52	5,67	43,37
<i>Ophiomusa lymani</i>	2,08	3,60	8,62	5,59	48,96
<i>Hygrosoma petersii</i>	2,08	3,50	1,14	5,44	54,40
<i>Pseudarchaster gracilis gracilis</i>	1,47	3,41	10,21	5,30	59,70
<i>Hymenaster roseus</i>	1,68	3,39	5,16	5,27	64,97
<i>Paroriza pallens</i>	1,51	3,20	4,61	4,98	69,95
<i>Psilaster cassiope</i>	1,38	3,07	9,70	4,78	74,73
<i>Benthothuria funebris</i>	1,65	2,94	3,08	4,57	79,29
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	1,16	2,50	9,62	3,89	83,18
<i>Brisingidae indet.</i>	1,56	2,46	1,12	3,83	87,01
<i>Benthogone rosea</i>	1,74	2,05	1,10	3,19	90,20

Tabla 24. Resultados del análisis SIMPER que muestra los porcentajes de disimilaridad, la contribución (%) y el porcentaje acumulado (Cum.) de las especies a la disimilaridad faunística entre las dos grandes comunidades consideradas en el segundo análisis multivariante.

Species	Cluster 1		Cluster 2		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
<i>Phormosoma placenta</i>	0,00	2,48	7,10	1,26	7,20	7,20
<i>Ophiura flagellata</i>	0,24	1,88	5,63	0,93	5,72	12,92
<i>Ophiothrix fragilis</i>	2,29	0,00	5,40	1,66	5,48	18,40
<i>Parastichopus regalis</i>	1,74	0,00	5,22	1,05	5,30	23,70
Echinidae indet.	2,46	0,00	4,55	1,06	4,62	28,32
<i>Centrostephanus longispinus</i>	1,74	0,00	4,17	1,25	4,23	32,55
<i>Enypniastes eximia</i>	0,00	2,52	4,15	0,71	4,21	36,76
<i>Ophiothrix sp.</i>	1,54	0,00	3,38	1,14	3,43	40,20
<i>Ophiothrix luetkeni</i>	1,44	0,06	3,25	0,94	3,30	43,50
<i>Ophiernus alepidotus</i>	0,00	1,33	3,10	1,02	3,15	46,65
<i>Psilaster cassiope</i>	0,11	1,20	2,91	1,00	2,95	49,60
<i>Paelopatides grisea</i>	0,00	1,27	2,37	0,96	2,41	52,01
<i>Benthothuria funebris</i>	0,00	1,08	2,37	0,81	2,41	54,42
<i>Amphipholis squamata</i>	0,95	0,07	2,12	0,70	2,16	56,58
<i>Luidia sagamina aciculata</i>	0,88	0,00	1,92	0,98	1,94	58,52
<i>Ophiacantha brevispina</i>	0,98	0,00	1,86	0,88	1,89	60,41
<i>Antedon bifida moroccana</i>	0,93	0,00	1,69	0,88	1,72	62,13
<i>Ophiura ophiura</i>	1,03	0,00	1,66	0,54	1,69	63,82
<i>Ophiomusa lymani</i>	0,00	0,86	1,58	0,74	1,61	65,42
<i>Astropecten irregularis</i>	0,73	0,00	1,57	0,60	1,59	67,01
<i>Ophiactis balli</i>	0,76	0,00	1,52	0,65	1,54	68,56
<i>Leptometra celtica</i>	0,91	0,00	1,48	0,43	1,50	70,06
<i>Pseudarchaster gracilis</i>	0,00	0,69	1,46	0,83	1,48	71,54
<i>Hymenaster roseus</i>	0,00	0,74	1,28	0,85	1,30	72,84
<i>Brisingidae indet.</i>	0,37	0,52	1,28	0,71	1,29	74,14
<i>Hygrosoma petersii</i>	0,00	0,69	1,10	0,57	1,12	75,25
<i>Laetmogone violacea</i>	0,00	0,57	1,08	0,51	1,10	76,35
<i>Luidia atlantidea</i>	0,64	0,00	1,06	0,62	1,08	77,43
<i>Gracilechinus affinis</i>	0,31	0,13	1,04	0,37	1,06	78,49
<i>Antedonidae indet.</i>	0,53	0,00	0,95	0,62	0,97	79,46
<i>Benthogone rosea</i>	0,00	0,58	0,91	0,50	0,92	80,38
<i>Bathyploetes natans</i>	0,00	0,44	0,89	0,54	0,90	81,28
<i>Pseudarchaster parelii</i>	0,00	0,16	0,87	0,21	0,88	82,17
<i>Astropectinidae indet.</i>	0,44	0,00	0,85	0,47	0,87	83,03
<i>Brissopsis atlantica mediter.</i>	0,00	0,45	0,85	0,67	0,87	83,90
<i>Phyllophorus pedineaqualis</i>	0,51	0,00	0,84	0,42	0,85	84,75
<i>Brissopsis lyrifera</i>	0,00	0,25	0,83	0,47	0,84	85,59
<i>Gracilechinus acutus</i>	0,47	0,00	0,80	0,61	0,82	86,40
<i>Paroriza pallens</i>	0,00	0,50	0,80	0,66	0,81	87,21
<i>Sperosoma grimaldii</i>	0,00	0,37	0,78	0,46	0,79	88,00
<i>Ophiacantha fraterna</i>	0,00	0,45	0,77	0,65	0,78	88,78
<i>Luidia sarsii sarsii</i>	0,45	0,00	0,75	0,48	0,76	89,54
<i>Zoroaster fulgens</i>	0,00	0,33	0,54	0,55	0,55	90,09

Hemos tratado de investigar que factores medioambientales de la columna de agua y el sedimento podían explicar las disimilaridades faunísticas, que tan claramente ponen de manifiesto los análisis multivariantes, para el conjunto de los equinodermos y de la clase Holothuroidea, mediante la aplicación del análisis BIOENV (**Tabla 25**).

Table 25. Resultados del análisis BIOENV. Mejores ajustes de las correlaciones entre las matrices de similaridades bióticas y abióticas para cada combinación de variables (No) para el conjunto de los equinodermos y para la clase Holothuroidea. Latitud (L); Profundidad (D); Temperatura (BT), Salinidad (BS) y Oxígeno (BO) en el fondo; %Grava (G), Arena (S), Fango (M), materia Orgánica (OM) y Carbonatos (CO). Coeficiente de correlación de rango de Spearman (*P*).

Echinodermata		
No	<i>P</i>	Variables
1	0,744	BS
4	0,724	BT, BS, G, OM
3	0,723	BT, G, OM
3	0,723	BT, BS, OM
5	0,722	BT, BS, BO, G,OM
2	0,722	BT, OM
4	0,721	BT, BO, G, OM
4	0,721	BT, BS, BO, OM
3	0,721	BT, BO, OM
4	0,712	D, S, OM, CO

Holothuroidea		
No	<i>P</i>	Variables
4	0,857	D, BT, S, CO
5	0,857	D, BT, S, CO
5	0,857	D, BT, BO, S, CO
5	0,857	D, BT, G, S, CO
5	0,857	D, BT, S, OM, CO
3	0,857	D, S, CO
4	0,857	D, BS, S, CO
4	0,857	D, BO, S, CO
4	0,857	D, G, S, CO
4	0,857	D, S, OM, CO
2	0,856	D, CO
1	0,851	D

En ambos análisis, sobre todo en el caso de Holothuroidea, los valores del coeficiente de correlación de rango de Spearman (P) son muy elevados lo que sería indicativo de la bondad del ajuste del modelo, ($P = 0,744$, en el conjunto de equinodermos; $P = 0,857$, en Holothuroidea).

En el caso de Holothuroidea el factor determinante de las diferencias faunísticas entre los dos grandes agrupamientos era previsible que fuese la profundidad, como así ocurre. Las variables oceanográficas de las masas de agua asociados a ella, sobre todo la temperatura (BT), y en menor medida la salinidad (BS) y el contenido en oxígeno (BO), parecen jugar un papel importante, pero no determinante en el establecimiento de las fronteras faunísticas, tanto en el caso de Holothuroidea, como del conjunto de Echinodermata. Como se puede observar en la **Tabla 25**, son las variables del sedimento, el contenido en materia orgánica (OM), en el caso del total de los equinodermos, y el contenido en arena (S) y carbonatos (CO), en el de las holoturias, los factores que se encuentran en todas las mejores combinaciones de las variables medioambientales que mejor explican las diferencias faunísticas. Ello indica, sin duda, la importancia del papel que juegan los factores dependientes del sedimento de los fondos marinos en la estructuración de las comunidades de equinodermos y holoturias en la plataforma y el talud mauritano.

DISCUSIÓN

CONSIDERACIONES GENERALES

Los táxones que han constituido la base del presente trabajo de doctorado, decápodos, moluscos y equinodermos, se encuentran entre los grupos mejor representados en las comunidades bentónicas de los fondos marinos, destacando por su elevada diversidad y biomasa, y en algunos casos por su interés como recurso pesquero.

Así, el orden Decapoda constituye el grupo más importante y diverso dentro de los crustáceos, con casi 18.000 especies y 2700 géneros. Debido precisamente a su gran amplitud y diversidad, así como a su papel fundamental en la cadena trófica marina, ya que son presa para una amplia variedad de depredadores, y a su adaptación a numerosos hábitats y regímenes alimentarios, son uno de los grupos animales más estudiados del mundo (Crandall et al., 2009; Boudreau y Worm, 2012; Garcia-Isarch y Munoz, 2015). Además de ello, los decápodos, que incluyen grupos tan conocidos como los cangrejos, las gambas y las langostas, como consecuencia de la disminución de los recursos tradicionales en las plataformas continentales (Pauly et al., 1998), son especies objetivo cada vez más importantes para las pesquerías comerciales en todo el mundo.

Por su parte, los moluscos constituyen el filo de invertebrados más diversificado después de los artrópodos, con alrededor de 80.000 especies vivas, la mayoría de ellas marinas. Precisamente las clases estudiadas en esta tesis, Gastropoda y Bivalvia, constituyen las de mayor diversidad específica dentro del filo (Brusca et al., 2016). Los moluscos se encuentran ampliamente distribuidos por todos los océanos, colonizando hábitats bentónicos y pelágicos, ocupando desde los mares tropicales hasta los polares, y desde aguas costeras hasta profundidades abisales, incluidas las fuentes hidrotermales (Gutiérrez et al., 2003), y representan el tercer grupo dominante de la macrofauna bentónica en aguas profundas (Gage y Tyler, 1991). Su gran éxito evolutivo está vinculado a la amplia diversidad de sus formas de vida y a su amplio espectro trófico, que incluye herbívoros, carnívoros y carroñeros, suspensívoros, detritívoros y formas parásitas. Algunas especies de la clase Bivalvia tienen gran interés comercial, como recurso alimentario, y los moluscos en general, en coleccionismo y joyería. Esta explotación antrópica ha impactado de forma notable a las poblaciones de moluscos, principalmente en las zonas costeras, estando muchas de sus especies incluidas actualmente en la Lista Roja de especies amenazadas o en peligro de extinción. Además de su valor económico, los moluscos también son ampliamente utilizados como registros de los cambios ambientales en la mayoría de las regiones oceánicas (Fortunato, 2015).

Los equinodermos son un filo exclusivamente marino, y aunque su diversidad es muy inferior a la de Arthropoda y Mollusca, ya que solo se conocen unas 7.000 especies vivas (Pawson, 2007), constituyen uno de los principales componentes entre los invertebrados bentónicos en los ecosistemas marinos, especialmente en aguas profundas (Gage y Tyler, 1991), en los que desempeñan numerosas funciones ecológicas, como parte importante de la cadena trófica, como carnívoros o carroñeros altamente eficientes (Alvarado et al., 2012). Los equinodermos también son un importante componente en los arrecifes de coral en los que alcanzan una elevada diversidad y biomasa (Alvarado et al., 2012; Birkeland, 1989). Algunas especies de equinodermos son explotadas comercialmente para uso alimentario y en la industria farmacéutica. Así, actualmente casi 60 especies de holoturias, consideradas de interés comercial, son objeto de pesquerías especializadas en más de 70 países de todo el mundo (FAO, 2012b).

Los grupos faunísticos cuyo estudio se ha abordado en este trabajo de doctorado se encuentran entre los invertebrados megabentónicos más representativos en la mayoría de los ecosistemas de la plataforma y el talud continental del océano Atlántico, siendo por tanto su conocimiento esencial para la conservación de la biodiversidad, la gestión responsable de los recursos vivos y la pesca sostenible.

EL ESTADO DE LOS CONOCIMIENTOS EN MAURITANIA

A pesar de jugar un papel clave en los ecosistemas marinos y de encontrarse en algunos casos fuertemente explotados, el conocimiento actual sobre la biodiversidad de los decápodos, y sobre todo de los moluscos y equinodermos, en la región noroccidental de África, es escaso y procede principalmente de las expediciones históricas realizadas en la región desde finales del siglo XIX, que ya han sido ampliamente citadas en los apartados correspondientes al bentos y a los táxones aquí estudiados.

Aquellas expediciones científicas a la región noroccidental africana también aportaron una información muy valiosa sobre los decápodos, moluscos y equinodermos de Mauritania, si bien la mayor parte de ellas estuvieron centradas en la plataforma continental de la zona norte, frente al Banco de Arguin [por ejemplo, Bouvier (1906), Monod (1933) y Fransen (1991)] Pero esta información faunística es muy escasa, e incluso rara, en el caso de los moluscos y equinodermos. Así, en Mauritania, los trabajos centrados exclusivamente en los moluscos se reducen a las antiguas obras de Dautzenberg (1910, 1912), y a la más reciente de Talavera (1975). En el caso de los equinodermos, solo existen varios estudios previos, algunos de los cuales solo citaron un número muy pequeño de especies, como los

de Koehler y Vaney (1906), o Mortensen (1925), o se centraron en una clase concreta, como los trabajos de Hérouard (1929) y Massin (1993), sobre las holoturias.

En el contexto de la costa noroccidental de África, como ocurre en el resto de los océanos mundiales, los decápodos son el grupo bentónico más estudiado y mejor conocido, particularmente en aguas de Mauritania. Matos-Pita (2016) señala que los decápodos constituyeron el taxon más frecuente, siendo recolectado en prácticamente todas las estaciones de arrastre realizadas en la región. Ramil y Ramos (2017) y Castillo et al. (2017) han destacado la dominancia numérica del grupo en las comunidades epibentónicas profundas de Mauritania, en dónde representan el 39% de las capturas realizadas con redes de arrastre comercial y el 56% de las realizadas con bou de vara.

Además de los trabajos faunísticos sobre los grupos bentónicos estudiados ya citados, el conocimiento sobre la biodiversidad y la ecología de los decápodos y equinodermos de aguas profundas de Mauritania se ha ampliado durante los últimos años gracias a la publicación de los resultados de las cuatro campañas *Maurit* realizadas entre 2007 y 2010 por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), a bordo del B/O español *Vizconde de Eza*. Los trabajos de García-Isarch et al. (2017), sobre los decápodos, y de Calero et al. (2017), sobre los equinodermos, han aportado una información muy completa sobre la biodiversidad y las comunidades de estos dos grupos a lo largo de la plataforma profunda y talud de Mauritania, entre 100 y 2000 m de profundidad. Los decápodos, han sido además objeto de revisiones exhaustivas y descripción de nuevas especies de grupos particulares, como cangrejos ermitaños, braquiuros y talasaniideos, realizadas recientemente (Matos-Pita y Ramil, 2014; 2015a, b; 2016a; Matos-Pita, 2016; Matos-Pita et al., 2016).

Sin embargo, a pesar de la importante contribución de todos estos trabajos al conocimiento de la biodiversidad y las comunidades de decápodos y equinodermos de Mauritania, el estudio de los moluscos prosobranquios y bivalvos, no se había llevado a cabo hasta ahora. Además, pese a su importante contribución, los resultados de las campañas españolas *Maurit*, no permitieron obtener una visión completa de la biodiversidad y la estructura de las comunidades bentónicas en el margen continental de Mauritania, ni tampoco analizar sus posibles variaciones estacionales. Esto fue debido a que los muestreos realizados durante aquellas campañas no cubrieron la zona de la plataforma a profundidades inferiores a 100 m, y a que las cuatro campañas se llevaron a cabo en otoño, durante la misma estación hidrológica (Ramos et al. 2017b).

Las dos campañas oceanográficas, desarrolladas a lo largo de la costa noroccidental de África al final de las estaciones cálidas y frías, en otoño de 2011 y primavera de 2012 (Krakstad et al., 2011, 2012), nos han permitido completar los resultados obtenidos en las

campañas *Maurit*, aportando una primera visión de los patrones de distribución de la diversidad y las comunidades de los moluscos prosobranquios y bivalvos, así como un primer análisis de las variaciones estacionales de la biodiversidad y estructura de las comunidades de decápodos, en relación con las características hidrológicas y geomorfológicas particulares que ocurren a lo largo de la plataforma continental y la pendiente de Mauritania.

BIODIVERSIDAD GLOBAL

En este estudio se presentan los listados taxonómicos de 298 táxones: 100 decápodos (además de dos especies de estomatópodos), 67 prosobranquios y 36 bivalvos, y 95 equinodermos (28 asteroideos, 4 crinoideos, 13 erizos, 22 holoturias y 28 ofiuras).

Los decápodos se recogieron en las 95 estaciones muestreadas sobre la plataforma y talud superior (20-500 m), mientras que moluscos y equinodermos se capturaron en 150 y 256, respectivamente, de los 384 estaciones de arrastre realizados en la plataforma y talud de Mauritania, entre 20 y 2000 m.

Si bien, los resultados que hemos obtenido en el caso de los decápodos y equinodermos son comparables con los estudios previos sobre biodiversidad realizados en la costa noroccidental de África, a nivel regional, así como en aguas de Mauritania y Guinea-Bissau (ver Calero, 2017; Calero et al., 2017; García-Isarch & Muñoz, 2015; García-Isarch et al., 2017; Matos-Pita, 2016; Muñoz et al., 2012), esta comparación es más complicada en el caso de los moluscos, al no contarse con trabajos similares desarrollados con anterioridad, a excepción del de Castillo (2017) en el conjunto de la región noroccidental.

García-Isarch y Muñoz (2015) registraron un total de 228 especies de decápodos en la región noroccidental de África (CCLME), en base a la compilación de la información recogida en las campañas y colecciones biológicas del Instituto Español de Oceanografía. Estas autoras resaltan la alta diversidad del grupo en la región del noroeste africano, que se ve favorecida por la existencia de especies típicamente templadas en el norte (Marruecos - Sáhara Occidental), especies subtropicales templadas desde Marruecos hasta Mauritania, y especies típicamente tropicales en el sur (Guinea-Bissau – Guinea).

En aguas de Mauritania, García-Isarch et al. (2017) registraron 118 especies de decápodos en 281 estaciones de arrastre realizadas sobre los fondos blandos de la plataforma profunda y talud continenta, entre 81 y 1825 m, durante las cuatro campañas *Maurit*. La riqueza específica total de decápodos asciende a 132 especies si se incluyen las registradas sobre los hábitats de fondos duros (Matos-Pita, 2016). En la plataforma y talud superior

(20 - 1000 m de profundidad) de Guinea Bissau, Muñoz et al. (2012) citaron un número de decápodos similar, 122 especies, en 120 estaciones de arrastre. Pero, pese a las diferencias en la intensidad del muestreo (casi tres veces mayor) y los valores de riqueza específica absolutos más elevados obtenidos por García-Isarch et al. (2017), la diversidad relativa (expresada como número medio total de especies por estación) arrojan valores notablemente más altos en nuestro estudio (0,95 vs. 0,42). Estos valores de diversidad relativa son similares a los obtenidos por Muñoz et al. (2012) en Guinea-Bissau (1,02 vs. 0,95 especies por estación).

Nuestros resultados también presentan diferencias importantes en los valores de diversidad cuando se comparan con los estudios previos realizados en la zona. Así, el número de decápodos bentónicos citados en nuestro estudio (63 especies) es casi dos veces superior al de las especies nadadoras o pelágicas (37 especies). García-Isarch et al. (2017) encuentra una menor diversidad de braquiuros (solo 27 especies) en aguas profundas de Mauritania, mientras que Muñoz et al. (2012) citan 44 especies en la plataforma y talud de Guinea-Bissau. Estas discrepancias podrían ser consecuencia de las diferencias en el rango de profundidad cubierto por los distintos estudios. Aunque nosotros recogimos pocas muestras en los estratos superiores a 500 m de profundidad, en donde García-Isarch et al. (2017) registraron la mayor diversidad, nuestras cifras sugieren que la zona de la plataforma costera de Mauritania, al igual que ocurre en Guinea-Bissau (Muñoz et al., 2012), alberga también una diversidad elevada. Este hecho podría estar relacionado con los patrones de distribución batimétrica, así como con la composición de las comunidades y las estrategias de vida de los decápodos que habitan respectivamente en aguas costeras y profundas, explotando un amplio espectro de hábitats y recursos tróficos (Moctar et al., 2020).

En el caso de los equinodermos, este estudio amplía en 13 el número de especies citadas con anterioridad por Calero et al. (2017). Estos autores registraron 82 especies en aguas profundas de Mauritania, mientras que este trabajo, cuya área de estudio incluyó también la plataforma continental, alcanza la cifra de 95 especies. No obstante, aunque se incrementa levemente la biodiversidad de las distintas clases, su proporción se mantiene, siendo las clases más diversas en ambos estudios Asteroidea y Ophiuroidea (28 vs 23, y 27 vs. 25, respectivamente), seguidas por Holothuroidea y Echinoidea (20 vs. 19 y 13 vs. 12), y coincidiendo también con la baja diversidad de Crinoidea. Nuestros resultados sobre la diversidad de las distintas clases también coinciden con los de las revisiones mundiales sobre Ophiuroidea y Asteroidea realizadas por Stöhr et al. (2012) y Mah y Blake (2012), quienes señalaron que estas constituyen las dos clases más diversas del filo.

Calero (2017) registra 57 especies de ofiuroides y 47 de holoturoideos, en su trabajo sobre la biodiversidad de estas dos clases de equinodermos en África noroccidental, en base a las colecciones estudiadas por ella. La autora proporciona también en este trabajo los primeros catálogos completos de las clases Ophiuroidea y Holothuroidea para la región de África noroccidental, que incluyen 132 especies de ofiuroides y 113 holoturoideos. Estos últimos inventarios incluyen los resultados de su propio estudio así como las citas recogidas en la literatura especializada en la región.

Sin embargo, la comparación de nuestros resultados con otros estudios sobre los equinodermos realizados en la región es difícil, ya que se trata de trabajos restringidos a alguna de las clases, como los de Hérouard (1929) o Massin (1993), sobre las holoturias, o a inventarios faunísticos, como los de Menioui (1998), en Marruecos, o el de Hernández et al. (2013), en las Islas Canarias. En los trabajos de Entrambasaguas (2008) y Entrambasaguas et al. (2008), sobre los equinodermos de las islas de Cabo Verde, se recogen 97 especies, cifra comparable a la nuestra, pero que estos autores refieren exclusivamente a aguas costeras.

Con respecto a los moluscos, las comparaciones resultan ser aun más complicadas, sobre todo en el caso de los bivalvos. En Mauritania, los estudios anteriores sobre los moluscos se han llevado a cabo principalmente en la plataforma continental del Golfo de Arguin, en la región más septentrional, normalmente en el marco de estudios bentónicos más generales, siendo muy escasa la información sobre su diversidad y distribución (Duineveld et al., 1993a, b; Lewy, 1975; Le Loeuff, 1993; Michel et al., 2011; Salem et al., 2014; Wolff et al., 1987, 1993; Wolff y Montserrat, 2005). Además, exceptuando los trabajos de Castillo et al. (2017), y Ramil y Ramos (2017), incluso los estudios previos relacionados con las comunidades bentónicas en su conjunto se desarrollaron en las áreas litorales y costeras, siendo la fauna de moluscos de aguas profundas de Mauritania totalmente desconocida.

El presente estudio es por tanto el primero que ofrece una visión general sobre la diversidad de los gasterópodos y bivalvos en la plataforma y aguas profundas de Mauritania. Sin embargo, nuestros valores se han obtenido en base a muestreos realizados mediante arrastre de fondo, una metodología no apropiada para la recolección de especies infaunales, como son la mayoría de las especies de bivalvos. Por ello, nuestros resultados sobre biodiversidad son obviamente muy inferiores a los obtenidos con dragas verticales y difícilmente comparables con otros estudios, ya se refieren principalmente a especies epibentónicas.

