

INMACULADA FRUTOS

*Różnorodność i ekologia głębinowej fauny suprabentosu*

Załącznik nr 2a

Autoreferat

## Autoreferat

### 1. IMIĘ I NAZWISKO.

Maria Inmaculada FRUTOS PARRALEJO

### 2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE LUB ARTYSTYCZNE – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2006 Doktorat w dziedzinie nauk biologicznych. Wydział Zoologii i Antropologii, Uniwersytet w Alcalá (Alcalá de Henares, **Hiszpania**). Badania przeprowadzono w Hiszpańskim Instytucie Oceanografii w La Coruña (La Coruña, Hiszpania).

*Tytuł: Badanie zbiorowisk suprabentycznych z ría de La Coruña i przyległego szelfu kontynentalnego (NW Półwysep Iberyjski).* Opiekun pracy: Dr Eduardo López-Jamar

1995 Licencjat na kierunku Nauki biologiczne (specjalność: Zoologia), Wydział Biologii, Uniwersytet Complutense w Madrycie (**Hiszpania**).

### 3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH LUB ARTYSTYCZNYCH.

2018 – present Adiunkt, Uniwersytet Łódzki, Łódź, Polska

2014 – 2018 Naukowiec: post-doc, Muzeum Zoologiczne, Uniwersytet w Hamburgu, Niemcy

2010 – 2013 Naukowiec, Hiszpański Instytut Oceanografii, C.O. Santander, Hiszpania

2008 – 2009 Naukowiec, Hiszpański Instytut Oceanografii, C.O. La Coruña, Hiszpania

2007 – 2008 Naukowiec: post-doc, Stacja morska w Arcachon, Uniwersytet w Bordeaux, Francja

2004 – 2007 Naukowiec, Hiszpański Instytut Oceanografii, C.O. La Coruña, Hiszpania

2000 – 2004 Doktorant, Hiszpański Instytut Oceanografii, C.O. La Coruña, Hiszpania

1999 – 2000 Asystent: opiekun kolekcji bezkręgowców Narodowe Muzeum Nauk Przyrodniczych, Madryt, Hiszpania

### 4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2 USTAWY Z DNIA 20 LIPCA 2018 r. PRAWO O SZKOLNICTWIE WYŻSZYM I NAUCE (DZ. U. Z 2021 R. POZ. 478 Z PÓŹN. ZM.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Tytuł: *Różnorodność i ekologia głębinowej fauny suprabentosu*

Na dorobek składa się cykl siedmiu publikacji z lat 2014–2022:

- (1) **Frutos I**, Sorbe JC. 2014. Bathyal suprabenthic assemblages from the southern margin of the Capbreton Canyon (“Kostarrenkala” area), SE Bay of Biscay. *Deep-Sea Research II* 104, 291–309. doi: 10.1016/j.dsr2.2013.09.010

IF<sub>2014</sub>: 2.190; MNiSW<sub>2017</sub>: 35; MNiSW<sub>2021</sub>: 70

Wkład: Koncepcja badań; sortowanie prób i identyfikacja taksonomiczna (gatunkowa); zarządzanie danymi; analizy statystyczne; interpretacja danych i dyskusja wyników; przygotowanie rycin i tabel; przygotowanie koncepcji pracy i napisanie draftu; przegląd i edycja wersji ostatecznej; korespondencja z recenzentami i edytorem.

- (2) **Frutos I**, Sorbe JC. 2017. Suprabenthic assemblages from the Capbreton area (SE Bay of Biscay). Faunal recovery after a canyon turbiditic disturbance. *Deep-Sea Research I* 130, 36–46. doi: 10.1016/j.dsr.2017.10.007

IF<sub>2017</sub>: 2.384; MNiSW<sub>2017</sub>: 100; MNiSW<sub>2021</sub>: 100

Wkład: Koncepcja badań; sortowanie prób i identyfikacja gatunkowa; zarządzanie danymi; analizy statystyczne; interpretacja danych i dyskusja wyników; przygotowanie rycin i tabel; przygotowanie koncepcji pracy i napisanie draftu; przegląd i edycja wersji ostatecznej; korespondencja z recenzentami i edytorem.

- (3) **Frutos I**, Jazdzewska AM. 2019. Deep-sea amphipod fauna of the Sea of Okhotsk. *Progress in Oceanography* 178, 102147. doi:10.1016/j.pocan.2019.102147

IF<sub>2019</sub>: 4.060; MNiSW<sub>2019</sub>: 140; MNiSW<sub>2021</sub>: 140

Wkład: Koncepcja i zaprojektowanie badań; pobór prób w terenie (statek badawczy), zbieranie, sortowanie i przygotowanie materiału do prac laboratoryjnych; identyfikacja Amphipoda; analizy statystyczne i ekologiczne; interpretacja danych i dyskusja wyników; przygotowanie tabel i grafiki; przygotowanie draftu; korekta i edycja wersji ostatecznej; korespondencja z recenzentami i edytorem.

- (4) Preciado I, Cartes JE, Punzón A, **Frutos I**, López-López L, Serrano A. 2017. Food web functioning of the benthopelagic community in a deep-sea seamount based on diet and stable isotope analyses. *Deep-Sea Research II* 137, 56–68. doi:10.1016/j.dsr2.2016.07.013

IF<sub>2017</sub>: 2.451; MNiSW<sub>2017</sub>: 70; MNiSW<sub>2021</sub>: 70

Wkład: Sortowanie prób w terenie (statek badawczy); analiza treści pokarmowej (identyfikacja skorupiaków); udział w interpretacji danych i dyskusji wyników; edycja tabeli; współredakcja ostatecznej wersji manuskryptu.

- (5) Ríos P, Altuna A, **Frutos I**, Manjón-Cabeza E, García-Guillén L, Macías-Ramírez A, Ibarrola TP, Gofas S, Taboada S, Souto J, Álvarez F, Saiz-Salinas JJ, Cárdenas P, Rodríguez-Cabello C, Lourido A, Boza C, Rodríguez-Basalo A, Prado E, Abad-Urribarren A, Parra S, Sánchez F, Cristobo J. 2022. Avilés Canyon System: Increasing the benthic biodiversity knowledge. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 274, 107924. doi: 10.1016/j.ecss.2022.107924

IF<sub>2021</sub>: 3.229; MNiSW<sub>2019</sub>: 130; MNiSW<sub>2021</sub>: 100

Wkład: Pobór prób w terenie (statek badawczy), identyfikacja suprabentycznych; praca w całą kolekcją Arthropoda, napisanie dyskusji, wykonanie zdjęć dokumentujących, przygotowywanie tablic, współredakcja ostatecznej wersji manuskryptu.