En general, nuestros resultados refuerzan la hipótesis de García-Isarch et al. (2017) quienes destacan la diversidad excepcionalmente alta de los decápodos frente a

Mauritania en comparación con otras zonas atlánticas y mediterráneas (Macpherson, 1991; Cartes y Sardá, 1992; Company et al., 2004; Serrano et al., 2011; Cartes et al., 2014). García-Isarch et al. (2017) han relacionado esta alta diversidad con la localización geográfica de Mauritania, un área afectada por su particular hidrología, caracterizada por fenómenos de afloramiento y una elevada productividad. La ZEE de Mauritania está efectivamente incluida en el ecosistema de afloramiento de la Corriente de Canarias, uno de los cuatro principales sistemas de afloramiento mundiales situados en las costas orientales de los dos grandes océanos (EBUE) (Arístegui et al., 2009).

Sin embargo, Moctar et al. (2020) señalan que, incluso en otras áreas del Atlántico, también caracterizadas por fenómenos de afloramiento y una elevada productividad primaria, como sería el caso de los fondos blandos de la plataforma y el talud superior de la costa gallega (noroeste de España), e intensamente muestreadas, la diversidad de decápodos es muy inferior. Por ejemplo, Fariña et al. (1997) llevaron a cabo muestreos en esta zona durante una serie de ocho años (1980 - 1987), pero solo registraron 40 especies de decápodos.

García-Isarch et al. (2017) señalan que la marcada estacionalidad del afloramiento y el desplazamiento también estacional de un frente hidrológico a lo largo de la costa de Mauritania permiten la coexistencia de especies templadas y tropicales, aumentando así la diversidad general. La hipótesis de que la biodiversidad general, y la de determinados grupos de invertebrados bentónicos, como es el caso de los equinodermos, es claramente superior en las zonas de transición hidrológica, bajo la influencia de los afloramientos, que en las regiones tropicales típicas, que ocurren en la costa occidental africana, fue ya sugerida por Le Loeuff y von Cosel (1998). Estos autores citan 105 especies de equinodermos en aguas de la plataforma mauritano-senegalesa (0-200 m), un área donde los afloramientos se desplazan de manera estacional. Esta cifra es algo superior a las registradas en aguas mauritanas por Calero et al. (2017) (82 especies) y a la que presentamos en este trabajo (95 especies), pero del mismo orden. Sin embargo, Calero et al. (2017) señalan que si se tiene en cuenta el enorme esfuerzo de muestreo desplegado durante las campañas *Maurit*, los equinodermos de los fondos blandos de Mauritania parecen en su conjunto claramente menos diversos que los que viven en aguas profundas en otras zonas del Atlántico norte, como el Golfo de Vizcaya o el Banco Porcupine (Paterson et al., 1985; Howell et al., 2002). Calero et al. (2017) calculan que los ofiuroideos y asteroideos de Mauritania representan sólo el 40% de la diversidad registrada para estas dos clases en el Atlántico oriental y menos del 50% de la citada en el Banco Porcupine. También Stöhr et al. (2012), en su revisión mundial sobre los ofiuroideos, considera que el Atlántico oriental constituye una de las regiones en las que este grupo presenta una

diversidad más baja, ya que ella solo registró 118 especies en toda el área. No obstante, Calero et al. (2017) sugieren que la diversidad global de los equinodermos en la zona mauritano-senegalesa, una vez que se estudie la fauna de Senegal, en particular la fauna de aguas profundas y que se incluyan las especies de los hábitats de fondos duros y litorales, podría ascender a unas 200 especies.

Le Loeuff y Von Cosel (1998) también pusieron de manifiesto la baja diversidad de los moluscos bivalvos en la plataforma de África occidental tropical, donde los autores registraron sólo 380 especies en el área comprendida entre Cabo Blanco, en Mauritania (20° 59'N), y Cabo Frio, en el norte de Namibia (18° 30'S). Esta cifra coincide con las que registraron en sus respectivas revisiones mundiales sobre la riqueza de los bivalvos, y de los bivalvos y gasterópodos (360 especies), Crame (2000) y Linse et al. (2006), quienes también destacaron que la diversidad de los moluscos presenta valores más bajos en la región ecuatorial de África que en la correspondiente de Asia y América. Estos valores de riqueza son similares a los citados, por ejemplo, en el Mediterráneo, pero muy inferiores a los registrados en las zonas tropicales equivalentes del Atlántico y el Pacífico americano (700-1000 especies) (Linse et al., 2006), que posiblemente están asociados a la presencia de arrecifes de coral.

En cualquier caso, Le Loeuff y Von Cosel (1998) no incluyeron en su revisión sobre la biodiversidad del noroeste de África los gasterópodos, ellos señalan que como consecuencia de las numerosas identificaciones dudosas o incorrectas que se encontraron cuando realizaron la revisión de este grupo. Tampoco Linse et al. (2006) presenta ninguna información sobre la diversidad de los gasterópodos en la costa de África occidental, entre el Estrecho de Gibraltar y Sudáfrica.

La única información disponible sobre la diversidad de este grupo en la región noroccidental de África es la ofrecida por Castillo (2017), quien cita 141 especies de moluscos prosobranquios, en base al estudio del material recolectado en 1012 estaciones de arrastre de fondo realizadas durante siete campañas desarrolladas entre el Estrecho de Gibraltar y la frontera con Sierra Leona. Ramos et al. (2020) en una reciente revisión del material recogido y estudiado en el marco del proyecto EcoAfrik, y de la bibliografía existente registran 200 especies de gasterópodos en la región tropical (desde Cabo Blanco hasta Sierra Leona), 75 de los cuales se encontraron en Mauritania. La falta de información sobre este grupo sugiere que los gasterópodos marinos de África Occidental necesitan una revisión exhaustiva.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

El establecimiento de los patrones de diversidad de la fauna bentónica y la influencia de los factores ambientales en su distribución, a escala global y regional, ha constituido un importante desafío en la investigación ecológica marina durante muchas décadas (Aldea et al., 2008).

Debido a su elevada diversidad y abundancia, y a su adaptación a muy diferentes hábitats y regímenes tróficos, los moluscos, en particular los gasterópodos y bivalvos, constituyen un taxon ideal y han jugado un papel fundamental en el establecimiento de los patrones de distribución de la biodiversidad marina a escala mundial (Linse et al., 2006; Brandt et al., 2016). Sin embargo, tanto a escala regional como local, la costa de África occidental se cuenta entre las áreas menos estudiadas y más desconocidas del planeta, en relación, no solo con los patrones de distribución de la diversidad de los moluscos (Linse et al., 2006), sino de la fauna bentónica de manera generalizada (Decker et al., 2004).

Sin embargo, los recientes trabajos de Ramos et al. (2015a, b), García-Isarch y Muñoz (2015), Castillo (2017) y Calero (2017) han puesto de manifiesto la existencia de unos claros patrones en la distribución de la diversidad en la región noroccidental de África. Esto se ha demostrado que ocurre para el conjunto de la fauna megabentónica (Ramos et al., 2015a, b), cuyos valores de riqueza específica son el doble en la plataforma y talud al norte de Cabo Blanco que en la zona sur, alcanzando sus máximos en el talud del Sahara Occidental. La misma tendencia también fue observada por estos autores para diferentes grupos de invertebrados bentónicos, principalmente para los suspensívoros sésiles, cuya frecuencia, diversidad y proporción relativa son mayores en la plataforma y talud del Sáhara.

Con relación a los decápodos, García-Isarch y Muñoz (2015) resaltan que la diversidad de este grupo presenta variaciones a lo largo de la costa noroccidental africana, que coinciden con el patrón de distribución del conjunto del megabentos. Así, estas autoras señalan que los decápodos también exhiben valores más elevados en la zona norte templada, que en la zona meridional tropical, con una riqueza excepcionalmente alta en Mauritania. La mayor diversidad (137 especies) se localiza en Marruecos-Sáhara Occidental, seguida por Mauritania (134 especies) y por la zona Guinea-Bissau-Guinea (119 especies).

Los resultados del estudio de Castillo (2017) sobre los moluscos bivalvos y gasterópodos del noroeste africano reafirman la existencia de un claro patrón latitudinal en la distribución de ambos grupos, marcada también por la gran diferencia en la riqueza

específica registrada al norte y al sur de cabo Blanco (21°N). Pero en el caso de los moluscos, el patrón de distribución parece invertido, y así, mientras que la diversidad media fue de 7,1 especies para los gasterópodos y 4,7 para los bivalvos, en la zona norte (entre los 35°N y 21°N), estas cifras alcanzaron valores mucho más elevados, 26,7 y 10,8, respectivamente, al sur de cabo Blanco (21°N).

Calero (2017), que analizó los patrones de distribución de la biodiversidad de los equinodermos (Holothuroidea y Ophiuroidea) en el noroeste de África, señala que en el caso de las holoturias, la mayor diversidad se registra en el norte de Marruecos (en la zona del Cañón de Agadir), y los valores mínimos en aguas senegalesas y guineanas. Con respecto a la distribución de los ofiuroideos, Calero (2017) y Calero et al. (2018) señalan que su riqueza específica más elevada se localiza a lo largo del Sahara Occidental y Mauritania, donde registran hasta 22 especies por grado de latitud. Estos autores destacan que en el Sahara también se localizan densas agregaciones de ofiuras suspensívoras, en particular de la especie *Ophiacantha abyssicola*. Las especies con un régimen de alimentación suspensívoro parecen dominar la fauna de ofiuroideos de África noroccidental, donde según los resultados de Calero (2017) y Calero et al. (2018) representan el 73% de la diversidad y el 93.4% de la abundancia numérica total.

DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL

Los resultados de Ramil y Ramos (2017) pusieron de manifiesto que también en Mauritania existen unos patrones de distribución latitudinal a lo largo de la plataforma profunda y talud para el conjunto del megabentos, que muestra una tendencia decreciente de la riqueza específica hacia el sur, y una tendencia inversa de la abundancia y biomasa, que alcanzan sus valores máximos en la zona meridional.

Los resultados de nuestro estudio confirman que la distribución de la diversidad de decápodos y equinodermos siguen el mismo patrón que el conjunto del megabentos (Ramil y Ramos, 2017), mientras que la diversidad de los moluscos parece sufrir poca variación a lo largo de la costa de Mauritania.

Los valores de diversidad más elevados, en el caso de los decápodos (hasta 17 especies en una sola estación) se concentraron en la zona norte, entre 20°N y 19°N. Esta tendencia se observa, tanto en nuestro estudio, como en el de García-Isarch et al. (2017). Aunque estos autores no examinaron en detalle las variaciones latitudinales de los principales descriptores ecológicos de los decápodos, el análisis detallado de sus resultados pone de manifiesto la existencia de diferencias geográficas notables en la distribución de la

diversidad entre las áreas norte y sur, con los valores de riqueza más elevados, e idénticos a los nuestros (17 especies por estación), en la zona norte, frente al Banco de Arguin.

También en la zona norte, alrededor de los 20°N, localizamos en nuestro estudio la mayor diversidad de braquiuros, que, siguiendo el patrón general, disminuyó gradualmente hacia el sur. Aunque la diversidad de los decápodos nadadores disminuye en la misma dirección, las cifras más altas se encontraron entre los 18°N y 19°N, al sur del cabo Timiris. En esta área fue donde también donde se concentraron las mayores densidades y biomásas de especies pelágicas. De manera general, todos los descriptores ecológicos, disminuyen en dirección norte – sur, presentando sus valores medios más bajos alrededor de los 16°N. Sin embargo, los análisis estadísticos pusieron de manifiesto que solo la variación en la distribución latitudinal de la diversidad de los decápodos bentónicos es realmente significativa.

Aunque Calero et al. (2017) no encuentra un patrón de distribución latitudinal claro en el caso de la diversidad de los equinodermos, los resultados que presentamos en esta tesis no coinciden totalmente con los de estos autores, ya que nosotros sí que observamos los valores de riqueza más elevados (unas 60 especies) en el norte (20°N–19°N), coincidiendo con la zona del Banco de Arguin. Este patrón es seguido, no solo por el conjunto del filo, sino también por las cinco clases de equinodermos. Sin embargo, Calero (2017), en su análisis sobre la distribución de las ofiuras y holoturias en el noroeste africano, sí que señala que la mayor diversidad de holoturoideos (hasta 23 especies por grado de latitud, si se incluyen las especies de los hábitats de fondos duros), se localizan también en la zona norte, a la latitud de Cabo Blanco (a 21°N) y que este valor representaría el máximo para toda la región del CCLME.

De acuerdo con lo sugerido por otros autores (Ramil y Ramos, 2017; Pascual-Alayón et al., 2017), pensamos que este patrón latitudinal que exhibe la diversidad a lo largo de la costa mauritana podría estar asociado con la tendencia decreciente en la permanencia del afloramiento y la productividad en dirección sur, que se correlaciona con la fuerza y el desplazamiento de los vientos alisios. En la zona norte (21°N-19° N), frente al Banco de Arguin, los vientos del noreste son predominantes durante todo el año y el afloramiento costero es permanente (Pelegrí et al., 2017). Esta zona, junto con el Sahara Occidental, constituyen efectivamente la región más productiva del sistema de afloramiento del noroeste de África (Pelegrí y Peña-Izquierdo, 2015). Por el contrario, al sur del Cabo Timiris, y hasta los 11°N-12°N, el régimen de vientos es estacional y el afloramiento se desarrolla en línea con la intensificación y el desplazamiento hacia el sur de los alisios, que

alcanzan su máximo durante el invierno y la primavera (Pelegrí y Benazzouz, 2015; Pelegrí et al., 2017).

La relación de la riqueza y la abundancia de los equinodermos con la presencia de aguas más frías y ricas, con una gran oscilación térmica, que caracteriza a las zonas de afloramiento, ha sido también puesta de manifiesto en otras áreas del noroeste africano, como el archipiélago de Cabo Verde (Entrambasaguas, 2008). Esta autora demuestra la existencia de un patrón creciente desde las islas del norte hasta las del sudeste y sudoeste, asociado a las aguas de alta productividad, vinculadas al Sistema de la Corriente Ecuatorial y al Giro Ciclónico de Guinea.

La hipótesis de que la elevada productividad primaria, como la que se produce en las áreas de afloramiento, favorece la mayor diversidad y abundancia de equinodermos también se ha planteado en la costa de Perú, donde se localiza otro de los sistemas de afloramiento más importantes del mundo (Calero et al., 2017; Hooker et al., 2013). Sin embargo, Calero et al. (2017), de acuerdo con Iken et al. (2010), quien analizó los patrones de distribución de las comunidades de equinodermos a escala mundial, opinan que esta no parece ser una regla general para todas las clases de Echinodermata. Los autores señalan que, de hecho, en el Golfo de California, otra de las grandes zonas de afloramiento, algunos estudios, como el de Cintra-Buenrostro et al. (2005) demostraron una relación negativa entre la diversidad de los asteroideos y la productividad.

La mayor diversidad de especies bentónicas que se observa de manera generalizada en la zona norte de Mauritania podría, por consiguiente, explicarse por las condiciones de afloramiento, que influyen directa e indirectamente en una mayor disponibilidad de alimento que se manifiesta a lo largo de toda la cadena trófica. Esta elevada productividad, tanto en la plataforma como en aguas del talud, en la zona norte de Mauritania, también ha sido relacionada previamente con la presencia, a la latitud de Cabo Blanco, del Sistema Frontal de Cabo Verde (Pelegrí et al., 2017), así como con el transporte hasta alta mar de aguas ricas en nutrientes a través del filamento gigante de Cabo Blanco (Sangrá, 2015). De hecho, esta zona frontal, donde se produce la separación de las masas de aguas templadas procedentes del norte y de las aguas tropicales originadas en el sur, ha sido reconocida como un excelente hábitat para la alimentación de aves marinas y cetáceos (Camphuysen et al., 2012; Baines et al., 2014, entre otros). A esta latitud de 20°N, Ramos et al. (2017e), localizaron un área altamente productiva en los fondos blandos del talud, que llamaron *Lengua del Banco de Arguin*, en donde estos autores señalan unos elevadísimos contenidos en materia orgánica en los sedimentos a lo largo de todo el fondo marino, desde la plataforma profunda hasta el talud.

Como consecuencia de su elevada productividad marina, la zona norte, frente al Banco de Arguin, ha constituido y constituye el principal caladero para las flotas demersales y pelágicas en la ZEE de Mauritania (IMROP, 2013). Pascual-Alayón et al. (2017) sugirieron que, la enorme cantidad de descartes producidos por estas pesquerías representan una fuente adicional de alimento, en particular para especies carroñeras altamente oportunistas. Este sería el caso de los elasmobranquios demersales, cuya abundancia estos autores demostraron que es notablemente superior en el norte de Mauritania.

La elevada diversidad y densidad de braquiuros, que nosotros hemos también registrado en la zona norte, se explicaría, no sólo por las extraordinarias condiciones de afloramiento y elevada productividad, sino por el estilo de alimentación de estos decápodos. Por un lado, Fariña et al. (1997) han sugerido que la alta densidad de cangrejos es característica de áreas de la plataforma bajo condiciones de afloramiento, como sería el caso de la zona norte de Mauritania, que favorece altos niveles de biomasa infaunal, incluso cuando los sedimentos del fondo son gruesos y tienen un bajo contenido en materia orgánica.

Durante la expedición TYRO-Mauritania a la zona norte de Mauritania, Duineveld et al. (1993 b) señalaron como los poliquetos, principalmente espiónidos, dominan la macroinfauna en la plataforma del Banco de Arguin, particularmente en cabo Blanco. Estos autores sugirieron además que estos anélidos, que se alimentan en la superficie, constituyen presas más fáciles y una fuente de alimento fácilmente disponible para los predadores. Fariña et al. (1997) mostraron que *Polybius henslowii* Leach, 1820, —el decápodo dominante en la plataforma gallega— es, como *Macropipus rugosus*, —el principal decápodo bentónico en Mauritania— una especie de portúnido que se alimenta de una dieta consistente en invertebrados bentónicos, cefalópodos y peces pelágicos. Por su lado, Eastman y Thiel (2015) pusieron de manifiesto que la predación y el régimen carroñero son los dos estilos de alimentación más comunes entre los decápodos megabentónicos, y que, en el caso de los grupos carroñeros, estos se alimentan de numerosas especies, incluidos crustáceos, moluscos, otros invertebrados y peces, así como descartes comerciales. Resumiendo, el afloramiento y la elevada productividad en la zona norte de Mauritania tendrían un efecto en toda la cadena trófica, aumentando la disponibilidad de presas y alimento, y favoreciendo así la diversidad, densidad y biomasa de depredadores y especies carroñeras, como los elasmobranquios demersales y los cangrejos.

DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA

Los resultados obtenidos por Ramil y Ramos (2017) pusieron de manifiesto que también la riqueza específica, abundancia y biomasa del conjunto del megabentos sigue un patrón en su distribución batimétrica, con una clara tendencia creciente hacia aguas profundas.

Este parece ser un patrón generalizado en aguas de Mauritania, dónde no solo la diversidad, sino también las abundancias y biomásas de los grupos principales, incluidos los peces teleósteos y elasmobranquios demersales, muestran una zonación relacionada claramente con la profundidad a lo largo de la plataforma profunda y el talud (Ramos et al., 2017e). Es en el talud, a profundidades superiores a 1000 m, dónde se observa la mayor diversidad, en particular en la zona meridional, desde el sur de Nouakchott (18°N) hasta la frontera senegalesa (16°N) (Ver Fernández-Peralta y Puerto, 2017; Pascual-Alayón et al., 2017; Ramos et al., 2017e; Rocha et al., 2017).

Aunque según nuestros resultados, la diversidad, densidad y biomasa de los decápodos exhibieron un amplio rango y variaciones entre estaciones, siguen el citado patrón batimétrico, mostrando así los valores más elevados en el talud superior. Este patrón es particularmente notorio en el caso de las densidades, que presentan cifras casi imperceptibles en la plataforma continental, y valores elevados a lo largo del talud. Si bien la riqueza específica siguió una tendencia similar, con cifras más elevadas (hasta 17 especies por estación) en los estratos más profundos, el patrón no parece tan marcado.

El presente trabajo confirma la robustez de los patrones de distribución de la biodiversidad de los decápodos en aguas de Mauritania, de acuerdo, una vez más, con los hallazgos anteriores de García-Isarch et al. (2017). A pesar de las diferencias en los rangos batimétricos prospectados, los resultados de ambos estudios sugieren una tendencia batimétrica general. García-Isarch et al. (2017) registraron los valores de riqueza específica más bajos en la plataforma profunda y el talud superior (<500 m), y nuestros resultados confirman que las cifras más bajas también se localizan en la plataforma continental. Sin embargo, con respecto a las densidades, Ramos et al. (2017e) determinaron su patrón de distribución entre 100 y 2000 m, observando un pico alrededor de los 300 m, que fue seguido por una caída drástica a partir de esa profundidad. En el presente estudio observamos ese mismo patrón y una caída similar a la misma profundidad, que según Ramos et al. (2017e) coincide exactamente con el rango batimétrico en el que se localizan la barrera de montañas de carbonato y la zona de valores mínimos de oxígeno.

El análisis de la distribución de los decápodos en relación con su tipo de hábitat, bentónico o pelágico, es muy importante porque pone claramente de manifiesto por primera vez en la región de noroccidental de África, que 'cangrejos' y 'gambas' siguen patrones batimétricos opuestos. Así, las especies bentónicas presentan sus máximos valores de diversidad, densidad y biomasa en la plataforma, mientras que los decápodos nadadores lo hacen en el talud, disminuyendo o aumentando, respectivamente, hacia aguas profundas o costeras. Este patrón decreciente con la profundidad hasta los 600 m, ha sido también observado por Soto (1991) y Escobar-Briones et al. (2008) para los braquiuros en aguas del Atlántico occidental (Estrecho de Florida y Golfo de México). Estos autores sugieren que este patrón es probablemente consecuencia de la estrategia de vida de los braquiuros, que pertenecen a un nivel trófico más alto que las especies nadadoras, y que por lo tanto se verían fuertemente afectados por la escasez en la disponibilidad de alimentos en aguas más profundas. Rosa et al. (2012) confirmaron la existencia de diferentes patrones en la distribución batimétrica de la diversidad entre los decápodos de Madeira, relacionados con su nivel taxonómico y su estrategia de vida.

Con respecto a los moluscos, nuestro estudio es el primero que aborda de manera específica la distribución batimétrica en la diversidad de los moluscos gasterópodos y bivalvos de la plataforma y aguas profundas. Por ello la comparación con estudios previos no es factible ya que estos, como hemos comentado anteriormente, estuvieron restringidos a áreas concretas de la zona norte de Mauritania. Nuestros resultados confirman que la diversidad de gasterópodos y bivalvos, al menos de las especies epibentónicas, sigue idéntico patrón de distribución batimétrico al registrado por Castillo (2017) a nivel regional, en África noroccidental, con valores máximos de riqueza específica en las zonas costeras, y una caída abrupta con la profundidad. Este patrón es similar al seguido por las densidades y biomásas que también presentan sus valores más elevados en los primeros 400 m.

El trabajo de Calero et al. (2017) pone de manifiesto que los equinodermos de Mauritania siguen un patrón de distribución batimétrico muy similar al que hemos encontrado nosotros para el conjunto de la plataforma y talud continental. Abundancia, biomasa e índices de diversidad (riqueza específica e índice de Shannon) del conjunto de los equinodermos y de sus cinco clases siguen tendencias batimétricas similares: los valores más bajos se localizan en todos los casos entre 400 y 700 m de profundidad, aumentando progresivamente hacia mayores profundidades. Este patrón de distribución, que es particularmente marcado, en el caso de Holothuroidea y Echinoidea, es muy interesante desde el punto de vista ecológico. En el estrato batimétrico comprendido entre 400 y 700 m, los equinodermos, en particular Holoturoidea, Asteroidea y en menor medida

Echinoidea, desaparecen o están representados únicamente por una o dos especies. A partir de 700 m, la diversidad de todas las clases (excepto Crinoidea) se incrementa de nuevo hasta alcanzar un pico muy elevado en aguas del talud, que según los resultados de Calero et al. (2017) parece aumentar incluso más allá de 1900 m, sobre todo en los casos de Asteroidea y Ophiuroidea.