- (6) Malyutina M, **Frutos I**, Brandt A. 2018. Diversity and distribution of the deep-sea Atlantic *Acanthocope* (Crustacea, Isopoda, Munnopsidae), with description of two new species. *Deep-Sea Research II* 148, 130–150. doi:10.1016/j.dsr2.2017.11.003

IF<sub>2018</sub>: 2.430; MNiSW<sub>2019</sub>: 70; MNiSW<sub>2021</sub>: 70

Wkład: Koncepcja i projekt badań; pobieranie prób w terenie (statek badawczy), zbieranie i sortowanie materiału z dwóch wypraw badawczych; identyfikacja gatunków; wstępne rysunki jednego z nowych gatunków; studiowanie dodatkowych materiałów muzealnych, zdeponowanie serii typów nowych gatunków w muzeum; przygotowanie map i tabel; zarządzanie danymi do analiz ekologicznych i rozmieszczenia; skonstruowanie klucza do identyfikacji gatunków; napisanie części ekologicznej manuskryptu; redakcja finalnej wersji pracy.

- (7) **Frutos I**, Sorbe JC. 2022. Seamounts, canyons and slope: the preference of a new stilipedid amphipod (Crustacea: Amphipoda) for the Bay of Biscay. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 275, 107992. doi: 10.1016/j.ecss.2022.107992

IF<sub>2021</sub>: 3.229; MNiSW<sub>2019</sub>: 130; MNiSW<sub>2021</sub>: 100

Wkład: Koncepcja i projekt badań; pobieranie prób w terenie (statek badawczy), zbieranie i sortowanie materiału z wypraw hiszpańskich; identyfikacja gatunków; preparatyka wybranych osobników i przygotowanie preparatów mikroskopowych oraz wykonanie rysunków budowy morfologicznej; rejestracja nowych gatunków; zdeponowanie serii typów nowych gatunków w muzeum; przygotowanie tabeli, map i tablic; konstrukcja klucza do identyfikacji gatunków; przygotowanie draftu pracy; recenzja i redakcja wersji ostatecznej; korespondencja z recenzentami i edytorem.

**Suprabentos** morski to zespół zwierząt, głównie drobnych skorupiaków, sprawnie pływających i zasiedlających warstwę wody tuż nad jego dnem (Brunel et al., 1978). Mimo że suprabentos jest ważną formacją ekologiczną wszystkich ekosystemów morskich, pozostaje on słabo zbadany i praktycznie nieznan w wielu regionach. Suprabentos jest reprezentowany głównie przez obunogi (Amphipoda), równonogi (Isopoda), pośródk (Cumacea), Lophogastrida, Iasonogi (Mysidacea) i kleszczugowce (Tanaidacea) z nadrzędu Peracarida, jak również przez dziesięcionogi (Ecapoda) i eufauzje (Euphausiidae) z nadrzędu Eucarida.

Suprabentos jest ważnym komponentem diety wielu gatunków ryb dennych/demersalnych (Sorbe, 1981; Cartes, 1998; **Preciado i in., 2009; 2017**) i skorupiaków dziesięcionogich (Cartes, 1994; Fanelli i Cartes, 2004). Organizmy zoobentosu są szczególnie wrażliwe na wszelkiego rodzaju zaburzenia środowiska, a zwłaszcza te związane z dopływem zanieczyszczeń (np. wycieki ropy naftowej). Skutki takich zdarzeń są możliwe do obserwacji już w krótkim odstępie czasu od momentu wydarzenia, a

negatywne zmiany w strukturze i charakterze zespołu suprabentosowego są zazwyczaj długotrwałe (Dauvin i Zouhiri, 1996; Poggiale i Dauvin, 2001).

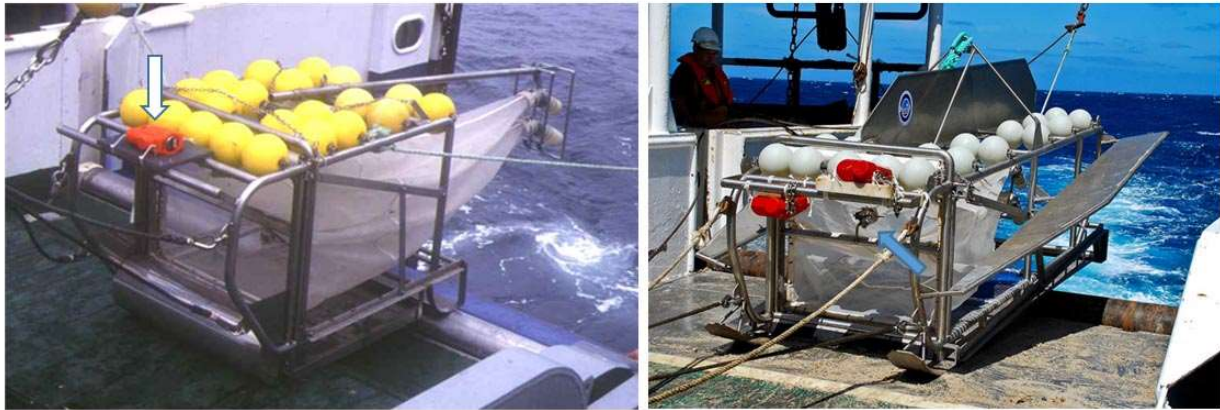
Pomimo znaczenia jakie suprabentos odgrywa w ekosystemach bentosowych, formacja ta nie była obiektem wielu badań ekologicznych. Stosowane w badaniach ekologicznych konwencjonalne przyrządy połowowe, tj. chwytaki dna lub czerpacze skrzynkowe, zostały zaprojektowane do pozyskiwania prób osadów z niewielkiej powierzchni dna morskiego. Zetknięcie czerpacza z dnem powoduje efekt fali uderzeniowej („bow-wave”), która płoszy przydenną faunę i czyni te przyrządy nieefektywnymi w badaniach suprabentosu. Podejmując się badań suprabentos i stojąc przed problemem braku dobrego przyrządu do ich połowu, włączyłam się w projekt konstruowania sań epibentonicznych dedykowanych badaniom zwierząt żyjących nad dnem i umożliwiającego ocenę ich wertykalnego rozmieszczenia.