La escasez, o incluso inexistencia de equinodermos en el caso de Holothuroidea, entre 400 y 700 m coincide con el rango batimétrico en el que se localiza la barrera fósil de corales de aguas frías, así como la zona de mínimo de oxígeno (OMZ), relacionada con la masa de agua central del Atlántico sur. Esta masa de agua, fría, rica en nutrientes y muy pobre en oxígeno, fluye hacia el norte a lo largo de la pendiente continental entre 300 y 700 m (Peña-Izquierdo et al., 2012). Ambos factores afectan indudablemente a la distribución de los equinodermos, que gracias a su movilidad podrían evitar estas zonas ecológicamente desfavorables (Calero et al., 2017)..

Si bien, la mayoría de los estudios sobre el bentos de Mauritania se han desarrollado, como ya hemos comentado con anterioridad, en la zona norte, coinciden en señalar este patrón batimétrico de las abundancias y biomásas del epibentos y de los principales grupos taxonómicos, que se incrementan desde la plataforma interna hacia aguas más profundas (Bonnet et al., 1971; Duineveld et al., 1993 a). Sin embargo, Calero et al. (2017) señalan que, en el caso de los equinodermos, los elevados valores citados por estos autores a lo largo del borde de la plataforma, no serían significativos en comparación con las enormes densidades y biomásas registradas en aguas profundas, sobre todo de holothuroideos, que confirman también los resultados de nuestro estudio.

ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES

Los patrones de distribución latitudinal y batimétrica que hemos expuesto en los apartados anteriores se reflejan claramente en la separación y estructura de los principales agrupamientos de decápodos, moluscos y equinodermos identificados en la plataforma y talud de Mauritania a partir de los análisis multivariantes.

En los tres casos, y a pesar de las diferencias que se observan en los límites más o menos marcados que separan las comunidades de los grupos analizados, la profundidad parece ser el factor determinante de las diferencias faunísticas. No obstante, hemos de recordar que, si bien el estudio de los moluscos y equinodermos ha incluido toda la plataforma y el talud, entre 20 y 2000 m, el de los decápodos se ha centrado exclusivamente en los

muestreos realizados en la plataforma y talud superior, desde 20 m, pero no sobrepasando más que en casos aislados los 500 m.

Con respecto a los decápodos, tanto los estudios realizados con anterioridad en diversas áreas del Atlántico, como Namibia, Guinea-Bissau, las costas de Galicia o el Mediterráneo (ver Macpherson, 1991; Muñoz et al., 2012; Fariña et al., 1997), como el trabajo más reciente de García-Isarch et al. (2017) en aguas de Mauritania, coinciden en señalar que los principales factores que estructuran las comunidades de decápodos son efectivamente la profundidad y/o variables dependientes de ella. En efecto, diversos autores han considerado que los cambios faunísticos que se observan a lo largo del gradiente batimétrico, no solo en los decápodos, sino en otros grupos bentónicos, no están relacionados solo aparentemente con la profundidad, y que esta no es más que un indicador de una combinación de diferentes factores medioambientales. En el caso de los decápodos, entre estos factores se han citado la temperatura, la presión, la disponibilidad de alimento y la turbidez (Carney, 2005; Papiol et al., 2012; Fanelli et al., 2013; Cartes et al., 2014). De manera general parece ser que la temperatura es el factor que juega el papel más importante en la zonación de las comunidades de decápodos en aguas del talud, si bien algunos autores han subrayado también la importancia del contenido en materia orgánica de los sedimentos (Gage y Tyler, 1991; Cartes et al., 2007). Los resultados de García-Isarch et al. (2017) confirman que ambas variables, temperatura del fondo y contenido de materia orgánica, son los factores medioambientales que juegan el papel más importante en la estructuración de las comunidades profundas de decápodos en aguas profundas de Mauritania.

En nuestro estudio, debido a que como hemos comentado, en el caso de los decápodos los muestreos en fondos superiores a 500 m fueron muy escasos, no hemos podido caracterizar más que las comunidades de la plataforma y el talud superior, pero no las otras tres agrupaciones identificadas por García-Isarch et al. (2017) en aguas profundas. Por esta razón, la comparación de los resultados sobre los factores que afectan a la separación de las comunidades en nuestro estudio y en el de García-Isarch et al. (2017), a pesar de estar realizados en la misma zona, es difícil. En nuestro estudio hemos detectado una discontinuidad faunística, que coincide también con la que se observa en otros grupos, como por ejemplo los peces demersales, entre 100-150 m de profundidad. Esta frontera faunística, que es consistente y que para las comunidades de decápodos se observa en ambas estaciones hidrológicas, se corresponde en Mauritania con el límite superior de la termoclina permanente (Pelegrí et al., 2017) y con la ruptura de pendiente de la plataforma continental, que se produce alrededor de los 100-120 m, según los trabajos geomorfológicos más recientes (Sanz et al., 2017). Lamentablemente, debido también a las

profundidades cubiertas en este estudio, no hemos podido confirmar la existencia de una comunidad de decápodos poco común, entre 400 y 550 m, que describieron García-Isarch et al. (2017), justamente en el rango de profundidad donde se localiza la principal discontinuidad faunística.

El análisis comparativo con estudios anteriores, no obstante, no puede hacerse extensivo a todos los grupos faunísticos, ya que por ejemplo en el caso de los moluscos, no existen estudios similares en aguas africanas. Este grupo, sin embargo, ha sido objeto de numerosos estudios ecológicos en aguas europeas y antárticas. Aquí solo hacemos una comparación con algunos de los trabajos sobre comunidades que se han desarrollado en las últimas décadas en la Antártida (ver por ejemplo Arnaud et al., 2001; Aldea et al., 2008, o Troncoso et al., 2007). Aunque las aguas del hemisferio sur se ven afectadas por factores medioambientales particulares, no extensivos a otras zonas oceánicas, los resultados de Troncoso et al. (2007) sugieren que, incluso en aguas tan lejanas como las del mar de Bellingshausen (Antártida Occidental), la profundidad, junto con el contenido en arena gruesa en los sedimentos, serían las variables ambientales que mejor explicarían la distribución de las comunidades de moluscos. Arnaud et al. (2001) confirman que también en la zona antártica de las islas Shetlands del Sur y estrecho de Bransfield, son los parámetros sedimentológicos (granulometría, y contenido en materia orgánica y carbonato) los factores determinantes en la estructura de las comunidades de moluscos. Aunque Castillo (2017), analiza de manera separada la distribución de los moluscos gasterópodos y bivalvos, sus resultados confirman el papel decisivo que juegan la profundidad, la temperatura en el fondo marino y el contenido en materia orgánica en la separación de las comunidades de gasterópodos a lo largo de la plataforma y talud de la costa noroccidental de África.

Con respecto a las comunidades de equinodermos existen pocos trabajos que tengan en cuenta al conjunto del filo, ya que la mayoría de los existentes se basan exclusivamente en alguna de sus clases (ver Howell et al., 2002 y otras referencias en Calero et al., 2017). Los límites faunísticos detectados en algunas zonas del Atlántico parecen afectados principalmente por la temperatura, la profundidad de la termoclina permanente y la estructura de las masas de agua (Gage, 1986; Howell et al., 2002; Souto et al., 2014). Además del estudio de Calero et al. (2017) realizado en aguas profundas de Mauritania, los trabajos disponibles en la zona que se basan en el filo completo son los de Entrambasaguas (2008), en las islas de Cabo Verde, y Hernández et al. (2013), en las islas Canarias.

Pero, independientemente de los límites batimétricos más o menos marcados y del número de agrupamientos identificados en la plataforma y talud de Mauritania para cada

grupo, se observa un patrón evidente en la separación entre la fauna de la plataforma–talud superior y la de aguas profundas. En nuestro estudio, la discontinuidad faunística más marcada la hemos observado sobre todo en el caso de los equinodermos, y en especial de las holoturias, a nivel del talud superior (300-400 m), con una separación muy neta en dos comunidades. Entre 300 y 700 m existe un ‘vacío’ real, coincidiendo con el rango de profundidad en el que los equinodermos son prácticamente inexistentes, que se observa en las figuras del MDS, y que también fue detectado por Calero et al. (2017). Sin embargo, moluscos y decápodos no muestran esta frontera tan evidente, aunque si un límite batimétrico que separa las comunidades de la plataforma de las del talud. En el caso de los moluscos, se diferencia además una comunidad aún más profunda, que ocuparía los fondos superiores a 1200 m.

Este patrón coincide de manera general con los resultados previos obtenidos en la zona para el bentos en su conjunto, los peces demersales y la mayoría de los invertebrados bentónicos, incluidos los tres grupos estudiados (Ramil y Ramos, 2017; Castillo et al., 2017; Fernández-Peralta y Puerto, 2017; Pascual-Alayón et al., 2017; García-Isarch et al., 2017; Rocha et al., 2017; Calero et al., 2027).

Carney (2005) señaló que a escala local los límites faunísticos para numerosos táxones bentónicos podrían estar relacionados con cambios bruscos en la morfología del fondo marino y con las características de la columna de agua. Nuestros resultados, sobre todo en el caso de los equinodermos, así como los observados por otros autores en el margen continental de Mauritania, están absolutamente de acuerdo con la hipótesis de Carney (2005). En Mauritania, el rango batimétrico comprendido entre 300 y 700 m presenta características hidrológicas y geomorfológicas particulares. A lo largo de la pendiente continental, entre 300 y 700 m, fluye en dirección norte la masa de agua Central del Atlántico Sur (South Atlantic Central Water, SACW), fría, rica en nutrientes y pobre en oxígeno (Peña-Izquierdo et al., 2012; Pelegrí et al., 2017). Además, a esta misma profundidad, se extiende a lo largo del talud de Mauritania, entre el cabo Timiris y la frontera senegalesa, una barrera gigante de montículos de coral de 100 m de altura y casi 600 km de longitud (Ramos et al., 2017c). La coincidencia de esta estructura gigante con una zona de mínimo de oxígeno (OMZ) en el mismo rango de profundidad (400-550 m) ha sido identificado como una auténtica barrera física que separa la fauna de la plataforma –talud superior de la fauna profunda, a lo largo del margen continental de Mauritania (Ramos et al., 2017e).

En esta zona, la diversidad de la megafauna, en particular de los equinodermos como ya hemos expuesto en este trabajo, se reduce drásticamente (Ramil y Ramos, 2017; Calero et

al., 2017). Algunos autores han reconocido que las bajas concentraciones de oxígeno (por debajo de 2.0 ml l^{-1}) afectan a la mayoría de los invertebrados marinos, pudiendo constituir un factor limitante para la vida de las especies bentónicas y demersales (Rosenberg et al., 1991; Diaz y Rosenberg, 1995). Los decápodos parecen ser el único grupo bentónico capaz de beneficiarse y adaptarse a este hábitat con condiciones de hipoxia, en dónde García-Isarch et al. (2017) han identificado un agrupamiento particular que, como hemos comentado, en nuestro estudio no hemos podido detectar.

La relevancia de los decápodos y equinodermos, en particular de los holoturoideos, que Ramil y Ramos (2017) pusieron de manifiesto para el conjunto del megabentos de los fondos blandos del talud de Mauritania, es confirmada por nuestro estudio. Ambos grupos juegan un papel clave en la tipificación de las comunidades bentónicas. Los decápodos, en concreto las especies *Parapenaeus longirostris* y *Plesionika heterocarpus*, caracterizan las comunidades del talud superior, coincidiendo con nuestros resultados y con los de García-Isarch et al. (2017). Mientras que las comunidades del talud, en particular del talud profundo, están tipificadas por holoturoideos, en concreto por las especies *Eynpniastes eximia* y *Paelopatides grisea*, coincidiendo también los resultados de nuestro estudio con los de Ramil y Ramos (2017) y Calero et al. (2017).

VARIACIONES ESTACIONALES DE LOS DECÁPODOS

En general, los ecosistemas marinos están sujetos a una gran variabilidad ambiental, lo que afecta los ciclos de vida de los organismos que muestran patrones estacionales marcados en términos de crecimiento, reproducción y abundancia (Cartes et al., 1994; Coma et al., 2000; Maynou y Cartes, 2000). Sin embargo, la forma en que estas variaciones estacionales afectan a la estructura y composición de las comunidades de la megafauna sigue siendo en gran medida desconocida (Cartes et al., 1994).

La hidrología única de las aguas mauritanas, marcada por la fuerte estacionalidad de los vientos, afloramientos y productividad (Pelegrí et al., 2017), constituye un escenario ideal para analizar el posible impacto de los cambios ambientales en la estructura y composición de las comunidades pelágicas y demersales. Los decápodos, gracias a su gran diversidad de especies, hábitats y estrategias tróficas, representan un taxon ideal para tales análisis.

En este trabajo, de hecho, solo hemos podido analizar las variaciones estacionales en el caso de los decápodos, porque su aparición en todas las estaciones y su elevada diversidad en aguas de Mauritania, han permitido la comparación de los datos recogidos en las campañas desarrolladas en las dos estaciones hidrológicas. En el caso de los moluscos y

equinodermos, debido a su frecuencia muy inferior en los arrastres, estos análisis no se han podido llevar a cabo.

Estudios previos realizados en diferentes áreas del Atlántico y el Mediterráneo han intentado examinar si las variaciones en las condiciones ambientales, especialmente las relacionadas con la columna de agua y las características del sedimento, afectan a la composición, estructura y zonación de las comunidades de decápodos (ver referencias en Muñoz et al. al., 2012). Algunos de estos trabajos también han explorado el posible efecto de factores relacionados con la latitud y la variabilidad estacional (Fariña et al., 1997, en la costa gallega 100-500 m; Cartes et al., 2007, en el mar Cantábrico). Aunque la distribución de las comunidades de decápodos parece estar determinada por una combinación de factores ambientales y bióticos, los estudios realizados en el Atlántico norte y el Mediterráneo coinciden en que la profundidad es el factor principal que afecta la diversidad y estructura de las comunidades (ver referencias en Muñoz et al., 2012).

Los estudios sobre la ecología de los decápodos en la costa atlántica africana son escasos. Sin embargo, los resultados obtenidos por Macpherson (1991) en Namibia, Muñoz et al. (2012) en Guinea-Bissau y García-Isarch et al. (2017) en Mauritania, también está de acuerdo con esta hipótesis. García-Isarch et al. (2017) destacaron que en el talud mauritano, la profundidad y ciertos factores dependientes de ella, como la temperatura en el fondo, el contenido de materia orgánica y, en menor medida, la latitud, juegan un papel importante en la estructuración de las agrupaciones de decápodos en aguas profundas. Desafortunadamente, García-Isarch et al. (2017) no pudieron analizar las variaciones estacionales porque, aunque sus resultados se basaron en los datos recopilados a lo largo de cuatro campañas sucesivas, todas se realizaron en el mismo período del año, entre mediados de noviembre y mediados de diciembre (Ramos et al. 2017b).

Aunque los resultados de García-Isarch et al. (2017) ofrecen una visión ecológica de un período anual en particular, concretamente en otoño, al final de la estación cálida, el escenario oceanográfico de las cuatro campañas *Maurit* coincide exactamente con el de nuestra primera campaña del CCLME-FAO, realizada en noviembre de 2011. Sus resultados sugieren que durante la estación de otoño, tanto las comunidades profundas del talud, como las más costeras de la plataforma continental, están estructuradas no directamente por la profundidad, sino por factores dependientes de esta. En el talud, a profundidades superiores a 100 m, García-Isarch et al. (2017) mostraron que el factor principal que afectaba la similitud faunística era la temperatura del fondo, seguida en menor medida por el contenido en materia orgánica y la latitud. En nuestro estudio, todas las combinaciones de las variables que mejor explican la similaridad faunística incluyen, además de la

temperatura del fondo, la latitud. Es importante recordar que las condiciones ambientales en el talud y la plataforma de Mauritania durante nuestros estudios correspondieron a dos situaciones hidrológicas muy diferentes.

El talud superior y medio están ocupados por tres tipos de masas de aguas diferentes (NACW y SACW, AAIW y NADW), cuyas características fisicoquímicas varían mucho, especialmente en términos de temperatura. Esta situación, que es relativamente estable durante las estaciones hidrológicas, podría explicar por lo tanto el efecto significativo de la temperatura del fondo en la separación de la comunidad del talud, donde se desarrolló básicamente el estudio de García-Isarch et al. (2017). Como resultado, los agrupamientos identificados en aguas profundas están muy bien estructurados, con altos valores de similaridad en todos los grupos (> 44.4%). Además, los elevados valores del coeficiente de correlación de Spearman en el análisis BIOENV (0.717 - 0.848) y el bajo valor de estrés en el MDS (0.08) confirman aún más el papel de estas masas de agua en la separación de los diferentes grupos y el cambio espacial de la composición faunística.

A pesar de que nuestro estudio se realizó tanto en la plataforma como en el talud superior, los resultados de nuestra campaña de otoño (estación cálida) coinciden con los obtenidos por García-Isarch et al. (2017) en la misma época, mostrando también, de acuerdo con estos autores, que la temperatura del fondo sería el principal factor que afecta a la estructura de las comunidades. Los dos grupos de decápodos identificados en la plataforma, aparecen claramente separados de los del talud a una profundidad de 100-150 m. Este rango batimétrico constituiría por tanto, el límite principal en el reemplazo faunístico en ambas estaciones hidrológicas, coincidiendo con la ruptura de pendiente de la plataforma y la frontera hidrológica que separa las capas de mezcla superficiales de las masas de agua NACW y SACW más profundas (Sanz et al., 2017; Pastor et al., 2015). La presencia de estos dos tipos de agua, de características muy diferentes, se vería reflejada en las agrupaciones de decápodos. Sin embargo, como se muestra en el análisis BIOENV, durante la temporada de otoño, la latitud también es un factor determinante importante.

Como hemos mencionado anteriormente, a nivel biogeográfico, la costa de Mauritania constituye un área de transición entre las biotas tropical y templada (Le Loeuff y von Cossel, 1998). A lo largo de la plataforma continental, que se extiende entre Cabo Verde (Senegal) y Cabo Blanco (Mauritania), la fauna marina de aguas poco profundas alcanza su límite meridional y es reemplazada por la fauna tropical originaria de África occidental (van Soest, 1993). En general, la proporción de especies con afinidades atlántico-mediterráneas es más alta en el área del Banco de Arguin, mientras que la fauna guineana es más abundante en la zona sur. Matos-Pita (2016) destacó el predominio de especies tropicales,

que representan el 45% del total, en las comunidades de decápodos de Mauritania. La latitud es por tanto, una variable importante en términos de los cambios faunísticos que ocurren a lo largo de la plataforma mauritana. Sin embargo, en aguas más profundas, donde las condiciones hidrológicas son relativamente estables, no se observa esta sustitución de especies.

Aunque las comunidades de decápodos parecen mantener una estructura similar durante la primavera, con separación en los dos grupos principales de la plataforma y el talud, el valor de estrés en el MDS y los resultados de la correlación de Spearman fueron más bajos que en otoño (0,13 vs. 0,11; 0,528 vs. 0,601, respectivamente). Además, los resultados del análisis BIOENV también sugieren que en primavera los principales factores correlacionados con la similaridad faunística fueron la profundidad y las características del sedimento (tamaño de grano, contenido en materia orgánica y carbonatos). Sorprendentemente, los factores relacionados con las masas de agua no se encontraron entre las variables importantes. Durante el invierno y la primavera, los vientos alisios y, por tanto, el afloramiento costero y marítimo, alcanzan un máximo, con fuertes fluctuaciones de temperatura y productividad, especialmente en la zona costera. Durante este período, toda la plataforma está invadida por aguas frías del talud, ricas en nutrientes y bajas en oxígeno, particularmente al sur del Cabo Timiris. En contraste con el verano y el otoño (estación cálida), cuando el agua superficial está más estratificada, durante la primavera la columna de agua se homogeniza, en particular en el área de Cabo Blanco, incluso hasta 200 m. Estos hallazgos sugieren que esta uniformidad en las características de las masas de agua durante la estación fría enmascara el análisis BIOENV, que solo puede detectar las variaciones en la profundidad y en los parámetros sedimentológicos.

Macpherson (1991) analizó separadamente la estructura de las comunidades de decápodos pelágicos y bentónicos, y sus relaciones con las características oceanográficas particulares en Namibia, que, al igual que Mauritania, está bajo la influencia de un importante sistema de afloramiento, ligado a la Corriente de Benguela. Como resultado, se caracterizaron varios grupos, cada uno con límites bien definidos. El grupo pelágico estaba claramente segregado en dos comunidades en la plataforma y en aguas profundas, tanto durante el período de afloramiento activo como durante el período inactivo. En contraste, los agrupamientos de decápodos bentónicos estuvieron determinados principalmente por la profundidad, a pesar de que se detectaron algunos límites latitudinales. En el presente estudio, aunque no analizamos las comunidades pelágicas y bentónicas por separado, nuestros resultados en general concuerdan con los de Macpherson (1991). En Mauritania, las dos comunidades principales se localizaron respectivamente en la plataforma y el talud superior y, como en el caso de Namibia, estuvieron determinados en gran medida por los

diferentes patrones de circulación. Sin embargo, en Mauritania, las dos asociaciones principales estuvieron caracterizadas por especies que exhibían estrategias tróficas y de vida opuestas. De esta manera, los cangrejos (decápodos bentónicos) componían el grupo costero, mientras que las especies pelágicas dominaban claramente la comunidad del talud superior. Esta dominancia de los decápodos pelágicos en aguas del talud también se ha observado en el Mediterráneo (Cartes et al., 1994).

Macpherson (1991) también encontró que en aguas de Namibia el número de especies pelágicas es menor durante el intenso período de afloramiento, como ocurre en Mauritania. Las variaciones estacionales en las comunidades de decápodos de Mauritania parecen, en gran medida determinadas por las diferencias en la densidad y la biomasa de las especies pelágicas. Lo cual es lógico ya que los cambios hidrológicos estacionales afectan principalmente a las especies dependientes de la columna de agua. De hecho, Pandalidae y Peneidae, y sus especies principales correspondientes *Plesionika heterocarpus* y *Parapenaeus longirostris*, fueron las familias pelágicas más frecuentes, dominando la densidad y la biomasa de toda la comunidad. La familia Peneidae, en particular, fue la principal responsable de las diferencias significativas en la composición de decápodos entre las dos estaciones hidrológicas. En contraste, a pesar de su importante papel en la estructuración de las comunidades de decápodos, las diferencias en densidad y biomasa del pandárido *P. heterocarpus* no fueron significativas. La alta frecuencia, elevada biomasa y las significativas variaciones estacionales de *Parapenaeus longirostris* la identificaron como una especie clave en el cambiante escenario hidrológico de la plataforma y el talud superior de Mauritania.

LA GAMBA BLANCA, UNA ESPECIE CLAVE EN LAS COMUNIDADES DE DECÁPODOS DE MAURITANIA

Parapenaeus longirostris tiene una amplia distribución geográfica en el Atlántico oriental, que se extiende desde Portugal hasta el sur de Angola, donde habita fondos fangosos o fango-arenosos a profundidades de entre 20 y 700 m, con su mayor densidad entre 100 y 300 m (Sobrino et al., 2005). La gamba blanca constituye una de las principales especies objetivo de las flotas marisqueras en las costas española, portuguesa y mediterránea, así como en el noroeste de África, entre Marruecos y Guinea-Bissau (FAO, 2016). Las pesquerías africanas se llevan a cabo en el norte de Marruecos, entre 35°30'N a 30°00'N, y al sur de cabo Blanco, mientras que en aguas del Sahara Occidental, entre 29°N y 21°N, esta especie es escasa y no existen pesquerías específicas (Sobrino et al., 2005). En

Mauritania, las capturas de *P. longirostris* de los arrastreros, principalmente en la región del Banco de Arguin (21-19°N), representaron el 63% del total de los crustáceos capturados durante la última década (FAO, 2016).