Sanie epibentoniczne to metalowe podwozie zamontowane na prowadnicach, wyposażone w jedną lub więcej sieci o okach 0,5 mm i powiązane z systemem otwierania i zamykania, uruchamianym w chwili kontaktu z dnem morskim (zapobieganie zbierania organizmów pelagicznych podczas opuszczania i podnoszenia sani z dna). Sanie zostały wyposażone w przepływomierz i „pinger” (system akustyczny). Przyrządy te pozwalają oszacować długość zaciągu, a także do precyzyjnej oceny pozycji sań w chwili ich kontaktu z dnem i w chwili zakończenia trałowania. Zamontowanie przepływomierza i „pinger” umożliwiło oszacowanie objętości próby i wykorzystania jej do badań ilościowych.



Suprabentyczne sanie zaprojektowane i przystosowane do pobierania prób na potrzeby badań mojej rozprawy doktorskiej przygotowanej w ría de La Coruña

Skonstruowane sanie epibentoniczne pozwoliły mi na efektywne zbieranie organizmów pływających nad dnem morza i stały się kluczowym przyrządem w moich badaniach suprabentosu (Frutos et al., 2017; 2022). Jako aktywny uczestnik ekspedycji związanych z realizacją projektów tworzących strukturę mojej kariery (33 ekspedycje, 673 dni robocze na pokładzie), wykorzystywałam wielokrotnie sanie epibentoniczne w badaniach fauny miękkiego dna (podłoże piaszczyste do mulistego) w strefie szelfowej (nerytycznej) jak i głębokowodnej (abysalnej).



Suprabentyczne sanie zmodyfikowane (po lewej) i przeprojektowane (po prawej) do pobierania prób na głębokości batialnej w Zatoce Biskajskiej. Przepływomierz (strzałka niebieska) i „pinger” (strzałka biała) umieszczone na ramie sań.

Badania fauny związanej z twardym podłożem i przestrzennych siedliskach złożonych z gąbek, koralowców madreporowych lub Alcyonaria uznawanych głównie za wrażliwe ekosystemy morskie (VME), wymagają stosowania nieinwazyjnych metod pobierania próbek z suprabentosu. W tych siedliskach próby do moich badań zbierane były za pomocą próbnika ssącego zamontowanego na zdalnie sterowanych pojazdach (ROV) lub załogowych statkach podwodnych. Udoskonalając tę metodykę poboru prób, po raz pierwszy zaprojektowałam sieć, którą zamontowaną na sprzęcie fotogrametrycznym holowanym nad głębinowymi rafami koralowymi. Sieć ta okazała się niezwykle efektywnym rozwiązaniem do poboru suprabentos (**Frutos et al., 2017, 2022**).

Badania suprabentosu rozpoczęłam już jako studentka studiów magisterskich podczas pobytu w ramach programu ERASMUS w Stacji Morskiej w Arcachon (Uniwersytet w Bordeaux, Francja), zlokalizowanej u wybrzeży Zatoki Biskajskiej. Badania te zainspirowały mnie do dalszych działań naukowych, które kontynuowałam już jako doktorantka przygotowując moją rozprawę doktorską poświęconą badaniom podwodnych zbiorowisk suprabentosowych z Ría de La Coruña i jego szelfu kontynentalnego (NW Półwysep Iberyjski). Promotorem mojej rozprawy doktorskiej obronionej w 2006 r. na Uniwersytecie Alcalá (Madryt, Hiszpania) był Dr Eduardo López-Jamar.

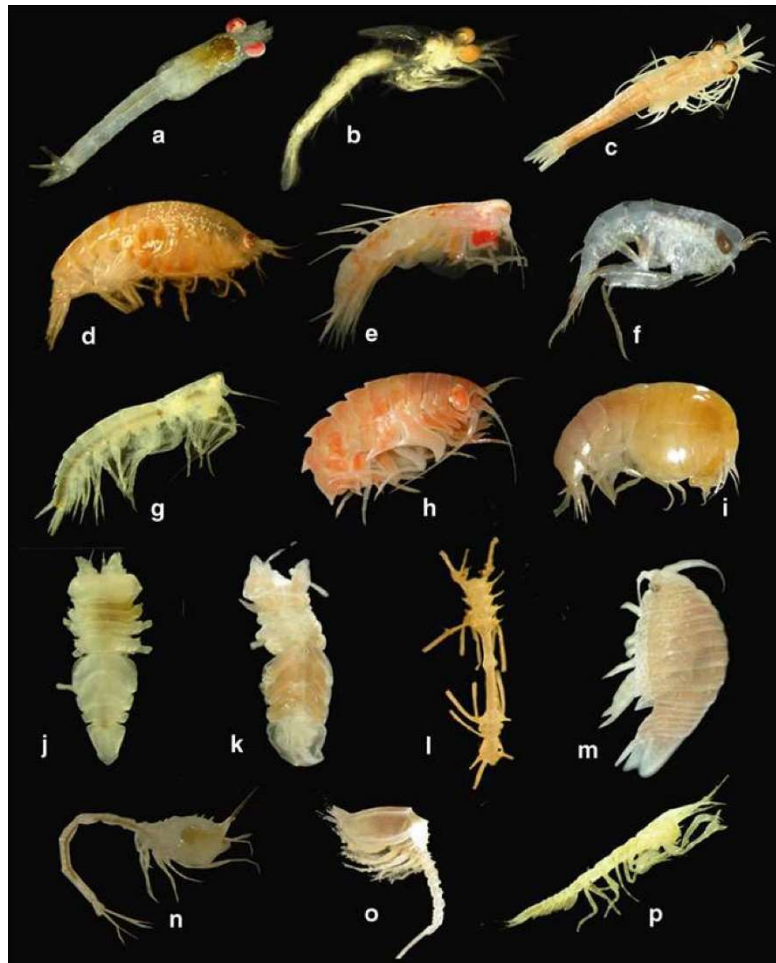
Skład fauny i rozmieszczenie przestrzenne suprabenthosu pozwoliły mi na zdefiniowanie dwóch odrębnych zbiorowisk, tj. zbiorowiska związanego z osadami drobnopiaszczystymi, i zbiorowiska mulistego dna w obszarze portu. Poza strefą szelfową, dane faunistyczne pozwoliły na odróżnienie zbiorowiska szelfowego od innych zbiorowisk ustabilizowanych na krańcach szelfu. Dodatkowo, oceaniczny charakter Ría de La Coruña widoczny był w obecności typowych gatunków oceanicznych w jego wewnętrznej części. Warto podkreślić, że moje badania obejmowały obserwacje sezonowe, podczas

których oceniałam wzrost liczebności mszywiolów i obunogów wiosną i jesienią. Wykonane przeze mnie badania suprabentosu z wykorzystaniem san epibentonicznych były pierwszymi tego typu badaniami w hiszpańskim sektorze Atlantyku i można je uznać za przełomowe z uwagi na otrzymanie dobrej jakości i bogatych prób, które posłużyły do dalszych analiz.

Po ukończeniu studiów doktoranckich, kontynuowałam moje badania zbiorowisk przydennych również poza strefą szelfu kontynentalnego (200 m), tj. w strefie stok kontynentalnego (200–3500 m), dna oceanicznego (3500–6000 m głębokości) i w rowach oceanicznych (> 6000 m). Moje badania dotyczyły wcześniej już eksplorowanej przeze mnie Zatoki Biskajskiej, ale również Morza Północnego, Grzbietu Reykjanes, Grzbietu Śród atlantyckiego, uskoku Vema i Rowu Portoryko (Atlantyk), a także okolic Seszeli (Oc. Indyjski) oraz w Morzu Ochockim, rowie Kurylsko-Kamczackim i w wodach Nowej Kaledonii (Pacyfik). Łącznie uczestniczyłam w 33 wyprawach (673 dni robocze na pokładzie) w celu pobrania prób fauny suprabentos z wykorzystaniem san bentonicznych. Wszystkie te wyprawy były przedsięwzięciami realizowanymi w ramach międzynarodowych programów badawczych.

Zebrany materiał badawczy pozwolił mi na scharakteryzowanie struktury głębinowych zbiorowisk suprabentosu w kanionach podmorskich Capbreton i Avilés w Zatoce Biskajskiej oraz w kanionie Blanes (północno-zachodnia część Morza Śródziemnego), a także na wzniesieniach podwodnych tj., Bank Le Danois w Zatoce Biskajskiej, Bank Galicia w północnym Atlantyku oraz Bank Saya de Malha (Oc. Indyjski). Oceńałam także wpływ wycieku ropy z tankowca *Prestige* na zbiorowiska suprabentosowe Galicji i Morza Kantabryjskiego oraz opisałam różnorodność w strefach uskoku Oceanu Atlantyckiego w rowie Puerto Rico, w obszarze ujść hydrotermalnych grzbietu Reykjanes i Grzbietu Śród atlantyckiego, a także wzdłuż grzbietu Norfolk w Morzu Koralowym oraz w lagunie Nowej Kaledonii i w Morzu Ochockim. Dodatkowo brałam udział w badaniach bioróżnorodności suprabentosu Korsyki, Islandii, Małych Antyli, Wysp Św. Pawła i Amsterdam, Papui Nowej Gwinei, Cieśniny Bassa i Wschodniej Australii.

Wszystkie te doświadczenia wiązały się ze współpracą z naukowcami z instytucji zagranicznych, tj. National Museum of Natural History of Paris, University of Bordeaux i Ifremer (Francja), University of Aveiro (Portugalia), Cefas, British Antarctic Survey (Wielka Brytania), National University of Ireland (Irlandia), University of Hamburg, Senckenberg i Geomar (Niemcy), A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology of Vladivostok, Zoological Institute of Saint Petersburg (Rosja), Uniwersytet Łódzki (przed zatrudnieniem w UL), Spanish Institute of Oceanography, Institute of Marine Sciences of Barcelona, University of Sevilla (po zatrudnieniu w UL).



Obrazy niektórych gatunków suprabentycznych z obszarów głębinowych. a-c: Mysida, d-i: Amphipoda; j-m: Isopoda; n-o: Cumacea; p: Tanaidacea

W czasie mojej kariery naukowej byłam zatrudniona na stanowisku pracownika naukowego w Hiszpańskim Instytucie Oceanografii w Centrum Oceanograficznym w La Coruña (2000–2009), a następnie w Centrum Oceanograficznym w Santander (2010–2014), oba w Hiszpanii; oraz jako post-doc w Stacji Morskiej w Arcachon, Francja (2007–2008) oraz w Muzeum Zoologii Uniwersytetu w Hamburgu, Niemcy (2014–2018). Od października 2018 roku jestem zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego.

Moje zainteresowania naukowe koncentrują się wokół **fauny suprabentosu głębokowodnego i jego różnorodności biologicznej w kontekście ekologicznym**. Zdobywając wiedzę o funkcjonowaniu suprabentosu w ekosystemach głębokowodnych dążyłam do zebrania nowych danych i ich interpretacji w ramach czterech zagadnień badawczych:

- 1) Ewolucja przestrzenna i czasowa zespołów suprabentycznych.
- 2) Rola troficzna suprabentosu w morskich sieciach pokarmowych



3) Suprabentos w ramach ochrony przyrody.