La relevancia de *P. longirostris* en las comunidades de decápodos de la plataforma profunda y el talud superior, ha sido citada, no solo en Mauritania (García-Isarch et al., 2017) y Guinea-Bissau (Muñoz et al., 2012), sino también a lo largo de la costa atlántica meridional de África, desde Gabón hasta el Congo, Angola y Namibia (Bianchi, 1992a, b; Macpherson, 1991). Los resultados sugieren que, si bien *P. longirostris* es sin duda una de las especies comerciales más importantes, también desempeña un papel ecológico fundamental en la estructuración de las comunidades de decápodos a lo largo de la costa atlántica africana.

Sin embargo, a pesar de su amplia distribución geográfica, importancia comercial y función ecológica clave en el noroeste de África, los estudios sobre la biología y la ecología de *P. longirostris* son escasos (Benchoucha et al., 2008). Aunque en el Golfo de Cádiz y el Mediterráneo algunos aspectos de su biología, como su crecimiento y reproducción, son bien conocidos, los efectos de los factores ambientales en la abundancia de esta especie siguen siendo desconocidos (Sobrino et al., 2005).

En el Mediterráneo, las variaciones espacio-temporales en la abundancia de la gamba blanca se han relacionado con las características de las masas de agua, el tipo de sustrato y la disponibilidad de presas (Guijarro et al., 2009). En general, la abundancia de la especie exhibe grandes variaciones interanuales, como también fue observado en Mauritania por García-Isarch et al. (2016). También se ha demostrado que esta variabilidad está relacionada con las características biológicas de *P. longirostris*, que es una especie de vida corta y de crecimiento rápido, y cuya abundancia está fuertemente afectada por las condiciones ambientales y la actividad pesquera (Ligas et al., 2011). Sin embargo, la falta de conocimiento actual impide la identificación precisa de los stocks de *P. longirostris*, lo que afecta directamente a la evaluación de los recursos y la gestión pesquera en las aguas del noroeste de África. En Mauritania, con fines de evaluación, solo se considera la existencia de un único stock dentro de los límites del país, sin que exista ninguna base biológica para ello (García-Isarch et al., 2016).

En Mauritania, *P. longirostris* se ha citada previamente a profundidades de entre 84 y 473 m durante las campañas *Maurit* (García-Isarch et al., 2016). Mientras que en nuestro estudio, a pesar del número relativamente bajo de estaciones, la especie se encontró entre 27 y 515 m, si bien a profundidades inferiores a 100 m y superiores a 400 m la densidad fue muy baja. Esta distribución confirma los resultados de Sobrino et al. (2005), quienes

señalaron que el rango batimétrico de *P. longirostris* en aguas del Atlántico africano está restringido a profundidades que no exceden los 400 - 500 m. Sin embargo, Benchoucha et al. (2008) informaron de que en el Atlántico marroquí, como en otras zonas del Atlántico norte, la gamba blanca se encuentra entre 20 y 700 m. Aunque la información sobre la influencia de los factores ambientales en la abundancia de esta especie es escasa, el límite profundo de su distribución en el talud de Mauritania coincide con la presencia de la zona de mínimo de oxígeno (OMZ), que se extiende al sur del Cabo Blanco por la región de afloramiento del noroeste de África. Ramos et al. (2017e) señalaron la existencia de una frontera ecológica en Mauritania a la profundidad de 400-550 m, que también coincide con la barrera de montañas de carbonato de corales de agua fría.

En este estudio, la aparición de la gamba blanca en la plataforma profunda y el talud superior de Mauritania, no parece verse afectada por la estacionalidad, permaneciendo en torno al 42% de frecuencia durante las dos estaciones. Sin embargo, sí que se observaron grandes variaciones en la densidad y la biomasa entre las estaciones de muestreo, que oscilaron desde solo unos pocos a 34.000 individuos y de unos pocos gramos a más de 200 kg por 0.1 km², tanto en la estación cálida como fría.

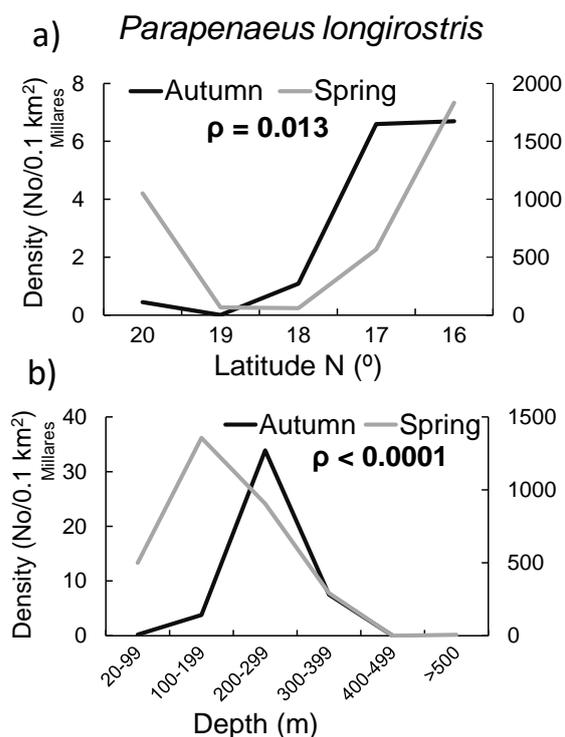


Figura 63. Valores medios de densidad por grado de latitud (a) e intervalos de profundidad de 100 m (b) de *Parapenaeus longirostris* durante el otoño (estación cálida) y la primavera (estación fría) (las cifras de la estación fría están representadas en el eje vertical derecho; los valores p del análisis de varianza se muestran en cada gráfico).

Nuestro estudio sugiere por tanto, que la densidad y biomasa de *P. longirostris* no solo varían estacionalmente, sino también de manera significativa en función de la latitud y la batimetría (Figura 63). Aunque los valores medios de densidad fueron casi cinco veces más

elevados en otoño (estación cálida), la distribución latitudinal fue idéntica en ambas estaciones, con concentraciones principales ubicadas en la zona sur, entre 17° y 16°N (**Figura 63 a**). García-Isarch et al. (2017) también señalaron que la alta abundancia y biomasa de decápodos en la plataforma profunda y el talud superior al sur del cabo Timiris, se asocia con los valores elevados de *P. longirostris*, la especie más abundante dentro de este rango batimétrico. Por lo tanto, este patrón latitudinal también podría ser explicado por el escenario hidrológico general frente a la costa mauritana. También se ha sugerido que *P. longirostris* prefiere agua más cálida. Ligas et al. (2011) mostraron que en el mar Tirreno (noroeste del Mediterráneo) la abundancia de *P. longirostris* se correlacionó positiva y significativamente con la temperatura de la superficie del mar y con la disminución en la circulación del viento.

Por otro lado, Benchoucha et al. (2008) señalaron en aguas marroquíes que la temperatura afecta los niveles de captura de la gamba blanca. Aunque en Mauritania la mayor productividad y las principales zonas de pesca se encuentran en el norte, también es donde el agua fría y los vientos persisten durante todo el año. Por lo tanto, nuestros resultados oceanográficos (**Figuras 31 y 32**) sugieren que el norte de Mauritania no es el entorno óptimo para las necesidades ecológicas de esta especie. Aunque García-Isarch et al. (2016) registraron concentraciones importantes de *P. longirostris* en el área del Banco de Arguin, con una distribución más homogénea y una menor abundancia al sur del cabo Timiris hasta la frontera senegalesa, no analizaron el patrón de distribución latitudinal. En contraste con la zona norte, el desplazamiento de los vientos y el afloramiento en la zona sur da como resultado la persistencia de las aguas tropicales cálidas. Esto se refleja, no solo en términos del esquema hidrológico regional, sino también en nuestros mapas (ver **Figuras 31 y 32** y el correspondiente texto), en los que se puede observar la presencia de aguas cálidas en el sur de Mauritania, al nivel del transecto de Saint Louis, incluso durante la temporada fría en el fondo marino.

La abundancia de gamba blanca en la zona meridional también puede estar relacionada con su ubicación cerca de la desembocadura del único río que descarga a lo largo de la costa de Mauritania, el río Senegal. Este río contribuye no solo a la deposición de sedimentos finos en el lecho marino, sino que también aumenta la materia orgánica y, como consecuencia, la producción de zooplancton y suprabenthos (Guijarro et al., 2009). Aunque *P. longirostris* se alimenta de una variedad de presas, su dieta se basa principalmente en crustáceos suprabentónicos (Sobrinho et al., 2005). En línea con este hecho, Ramos et al. (2017e) señalaron que la alta productividad en el sur de Mauritania se ve reforzada por el aporte de materia orgánica del río Senegal a través de los cañones existentes en esta zona. La mayor densidad de *P. longirostris* en otoño también coincide con la descarga máxima

del río Senegal que se produce anualmente entre julio y noviembre, especialmente en octubre (Binet et al., 1995).

Los resultados de nuestro estudio, muestran dos picos de densidades máximas a 200 - 300 m en otoño y a 100 - 200 m en primavera (**Figura 63 b**), lo que sugiere la presencia de dos poblaciones diferentes, relacionadas con su talla o sexo, y segregadas por profundidad en las dos estaciones. Aunque no analizamos los datos de talla en nuestro estudio, el patrón de distribución batimétrica de *P. longirostris* relacionado con la talla a lo largo de su ciclo de vida es bien conocido (ver referencias en Sobrino et al., 2005). Los juveniles siempre se encuentran a unos 100 m, mientras que los individuos más grandes se localizan en aguas más profundas. La densidad máxima observada por nosotros alrededor de 300 m en otoño y de 100 m en primavera, podrían por tanto representar dos etapas de vida diferentes, adultos y juveniles, de la misma población, aunque también podrían pertenecer a un diferente stock de *P. longirostris*. Este stock/población del sur podría aprovechar las condiciones ambientales favorables del cercano estuario del río Senegal, representando un stock transfronterizo compartido por Mauritania y Senegal.

Aunque la identificación de stocks no era el objetivo de este estudio, hemos considerado que constituía un interesante tema desde el punto de vista de las pesquerías de la gamba blanca que se desarrollan a lo largo de la costa noroccidental de África, y por eso le hemos dedicado un apartado independiente en esta discusión.

CONCLUSIONES

1. Se presentan los listados de 298 táxones (277 identificados a nivel específico), pertenecientes a 137 familias, recogidos en los fondos blandos de la plataforma y el talud continental de Mauritania: 100 crustáceos decápodos (más dos especies de estomatópodos), 101 moluscos (65 prosobranquios y 36 bivalvos), y 95 equinodermos (28 asteroideos, 4 crinoideos, 13 erizos, 22 holoturias y 28 ofiuras).
2. Los decápodos se recogieron en las 95 estaciones muestreadas (100%) sobre la plataforma y talud superior (20-748 m) en las dos campañas CCLME, siendo las especies bentónicas más frecuentes (97%) que las pelágicas, que aparecieron en solo el 80% de las estaciones. La riqueza específica de los decápodos bentónicos fue superior que la de los pelágicos, estando representados los primeros por 63 táxones frente a 37 de los segundos. Sin embargo, los decápodos pelágicos fueron claramente dominantes representando el 85,1% de la abundancia numérica y el 72,8% de la biomasa total. Las familias más diversas fueron Inachidae y Pandalidae (siete especies), seguidas por Diogenidae y Paguridae (cinco especies). Pandalidae, Penaeidae y Nematocarcinidae fueron las familias más abundantes (41%, 20% y 16%) y también dominantes en biomasa (30%, 20% y 16%). A nivel específico, el cangrejo *Macropipus rugosus* fue la especie más común entre los decápodos, presente en el 47% de los lances, junto a *Plesionika heterocarpus* (40%), *Parapenaeus longirostris* (38%), *Dardanus arrosor* (37%), *Munida speciosa* (36%) y *Scyllarus caparti* (27%). *Plesionika heterocarpus* y *P. longirostris* fueron también las especies dominantes en abundancia y biomasa.
3. Los moluscos se capturaron en 150 estaciones (40%) de las muestreadas entre 20 y 2000 m, siendo los prosobranquios más comunes que los bivalvos (30% frente a 15%). La familia Naticidae fue la que alcanzó una mayor diversidad específica, representada por 8 especies, junto con Marginellidae y Muricidae (seis especies), Pectinidae y Tellinidae (cinco). Nassariidae y Xenophoridae fueron las familias más frecuentes (24,7% y 20,7%). Los prosobranquios mostraron una notable dominancia, representando el 88% de la abundancia numérica y el 95% de la biomasa. El gasterópodo *Tritia wolffi* fue la especie más común, seguida por *Xenophora crispa* y *Afer pseudofusinus*. *Stramonita haemastoma* (56%) y *Tritia wolffi* (16%) fueron las especies más abundantes. Entre los bivalvos, *Pteria hirundo*, fue la especie más común y numéricamente dominante, seguida por *Aequipecten commutatus commutatus*. Solo dos especies de prosobranquios, *Cymbium marmoratum* y *Stramonita haemastoma*, debido a su tamaño y peso reunieron el 85% de la biomasa total de moluscos.

4. Los equinodermos se capturaron en 279 estaciones (68%) de las muestreadas entre 20 y 2000 m, siendo Echinoidea (44,3%) y Ophiuroidea (43,0%), las clases más frecuentes. Asteroidea y Ophiuroidea ambas con 28 especies, y Astropectinidae y Ophiacanthidae, con 8 y 5 especies, fueron las clases y las familias con mayor riqueza específica. Nuestros resultados ponen de manifiesto la clara dominancia de las holoturias en los fondos de Mauritania, ya que representaron el 80% de la abundancia y el 96% de la biomasa. El erizo *Phormosoma placenta* fue con diferencia la especie más común, recogándose en el 26,6% de los arrastres. La familia de holoturias Pelagothuridae y su especie *Eynpniastes eximia* representaron el 78% de la abundancia numérica.

5. Se confirma que la distribución latitudinal de decápodos (en particular de los braquiuros) a lo largo de la costa de Mauritania sigue el patrón ya establecido para el conjunto del megabentos, con valores elevados de la riqueza específica en la zona norte, frente al Banco de Arguin, y una tendencia inversa de las densidades y biomاسas, que alcanzan sus valores máximos en la zona meridional. En cuanto a su distribución batimétrica, decápodos bentónicos y pelágicos presentaron tendencias batimétricas opuestas, con mayor diversidad y concentración de los primeros en la plataforma y disminución drástica por debajo de 300 m.

6. Los moluscos no muestran tendencias tan claras en su distribución latitudinal, aunque la densidad y biomasa de ambos grupos fueron más bajas en la zona meridional. Su distribución batimétrica tanto para gasterópodos como para bivalvos, sigue el mismo patrón que los decápodos bentónicos, con cifras más elevadas en la plataforma y una disminución abrupta a nivel del talud superior.

7. Los equinodermos muestran una distribución latitudinal similar a la de los decápodos, tanto para la riqueza específica como para su abundancia y biomasa. En cuanto a su distribución batimétrica, esta es similar a la observada en decápodos bentónicos y moluscos, pero en este caso, la brusca caída en la riqueza y abundancia se mantiene entre 400 y 700 m, rango de profundidad en el que holoturoideos, asteroideos y en menor medida equinoideos, prácticamente desaparecen. A partir de los 700 m, todas las clases (excepto Crinoidea) muestran una tendencia creciente continua hasta alcanzar un nuevo pico hacia 1600 m.

8. La composición y estructura de los principales agrupamientos de decápodos, moluscos y equinodermos identificados en la plataforma y talud de Mauritania, parecen estar determinados básicamente por la profundidad. En los decápodos se observa una frontera faunística, entre 100-150, en ambas estaciones hidrológicas, que se corresponde con la ruptura de pendiente de la plataforma y el límite superior de la termoclina permanente. La discontinuidad faunística más marcada se observa en los equinodermos, en especial en las holoturias, a nivel del talud superior (300-400 m).

9. Con respecto a las variaciones estacionales, las asociaciones de decápodos mostraron cierta estabilidad en su estructura, pero diferencias estacionales significativas en su composición, relacionadas las densidades y biomásas de Penaeidae, Pandalidae, Solenoceridae y Pasiphaeidae, y Macropippidae y Scyllaridae, que fueron significativamente más altas en la estación cálida. Las variaciones más significativas se debieron a la gamba blanca *Parapenaeus longirostris*, especie que parece ser clave en las comunidades de decápodos de la plataforma profunda y talud superior de Mauritania. La tendencia latitudinal decreciente en la permanencia de los afloramientos y la productividad en dirección sur, respondiendo a la fuerza y el desplazamiento de los vientos alisios a lo largo de la costa de Mauritania, que son observables en la superficie y en el fondo marino, parecen ser la razón principal que explica las variaciones estacionales observadas en los patrones la distribución y la estructura de las comunidades de decápodos.

10.- Los grupos faunísticos cuyo estudio se ha abordado en este trabajo de doctorado se encuentran entre los invertebrados megabentónicos más representativos en los ecosistemas de la plataforma y el talud continental de Mauritania, y su conocimiento es un factor clave para la conservación de la biodiversidad, la gestión responsable de los recursos vivos y la pesca sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldea, C., Olabarria, C., Troncoso, J. S. (2008) Bathymetric zonation and diversity gradient of gastropods and bivalves in West Antarctica from the South Shetland Islands to the Bellingshausen Sea. *Deep-Sea Research I*, 55: 350–368.
- Almada, G.V.D.M.B, Bernardino, A.F. (2017) Conservation of deep-sea ecosystems within offshore oil fields on the Brazilian margin, SW Atlantic. *Biological Conservation*, 206: 92–101.
- Alvarado, J. J., Guzman, H. M., Breedy, O. (2012) Distribución y diversidad de equinodermos (Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea) en las Islas del Golfo de Chiriquí, Panamá. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(1): 13-22.
- Anadón, R. (1981) Crustáceos Decápodos recogidos durante la campaña 'Atlor VII' en las costas noroccidentales de África (noviembre 1975). *Resultados de Expediciones. Resultados Expediciones Científicas, Supl. 9*: 151–159.
- Antobreh, A.A., Krastel, S. (2006) Morphology, seismic characteristics and development of Cap Timiris Canyon, offshore Mauritania: a newly discovered canyon preserved-off a major arid climatic region. *Marine and Petroleum Geology*, 23 (1): 37-59.
- Arístegui, J., Barton, E.D., Álvarez-Salgado, X.A., Santos, A.M.P., Figueiras, F.G., Kifani, S., Hernández-León, S., Mason, E., Machú, E., Demarcq, H. (2009) Sub-regional ecosystem variability in the Canary Current upwelling. *Progress in Oceanography*, 83(1-4): 33-48.
- Arnaud, P. M., Troncoso, J. S., Ramos, A. (2001) Species diversity and assemblages of macrobenthic Mollusca from the South Shetland Islands and Bransfield Strait (Antarctica). *Polar Biology*, 24: 105–112.
- Baba, K. (2005) Deep-sea chirostylid and galatheid crustaceans (Decapoda: Anomura) from the Indo-Pacific, with a list of species. *Galathea Report*, 20: 1–317.
- Baines, M.E, Reichelt, M., Cumulative, S.S. (2014) Upwellings, canyons and whales: an important winter habitat for balaenopterid whales off Mauritania, Northwest Africa. *J. Cetacean Res. Manag.*, 14: 57–67.
- Balss, H. (1913) Neue Galatheiden aus der Ausbeute der deutschen Tiefsee-Expedition. 'Valdivia'. *Zoologischer Anzeiger*, 41, 5: 221–226.
- Barton, E.D., Arístegui, J., Tett, P., Cantón, M., Garcia-Braun, J., Hernández-León, S., Nykjaer, L., Almeida, C., Almunia, J., and Ballesteros, S., et al. (1998) The transition zone of the Canary Current upwelling region. *Prog. Oceanogr.*, 41: 455–504. doi: 10.1016/S0079-6611(98)00023-8.
- Benchoucha, S., Berraho, A., Bazairi, H., Katara, I., Benchrifi, S., Valavanis, V. D. (2008) Salinity and temperature as factors controlling the spawning and catch of *Parapenaeus longirostris* along the Moroccan Atlantic Ocean. *Hydrobiologia*, 612: 109–123.
- Barnard, K.H. (1950) Descriptive catalogue of South African decapod Crustacea (crabs and shrimps). *Annals of the South African Museum*, 38: 1–837.
- Bianchi, G. (1992a) Demersal assemblages of the continental shelf and upper slope of Angola. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 81: 101–120.
- Bianchi, G. (1992b) Study of the demersal assemblages of the continental shelf and upper slope off Congo and Gabon, based on the trawl surveys of the RV 'Dr Fridtjof Nansen'. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 85: 9–23.
- Bianchi, G. (2008) The concept of the ecosystem approach to fisheries in FAO. In: Bianchi G, Skjoldal SK (eds) *The ecosystem approach to fisheries* 20.

- Binet, D., Le Reste, L., Diouf, P.S. (1995) The influence of runoff and fluvial outflow on the ecosystems and living resources of West African coastal waters. En: Effects of riverine inputs on coastal ecosystems and fisheries resources. FAO Fisheries Technical Paper, 349. FAO, Rome, 89–118.
- Birkeland, C. (1989) The influence of echinoderms on coral reef communities. In: Jangoux M & JM Lawrence (eds). Echinoderm Studies 3: 1-79.
- Botsford, L.W., Castilla, J.C., Peterson, C.H. (1997) The Management of Fisheries and Marine Ecosystems. SCIENCE, 277: 509-515.
- Boudreau, S.A., Worm, B. (2012) Ecological role of large benthic decapods in marine ecosystems: a review. Marine Ecology Progress Series. 469: 195-213.
- Bouvier, E.L. (1906) Sur les Crustacés Décapodes marins recueillis par M. Gruvel en Mauritanie. Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle, Paris, 12 (4) : 185–187, fig. 1.
- Bouvier, E.L. (1917) Crustacés décapodes (Macroures marcheurs) provenant des campagnes des yachts Hironde et Princesse Alice (1885–1915). Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert le prince Souverain de Monaco, 50: 140 pp, 11 pls.
- Bouvier, E.L. (1922) Crustacés décapodes (Sergestides) provenant des campagnes des yachts Hironde et Princesse-Alice (1885–1915). Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert le prince Souverain de Monaco, 64: 106 pp, 6 pls.
- Brandt, A., Linse, K., Ellingsen, K.E., Somerfield, P.J. (2016) Depth-related gradients in community structure and relatedness of bivalves and isopods in the Southern Ocean. Progress in Oceanography 144: 25–38.
- Brusca R. C., Moore W., Shuster S. M. (2016). Invertebrates- Third Edition. Sinauer Associates, Inc, Massachusetts, USA. 1104 pp.
- Burkenroad, M.D. (1940) Preliminary descriptions of twenty-one new species of pelagic Penaeidea (Crustacea Decapoda) from the Danish Oceanographical Expeditions. The Annals and Magazine of Natural History, series 11, 6: 35–54.
- Capart, A. (1951) Crustacés Décapodes Brachyures. Expédition océanographique Belge dans les eaux côtières africaines de l'Atlantique Sud (1948–1949). Résultats Scientifiques, 3, 1: 11–205, Plates 1–3.
- Calero, B. (2017) *Echinodermata (Ophiuroidea and Holothuroidea) from Northwest Africa*. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo – Instituto Español de Oceanografía, Vigo, 458 pp.
- Calero, B., Ramil F., Ramos, A. (2017) Echinoderms of Mauritanian deep bottoms. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin, pp. 445-480. Springer, Dordrecht.
- Calero, B., Ramos, A., Ramil, F. (2018a) Distribution of suspension-feeder brittle stars in the Canary Current upwelling ecosystem (Northwest Africa). Deep-Sea Research Part I., 142: 1-15.
- Calero, B., Ramos, A., Ramil, F. (2018b) An uncommon or just an ecologically demanding species? Finding of aggregations of the brittle-star *Ophiothrix maculata* on the Northwest African slope. Deep-Sea Research Part I., 131: 87-92.
- Camphuysen, C.J, van Spanje, T.M., Verdaat. (2012) Ship-based seabird and marine mammal surveys off Mauritania, Nov–Dec 2012, Cruise report. <http://edepot.wur.nl/249785>. Accessed 13 July 2019.

- Carrier, A., Chauvaud, L., van der Geest, M., Le Loc'h, F., Le Duff, M., Vernet, M., Raffray, J., Diakhaté, D., Labrosse, P., Wagué, A., Le Goff, C., Gohin, F., Chapron, B., Clavier, J. (2015) Trophic connectivity between offshore upwelling and the inshore food web of Banc d'Arguin (Mauritania): New insights from isotopic analysis, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Elsevier, 165: 149-158.
- Carney, B. (2005) Zonation of deep biota on continental margin. En: Gibson, R. N., Atkinson, R. J. A., Gordon, J. D. M. (eds) *Oceanography and marine biology: an annual review*, vol 43. Taylor & Francis, Oxford, pp. 211–278.
- Carr, M.E. (2001) Estimation of potential productivity in eastern boundary currents using remote sensing. *Deep Sea Res. II Top. Stud. Oceanogr.* 49: 59–80. doi: 10.1016/S0967-0645(01)00094-7.
- Cartes, J.E., Sardá, F. (1992) Abundance and diversity of decapod crustaceans in the deep-Catalan Sea (western Mediterranean). *J. Nat. Hist.*, 26: 1305–1323.
- Cartes, J. E., Company, J. B., Maynou, F. (1994) Deep-water decapod crustacean communities in the Northwestern Mediterranean: influence of submarine canyons and season. *Marine Biology*, 120: 221–229.
- Cartes, J.E., Serrano, A., Velasco, F., Parra, S., Sánchez, F. (2007) Community structure and dynamics of deep-water decapod assemblages from Le Danois Bank (Cantabrian Sea, NE Atlantic): Influence of environmental variables and food availability. *Progress in Oceanography*, 75: 797–816.
- Cartes, J.E., Papiol, V., Frutos, I., Macpherson, E., González, C., Punzón, A.M., Valeiras, J., Serrano, A. (2014) Distribution and biogeographic trends of decapod assemblages from Galicia Bank (NE Atlantic) at depths between 700 to 1800 m, with connections to regional water masses. *Deep-Sea Res Pt II* 106:165–178.
- Castillo, S. (2017) *Marine molluscs (Gastropoda and Bivalvia) from Northwest Africa*. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo – Instituto Español de Oceanografía, Vigo, 426 pp.
- Castillo, S., Ramil, F., Ramos, A. (2017) Composition and distribution of epibenthic and demersal assemblages in Mauritanian deep waters. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*, pp. 317-354. Springer, Dordrecht.
- CCLME (2015) *Analyse diagnostique transfrontalière du Grand écosystème marin du courant des Canaries*. Pp: i-xi, 1–170.
- Chávez, F.P., Messié, M. (2009) A comparison of Eastern Boundary Upwelling Ecosystems. *Progress in Oceanography*. Volume 83, Issues 1–4, 80-96. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.032>.
- Chevreaux, E., Bouvier, E.L. (1892) Voyage de la goélette "Melita" aux Canaries et au Sénégal, 1889–1890. *Paguriens. Mémoires de la Société Zoologique de France*, 5: 83–144.
- Cintra-Buenrostro, C.E, Reyes-Bonilla H, Herrero-Perezrul, M.D. (2005) Oceanographic conditions and diversity of sea stars (Echinodermata: Asteroidea) in the Gulf of California, Mexico. *Rev Biol Trop* 53:245-261.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. (2001) *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edn. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Clarke K.R, Gorley R.N (2006) *PRIMER v6: user manual/tutorial* (Plymouth routines in multivariate ecological research). PRIMER E, Plymouth.

- Clifford, H.T., Stephenson, W. (1975). An introduction to numerical classification (Vol. 240). New York: Academic Press, 229 pp.
- Colman, J.G., Gordon, D.M., Lane, A.P., Forde, M.J., Fitzpatrick, J.J. (2005) Carbonate mounds off Mauritania, Northwest Africa: status of deep-water corals and implications for management of fishing and oil exploration activities. En: Freiwald, A., Roberts, J.M. (eds.) Cold-water corals and ecosystems. Springer, Heidelberg, pp. 417-441.
- Coma, R., Ribes, M., Gili, J. M., Zabala, M. (2000) Seasonality in coastal benthic ecosystems. Elsevier Science, Trends in Ecology & Evolution 15: 448–453.
- Company, J.B, Maiorano, P., Tselepides, A., Politou, CHY, Plaity, W., Rotllant, G., Sardá, F. (2004) Deep-sea decapod crustaceans in the western and central Mediterranean Sea: preliminary aspects of species distribution, biomass and population structure. Sci Mar 68:73–86.
- Cosel, R. von (1989) Taxonomy of tropical West African bivalves I. Four new species of eulamellibranchiate bivalves. Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle. Sec. A, 11 (2): 315–331.
- Cosel, R. von (1990) Taxonomy of tropical West African bivalves. II: Psammobiidae. Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle. Sec. A, 11 (4): 693–731.
- Cosel, R. von (1995) Fifty-one new species of marine bivalves from tropical West Africa. Iberus, 13(1): 1–115.
- Cosel, R. von (2006) Taxonomy of tropical West African bivalves VI. Remarks on Lucinidae (Mollusca, Bivalvia), with description of six new genera and eight new species. Zoosystema, 28 (4): 805–851.
- Crame, J. A. (2000) Evolution of taxonomic diversity gradients in the marine realm: evidence from the composition of recent bivalve faunas. Paleo-biology, 26, 2: 188-214.
- Crandall, K.A., Porter, M. L., Pérez-Posada, M (2009) Decapoda. En: Hedges, S. B y Kumar, S. (eds.) The Timetree of life. Oxford University Press. Pp: 293–297.
- Cropper, T.E., Hanna, E., Bigg, G.R. (2014) Spatial and temporal seasonal trends in coastal upwelling off Northwest Africa, 1981–2012. Deep-Sea Research I, 86: 94–111.
- Crosnier, A., Forest, J. (1966) Résultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso. Fascicule VII. Campagne de la Calypso dans la Golfe de Guinée et aux Iles Principe, Sao Tomé et Annobon (1956), et campagne aux Iles du Cap Vert (1959) (suite). 19. Crustacés décapodes: Alpheidae. Annales de l'Institut Océanographique, 44: 199–314.
- Crosnier, A., Forest, J. (1973) Les crevettes profondes de l'Atlantique Oriental Tropical. Faune tropicale, 19: 409 pp. O.R.S.T.O.M., Paris.
- Dautzenberg, P. (1889). Contribution à la faune malacologique des isles Açores. Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert ler, 1: 1–112.
- Dautzenberg, P. (1891) Voyage de la goëlette Melita aux Canaries et au Sénégal, 1889-1890: Mollusques Testacés. Mémoires de la Société Zoologique de France, 4: 16–65, pl. 3.
- Dautzenberg, P. (1910) Contribution à la faune malacologique de l'Afrique Occidentale. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, 64: 47–220.
- Dautzenberg, P. (1912) Mission Gruvel sur la côte occidentale d'Afrique (1909-1910): Mollusques marins. Annales de l'Institut océanographique, 5, 3: 111 pp., 3 pls.

- Dautzenberg, P., Fischer, P.M.H. (1906) Mollusques provenant des dragages effectués à l'ouest de l'Afrique pendant les campagnes scientifiques de SAS le Prince de Monaco. Imprimerie de Monaco. 125 pp, 5 pls.
- David, B., Sibuet, M. (1985) Distribution et diversité des Echinides. En: Laubier L, Monniot C (eds) Peuplements profonds du Golfe de Gascogne: campagnes BIOGAS. IFREMER, Brest, pp: 509–534.
- Decker, C., Griffiths, C., Prochazka, K., Ras, C., Whitfield, A. (eds.) (2004) Marine biodiversity in Sub-Saharan Africa: The Known and the Unknown. En: Proceedings of the Marine Biodiversity in Sub-Saharan Africa: The Known and the Unknown, Cape Town, South Africa, 23-26 September 2003.
- Den Hartog, J. C. (1984) An introduction to the CANCAP-project of the Dutch Rijksmuseum van Natuurlijke Historie (RMNH), with special reference to the CANCAP-VI expedition (1982) to the Cape Verde Islands. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Vol. 68, pp. 5-15.
- Demarcq, H., Benazzouz, A. (2015) Trends in primary production. In: Valdés, L. and Déniz-González, I.(eds). Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp. 331-341.
- Diaz, R.J., Rosenberg, R. (1995) Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr Mar Biol: An Annual Rev* 33:245-303.
- Diop, M. (1988) *Ecologie et dynamique des populations de Praires (Venus rosalina) à l'ouest du Banc d'Arguin, Mauritanie*. Thèse de doctorat 3ème cycle, Univ Bretagne Occidentale. Brest : 191 p.
- Diop, M. S., Boukatine, P. (1986) Données préliminaires sur la biologie et l'écologie de la prairie (*Venus verrucosa*) dans la Baie du Lévrier. Nouadhibou, Bull. CNROP, 14,1 : 49-72.
- Domain, F. (1977) Carte sédimentologique du plateau continental senegambien extension a une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Institute Senegalais de Recherches Agricoles, Centre de Recherches Oceanographiques (Dakar-Thiaroye). Notice Explicative 68, ORSTROM, Paris
- Domain, F. (1980) Contribution a la connaissance de l'écologie des poissons demersaux du plateau continental sénégal-mauritanien. Les ressources demersales dans le contexte général du Golfe de Guinée. PhD Dissertation University Pierre et Marie Curie, Paris VI, 480 pp.
- Domain, F. (1985) Carte sédimentologique du plateau continental Mauritanien (entre le cap Blanc et 17° N) a 1:200000. Feuilles: Nouadhibou et Nouakchott. Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Développement en Cooperation, Centre National de Recherches Oceanographiques et des Pêches de Nouadhibou. Notice explicative 105, ORSTROM, Paris
- Duineveld, G.C.A., Lavaleye, M.S.S., Noort, G.J. van (1993a) The trawifauna of the Mauritanian shelf (Northwest Africa): density, species composition, and biomass. *Hydrobiologia*, 258: 165-173.
- Duineveld, G.C.A., De Wilde, P.A.W.J., Berghuis, E.M., Kok, A. (1993b) The benthic infauna and benthic respiration off the Banc d'Arguin (Mauritania, Northwest Africa): *Hydrobiologia*, v. 258: 107–117.
- Eastman, L.B., Thiel, M. (2015) Foraging behaviour of crustacean predators and scavengers. In: Thiel M, Watling L (eds.) *Lifestyles and feeding biology. The Natural History of Crustacea*. Vol. 2. Oxford University Press, pp 535–556.

- Eisele, M., Frank, N., Wienberg, C., Hebbeln, D., López Correa, M., Douville, E., Freiwald, A. (2011) Productivity controlled cold-water coral growth periods during the last glacial off Mauritania. *Mar Geol* 280:143–149.
- Eisele, M., Frank, N., Wienberg, C., Titschack, J., Mienis, F., Beuck, L., Tisnerat-Laborde, N., Hebbeln, D. (2014) Sedimentation patterns on a cold-water coral mound off Mauritania. *Deep-Sea Res PT II* 99:307–315.
- Eleftheriou A., Moore, D. C. (2005) Macrofauna techniques. En: Eleftheriou, A., McIntyre, A. (eds.) *Methods for the Study of Marine Benthos*. Blackwell Science, Oxford, p 160–228.
- Entrambasaguas, L. (2008) *Estudio faunístico y ecológico de los equinodermos del archipiélago de Cabo Verde*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.
- Entrambasaguas, L., Pérez-Ruzafa, A., García-Charton, J.A., Stobart, B., Bacallado, J.J. (2008) Abundance, spatial distribution and habitat relationships of echinoderms in the Cabo Verde Archipelago (Eastern Atlantic). *Mar. Fresh. Res.*, 59: 477-488.
- Escobar-Briones, E.G., Gaytan-Caballero, A., Legendre, P. (2008) Epibenthic megacrustaceans from the continental margin, slope and abyssal plain of the Southwestern Gulf of Mexico: Factors responsible for variability in species composition and diversity. *Deep-Sea Res Pt II* 55:2667–2678.
- Fanelli, E., Cartes, J. E., Papiol, V., López-Pérez, C. (2013) Environmental drivers of megafaunal assemblage composition and biomass distribution over mainland and insular slopes of the Balearic Basin (Western Mediterranean). *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 78: 79–94.
- FAO (2003) Garcia, S.M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G. *The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 443. FAO, Rome, FAO, 71 pp.
- FAO (2006) Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal Resources, Subgroup North. Saly, Senegal, 14-23 September 2004. FAO CECAF/ECAF Ser 06/68. FAO, Rome, 219 pp.
- FAO (2012a) Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal resources-Subgroup North. Agadir, Morocco, 8-17 February 2010. FAO CECAF/ECAF Series 11/72. FAO, Rome.
- FAO (2012b) Purcell, S. W., Samyn, Y., Conand, C. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6, FAO, Rome, 150 pp. 30 colour plates.
- FAO (2016) Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal resources-Subgroup North. Fuengirola, Spain, 18-27 November 2013. FAO CECAF/ECAF Series 115/77. FAO, Rome.
- Fariña, A.C, Freire, J., González-Gurriarán, E. (1997) Megabenthic decapod crustacean assemblages on the Galician continental shelf and upper slope (north-west Spain). *Mar Biol.*, 127: 419–434.
- Fernández-Peralta, L., Puerto, M. A. (2017) Demersal Ichthyofaunal Assemblages in Mauritanian Deep-Waters En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*, pp. 155-200. Springer, Dordrecht.
- Fischer, G., Romero, O., Merkel, U., Donner, B., Iversen, M., Nowald, N., Ratmeyer, V., Ruhland, G., Klann, M., Wefer, G. (2016) Deep ocean mass fluxes in the coastal upwelling off Mauritania from

- 1988 to 2012: variability on seasonal to decadal timescales. *Biogeosciences*, 13: 3071–3090, 2016. www.biogeosciences.net/13/3071/2016/ doi: 10.5194/bg-13-3071.
- Forest, J., Guinot, D. (1966) Crustacés Décapodes: Brachyours. *Résultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso*, 7: 23–124.
- Forest, J., Saint-Laurent, M. (1967) Crustacés Décapodes: Pagurides. *Résultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso*, 8: 47–169.
- Fortunato, H. (2015) Mollusks: Tools in Environmental and Climate Research. *American Malacological Bulletin*, 33(2):1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.4003/006.033.0208>.
- Fransen, C.H.J.M. (1991) Preliminary report on Crustacea collected in the eastern part of the North Atlantic during CANCAP and MAURITANIA Expeditions of the former Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden. National Natuurhistorisch Museum, Leiden. 200 pp.
- Fransen, C.H.J.M. (1997) *Lebbeus africanus* spec. nov, a new shrimp (Crustacea, Decapoda, Caridea, Hippolytidae) from Mauritanian waters, with redescriptions of four other species in the genus. *Zoologische Mededelingen, Leiden*, 71, 20 : 231–260.
- Fransen, C.H.J.M. (2002) Taxonomy, phylogeny, historical biogeography, and historical ecology of the genus *Pontonia* Latreille (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Zoologische Verhandelingen, Leiden*, 336: 1–433, pls. 1–19.
- Freiwald, A., Beuck, L., Lundälv, T., Wienberg, C. (2012) General Morphology and Preliminary Biological Inventory of The Mauritanian Cold-Water Coral Habitats. In: Westphal H and Cruise participants. Report of Cruise Maria S. Merian 16/3—Phaeton—Paleoceanographic and paleo-climatic record on the Mauritanian shelf. 13 Oct–20 Nov 2010, Bremerhaven (Allemagne)—Mindelo (Cap Verde). *Maria S. Merian-Berichte, Leibniz-ZMT, Bremen*, pp 28–40.
- Froese, R., Kesner-Reyes, K. (2002) Impact of fishing on the abundance of marine species. The Census of Marine Life program. ICES Council Meeting Report CM 2002/L: 12.
- Gage, J. D. (1986) The benthic fauna of the Rockall Trough regional distribution and bathymetric zonation. *P. Roy. Soc. Edinb. B* 88: 159–174.
- Gage, J. D., Tyler, P. A. (1991) *Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deepsea floor*. Cambridge University Press.
- García-Raso, J. E. (1996) Crustacea Decapoda (excl. Sergestidae) from IberoMoroccan waters. Results of Balgim-84 expedition. *Bulletin of Marine Science*, 58: 730-752.
- García-Isarch, E., Muñoz, I. (2015) Biodiversity and biogeography of decapod crustaceans in the Canary Current Large Marine Ecosystem. En: Valdés, L. & Déniz-González, I. (eds.) *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. Paris, IOC-UNESCO. IOC Technical Series, No. 115, pp. 257-272.
- García-Isarch, E., Romero, Z., Expósito, P., Barro, S., Sobrino, I. (2016) Biological information on deep-water rose shrimp *Parapenaeus longirostris* and southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Mauritanian waters. In Report of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal Resources – Subgroup North. Fuengirola, Spain, 18–27 November 2013, FAO, Rome.
- García-Isarch, E., Matos-Pita, S.S., Muñoz, I., Mohamed, S., Ramil, F. (2017) Decapod assemblages in Mauritanian waters, En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 355-392.

- García-Raso, J. E., Ramirez, A. M. (2015) Orden Decapoda. Revista IDE@-SEA, nº 80: 1–17. Ibero Diversidad Entomológica @ccesible.
- Gascuel, D., Labrosse, P., Meissa, B., Taleb Sidi, M.O., Guénette, S. (2007) Decline of demersal resources in North-West Africa: an analysis of Mauritanian trawl-survey data over the past 25 years. *African Journal of Marine Science*, 29, 3: 331-345.
- Gelado-Caballero, M. D. (2015) Saharan dust inputs to the Northeast Atlantic. En: Valdés, L., Déniz-González, I. (eds.) *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp. 53–61.
- Gil, M., Ramil, F. (2017) Hydrozoans from Mauritanian Deep-Waters. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 419-444.
- Glück, F.U., Stöhr, S., Bochert, R., Zettler, M.L. (2012) Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) from the continental shelf off Angola and Namibia. *Zootaxa*, 3475: 1-20.
- Goudswaard, P.C., Smaal, A.C., Wague, A. (2007) The ecological implications of exploitation of the bivalve *Venus rosalina* in Mauritanian waters. Institute for marine resources and ecosystem studies. Technical report of Wageningen IMARES. 132p, unpublished.
- Gruvel, A. (1911) Contribution à l'étude générale systématique et économique des Palinuridae. Mission Gruvel sur la côte occidentale d'Afrique (1909–1910). Résultats scientifiques et économiques. *Annales de l'Institut océanographique*, Monaco, 3, 4: 5–56, figs. 1–22, pls. 1–6.
- Gruvel, A. (1913) Mission Gruvel sur la côte occidentale d'Afrique (1908–1910) Les crustacés comestibles. *Annales de l'Institut Océanographique*, Monaco, 5: 3–16, pls. 1–2.
- Guijarro, B., Massutí, E., Moranta, J., Cartes, J. E. (2009) Short spatio-temporal variations in the population dynamics and biology of the deep-water rose shrimp *Parapenaeus longirostris* (Decapoda: Crustacea) in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 73: 183–197.
- Hansen, H.J. (1922) Crustacés décapodes (Sergestides) provenant des campagnes des yachts Hironnelle et Princesse Alice (1885–1915). *Resultats des Campagnes Scientifiques accomplies par le Prince Albert I de Monaco*, 64: 1–232, pls. 1–11.
- Hansen, H.J. (1927) Malacostraces (suite). I Sergestides et Schizopodes. *Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman pendant les années 1880–1883*, 9: 1–26.
- Helly, J. J., Levin, L. A. (2004) Global distribution of naturally occurring marine hypoxia on continental margins. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 51(9): 1159-1168.
- Henrich, R., Hanebuth, T., Krastel, S., Neubert, N., Wynn, R. (2008) Architecture and sediment dynamics of the Mauritania Slide Complex. *Marine and Petroleum Geology*, Vol. 25, 1: pp. 17-33.
- Henrich, R., Cherubini, Y., Meggers, H. (2010) Climate and sea level induced turbidite activity in a canyon system offshore the hyperarid Western Sahara (Mauritania): The Timiris Canyon. *Marine Geology*, Vol. 275, pp. 178-198.
- Henriksen, C.S. (2009) Investigation of crustaceans from shelf areas in the Gulf of Guinea, with special emphasis on Brachyura. Master Thesis. University of Bergen, Norway, 163 pp.

-
- Heileman, S., Tandstad, M. (2009) Canary current LME. En: Sherman K, Hempel G (eds) *The UNEP large marine ecosystem report: a perspective on changing conditions in LMEs of the world's Regional Seas*. UNEP Regional Seas. Report and Studies 182. UNEP, Nairobi, pp 130–142.
- Hernández, J.C., Clemente, S., Tuya, F., Pérez-Ruzafa, A., Sangil, C., Moro-Abad, L., Bacallado-Aránega, J.J. (2013) Echinoderms of the Canary Islands, Spain. En: Alvarado, J.J., Solís-Marín, F.A. (eds.) *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. Springer, Heidelberg, pp. 471-510.
- Hernández-González, C. L., Bouzouma, M., Burgos, C., Hernández, E., Cheikna, S. Y. (2008) *Informe de la Campaña 'Maurit-1107' de prospección por arrastre de los recursos demersales profundos en aguas de la República Islámica de Mauritania*. Report IEO-IMROP, Santa Cruz de Tenerife.
- Hérouard, E. (1902) Holothuries des Campagnes de la Princesse Alice (1892-1897). En: Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier Prince Souverain de Monaco, 21: 1-83.
- Hérouard, E. (1929) Holothuries de la côte atlantique du Maroc et de la Mauritanie. Bull Soc Sci Nat Maroc 9:36-70.
- Holthuis, L.B. (1951) The caridean Crustacea of tropical West Africa. Atlantide Report, 2: 1–187.
- Holthuis, L. B, Fransen C.H.J.M., Achterberg, C. van (1993) The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda) with an appendix on the order Amphionidacea. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.
- Honkoop, P. J. C., Berghuis, E. M., Holthuisen, S., Lavaleye, M. S. S., Piersma, T. (2008) Molluscan assemblages of seagrass-covered and bare intertidal flatson the Banc d'Arguin, Mauritania, in relation to characteristics of sediment andorganic matter.J. Sea Res. 60: 255–263.
- Hooker, Y., Prieto-Ríos, E., Solís-Marín, F.A. (2013) Echinoderms of Peru. En: Alvarado, J.J., Solís-Marín, F.A. (eds.) *Echinoderm research and diversity in Latin America*. Springer, Heidelberg, pp 277–299.
- Hovland, M. (2008) Deep-waters coral reefs: Unique Biodiversity Hot-Spots. Springer Berlin Heidelberg.
- Howell, K.L., Billett, D.S.M., Tyler, P.A. (2002) Depth-related distribution and abundance of seastars (Echinodermata: Asteroidea) in the Porcupine Seabight and Porcupine Abyssal Plain, N.E. Atlantic. Deep-Sea Res. PT I, 49: 1901-1920.
- Iken, K., Konar, B., Benedetti-Cecchi, L., Cruz-Motta, J.J., Knowlton, A., Pohle, G., Mead, A., Miloslavich, P., Wong, M., Trott, T., Mieszkowska, N., Riosmena-Rodriguez, R., Airoidi, L., Kimani, E., Shirayama, Y., Frascchetti, S., Ortiz-Touzet, M., Silva, A. (2010) Large-scale spatial distribution patterns of echinoderms in nearshore rocky habitats. PLoS ONE 5(11): e13845. doi:10.1371/journal.pone.0013845.
- IMROP (2013) *Rapport du Septième Group de Travail de l'IMROP sur l'Évaluation des Ressources et l'Aménagement des Pêcheries Mauritanienes*. Nouadhibou, Mauritanie, 5-11 décembre 2010. Report IMROP, Nouadhibou.
- Ingle, R.W. (1993) Hermit crabs of the Northeastern Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. An illustrated key. Chapman and Hall, Identification guide 4, 495 pp.
- Iwasaki, N. (1990) Pasiphaeid shrimps from the eastern North Atlantic and the Caribbean Sea, with the description of a new species of Pasiphaea (Crustacea: Decapoda: Pasiphaeidae). Zoologische Mededelingen, Leiden, 63, 15: 187–203.