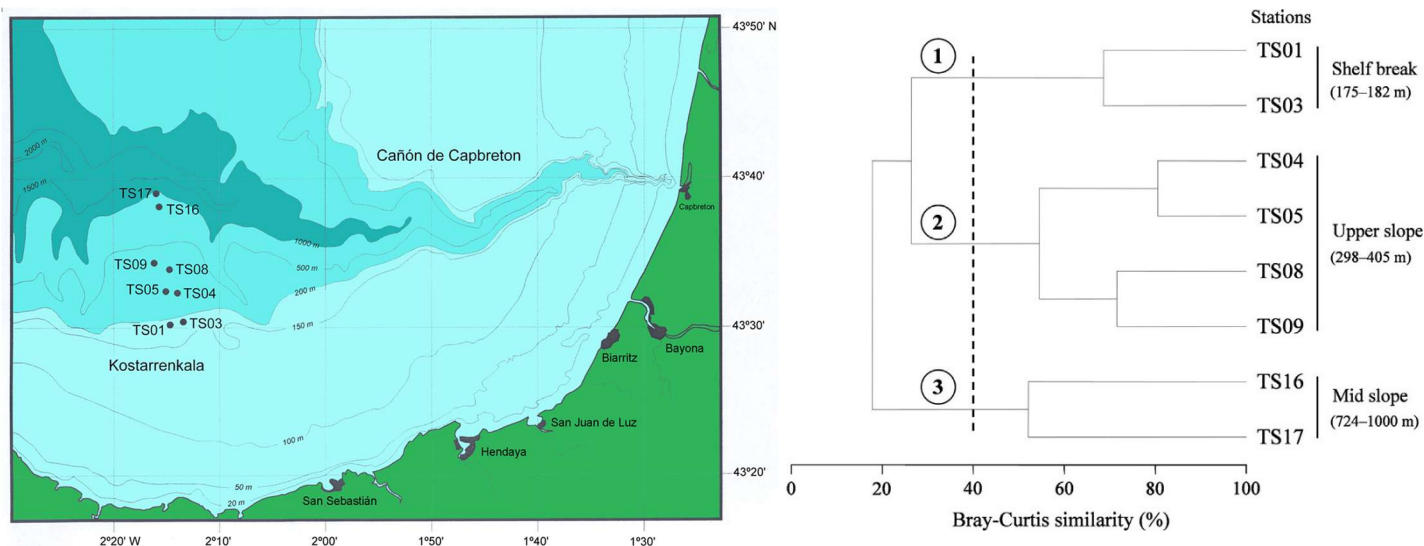
4) Taksonomia suprabentosu.

### 1) Ewolucja przestrzenna i czasowa zespołów suprabentycznych. (artykuł 1, 2, 3)

Dzięki włączeniu się w działania multidyscyplinarnego programu eksplorującego ekosystem Kanionu Capbreton (Sorbe, 1990) miałam okazję realizować moje badania fauny suprabentosu. Położony w południowo-wschodniej części Zatoki Biskajskiej (NE Atlantyk) kanion jest podmorską doliną typu "gouf", która zaczyna się mniej niż 250 m od linii brzegowej przed miastem Capbreton, kontynuuje na w głąb morza na odległość 135 mil morskich i kończy na równinie abisalnej na głębokości około 3500 m (Vannev i Mougnot, 1990). W celu zbadania składu fauny bentosowej kanionu, scharakteryzowałem strukturę suprabentosu obszaru Kostarrenkala (**Frutos i Sorbe, 2014; artykuł 1**). Obszar ten, położony jest na południowym skraju kanionu i jest ważnym łowiskiem z uwagi na obecność ryb o wysokiej wartości handlowej, tj. morszczuk, błękitek i ostrobok (Sánchez et al., 2002). *Kostarrenkala* jest także obszarem, na którym znajdują się liczne zagłębienia w osadach o kształcie lejka (Bourillet et al. 2007) zwane „pockmarks”. Są to zagłębienia w osadach powstałe w wyniku ulatniania się gazu spod dna morskiego, które są znane jako siedlisko organizmów bezpośrednio lub pośrednio związanych z chemosyntezą.

Fauna przydenne w *Kostarrenkala* była pobierana w ciągu dnia za pomocą sań epibentonicznych wyposażonych w dwie nakładane na siebie sieci (Sorbe, 1983) na ośmiu stacjach rozmieszczonych między brzegiem szelfu a górnym batialem (175–1000 m). Natomiast próby nocne pobierano z wykorzystaniem sieci planktonowej w celu zbadania migracji pionowej fauny przydennej w cyklu dobowym. Po identyfikacji taksonomicznej 13184 zebranych osobników odnotowałam 205 gatunków reprezentowanych głównie przez obunogi (76 gatunków), posródki i równonogi (odpowiednio 37 i 30 gatunków). Obunogi były również najliczniej występującym taksonem (30,7%); nieco mniej liczne były mszywioly (24,8%) i równonogi (23,6%). Spośród wspomnianych 205 gatunków zidentyfikowałam 12 gatunków (1 gat. Mysidacea, 4 Amphipoda, 3 Cumacea i 4 Isopoda) prawdopodobnie nowych dla nauki. W efekcie tych badań po raz pierwszy odnotowałam w tym rejonie *Kostarrenkala* 10 gatunków uznanych za endemity śródziemnomorskie, a obserwowaną łączność genetyczną uzasadniłam śródziemnomorską wodą „przelewową” opływającą Półwysep Iberyjski. Ponadto, po raz pierwszy odnotowane zostały w Zatoce Biskajskiej borealne równonogi *Echinopleura aculeata* i *Thambema* cf. *amicorum* oraz atlantycki gatunek Tanaidacea, *Paranarthrura lusitanus*.

W odniesieniu do pionowego rozmieszczenia fauny przydennej, mogłam potwierdzić, że w ciągu dnia fauna suprabentyczna głównie gromadziła się bliżej dna (wyższe wartości liczebności odnotowane w warstwie wody 0–50 cm), oraz dowiodłam, że tylko typowo pelagiczne gatunki, takie jak planktoniczny obunóg z grupy Hyperidae – *Themisto compressa*, eufauzje i dziesięcionów – *Pasiphaea sivado* migrowały nocą do wód powierzchniowych 0–100 m.



Miejsca poboru próbek na łowisku *Kostarrenkala* podczas rejsu CAPBRETON90 (po lewej); klastery hierarchiczny pokazujący klasyfikację 8 stacji poboru próbek (po prawej).