- Jacobi, R.D., Hayes, D.E. (1982) Bathymetry, microphysiography and reflectivity characteristics of the West African margin between Sierra Leone and Mauritania. En: von Rad, U., Hinz, K., Sarnthein, M., Seibold, E. (eds.). *Geology of the Northwest African continental margin*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 182-210.
- Jennings, S. (2006) Paris conference. From single species to ecosystem-based management-prospects for effective biodiversity conservation. *MarBEF Newsletter*, 4: 24-25.
- Jennings, S., Reynolds, J.D. (2000) Impacts of fishing on diversity: from pattern to process. In: *Effects of Fishing on Non-target Species and Habitats: Biological, Conservation and Socio-economic Issues* (ed. M J Kaiser & SJ de Groot), pp 235-250. Blackwell Science, Oxford.
- Kensley, B. (1981) On the zoogeography on the Southern African decapod Crustacea, with a distributional checklist of species. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 338: 1–64.
- Klicpera, A., Michel, J., Westphal, H. (2015) Facies patterns of a tropical heterozoan carbonate platform under eutrophic conditions: the Banc d'Arguin, Mauritania. *Facies* 61, 1:1–24. doi:10.1007/s10347-014-0421-5.
- Knudsen, J. (1952) Marine Prosobranchs of Tropical West Africa collected by the "Atlantide" Expedition. Part I. *Vidensk. Medd. Fra Dansk. naturh. Foren.*, Bd. 114 pp.
- Knudsen, J. (1956) Marine prosobranchs of tropical West Africa. *Atlantide Report*, 4: 7–110.
- Koehler, R., Vaney, C. (1906) Mission des pêcheries de la côte occidentale d'Afrique. II. Echinodermes. *Act. Soc. Linn. Bordeaux*, 60: 59-67.
- Krastel, S., Antobreh, A.A, Wynn, R.B., Hanebuth, T., Henrich, R., Schulz, H.D., Kölling, M, Holz, C, Wien, K. (2005) Sediment transport within canyons and open-slope systems off Mauritania. In: *EGU General Assembly 2005, Vienna, April 2005*. *Geoph Res Abst* 7 (A-07531).
- Krastel, S., Wynn, R.B., Hanebuth, T.J.J., Henrich, R., Holz, C., Meggers, H., Kuhlmann, H., Georgiopoulou, A., Schulz, H.D. (2006) Mapping of seabed morphology and shallow sediment structure of the Mauritania continental margin, Northwest Africa: some implications for geohazard potential. *Norwegian Journal of Geology*, Vol. 86, pp. 163-176. Trondheim.
- Krastel, S, Wynn, R.B, Georgiopoulou, A., Geersen, J., Henrich, R., Meyer, M., Schwenk, T. (2012) Large-Scale Mass Wasting on the Northwest African Continental Margin: Some General Implications for Mass Wasting on Passive Continental Margins. En: Yamada Y, Kawamura K, Ikehara K, Ogawa Y, Urgeles R, Mosher D, Chaytor J, Strasser M (eds) *Submarine mass movements and their consequences*. *Adv Nat Technol Hazards Res*, vol 31. Springer, Netherlands, pp 189–199.
- Krakstad, J. O., Michalsen, K., Alvheim, O., Zaera, D., Bagøien, E., Krafft, B., García-Isarch, E., Ramil, F., Van Waerebeek, K. (2011) *CCLME North West Africa Ecosystem Survey Guinea-Morocco 20 October-21 December 2011*. Cruise Report Dr. Fridtjof Nansen. FAONORAD Project No: GCP/INT/003/ NOR. Institute of Marine Research Bergen, 152 pp.
- Krakstad, J. O., Michalsen, K., Høines Å., Alvheim, O., Zaera, D., Olsen, M., García-Isarch, E. (2012) *CCLME North West Africa ecosystem survey. Guinea-Morocco 5 May-22 July 2012*. Cruise Report Dr. Fridtjof Nansen. FAO-NORAD Project No: GCP/INT/003/ NOR. Institute of Marine Research Bergen, 154 pp.
- Lavaud, R., Thébault, J., Lorrain, A., van der Geest, M., Chauvaud, L. (2013). *Senilia senilis* (Linnaeus, 1758), a biogenic archive of environmental conditions on the Banc d'Arguin (Mauritania). *Journal of Sea Research* 76: 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.11.003>.

- Le Loeuff, P., von Cosel, R. (1998) Biodiversity patterns of the marine benthic fauna on the Atlantic coast of tropical Africa in relation to hydroclimatic conditions and paleogeographic events. *Acta Oecologica*, Vol. 19, 3: pp. 309-321.
- Lemaitre, R. (1989) Revision of the genus *Parapagurus* (Anomura: Paguroidea Parapaguridae), including redescrptions of the Western Atlantic species. *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 253: 1–106.
- Levin, L.A., Gooday, A. (2003) The deep Atlantic Ocean. En: Tyler PA (ed) *Ecosystems of the World: The Deep Sea*. Elsevier, Amsterdam, pp: 111-178.
- Levin, L.A., Sibuet, M. (2012) Understanding continental margin biodiversity: a new imperative. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 4: 1–34.
- Lewy, Z. (1975) Molluscs distribution on the Atlantic continental shelf off Southern Spanish Sahara, West Africa. *Meteor Forsch.-Ergebnisse*, Reihe C, 21: 52–60.
- Ligas, A., Sartor, P., Colloca, F. (2011) Trends in population dynamics and fishery of *Parapenaeus longirostris* and *Nephrops norvegicus* in the Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean): the relative importance of fishery and environmental variables. *Marine Ecology* 32: 25–35.
- Linse, K., Griffiths, H.J., Barnes, D.K., Clarke, A. (2006) Biodiversity and biogeography of Antarctic and sub-Antarctic Mollusca. *Deep sea research Part II: Topical studies in oceanography*, 53(8-10): 985-1008.
- Locard, A. (1897–1898). Expéditions scientifiques du «Travailleur» and du «Talisman» pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883. Mollusques Testacés. Paris, Masson. Vol. 1(1897): 1–516, 22 pls.; Vol. 2 (1898): 1–515, 18 pls.
- Loktionov, Y. (1993) Hydrographical observations west of the Banc d'Arguin, Mauritania, in May 1988. *Hydrobiologia* 258: 21-32.
- Ly, A. (2009) Fonctionnement écologique et évolution du contexte socio-économique de la baie de l'Etoile. PhD. Dissertation, Musée National d'Histoire Naturelle de Paris, Paris.
- Macpherson, E. (1983) Crustáceos decápodos capturados en las costas de Namibia. *Resultados Expediciones Científicas*, 11: 3–80.
- Macpherson, E. (1988) Revision of the family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. Instituto de Ciencias del Mar, Barcelona. *Monografías de Zoología Marina*, ICM Barcelona, CSIC, 2: 9–153.
- Macpherson, E. (1991) Biogeography and community structure of the decapod crustacean fauna off Namibia (Southeast Atlantic). *Journal of Crustacean Biology*, 11, 3: 401–415.
- Mah, C.L., Blake, D.B. (2012) Global Diversity and Phylogeny of the Asteroidea (Echinodermata). *PLoS ONE* 7(4): e35644. doi:10.1371/journal.pone.0035644.
- Maigret, J. (1980) Données préliminaires sur la bionomie des fonds de pêche de la Baie du Lévrier et du Banc d'Arguin. *Bull CNROP* 9, 1:66–83.
- Manning, R.B., Holthuis, L.B. (1981) West African Brachyuran Crabs. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 306: 1–379.
- Manning, R.B. (1993) West African pinnotherid crabs, subfamily Pinnotherinae (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Section A, Zoologie, Biologie et Ecologie Animales*, Paris, 4e série, 15(1–4): 125–177.

- Martin, J.W., Davis, G.E. (2001) An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 39: 132 pp.
- Massin, C. (1993) The Holothuroidea (Echinodermata) collected during the Tyro Mauritania-II expedition 1988. *Zool Meded* 67:397-429.
- Matos-Pita, S.S. de (2016) *Crustáceos decápodos de aguas profundas de Mauritania (África Noroccidental)*. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo – Instituto Español de Oceanografía, Vigo, 308 pp.
- Matos-Pita, S.S. de., Ramil, F. (2014) Squat lobsters (Crustacea: Anomura) from Mauritanian waters (West Africa), with the description of a new species of Munidopsis. *Zootaxa*, 3765(5): 418–434.
- Matos-Pita, S.S. de., Ramil, F. (2015a) Hermit crabs (Decapoda: Crustacea) from deep waters off Mauritania (NW Africa) with the description of a new species. *Zootaxa*, 3926(2): 151–190.
- Matos-Pita, S.S. de., Ramil, F. (2015b) New species of Neopilumnoplax Serène in Guinot, 1969 (Decapoda, Brachyura, Mathildellidae) from Northwest Africa with a key to the genus. *Marine Biodiversity*. DOI: 10.1007/s12526-015-0361-5.
- Matos-Pita, S.S., Castillo, S., Ramil, F. (2016) Contribution to the knowledge of the deep brachyuran fauna (Crustacea: Decapoda) in waters off Mauritania (NWAfrica). *J Mar Biol Assoc UK* 97:1273–1305.
- Maurin, C. (1968) *Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibéro-marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale*. *Revue des Travaux de l'Institut de Pêches maritimes* 32, 1: 1-147.
- Maynou, F., Cartes, J. E. (2000) Community structure of bathyal decapod crustaceans off southwest Balearic Islands (western Mediterranean): seasonality and regional patterns in zonation. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 80: 789–798.
- Menéndez Valderrey, J.L. "Los equinodermos". *asturnatura.com* (en línea), Num. 100, 06/11/2006 (consultado el 20/09/2010). <https://www.asturnatura.com/articulos/equinodermos/inicio.php>
- Meniouj, M. (1998) *Étude Nationale sur la biodiversité. Faune marine*. Direction de l'Observation des Études et de la Coordination. PNUE, Rabat.
- Mint Sidiya, Z. (1987) Le peuplement macrophytobenthique des fonds à *Venus verrucosa* (L.) au large du cap Blanc (Mauritanie), *Mémoire de D.E.A., ISS & Université de Nice*, 49 p.
- Miranda, P.M.A., Alves, J.M.R., Serra, N. (2012) Climate change and upwelling: response of Iberian upwelling to atmospheric forcing in a regional climate scenario. *Clim. Dyn.* 40: 2813–2824.
- Michel, J. (2010) *Heterozoan carbonate sedimentation on a eutrophic, tropical shelf of Northwest Africa (Golfe d'Arguin, Mauritania)*. PhD thesis. University of Bremen.
- Michel, J., Westphal, H., Hanebuth, T.J. (2009) Sediment partitioning and winnowing in a mixed eolian-marine system (Mauritanian shelf). Springer-Verlag.
- Michel, J. Westphal, H., von Cosel, R. (2011) The Mollusk fauna of soft sediments from the tropical, upwelling-influenced shelf of Mauritania (Northwestern Africa). *Palaios*, 26: 447–460.
- Milne-Edwards, A. (1891) Pagurides nouveaux des Açores. *Campagnes scientifiques de S. A. Le Prince de Monaco sur le yacht l'Hirondelle*. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 16: 131–134.

-
- Milne-Edwards, A., Bouvier, E.L. (1897) Crustacés nouveaux provenant des campagnes du Travailleur et du Talisman. Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle, Paris, 1er série, 3: 297–301.
- Milne-Edwards, A., Bouvier, E.L. (1898) Crustacés nouveaux provenant des campagnes du Travailleur et du Talisman. Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle, Paris, 4 : 32–35, 75–77, 152–154, 183–190, 234–238.
- Milne-Edwards, A., Bouvier, E.L. (1899) Crustacés décapodes provenant des campagnes de l'Hirondelle (supplément) et de la Princesse-Alice (1891–1897). Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur son Yacht par Albert Ier Prince Souverain de Monaco 13: 1–106.
- Miyake, S., Baba, K. (1970) The Crustacea Galatheidae from the tropical-subtropical region of West Africa, with a list of the known species. Atlantide Report, 11: 61–97.
- Moctar, S.M.M., Ramos, A., Matos-Pita, S, Ramil, F., Krakstad, J.O. (2020) Seasonal variations in the diversity and structure of decapod communities in the changing hydrological scenario of the northwest African upwelling Marine Biodiversity 50 (3): 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12526-020-01058-8>
- Monod, T. (1933) Sur quelques Crustacés de l'Afrique occidentale (liste des Décapodes Mauritaniens et des Xanthidés ouest-Africains). Bulletin du Comité d'Études Historiques et Scientifiques de l'Afrique Occidentale Française, 15(2–3): 456–548.
- Moran, M.J., Stephenson, P.C. (2000) Effects of otter trawling on macrobenthos and management of demersal scalefish fisheries on the continental shelf of northwestern Australia. ICES Journal of Marine Science, 57(3): 510-516.
- Mortensen, T. (1925) Echinodermes du Maroc et de Mauritanie. B Soc Sci natl Maroc 5(4–5):178–187.
- Mortensen, T. (1951) Report on the Echinoidea collected by the "Atlantide" Expedition. Scientific results of the Danish Expedition to the coasts of tropical West Africa. Atlantide Rep., 2: 293-303.
- Muñoz, I., Garcia-Isarch, E., Sobrino, I., Burgos, C., Funny, R., Gonzalez-Porto, M. (2012) Distribution, abundance and assemblages of decapod crustaceans in waters off Guinea-Bissau (north-west Africa). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92, 475–494. <http://dx.doi.org/10.1017/s0025315411001895>.
- Nicklès, M. (1950) Mollusques testacés marins de la côte occidentale d'Afrique. Manuels ouest-africains, II. Lechevaileer ed., Paris, X+269 pp. 464 figs.
- Nicklès, M. (1955) Scaphopodes et Lamellibranches récoltés dans l'Ouest-Africain. Atlantide Report, 3: 93–237.
- Oliver, P. G., Cosel, R. von (1993) Taxonomy of tropical West African Bivalves. IV. Arcidae. Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle Paris, Section A, 14 (2): 293–381.
- Papiol, V., Cartes, J.E., Fanelli, E., Maynou, F. (2012) Influence of environmental variables on the spatio-temporal dynamics of benthic-pelagic assemblages in the middle slope of the Balearic Basin (NW Mediterranean). Deep-Sea Res. PT I 61:84–99.
- Pascual-Alayón, P.J, Hernández, C., Hidalgo, M., Puerto, M.A. (2017) Deep Chondrichthyes in Mauritanian Waters. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp 201-240.
-

- Pastor, M.V., Pelegrí, J.L., Hernández-Guerra, A., Font, J., Salat, J., Emelianov, M. (2008). Water and nutrient fluxes off northwest Africa. *Continental Shelf Research*, 28: 915-936.
- Pastor, M.V., Vélez-Belchí, P., Hernández-Guerra, A. (2015). Water masses in the Canary Current Large Marine Ecosystem. En: Valdés, L., Déniz-González, I. (eds.) *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp. 73-92.
- Paterson, G.L.J., Lamshead, P.J.D., Sibuet, M. (1985) The Ophiuroidea fauna of the Bay of Biscay: Its distribution and diversity. En: Laubier, L., Monniot, C. (eds) *Peuplements profonds du Golfe de Gascogne: campagnes BIOGAS*, IFREMER, Brest, p 479-489.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres, F.C. (1998) Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860-863.
- Pawson, D.L. (2007) Phylum Echinodermata. *Zootaxa*, 1668:749-764.
- Pelegrí, J.L., Benazzouz, A. (2015) Coastal upwelling off North-west Africa. In: Valdés, L., Déniz-González, I. (eds.) *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp: 93-103.
- Pelegrí, J.L., Peña-Izquierdo, J. (2015) Eastern boundary currents off North-West Africa. En: Valdés L, Déniz-González (eds) *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, 115, pp. 81-92.
- Pelegrí, J.L., Peña-Izquierdo, J., Machín, F.J., Meiners, C., Presas-Navarro, C. (2017) Oceanography of the Cape Verde Basin and Mauritanian Slope Waters. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*, pp. 119-154. Dordrecht, Springer.
- Peña-Izquierdo, J, Pelegrí, J.L, Pastor, M.V, Castellanos, P., Emelianov, M., Gasser, M., Salvador, J., Vázquez-Domínguez, E. (2012) The continental slope current system between Cape Verde and the Canary Islands. *Sci Mar*, 76, S1:65-78.
- Pérez-Farfante, I., Kensley, B. (1997) Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 175: 1-233.
- Pérez-Ruzafa, A., Entrambasaguas, L., Bacallado, J. J. (1999) Fauna de equinodermos (Echinodermata) de los fondos rocosos infralitorales del archipiélago de Cabo Verde. *Rev. Acad. Canaria Cienc.*, 11 (3-4): 43-62.
- Pérez-Ruzafa, A., Entrambasaguas, L., Marcos, C., Bacallado, J. J., García-Charton, J. A. (2001) Spatial relationships of the echinoderm fauna of Cabo Verde islands: A multiscale approach. *Echinoderm Research 2001. Proceedings of the sixth European conference on echinoderm research*. Sweets y Zeitlinger, Lisse, p. 31-39.
- Perrier, R. (1902) Holothurians. *Expédition scientifique du "Travailleur" et du "Talisman" pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883*. Paris, pp. 273-554.
- Ramil, F., Ramos, A. (2017) A global overview on biodiversity of bathyal megabenthos off Mauritania. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*, pp. 277-316. Dordrecht, Springer.

- Ramos, A., Ramil, F., Mohamed, S. and Barry, A. O. (2015a) The benthos of Northwest Africa. En: *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. 231-244.
- Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.) (2017a) *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, 683 pp.
- Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (2017b) Deep-sea Ecosystems off Mauritania: An Introduction. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. pp. 1-52, Springer, Dordrecht.
- Ramos, A., Sanz, J. L., Agudo, L. M., Presas, C., Ramil, F. (2017c) The giant cold-water coral mounds barrier off Mauritania. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 481-526.
- Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L., Presas-Navarro, C. (2017d) A First Insight into the Megabenthos of Mauritanian Canyons. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 527-560.
- Ramos, A., Sanz, J.L., Pelegrí, J.L., Fernández-Peralta, L., Pascual, P., Ramil, F., Castillo, S., García-Isarch, E., Rocha, F., Gil, M., Calero, B. (2017e) An overview on biodiversity and ecosystems off Mauritanian deep-waters. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 615-660.
- Ramos, A., Ramil, F., Calero, B, Castillo, S., Gil, M. and Matos-Pita, S.S. (2020) *Catalogue of West African benthic species and habitats*. Inst. Esp. Oceanogr. - Univ. Vigo, MAVA Foundation. Final Report, 114 pp.
- Rocha, F., Fernández-Gago, R., Ramil, F., Ramos, A. (2017) Cephalopods in Mauritanian waters. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, pp. 393-417.
- Rosa, R., Boavida-Portugal, J., Trübenbach, K., Baptista, M., Araújo, R., Calado, R. (2012) Descending into the abyss: Bathymetric patterns of diversity in decapod crustaceans shift with taxonomic level and life strategies. *Deep-Sea Res. Pt I*, 64: 9-21.
- Rosenberg, R., Hellman, B., Johansson, B. (1991) Hypoxic tolerance of marine benthic fauna. *Mar Ecol Progr Ser* 79:127-131.
- Roudier, P., Ducharne, A., Feyen, L. (2014) Climate change impacts on runoff in West Africa: a review. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18: 2789-2801.
- Saint-Laurent, M. de., Le Loeuff, P. (1979) Campagnes de la Calypso au large des côtes Atlantiques Africaines (1956 et 1959) (suite) 22. Crustacés Décapodes Thalassinidea. I. Upogebiidae et Callianassidae. *Résultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso*, 11: 29- 101.
- Sakai, K., Türkay, M., Beuck, L. y Freiwald, A. (2015) A collection of the Infraorder Callianassidea (Decapoda, Pleocyemata) with one new genus and five species from the Eastern Atlantic off Mauritania (R/V María S. Merian cruise MSM 16/3 "PHAETON"). *Marine Biodiversity*, 45, 1: 113-133.

- Salas, C., Cosel, R. von (1991) Taxonomy of tropical West African bivalves. III: Four new species of Condylardiidae from the continental shelf. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*. Paris, 4^e sér., sec. A, 13 (3–4): 263–281.
- Salem, A. M. V., Van der Geest, M. b., Piersma, T., Saoud, Y., Van Gils, J.A. (2014) Seasonal changes in a tropical bivalve community Estuarine, Coastal and Shelf Science 136: 26–34.
- Sangrá, P. (2015) Canary Islands eddies and coastal upwelling filaments off North-West Africa. En: Valdés, L. y Déniz-González, I. Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp: 105–114.
- Sanz, J.L., Maestro, A., Agudo, L.M. (2017a) The Mauritanian margin. Bathymetric and geomorphological characteristics. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 53–118.
- Sanz, J.L., Agudo, L.M., Ramil, F., Ramos, A. (2017b) Wolof's knoll: A small seamount on the Mauritanian continental slope. En: Ramos, A., Ramil, F., Sanz, J.L. (eds.). *Deep-sea ecosystems off Mauritania: Research of marine biodiversity and habitats in the Northwest African margin*. Springer, Dordrecht, pp. 561–592.
- Schulz, M., Joseph, M., Alex R.P., Frank, B., Luisa, D., Peter, I.S., Natalie, M.L., Slobodan, N.M., Pérez, G.C., Rodríguez, M.S., Ina, T.S., Robert, A.D. (2012) Atmospheric Transport and Deposition of Mineral Dust to the Ocean: Implications for Research Needs. American Chemical Society. DOI: 10.1021/es300073u.
- Seibold, E. (1972) Continental Margin of West Africa. General report and preliminary results of Cruise 25/1971 of R/V Meteor. *Meteor Forschungsergebnisse* C10:17–38.
- Serrano, A., Sánchez, F., Punzón, A., Velasco, F., Olaso, I. (2011) Deep-sea megafaunal assemblages off the northern Iberian slope related to environmental factors. *Sci Mar* 75:425–437.
- Sidi, O. M. B. (2010) *Contribution à la connaissance de la macrofaune benthique de la Baie de l'Étoile*. Rapport de stage: 29 pp. (unpublished).
- Sobrinho, I., Garcia, T. (1992) Analisis y descripción de las pesquerías de crustáceos decápodos en aguas de la República Islámica de Mauritania durante el periodo 1987–1990. *Informes Tecnicos*. Instituto Español de Oceanografía, 112, 3–38.
- Sobrinho, I., Silva, C., Sbrana, M., Kapisir, K. (2005) A review of the biology and fisheries of the deep water rose shrimp, *Parapenaeus longirostris*, in European Atlantic and Mediterranean waters (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeidae). *Crustaceana*, 78: 1153–1184.
- Solís, R.M. e International Congress of the European Malacological Societies (2002) Diccionario etimológico de malacología. Sociedad Española de Malacología.
- Soto, L.A. (1991) faunal zonation of the deep-water brachyuran crabs in the Strait of Florida. *B Mar Sci*, 49: 623–637.
- Souto, V., Escolar, M., Genzano, G., Bremec, C. (2014) Species richness and distribution patterns of echinoderms in the southwestern Atlantic Ocean (34–56°S). *Sci. Mar.* 78, 2: 269–280.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A., Robertson, J., (2007) Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coast and shelf areas. *BioScience* 57, 573e583.