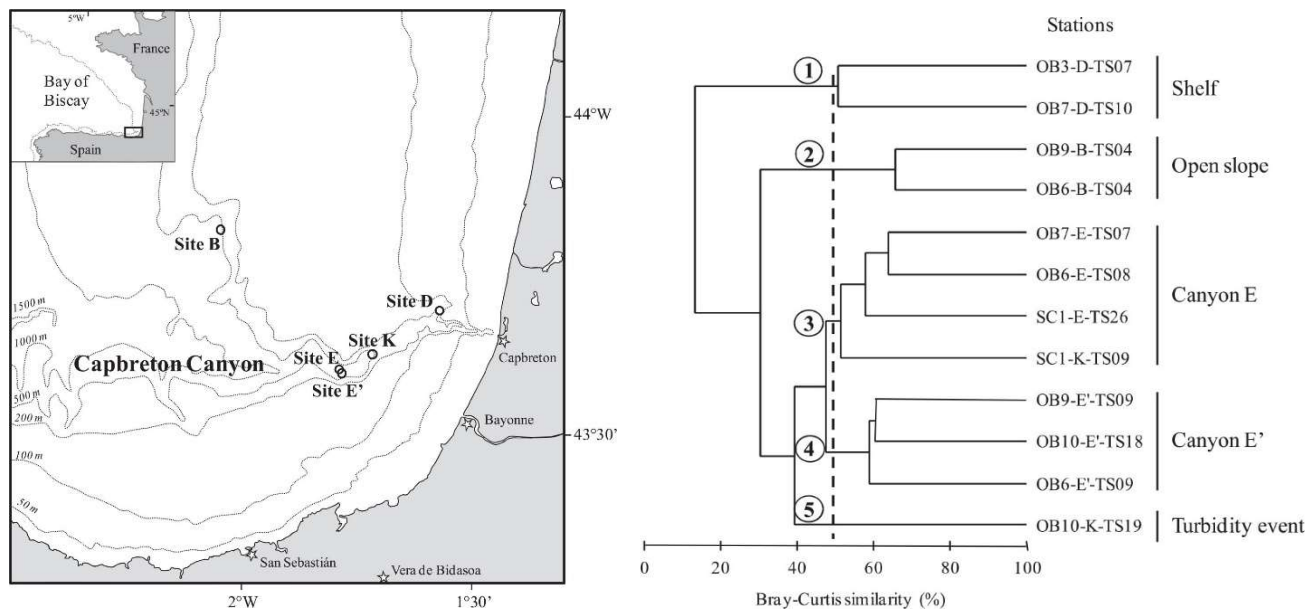
Analiza danych zebranych w rejonie *Kostarrenkala* pozwoliła mi wskazać, że fauna bentosu tworzy trzy odrębne zespoły rozmieszczone na brzegu szelfu oraz górnego i środkowego stoku. Zbiorowisko w strefie szelfu składało się głównie z obunogów (największe bogactwo gatunkowe i liczebność), zdominowanych przez *Westwoodilla caecula*. W zespole górnego stoku dominowały równonogi, wśród których *Munnopsurus atlanticus* był gatunkiem kluczowym w obszarach mulistego i piaszczystego podłoża, a zespół środkowej części stoku kontynentalnego był zdominowany przez *Rhachotropis gracilis*. Potwierdziłam, że zmiana składu gatunkowego fauny pomiędzy dwoma zespołami na zboczu była z pewnością związana z „mudline”, jak zdefiniowali Etcheber et al (1999). Zaobserwowany schemat podziału potwierdza ogólny podział zaproponowany przez Carneya (2005) dla głębokiego bentosu stoku kontynentalnego, w których granice fauny wyznaczone są przez czynniki fizyczne i/lub biologiczne.

W pracy nad zbiorowiskami bentosowymi *Kostarrenkala* (Sorbe et al., 2010, artykuł związany z osiągnięciem) badałam obecność fauny potencjalnie związanej z procesami chemozyntezy i aktywnością geologiczną (wysięki metanowe) wewnątrz i na zewnątrz „pockmarks”. By uzyskać możliwie pełen obraz bentosowych zespołów makrofauny, próby bentosowe zbierałam wykorzystaniem box-corera jaki i sań epibentonicznych (z jedną siecią). Wyniki tych badań wskazały na wyraźną dominację wieloszczetów w zbiorowisku makrofauny endobentosu i obunogów w suprabentosie i żaden z gatunków nie został uznany za takson charakterystyczny dla zbiorowisk zimnych wysięków metanu (Sibuet i Olu, 1998; Wildish i in., 2008). Obserwacje te, podobnie jak wyniki badań z łowiska *Kostarrenkala* (Frutos i Sorbe, 2014, artykuł 1), wskazują, że to pole „pockmarks” tego obszaru było nieaktywne (Gillet i in., 2008).

Zdobyta przeze mnie wiedza na temat fauny suprabentos południowego brzegu Kanionu Capbreton, pozwoliła mi na pełne zaangażowanie się w badania nad suprabentosem zasiedlającym jego górną część (Frutos i Sorbe, 2017; artykuł 2). W ramach badań monitoringowych analizowałam dynamikę zbiorowisk suprabentosowych i oceniałam wpływ zaburzenia środowiskowego wywołanego gwałtownym sztormem (huragan "Martin") u wybrzeży francuskich Atlantyku w dniu 27 grudnia 1999 roku (Mulder i in., 2001; Anschutz, i in., 2002). Podczas tego sztormu, fale o wysokości do 12 m zdestabilizowały masy osadów na brzegu szelfowym w pobliżu czoła kanionu, przenosząc do toni wodnej olbrzymie ilości zawiesiny, która następnie została zdeponowana wzdłuż głębszych obszarów kanionu (Gaudin et al., 2006).

W tych badaniach miałam okazję porównać faunę z pięciu stanowisk zlokalizowanych na szelfie kontynentalnym przy północnym brzegu kanionu (stanowisko D), na północnym otwartym stoku (stanowisko B), a także w obrębie kanionu (stanowiska E i E') oraz na jego tarasie bocznym (stanowisko K). Fauna przydenna była zbierana za dnia w trakcie sześciu rejsów za pomocą sań wyposażonych w cztery sieci (Dauvin et al., 1995). W 12 zebranych próbach odnotowano 25103 osobniki i znaczący udział obunogów (46,9%), lasonogów (23,1%) oraz eufauzji (10,7%). W materiale tym zidentyfikowałam ponad 211 gatunków, z czego najbardziej różnorodnie były obunogi (94 gatunki). W wyniku badań, po raz pierwszy odnotowałam w Zatoce Biskajskiej dwa gatunki obunogów: *Stenula latipes* i *Dautzenbergia megacheir* oraz 15 innych gatunków, które prawdopodobnie są nowymi dla nauki. Ponadto, dwa obunogi (*Cleonardopsis carinata* i *Tmetonyx similis*) i jeden równonóg (*Arcturoopsis giardi*) były dużo bardziej liczne w kanionie niż w pozostałych badanych obszarach, podczas gdy niezwykle rzadki gatunek dziesięcionoga – *Calastacus laevis* został odnaleziony po raz drugi od czasu jego opisu. Ze względu na ograniczone zasięgi przestrzenne badanych gatunków, określiliśmy je jako **"gatunki wskaźnikowe kanionu"**, kontynuując wcześniejszą tezę (Rowe, 1972), że kanion jest siedliskiem unikalnych zespołów o swoistych wzorcach rozmieszczenia przestrzennego.