-
- Stöhr, S., O'Hara, T.D, Thuy, B. (2012) Global Diversity of Brittle Stars (Echinodermata: Ophiuroidea). PLoS ONE 7(3): e31940. doi:10.1371/journal.pone.0031940.
- Studer, T. (1883) Verzeichniss der während der Reise S.M.S. Gazelle an der Westküste von Afrika, Ascension und dem Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Physikalische Abhandlungen, 2: 1– 32, pls. 1–2.
- Talavera, F. G. (1975) Moluscos de sedimentos de la plataforma continental de Mauritania. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 192: 1–18.
- Théel, H. (1882) Report on the Holothuroidea dredged by H.M.S. Challenger during the year 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger 1873-1876, Zoology 4(3): 1-176.
- Thiam, D., Caveriviere, A., Thiam, M. (1983) La pêche des crevettiers espagnols au large du Sénégal en 1980 et récapitulatif sommaire des résultats pour la période 1977-1980. Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) of the Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) Doc Scient 91:1–36.
- Thiel, H. (1982) Zoobenthos of the CINECA area and other upwelling regions. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 180: 323-334.
- Thomson, C.W. (1881) Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-76: under the command of Captain George S. Nares, R.N., F.R.S. and Captain Frank Turle Thomson, R.N. Zoology, Vol III. London, Edinburgh, Dublin.
- Troncoso, J. S., Aldea, C., Arnaud, P., Ramos, A., García, F. (2007) Quantitative analysis of soft-bottom molluscs in the Bellingshausen Sea and around Peter I Island. Polar Research, 26(2): 126-134.
- Uchupi, E., Emery, K.O., Bowin, C.O., Phillips, J.D. (1976) Continental margin off western Africa from Senegal to Portugal. AAPG Bull 60:809–878.
- Valdés, L., Déniz-González, I. (eds) (2015) *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115: 383 pp. URL: <http://hdl.handle.net/1834/9135>.
- Van der Land, J. (1987) Report on the CANCAP-Project for Marine Biological research in the Canarian - Cape Verdean Region of the North Atlantic Ocean (1976-1986). Part I. List of stations. Zoologische Verhandelingen, Vol. 243 (1), pp. 1-94.
- Van der Land, J. (1988) Shipboard report of the Tyro Mauritania-II Expedition 1988: 36 pp.
- Van Der Geest, M., Van Der Lely, J. A. C., Van Gils, J. A., Piersma, T., and Lok, T. (2019) Density-dependent growth in three tropical intertidal bivalves: importance of feeding mode, habitat and season. Mar. Ecol. Prog. Ser. 610, 51–63. doi: 10.3354/meps12851.
- Van Soest, R. W. M. (1993) Distribution of sponges on the Mauritanian continental shelf. En Wolff, W. J., Van der Land, J., Nienhuis, P. H., Wilde, P. A. W. (eds) Ecological Studies in the Coastal Waters of Mauritania. Hydrobiologia, 258: 95–106.
- Vonk, J.A. (2001) Fish species composition, tidal migration and feeding on a tidal flat at the Banc d'Arguin, Mauritania. M.Sc. thesis, University of Groningen, 23 + 34 pp.
- Westphal, H., Freiwald, A., Hanebuth, T., Eisele, M., Gürs, K., Heindel, K., Michel, J., Reumont, J.V., (2007) *Report and Preliminary Results of Poseidon Cruise 346- MACUMA: Integrating Carbonates, Siliciclastics and Deep-water Reefs for Understanding a Complex Environment*, Las

- Palmas (Spain), 28.12.2006-15.1.2007. Reports of the Dept. of Geosciences. University of Bremen, Bremen, p. 49.
- Westphal, H., Beuck, L., Braun, S., Freiwald, A., Hanebuth, T.J.J., Hetzinger, S., Klicpera, A., Kudrass, H., Lantsch, H., Lundälv, T., Mateu-Vicens, G., Preto, N., Reumont, J., Schilling, S., Taviani, M. y Wienberg, C. (2013) *Report of Cruise Maria S. Merian 16/3—Phaeton Paleoceanographic and paleo-climatic record on the Mauritanian shelf* Oct. 13—Nov. 20, 2010, Bremerhaven (Allemagne) Mindelo (Cap Verde). Maria S. Merian-Berichte, Leibniz-ZMT, Bremen, Germany.
- Wien, K., Kölling, M., Schulz, D.H. (2007) Age models for the Cape Blanc Debris Flow and the Mauritania Slide Complex in the Atlantic Ocean off NW Africa. *Quaternary Science Reviews*, 26: 2558-2573.
- Wienberg, C., Titschack, J., Freiwald, A., Frank, N., Lundälv, T., Taviani, M., Beuck, L., Schröder-Ritzrau, A., Kregel, T., Hebbeln, D. (2018) The giant Mauritanian cold-water coral mound province: Oxygen control on coral mound formation. *Quaternary Science Reviews*, 185, 135-152.
- Wijnsma, G., Wolff, W.J., Meijboom, A., Duiven, P., & De Vlas, J. (1999) Species richness and distribution of benthic tidal flat fauna of the Banc d'Arguin, Mauritania. *Oceanologica Acta*, 22(2), 233 - 243.
- Wolff, W.J., Gueye, A., Meijboom, A., Piersma, T., Sall, M.A. (1987) Distribution, biomass, recruitment and productivity of *Anadara senilis* (L.) (Mollusca: Bivalvia) on the Banc d'Arguin, Mauritania. *Netherlands Journal of Sea Research*, 21: 243–253.
- Wolff, W. J., van der Land, J., Nieuhuis, P. H., de Wilde, P. A. W. J. (eds) (1993) *Ecological studies in the coastal waters of Mauritania*. *Hydrobiologia*, Vol. 258 (1-3): 222 pp.
- Wolff, W.J., Montserrat, F. (2005) *Cymbium* spp. (Gastropoda: Mollusca) as bivalve predators at the tidal flats of the Banc d'Arguin, Mauritania. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 85 (4): 949–953.
- Zariquiey-Álvarez, R. (1968) Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Investigación Pesquera*, 32: 1–510.

ANEXO

Características de las estaciones de arrastre de fondo comercial (BT) y bou de vara (BV) realizadas en la plataforma y el talud de Mauritania durante las campañas *CCLME* de la FAO y las campañas españolas *Maurit*

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT107	08/11/2011	16°33'59"	16°18'58"	20	-16°33'58"	16°17'31"	21
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT108	08/11/2011	16°38'43"	16°20'50"	54	-16°38'43"	16°19'22"	54
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT109	09/11/2011	16°47'36"	16°43'41"	274	-16°47'56"	16°42'12"	276
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT110	09/11/2011	16°44'19"	16°43'40"	120	-16°44'46"	16°42'15"	122
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT111	09/11/2011	16°40'37"	16°41'25"	76	-16°41'24"	16°40'05"	71
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT112	09/11/2011	16°34'29"	16°39'24"	39	-16°34'55"	16°38'02"	36
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT113	09/11/2011	16°28'07"	16°58'29"	42	-16°28'35"	16°57'25"	41
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT114	09/11/2011	16°31'56"	16°59'29"	70	-16°32'30"	16°58'03"	69
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT115	09/11/2011	16°43'45"	17°02'27"	117	-16°44'19"	17°01'06"	117
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT116	09/11/2011	16°46'54"	17°05'51"	331	-16°46'49"	17°04'20"	323
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT117	10/11/2011	16°39'53"	17°17'42"	192	-16°39'01"	17°18'55"	189
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT118	10/11/2011	16°29'42"	17°18'12"	103	-16°30'14"	17°16'53"	103
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT119	10/11/2011	16°21'30"	17°14'06"	50	-16°20'46"	17°15'33"	49
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT120	10/11/2011	16°09'17"	17°32'59"	20	-16°09'41"	17°33'38"	22
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT121	10/11/2011	16°23'56"	17°36'39"	100	-16°23'54"	17°35'07"	95
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT122	10/11/2011	16°32'12"	17°38'33"	187	-16°32'31"	17°37'11"	187
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT123	10/11/2011	16°37'52"	17°39'19"	370	-16°38'01"	17°37'51"	371
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT124	11/11/2011	16°34'60"	17°56'53"	357	-16°34'39"	17°57'58"	354
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT125	11/11/2011	16°29'52"	17°56'25"	187	-16°29'36"	17°57'59"	184
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT126	11/11/2011	16°19'39"	17°56'11"	78	-16°19'36"	17°57'52"	77
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT127	11/11/2011	16°13'15"	17°57'52"	24	-16°13'25"	17°56'25"	30
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT128	11/11/2011	16°16'60"	18°19'18"	32	-16°16'59"	18°18'19"	33
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT129	11/11/2011	16°20'15"	18°19'38"	50	-16°19'24"	18°18'19"	51
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT130	11/11/2011	16°32'59"	18°22'20"	178	-16°32'32"	18°20'58"	176
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT131	12/11/2011	16°37'34"	18°21'55"	348	-16°37'09"	18°20'50"	349
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT132	12/11/2011	16°44'25"	18°37'58"	494	-16°44'05"	18°36'41"	504
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT133	12/11/2011	16°36'59"	18°39'04"	179	-16°36'15"	18°37'44"	186

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT134	12/11/2011	16°30'25"	18°39'45"	93	-16°30'12"	18°39'00"	91
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT135	12/11/2011	16°23'56"	19°01'29"	20	-16°23'28"	19°00'01"	20
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT136	12/11/2011	16°43'30"	18°54'54"	174	-16°44'17"	18°56'16"	173
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT137	12/11/2011	16°48'09"	18°53'39"	346	-16°48'27"	18°55'08"	345
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT138	13/11/2011	16°49'25"	19°17'33"	106	-16°48'17"	19°17'56"	115
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT139	13/11/2011	16°44'29"	19°18'09"	28	-16°45'53"	19°19'03"	32
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT140	13/11/2011	16°53'30"	19°38'28"	25	-16°52'58"	19°37'30"	24
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT141	13/11/2011	16°57'29"	19°37'33"	72	-16°56'50"	19°36'30"	70
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT142	13/11/2011	17°00'16"	19°31'27"	104	-17°00'24"	19°32'58"	108
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT143	14/11/2011	17°13'02"	19°50'07"	69	-17°12'00"	19°49'14"	75
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT145	14/11/2011	17°12'03"	19°50'03"	39	-17°13'02"	19°51'05"	38
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT146	14/11/2011	17°22'37"	20°09'13"	32	-17°22'25"	20°07'41"	31
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT147	14/11/2011	17°31'24"	20°07'53"	50	-17°30'57"	20°06'30"	50
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT148	14/11/2011	17°35'50"	20°05'06"	109	-17°35'42"	20°06'24"	109
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT149	14/11/2011	17°39'08"	20°06'39"	283	-17°38'57"	20°05'48"	282
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT150	14/11/2011	17°43'60"	20°24'32"	366	-17°44'41"	20°25'28"	361
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT151	15/11/2011	17°40'29"	20°24'03"	110	-17°40'18"	20°25'09"	107
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT152	15/11/2011	17°12'10"	20°25'51"	29	-17°11'56"	20°27'03"	30
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT153	17/11/2011	17°11'29"	20°42'49"	37	-17°11'34"	20°44'12"	36
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT154	17/11/2011	17°33'11"	20°44'54"	79	-17°33'26"	20°43'23"	79
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT155	17/11/2011	17°38'37"	20°44'58"	144	-17°38'45"	20°43'26"	138
<i>CCLME-1110</i>	BT	BT156	18/11/2011	17°40'43"	20°42'39"	351	-17°41'25"	20°41'21"	342
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT384	30/05/2012	16°45'48"	16°22'56"	105	-16°45'15"	16°21'30"	101
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT385	30/05/2012	16°38'43"	16°20'32"	54	-16°38'41"	16°18'58"	54
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT386	30/05/2012	16°36'30"	16°19'38"	31	-16°36'54"	16°20'41"	31
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT387	30/05/2012	16°34'15"	16°40'03"	41	-16°34'45"	16°38'32"	39
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT388	30/05/2012	16°40'33"	16°41'24"	75	-16°41'22"	16°39'59"	70

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT389	30/05/2012	16°47'56"	16°42'12"	276	-16°47'44"	16°43'37"	283
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT390	30/05/2012	16°52'34"	16°43'48"	584	-16°52'18"	16°45'14"	592
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT391	31/05/2012	16°46'54"	17°05'52"	327	-16°46'44"	17°04'11"	317
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT392	31/05/2012	16°43'42"	17°02'42"	118	-16°44'09"	17°01'24"	117
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT393	31/05/2012	16°32'32"	16°58'10"	70	-16°31'55"	16°59'44"	71
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT394	31/05/2012	16°28'11"	16°58'39"	44	-16°28'51"	16°57'06"	42
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT395	31/05/2012	16°17'56"	17°15'23"	35	-16°17'47"	17°13'51"	30
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT396	31/05/2012	16°21'50"	17°13'20"	51	-16°21'13"	17°14'40"	51
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT397	31/05/2012	16°39'10"	17°18'44"	191	-16°40'09"	17°17'12"	193
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT398	01/06/2012	16°38'02"	17°38'40"	369	-16°37'49"	17°40'09"	366
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT399	01/06/2012	16°32'26"	17°37'29"	185	-16°32'06"	17°39'02"	186
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT400	01/06/2012	16°23'56"	17°35'42"	101	-16°23'54"	17°37'13"	101
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT401	01/06/2012	16°14'27"	17°35'53"	53	-16°14'26"	17°34'17"	50
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT402	01/06/2012	16°13'21"	17°57'60"	25	-16°13'22"	17°56'24"	30
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT403	01/06/2012	16°29'43"	17°57'13"	185	-16°29'58"	17°55'49"	187
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT404	01/06/2012	16°34'48"	17°57'26"	349	-16°35'19"	17°55'51"	355
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT405	02/06/2012	16°37'29"	18°21'34"	345	-16°36'49"	18°20'09"	342
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT406	02/06/2012	16°27'50"	18°16'32"	103	-16°27'45"	18°17'48"	100
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT407	02/06/2012	16°19'03"	18°17'53"	51	-16°19'35"	18°18'36"	52
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT408	02/06/2012	16°16'33"	18°17'19"	35	-16°16'41"	18°18'15"	32
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT409	03/06/2012	16°47'10"	18°35'60"	711	-16°48'19"	18°36'53"	748
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT410	03/06/2012	16°44'21"	18°37'48"	492	-16°44'36"	18°38'33"	501
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT411	03/06/2012	16°36'34"	18°38'21"	180	-16°37'21"	18°39'45"	181
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT412	03/06/2012	16°30'09"	18°38'56"	91	-16°30'31"	18°40'26"	95
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT413	03/06/2012	16°18'32"	18°36'55"	30	-16°18'36"	18°37'39"	30
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT414	03/06/2012	16°23'38"	19°00'10"	21	-16°23'52"	19°01'16"	20
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT415	03/06/2012	16°30'30"	18°57'08"	51	-16°31'12"	18°58'59"	52

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT416	03/06/2012	16°39'50"	18°55'36"	104	-16°39'36"	18°57'03"	102
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT417	03/06/2012	16°47'13"	18°53'52"	301	-16°47'41"	18°55'21"	305
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT418	03/06/2012	16°54'24"	18°53'17"	739	-16°54'27"	18°54'52"	745
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT419	08/06/2012	16°44'49"	19°18'22"	30	-16°46'16"	19°19'18"	33
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT420	08/06/2012	16°52'50"	19°37'17"	26	-17°00'17"	19°30'56"	27
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT421	08/06/2012	16°57'07"	19°36'57"	72	-16°56'24"	19°35'34"	72
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT422	08/06/2012	17°00'25"	19°32'27"	108	-17°12'11"	19°49'24"	105
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT423	09/06/2012	17°13'23"	19°50'22"	72	-17°13'02"	19°51'07"	69
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT424	09/06/2012	17°11'56"	19°49'57"	40	-17°13'02"	19°51'07"	38
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT425	09/06/2012	17°22'37"	20°08'12"	32	-17°22'37"	20°09'58"	32
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT426	09/06/2012	17°31'06"	20°06'51"	50	-17°31'26"	20°08'01"	51
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT427	09/06/2012	17°35'53"	20°06'57"	110	-17°35'51"	20°05'18"	110
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT428	09/06/2012	17°38'52"	20°05'34"	283	-17°39'09"	20°06'56"	279
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT429	10/06/2012	17°47'45"	20°25'19"	517	-17°48'27"	20°26'43"	513
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT430	10/06/2012	17°43'38"	20°24'32"	359	-17°44'45"	20°25'49"	358
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT431	10/06/2012	17°40'22"	20°24'19"	108	-17°40'08"	20°25'45"	105
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT432	10/06/2012	17°35'28"	20°25'15"	80	-17°35'04"	20°26'43"	78
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT433	10/06/2012	17°12'09"	20°25'57"	31	-17°11'53"	20°27'32"	32
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT434	10/06/2012	17°11'37"	20°44'03"	38	-17°11'39"	20°45'28"	38
<i>CCLME-1205</i>	BT	BT435	10/06/2012	17°33'22"	20°44'10"	81	-17°33'05"	20°45'39"	81
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU001	17/11/2007	17°47'44"	20°46'60"	817	17°49'51"	20°45'54"	820
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU002	17/11/2007	17°50'30"	20°42'00"	616	17°53'04"	20°40'01"	626
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU003	17/11/2007	17°58'17"	20°48'13"	1267	17°55'60"	20°49'53"	1243
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU004	18/11/2007	18°32'26"	20°34'43"	1812	18°33'25"	20°31'49"	1824
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU005	18/11/2007	18°25'28"	20°37'23"	1400	18°26'28"	20°34'27"	1408
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU006	18/11/2007	18°13'29"	20°36'13"	1116	18°11'38"	20°38'40"	1144
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU007	19/11/2007	18°17'33"	20°45'06"	1667	18°19'14"	20°44'48"	1658

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU008	19/11/2007	18°15'52"	20°40'19"	1308	18°12'59"	20°41'10"	1308
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU009	19/11/2007	18°07'59"	20°44'44"	1412	18°05'08"	20°46'05"	1412
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU010	20/11/2007	18°11'18"	20°18'05"	1768	18°14'28"	20°18'26"	1777
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU011	20/11/2007	18°07'42"	20°24'46"	1305	18°04'53"	20°23'43"	1300
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU012	20/11/2007	18°07'24"	20°19'37"	1590	18°04'13"	20°19'05"	1569
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU013	21/11/2007	17°57'38"	20°25'35"	1006	18°00'00"	20°27'32"	997
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU014	21/11/2007	17°50'15"	20°39'01"	502	17°51'50"	20°36'18"	511
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU015	21/11/2007	17°51'47"	20°27'14"	670	17°50'04"	20°24'31"	675
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU017	22/11/2007	17°42'24"	20°10'22"	818	17°45'26"	20°11'25"	861
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU018	22/11/2007	17°39'16"	20°14'01"	519	17°37'16"	20°16'37"	402
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU019	22/11/2007	17°46'18"	20°05'04"	1222	17°46'09"	20°02'05"	1218
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU020	23/11/2007	17°52'03"	19°54'16"	1518	17°53'47"	19°56'49"	1538
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU021	23/11/2007	17°44'20"	19°51'02"	1453	17°46'28"	19°53'13"	1423
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU022	23/11/2007	17°31'44"	19°34'14"	1689	17°30'21"	19°31'34"	1628
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU023	24/11/2007	17°25'25"	19°50'44"	532	17°23'48"	19°50'46"	415
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU024	24/11/2007	17°23'48"	19°47'14"	900	17°26'36"	19°48'26"	926
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU025	24/11/2007	17°28'58"	19°42'44"	1432	17°30'53"	19°44'56"	1532
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU026	25/11/2007	17°12'32"	19°39'08"	744	17°14'38"	19°41'31"	744
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU027	25/11/2007	17°16'39"	19°38'58"	986	17°17'39"	19°38'58"	1016
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU028	25/11/2007	17°19'57"	19°25'54"	1537	17°20'04"	19°23'04"	1531
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU029	25/11/2007	17°12'35"	19°23'02"	1195	17°10'26"	19°20'47"	1199
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU030	26/11/2007	17°16'07"	19°18'26"	1448	17°18'15"	19°20'34"	1459
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU031	26/11/2007	17°33'17"	19°25'29"	1778	17°32'11"	19°22'44"	1811
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU032	26/11/2007	17°21'58"	19°14'51"	1681	17°19'52"	19°12'31"	1682
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU033	27/11/2007	16°59'38"	19°15'21"	741	16°57'33"	19°13'57"	736
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU034	27/11/2007	17°00'17"	19°11'03"	938	16°59'01"	19°10'16"	935
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU035	27/11/2007	17°09'01"	19°08'31"	1522	17°07'05"	19°06'14"	1530

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU036	27/11/2007	17°03'10"	19°02'54"	1385	17°03'45"	18°59'58"	1394
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU037	29/11/2007	16°50'40"	19°02'16"	403	16°50'52"	18°59'15"	442
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU038	29/11/2007	16°56'38"	18°58'40"	920	16°56'47"	18°55'35"	918
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU039	29/11/2007	17°01'57"	18°51'13"	1215	17°01'47"	18°54'14"	1240
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU040	29/11/2007	17°09'01"	18°55'03"	1683	17°08'25"	18°58'01"	1675
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU041	30/11/2007	17°07'18"	18°48'47"	1556	17°06'41"	18°45'50"	1581
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU042	30/11/2007	16°53'38"	18°32'47"	1180	16°52'56"	18°29'52"	1178
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU043	30/11/2007	16°55'02"	18°24'30"	1406	16°54'04"	18°21'36"	1409
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU045	01/12/2007	16°46'53"	18°44'11"	420	16°48'40"	18°46'41"	427
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU046	01/12/2007	16°48'22"	18°33'12"	848	16°47'40"	18°30'14"	847
<i>/Maurit-1107</i>	BT	MU047	01/12/2007	16°49'29"	18°27'30"	1000	16°48'46"	18°24'34"	1006
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU048	02/12/2007	16°48'35"	18°01'53"	1239	16°47'49"	18°04'51"	1218
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU049	02/12/2007	16°53'01"	18°08'33"	1546	16°52'47"	18°11'19"	1577
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU050	02/12/2007	16°48'54"	17°52'46"	1054	16°49'38"	17°49'53"	1075
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU051	03/12/2007	16°39'47"	17°47'32"	464	16°39'13"	17°49'51"	468
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU052	03/12/2007	16°45'25"	17°48'50"	774	16°46'14"	17°45'54"	792
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU053	03/12/2007	16°48'43"	17°44'57"	952	16°48'27"	17°48'04"	957
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU054	03/12/2007	16°39'02"	17°39'49"	414	16°39'10"	17°36'58"	451
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU055	04/12/2007	16°54'13"	17°26'37"	1310	16°52'49"	17°25'58"	1218
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU056	04/12/2007	16°55'48"	17°19'07"	1091	16°54'26"	17°21'53"	1159
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU057	04/12/2007	16°47'52"	17°11'05"	430	16°47'20"	17°13'32"	406
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU058	05/12/2007	17°07'48"	16°45'41"	1598	17°06'15"	16°48'06"	1566
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU059	05/12/2007	16°59'49"	16°47'37"	1215	16°58'34"	16°50'38"	1282
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU060	05/12/2007	17°06'28"	16°32'34"	1512	17°07'31"	16°29'45"	1530
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU061	06/12/2007	17°08'22"	16°07'46"	1440	17°06'36"	16°10'10"	1434
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU062	06/12/2007	17°04'18"	16°09'35"	1236	17°02'32"	16°12'06"	1244
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU063	06/12/2007	16°55'12"	16°18'39"	848	16°54'59"	16°21'32"	798

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU064	06/12/2007	16°51'44"	16°23'28"	452	16°51'01"	16°26'24"	468
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU065	07/12/2007	16°56'55"	16°25'09"	1007	16°57'15"	16°22'08"	1004
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU066	07/12/2007	17°00'18"	16°23'09"	1243	17°00'20"	16°26'16"	1317
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU067	07/12/2007	17°04'27"	16°31'10"	1381	17°03'38"	16°34'09"	1390
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU068	07/12/2007	16°59'29"	16°38'19"	1136	17°00'05"	16°41'10"	1146
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU069	08/12/2007	17°06'52"	16°50'32"	1629	17°04'49"	16°52'52"	1648
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU070	08/12/2007	16°48'39"	16°55'14"	755	16°48'53"	16°58'20"	801
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU071	08/12/2007	16°52'54"	17°07'09"	812	16°53'27"	17°10'16"	837
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU072	09/12/2007	17°02'26"	17°17'07"	1544	17°01'40"	17°16'17"	1517
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU073	09/12/2007	16°58'10"	17°15'50"	1330	16°58'55"	17°18'42"	1284
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU074	09/12/2007	17°03'46"	17°26'59"	1735	17°01'52"	17°29'27"	1750
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU075	10/12/2007	17°00'28"	17°36'56"	1688	17°00'30"	17°39'58"	1659
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU076	10/12/2007	16°55'56"	17°35'19"	1556	16°52'49"	17°34'37"	1398
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU077	10/12/2007	16°53'28"	17°31'09"	1277	16°52'34"	17°33'49"	1340
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU078	11/12/2007	16°40'28"	18°07'10"	842	16°41'19"	18°04'11"	850
<i>Maurit-1107</i>	BT	MU079	11/12/2007	16°36'39"	18°04'20"	554	16°36'07"	18°07'20"	576
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU080	17/11/2008	16°58'29"	18°20'50"	1666	16°59'32"	18°23'34"	1680
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU081	17/11/2008	16°52'43"	18°40'29"	912	16°54'34"	18°42'54"	900
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU082	17/11/2008	16°59'20"	18°40'20"	1298	17°00'22"	18°41'29"	1435
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU083	18/11/2008	18°19'40"	20°26'05"	1435	18°22'20"	20°27'22"	1420
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU084	18/11/2008	18°27'53"	20°42'20"	1680	18°25'56"	20°44'37"	1718
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU085	18/11/2008	18°04'53"	20°35'48"	898	18°02'37"	20°37'56"	862
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU086	19/11/2008	17°37'37"	20°44'40"	91	17°38'19"	20°41'40"	103
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU087	19/11/2008	17°42'37"	20°37'29"	271	17°44'55"	20°35'19"	305
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU088	19/11/2008	17°39'03"	20°29'25"	94	17°40'35"	20°26'46"	120
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU089	20/11/2008	17°53'30"	20°20'50"	1012	17°52'03"	20°18'23"	1000
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU091	20/11/2008	17°48'29"	20°04'35"	1418	17°48'08"	20°01'39"	1355