Z listy 211 zidentyfikowanych przeze mnie gatunków, 55 występowało na północnym brzegu szelfu, podczas gdy na poszczególnych stacjach wewnątrz kanionu odnotowano między 107 a 129 gatunków. Cztery miesiące po zdarzeniu, na stanowisku K, odnotowałam bardzo niską wartość bogactwa gatunkowego, która wykraczała poza znaną minimalną wartość tego wskaźnika strukturalnego odnotowana dla tego rejonu. Obunogi stanowiły najbardziej różnorodną grupę i reprezentowały 52,9% ogólnej liczby gatunków. Warto podkreślić, że wysoką różnorodność obunogów odnotowano we wszystkich analizowanych obszarach, bez względu na to czy były one dotknięte skutkami huraganu czy nie. Odnotowane wartości zagęszczeń w kanionie, wynoszące  $\leq 2571,1$  ind./100 m<sup>2</sup>, mieszczą się w zakresie danych raportowanych dla zbiorowisk suprabentosowych w Zatoce Biskajskiej (Frutos i in., 2017; artykuł z tego osiągnięcia). Obserwacja ta odnosi się również do stacji K, która dotknięta była skutkami huraganu (osunięcie osadów) (899,2 ind./100 m<sup>2</sup>).



Miejsca poboru próbek w rejonie Capbreton podczas rejsów OXYBENT i SEDICAN (po lewej); klastery hierarchiczny przedstawiający klasyfikację 12 stacji poboru próbek (po prawej).

W wyniku przeprowadzonych badań scharakteryzowałam pięć zespołów dennych rozmieszczonych w gradiencie głębokości, tj.: w północnym brzegu szelfu (151–158 m), na północnym otwartym zboczu (500–567 m), w obrębie kanionu na stanowisku E (654–789 m) i E' (730–797 m) oraz na stanowisku K (642–645 m) cztery miesiące po zaburzeniu (huragan). Obserwowana strefowość fauny nadbrzeżnej tej części kanionu Capbreton była dobrze wpisana w ogólny schemat stref bentosu głębokiego z obrzeży kontynentalnych (Carney, 2005). Stwierdziłam, że jej wzorce różnorodności są analogiczne do tych, które odnotowano w biskajskim kanionie Avilés (Frutos et al., 2012; artykuł związany z tym osiągnięciem). Ponadto wykazałam, że na głębokości 500 m, na górnym zboczu obu kanionów, skład gatunkowy fauny ulega wyraźnej zmianie gatunkowej (*species turnover*).

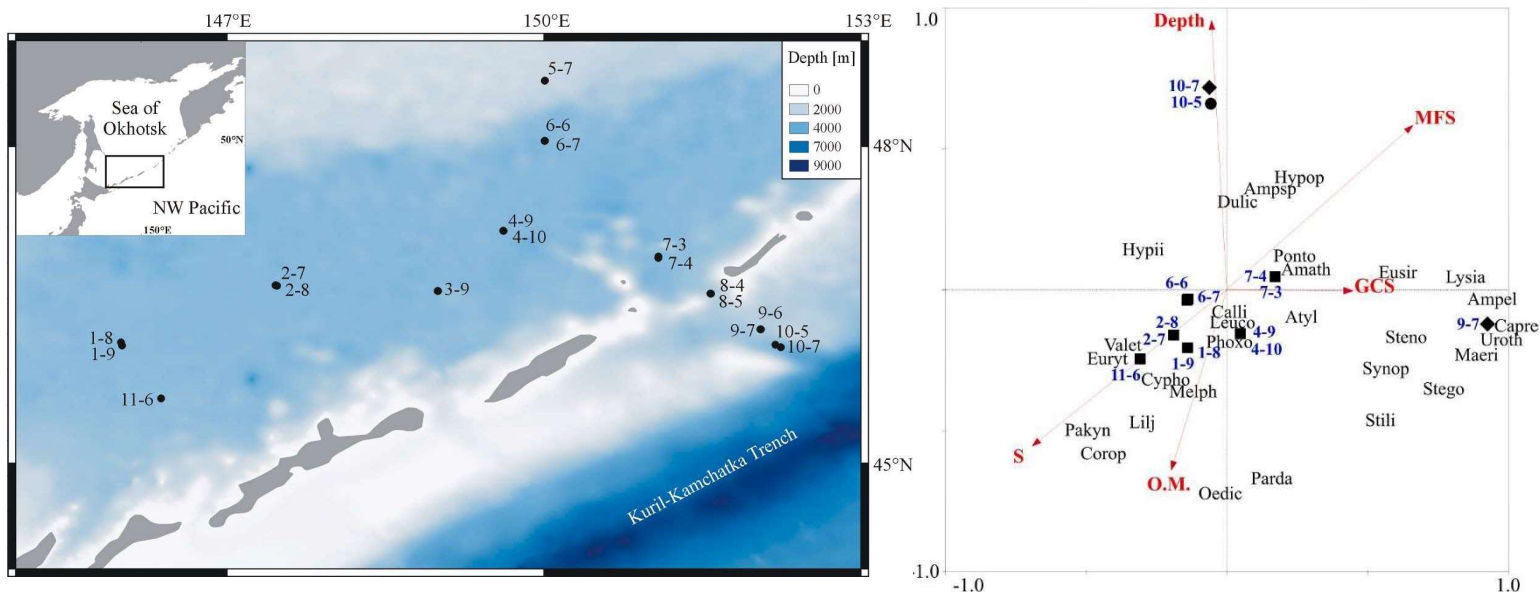
W wyniku moich badań stwierdziłam, że tylko jedno z analizowanych stanowisk (K) na głębokości 647 m, zlokalizowane na tarasie kanionu na wysokości ok. 40 m powyżej "thalweg", było dotknięte skutkami sztormu z 1999 r. W maju 2000 roku (tj. cztery miesiące po zdarzeniu) zbiorowisko suprabentosu na stanowisku K wykazywało niskie wartości wskaźników bogactwa i różnorodności gatunkowej i było wyraźnie zdominowane przez oportunistycznych wczesnych kolonizatorów, takich jak padlinożerny obunóg *Tmetonyx similis*. W czerwcu 2001 r. (18 miesięcy po huraganie) zbiorowisko suprabentosu na tym stanowisku wykazywało cechy odbudowy i charakteryzowało się znacznym wzrostem wartości bogactwa gatunkowego, zagęszczenia i różnorodności, jak również znacznie niższym udziałem gatunków pionierskich oraz wysokim poziomem podobieństwa do niezakłóconego zbiorowiska na stanowisku E. Na podstawie moich badań monitoringowych ustaliłam, że regeneracja głębinowych zbiorowisk przydennych w kanionie zaburzonych zjawiskami naturalnym wymaga 18 miesięcy.