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU092	21/11/2008	18°01'07"	19°55'41"	1808	18°02'01"	19°53'05"	1862
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU093	21/11/2008	17°55'33"	19°51'02"	1740	17°53'00"	19°49'33"	1769
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU094	21/11/2008	17°35'13"	19°35'15"	1720	17°33'37"	19°32'43"	1734
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU095	22/11/2008	17°24'34"	19°39'02"	1393	17°22'42"	19°36'39"	1302
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU096	22/11/2008	17°15'23"	19°26'26"	1297	17°15'55"	19°23'33"	1300
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU097	22/11/2008	17°08'01"	19°24'18"	896	17°06'04"	19°21'57"	1064
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU100	23/11/2008	16°32'09"	18°08'43"	236	16°31'34"	18°05'23"	238
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU101	23/11/2008	16°24'17"	17°58'45"	104	16°23'27"	17°55'53"	96
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU102	24/11/2008	16°57'44"	17°59'52"	1700	n.a.	n.a.	n.a.
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU103	24/11/2008	16°52'42"	18°01'06"	1422	16°52'34"	18°03'53"	1470
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU105	24/11/2008	16°34'32"	17°58'21"	343	16°35'19"	17°55'27"	346
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU106	25/11/2008	16°46'25"	17°28'07"	850	16°48'58"	17°29'58"	1010
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU107	25/11/2008	16°43'48"	17°26'29"	640	16°43'05"	17°29'19"	660
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU108	25/11/2008	16°37'41"	17°22'55"	200	16°39'13"	17°20'16"	202
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU110	26/11/2008	17°02'23"	17°03'04"	1644	17°01'07"	17°00'32"	1635
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU111	26/11/2008	16°57'13"	17°09'13"	1107	16°56'13"	17°06'17"	1096
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU112	26/11/2008	16°53'52"	16°58'15"	1331	16°54'58"	16°53'20"	1347
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU113	27/11/2008	17°01'07"	16°19'16"	1322	17°03'26"	16°21'14"	1475
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU114	27/11/2008	17°05'50"	16°19'31"	1590	17°06'53"	16°16'34"	1677
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU116	28/11/2008	17°08'52"	16°41'57"	1685	17°10'14"	16°44'51"	1680
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU117	28/11/2008	17°00'14"	16°31'47"	1124	16°58'47"	16°29'09"	1010
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU119	29/11/2008	16°23'00"	17°31'58"	82	16°21'47"	17°34'58"	80
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU120	30/11/2008	16°51'20"	16°05'49"	109	16°49'32"	16°08'23"	105
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU121	30/11/2008	16°53'01"	16°10'05"	274	16°54'43"	16°08'48"	400
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU122	30/11/2008	16°47'08"	16°17'53"	107	16°45'47"	16°20'35"	97
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU123	30/11/2008	16°50'01"	16°23'07"	278	16°50'26"	16°26'08"	362
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU129	02/12/2008	16°45'08"	16°52'43"	95	16°44'25"	16°53'53"	93

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU130	02/12/2008	16°46'48"	16°44'31"	252	16°47'01"	16°47'12"	362
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU131	02/12/2008	16°43'21"	17°00'55"	102	16°41'50"	17°03'33"	104
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU133	02/12/2008	16°31'19"	17°08'44"	87	16°29'49"	17°11'31"	87
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU134	03/12/2008	16°46'45"	17°06'06"	311	16°47'13"	17°03'10"	436
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU135	03/12/2008	16°41'04"	17°15'20"	185	16°39'07"	17°17'38"	173
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU136	03/12/2008	16°33'04"	17°16'40"	103	16°32'06"	17°19'34"	112
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU137	03/12/2008	16°25'29"	17°21'43"	81	16°25'00"	17°24'47"	84
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU138	04/12/2008	16°30'29"	17°27'42"	123	16°30'12"	17°30'44"	130
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU139	04/12/2008	16°23'23"	17°39'19"	96	16°23'20"	17°42'25"	97
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU140	04/12/2008	16°38'11"	17°39'25"	376	16°38'00"	17°42'28"	377
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU141	04/12/2008	16°34'53"	17°46'56"	280	16°34'16"	17°49'52"	277
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU142	05/12/2008	16°28'17"	18°09'13"	109	16°28'34"	18°12'29"	112
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU143	05/12/2008	16°35'16"	18°15'41"	322	16°36'34"	18°18'29"	n.a.
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU144	05/12/2008	16°29'14"	18°17'21"	119	16°29'12"	18°20'19"	138
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU145	05/12/2008	16°36'14"	18°26'47"	232	16°36'42"	18°29'45"	230
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU146	06/12/1902	16°39'35"	18°29'02"	356	16°39'35"	18°32'00"	360
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU147	06/12/2008	16°34'31"	18°41'01"	134	16°33'14"	18°38'04"	139
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU148	06/12/2008	16°36'28"	18°42'02"	215	16°38'29"	18°39'56"	245
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU149	06/12/2008	16°30'21"	18°47'59"	93	16°30'26"	18°51'05"	146
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU150	07/12/2008	16°44'10"	18°44'54"	292	16°42'42"	18°42'20"	341
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU152	07/12/2008	16°48'58"	18°50'25"	381	16°49'03"	18°53'35"	316
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU153	07/12/2008	16°46'09"	18°56'13"	216	16°47'24"	18°58'56"	218
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU154	08/12/2008	16°38'48"	18°57'13"	92	16°39'13"	19°00'10"	102
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU155	08/12/2008	16°46'17"	19°04'38"	210	16°48'58"	19°03'18"	257
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU156	08/12/2008	16°39'56"	19°08'17"	107	16°39'40"	19°11'17"	102
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU157	08/12/2008	16°50'13"	19°12'04"	278	16°49'40"	19°14'27"	454
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU158	08/12/2008	16°43'32"	19°15'38"	80	16°42'10"	19°12'56"	98

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU159	09/12/2008	16°34'30"	17°37'55"	224	16°34'24"	17°41'01"	229
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU160	09/12/2008	16°29'14"	17°38'31"	143	16°29'07"	17°41'17"	147
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU161	09/12/2008	16°20'46"	17°47'48"	89	16°21'16"	17°50'57"	92
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU163	10/12/2008	16°59'04"	18°27'26"	1518	16°58'15"	18°30'14"	1516
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU164	10/12/2008	16°44'46"	18°16'55"	998	16°43'19"	18°14'24"	1004
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU165	10/12/2008	16°47'09"	18°09'12"	1214	16°47'20"	18°06'10"	1216
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU166	11/12/2008	16°25'38"	18°09'24"	87	16°25'32"	18°12'19"	85
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU167	11/12/2008	16°30'11"	18°28'10"	101	16°30'27"	18°31'12"	108
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU168	12/12/2008	16°52'13"	19°25'20"	87	16°53'28"	19°23'20"	92
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU169	12/12/2008	17°06'23"	19°25'18"	776	17°07'12"	19°28'07"	724
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU170	12/12/2008	16°57'20"	19°30'49"	102	16°57'47"	19°33'55"	92
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU171	12/12/2008	16°59'05"	19°35'19"	105	16°58'55"	19°38'25"	100
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU172	13/12/2008	17°06'17"	19°38'55"	240	17°05'09"	19°38'41"	282
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU173	13/12/2008	17°11'02"	19°44'50"	314	17°12'22"	19°45'24"	540
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU174	13/12/2008	17°13'22"	19°50'01"	85	17°15'46"	19°52'17"	84
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU175	13/12/2008	17°18'26"	19°47'30"	618	17°20'32"	19°48'07"	850
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU176	13/12/2008	17°02'30"	18°37'48"	1590	17°04'40"	18°40'15"	1655
<i>Maurit-0811</i>	BT	MU178	14/12/2008	16°57'13"	18°59'55"	968	16°57'29"	19°02'55"	969
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU179	16/11/2009	16°45'59"	18°48'25"	303	16°45'23"	18°46'46"	304
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU180	16/11/2009	16°57'11"	18°47'49"	906	16°57'22"	18°50'56"	919
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU181	17/11/2009	16°44'53"	19°11'00"	142	16°45'50"	19°12'27"	148
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU183	18/11/2009	17°04'53"	19°40'41"	138	17°03'38"	19°39'27"	177
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU184	18/11/2009	17°01'19"	19°29'44"	213	17°00'43"	19°28'06"	202
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU185	18/11/2009	17°10'47"	19°24'46"	1052	17°11'41"	19°27'45"	1060
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU186	19/11/2009	19°03'59"	19°35'44"	174	17°03'19"	19°34'06"	174
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU187	19/11/2009	17°19'28"	19°40'26"	1080	17°20'41"	19°43'11"	1235
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU188	19/11/2009	17°25'24"	19°50'08"	627	17°22'43"	19°50'05"	627

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU189	20/11/2009	17°47'51"	19°53'38"	1428	17°50'29"	19°55'19"	1436
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU190	20/11/2009	17°43'13"	19°56'19"	1095	17°42'16"	19°54'40"	1173
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU192	20/11/2009	17°57'28"	19°59'28"	268	17°59'07"	19°57'04"	268
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU193	22/11/2009	17°57'28"	19°59'28"	1746	17°59'07"	19°59'01"	1749
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU194	22/11/2009	17°54'29"	20°11'00"	1532	17°51'54"	20°09'33"	1575
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU195	23/11/2009	18°03'31"	20°24'31"	1236	18°06'10"	20°26'10"	1214
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU196	23/11/2009	17°56'29"	20°32'23"	712	17°54'42"	20°29'53"	719
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU198	24/11/2009	17°56'47"	20°42'48"	975	17°58'19"	20°39'26"	984
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU199	24/11/2009	17°58'19"	20°39'26"	778	18°00'10"	20°36'34"	774
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU200	25/11/2009	17°41'53"	20°41'16"	352	17°40'27"	20°42'16"	334
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU201	25/11/2009	17°36'07"	20°40'33"	87	17°36'17"	20°38'49"	87
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU202	26/11/2009	17°47'59"	20°34'54"	390	17°47'55"	20°36'11"	398
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU203	26/11/2009	17°44'02"	20°36'56"	298	17°42'58"	20°38'16"	294
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU204	26/11/2009	17°39'26"	20°37'53"	155	17°39'01"	20°39'35"	145
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU205	27/11/2009	17°33'28"	20°33'56"	89	17°36'54"	20°32'22"	93
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU206	28/11/2009	17°45'13"	20°26'24"	362	17°44'16"	20°24'56"	364
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU207	29/11/2009	17°32'20"	20°00'54"	88	17°33'48"	19°59'52"	117
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU208	29/11/2009	17°32'25"	20°02'03"	96	17°31'32"	20°00'38"	79
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU209	29/11/2009	17°28'59"	19°57'01"	115	17°29'02"	19°55'23"	150
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU210	30/11/2009	16°52'06"	19°24'53"	86	16°52'25"	19°23'10"	90
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU211	30/11/2009	16°52'50"	19°21'50"	92	16°52'35"	19°21'18"	109
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU212	30/11/2009	16°54'08"	19°19'55"	163	16°56'04"	19°18'19"	200
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU213	02/12/2009	16°47'17"	17°37'22"	982	16°48'28"	17°40'08"	986
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU215	02/12/2009	16°39'31"	17°29'44"	358	16°40'10"	17°28'06"	364
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU217	04/12/2009	16°47'36"	16°17'47"	111	16°48'17"	16°14'11"	113
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU218	04/12/2009	16°46'53"	16°09'09"	97	16°46'29"	16°10'50"	94
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU219	06/12/2009	16°50'28"	16°12'13"	125	16°50'01"	16°13'35"	129

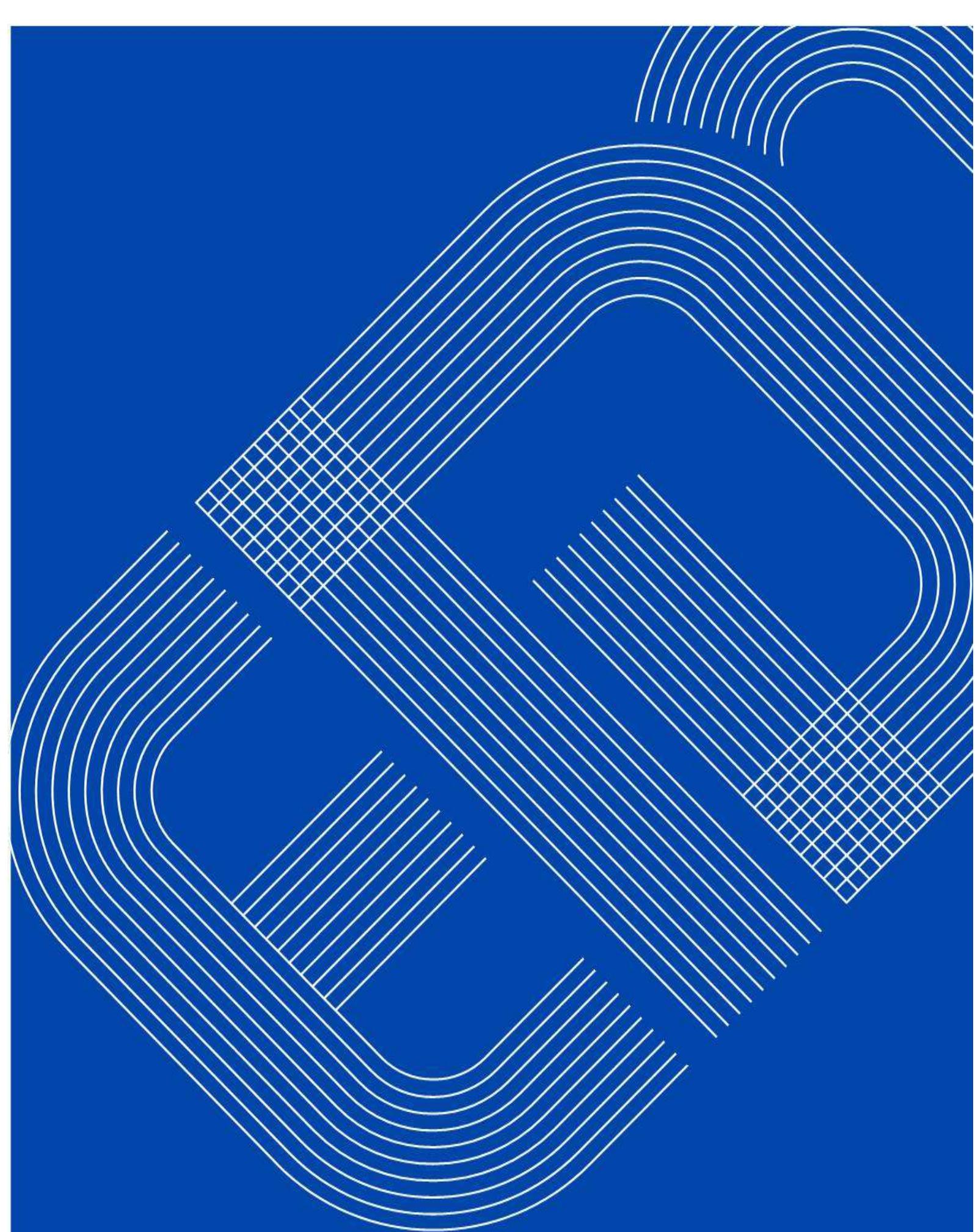
Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU220	06/12/2009	16°46'23"	16°24'22"	108	16°45'22"	16°25'46"	100
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU221	07/12/2009	16°59'58"	17°07'58"	1318	16°59'54"	17°05'01"	1384
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU222	07/12/2009	16°51'52"	17°13'22"	729	16°51'04"	17°16'16"	723
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU223	09/12/2009	16°26'40"	17°48'20"	116	16°26'55"	17°46'46"	117
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU224	09/12/2009	16°31'52"	17°36'05"	173	16°32'23"	17°34'40"	177
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU226	09/12/2009	16°44'58"	16°55'55"	109	16°45'16"	16°57'43"	107
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU228	10/12/2009	16°28'12"	18°01'06"	136	16°26'47"	18°01'47"	172
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU229	10/12/2009	16°34'32"	18°05'01"	386	16°34'35"	18°06'31"	391
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU230	12/12/2009	16°54'26"	18°27'35"	1312	16°53'28"	18°27'43"	1306
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU231	12/12/2009	16°53'32"	18°39'38"	1003	16°52'02"	18°36'48"	1003
<i>Maurit-0911</i>	BT	MU233	13/12/2009	16°37'12"	18°44'26"	165	16°38'48"	18°43'50"	189
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU238	17/11/2010	18°32'60"	20°31'22"	1787	18°32'14"	20°34'03"	1772
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU240	18/11/2010	17°40'13"	20°26'46"	106	17°40'19"	20°28'30"	108
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU242	19/11/2010	18°07'19"	20°24'28"	1303	18°04'26"	20°23'37"	1290
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU243	20/11/2010	17°42'28"	20°10'10"	827	17°45'21"	20°11'26"	850
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU244	20/11/2010	17°39'08"	20°06'53"	271	17°38'37"	20°05'10"	257
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU245	20/11/2010	17°51'59"	19°54'05"	1515	17°54'16"	19°55'57"	1557
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU246	21/11/2010	17°38'48"	19°48'50"	1382	17°41'41"	19°49'36"	1436
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU247	21/11/2010	17°50'51"	19°49'50"	1700	17°53'31"	19°51'10"	1698
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU249	22/11/2010	17°44'03"	19°51'15"	1430	17°46'01"	19°52'35"	1440
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU250	22/11/2010	17°42'29"	19°43'50"	1747	17°40'08"	19°41'56"	1867
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU251	24/11/2010	17°17'14"	19°50'43"	107	17°18'46"	19°51'16"	107
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU252	24/11/2010	17°11'08"	19°44'36"	337	17°12'36"	19°45'03"	502
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU253	24/11/2010	17°12'37"	19°39'35"	723	17°14'36"	19°41'47"	743
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU256	25/11/2010	17°16'02"	19°35'00"	1160	17°18'43"	19°36'40"	1160
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU257	28/11/2010	17°20'55"	19°14'13"	1652	17°19'09"	19°11'47"	1698
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU258	28/11/2010	17°13'23"	19°20'42"	1293	17°14'41"	19°23'26"	1269

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU260	29/11/2010	16°43'31"	19°12'38"	101	16°44'20"	19°14'08"	120
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU261	29/11/2010	16°44'14"	19°14'26"	111	16°46'02"	19°13'19"	146
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU264	30/11/2010	17°00'58"	18°53'42"	1176	17°00'58"	18°50'40"	1145
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU266	01/12/2010	16°24'13"	17°57'46"	103	16°23'46"	17°55'56"	103
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU267	02/12/2010	16°39'38"	17°58'53"	673	16°38'43"	18°01'43"	670
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU268	03/12/2010	16°48'08"	17°48'04"	937	16°48'25"	17°44'53"	938
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU269	03/12/2010	17°00'20"	17°36'36"	1677	17°00'19"	17°33'46"	1717
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU270	04/12/2010	17°02'18"	17°16'57"	1547	17°00'58"	17°18'43"	1476
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU271	04/12/2010	16°57'28"	17°09'52"	1114	16°56'28"	17°06'59"	1105
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU272	05/12/2010	17°04'11"	16°30'49"	1361	17°03'07"	16°34'30"	1329
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU273	05/12/2010	17°09'16"	16°42'43"	1657	17°09'59"	16°44'23"	1656
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU274	06/12/2010	17°10'08"	16°08'44"	1590	17°08'40"	16°11'14"	1599
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU275	06/12/2010	17°00'32"	16°24'07"	1275	17°00'37"	16°27'04"	1214
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU279	08/12/2010	16°48'10"	16°28'24"	170	16°47'58"	16°29'56"	170
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU280	08/12/2010	16°47'49"	16°33'56"	230	16°46'27"	16°34'50"	239
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU283	11/12/2010	16°31'34"	17°08'40"	92	16°30'32"	17°10'10"	91
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU286	12/12/2010	16°39'22"	17°46'20"	436	16°38'37"	17°49'14"	427
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU287	12/12/2010	16°40'16"	18°07'11"	846	16°40'16"	18°10'14"	861
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU288	13/12/2010	16°48'56"	18°01'37"	1258	16°47'53"	18°04'20"	1220
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU289	13/12/2010	16°58'18"	18°27'05"	1560	16°59'05"	18°29'57"	1572
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU290	14/12/2010	16°35'23"	18°16'53"	311	16°35'35"	18°18'44"	311
<i>Maurit-1011</i>	BT	MU291	14/12/2010	16°29'17"	18°26'32"	106	16°31'18"	18°26'22"	137
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV01	21/11/2009	17°36'52"	20°09'46"	112	17°36'51"	20°10'06"	112
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV04	21/11/2009	17°44'26"	20°02'16"	1062	17°44'36"	20°02'29"	1090
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV05	21/11/2009	17°50'01"	20°05'10"	1536	17°49'60"	20°05'24"	1576
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV06	25/11/2009	18°11'13"	20°45'20"	1588	18°11'05"	20°45'34"	1618
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV07	25/11/2009	18°01'44"	20°43'34"	1092	18°01'38"	20°43'50"	1122

Campaña	Arte	Estación	Fecha	Long. inicial (O)	Latit. inicial (N)	Prof. inicial (m)	Long. final (O)	Latit. final (N)	Prof. final (m)
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV08	26/11/2009	17°38'47"	20°44'50"	174	17°38'37"	20°45'03"	168
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV09	27/11/2009	17°45'48"	20°43'34"	549	17°45'25"	20°43'43"	555
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV10	27/11/2009	17°40'07"	20°44'25"	332	17°40'16"	20°44'37"	344
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV11	03/12/2009	17°04'55"	16°47'42"	1517	17°05'08"	16°47'31"	1508
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV12	03/12/2009	16°57'01"	16°48'01"	1025	16°56'59"	16°48'14"	1043
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV13	03/12/2009	16°50'37"	16°46'23"	493	16°50'58"	16°46'31"	517
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV14	03/12/2009	16°47'36"	16°46'02"	300	16°47'33"	16°45'49"	281
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV15	03/12/2009	16°45'08"	16°46'27"	148	16°44'56"	16°46'39"	135
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV16	11/12/2009	16°59'19"	18°29'11"	1588	16°59'35"	18°29'21"	1630
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV17	11/12/2009	16°50'03"	18°28'37"	1022	16°50'01"	18°28'23"	1026
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV18	11/12/2009	16°42'43"	18°28'27"	559	16°42'40"	18°28'14"	574
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV19	11/12/2009	16°38'02"	18°27'35"	306	16°37'58"	18°27'22"	306
<i>Maurit-0911</i>	BV	MUBV20	12/12/2009	16°32'37"	18°28'16"	155	16°32'32"	18°28'02"	155
<i>Maurit-1011</i>	BV	MUBV21	23/11/2010	17°17'13"	19°50'36"	107	17°17'40"	19°50'41"	109
<i>Maurit-1011</i>	BV	MUBV22	23/11/2010	17°17'25"	19°49'07"	300	17°17'47"	19°49'14"	n.a.
<i>Maurit-1011</i>	BV	MUBV23	23/11/2010	17°26'12"	19°37'47"	1478	17°25'54"	19°37'33"	1473
<i>Maurit-1011</i>	BV	MUBV24	24/11/2010	17°23'47"	19°46'17"	968	17°23'16"	19°46'03"	1077
<i>Maurit-1011</i>	BV	MUBV25	24/11/2010	17°17'50"	19°48'09"	499	17°17'23"	19°47'56"	520



Esta Tesis de Doctorado constituye la Contribución ECOAFRIK N° 44



Universida_{de}Vigo