Otrzymując stanowisko post-doc na Uniwersytecie w Hamburgu (2014–2018), miałam okazję badać faunę suprabentosową z głębokiego północno-zachodniego Pacyfiku oraz zbierać próby z wykorzystaniem sań epibentonicznych w niebadanym dotąd obszarze abysalu Morza Ochockiego.

Ówczesna wiedza o faunie z NW Pacyfiku pochodziła z raportów historycznych wypraw rosyjskich (Sirenko, 2013), w trakcie których odnotowano jedynie 13 gatunków obunogów głębokowodnych z dziewięciu rodzin występujących poniżej 1000 m głębokości na Morzu Ochockim, podczas gdy badania ekologiczne w NW Pacyfiku dotyczyły jedynie obunogów strefy międzyżyłkowej i sublitoralnej. (Kussakin, 1997; Demchenko, 2010). Na podstawie identyfikacji rodzinowej, scharakteryzowałam głębinową faunę obunogów Morza Ochockiego oraz określiłam wpływ parametrów abiotycznych na charakter ich zespołów (**Frutos i Jażdżewska, 2019; artykuł 3**). W czasie tych prac terenowych po raz pierwszy umieściliśmy sondę CTD na ramie sań, dzięki czemu oprócz danych faunistycznych uzyskaliśmy również dane abiotyczne.

W trakcie wspomnianych badań próby były zbierane na 11 stanowiskach zlokalizowanych w Basenie Kurylskim, Cieśninie Bussol i na zachodnim zboczu Rowu Kurylsko-Kamczackiego za pomocą sań epibentonicznych wyposażonych w dwie sieci (Brenke, 2005). Łącznie wykonano dziewiętnaście zaciągów z głębokości 1696–4798 m podczas których odnotowano 4222 osobników obunogów. W wyniku identyfikacji tego materiału stwierdziłam, że 32 (73,6%) taksony reprezentowane głównie przez podrząd Amphilochidea, były najbardziej zróżnicowane i reprezentowane przez 24 rodziny. Badając ten materiał, po raz pierwszy stwierdziłam obecność przedstawicieli rodzin Liljeborgiidae i Valettiopsidae w Morzu Ochockim, a zatem łączna liczba rodzin obunogów Morza Ochockiego została zwiększona z 70 do 72. Oprócz trzech gatunków Eusiridae, które są nowe dla nauki, odkryłam inne taksony, których identyfikacja na poziomie rodziny była na tyle kłopotliwa, że stała się podstawą do postawienia tezy, że reprezentują one nową dla nauki rodzinę obunogów. Analiza taksonomiczna obunogów w Morzu Ochockim wskazywała na znaczący udział rodzin Oedicerotidae, Phoxocephalidae i Pardaliscidae, które są charakterystyczne dla zbiorowisk fauny abysalnej. Podobne obserwacje wykazano jako efekt badań różnorodności biologicznej suprabentosu rowu Kurylsko-Kamczackiego w Pacyfiku (Jażdżewska, 2015) i uskoku Vema w Atlantyku (**Frutos, 2017**).

Zgodnie z danymi literaturowymi, badania obunogów z NW Pacific koncentrowały się głównie na taksonomii w celu inwentaryzacji fauny. Pozwoliły one na pierwszą charakterystykę taksocenozy obunogów głębinowych tego obszaru w kontekście wcześniej niebadanych zmiennych środowiskowych, a także wskazać, że typ osadów jest kluczowym czynnikiem decydującym o rozmieszczeniu i charakterze zbiorowisk tworzonych przez obunogi. Dodatkowo, wykazałam deficyty tlenowe na głębokości 1000 m w Morzu Ochockim, co tłumaczyłoby niskie zagęszczenia obunogów w centralnej części Morza Ochockiego (**Frutos i Jażdżewska, 2019; artykuł 3**). Podobne wyniki badań uzyskałam w wyniku badań innych grup Peracarida, tj. równonogów z rodziny Ischnomesidae (**Bober et al., 2018, artykuł** związany z tym osiągnięciem) i lasonogów (**Petryashov i Frutos, 2017, artykuł** związany z tym osiągnięciem).



Stacje poboru próbek w Morzu Okhotskim podczas ekspedycji SokhoBio (po lewej). Trójkąt porządkowy RDA ze zmiennymi środowiskowymi (strzałki), rodziną amfipodów (kod) i stacjami poboru próbek (po prawej)

Analiza fauny suprabentosu Morza Ochockiego pozwoliła mi wyróżnić cztery zbiorowiska, które wyraźnie odróżniały strefę średniego batiału od abysalnej. Płytszy zespół odnotowany w cieśninie łączącej Morze Ochockie z otwartym oceanem charakteryzował się obecnością słabo ruchliwych obunogów (Caprellidae i Corophiida), których główne źródło pożywienia stanowiły cząstki pokarmowe pobrane z kolumny wody lub z powierzchni osadów. Wykazałam, że w tych miejscach silne prądy i gruboziarnisty osad (Artemova i in., 2018) sprzyja osiedlaniu się organizmów filtrujących i osiadłych. Trzy stacje abysalne reprezentowane były przez trzy zespoły obunogów. W Basenie Kurylskim odnotowałam dominację przez Oedicerotidae i Phoxocephalidae, które reprezentowały typowy abysalny zespół miękkiego dna tego obszaru, natomiast w stacjach otwartego oceanu obecne były dwa typy zbiorowisk: pierwsze zdominowane były przez aktywnie pływające Lysianassoidae i Eurusidae oraz drugie zdominowane przez przedstawicieli Phoxocephalidae. Taka obserwacja wskazuje na wysoką różnorodność habitatów w rowie Kurylsko-Kamczackim.

## 2) Rola troficzna suprabentosu w morskich sieciach pokarmowych (artykuł 4)

W morskiej ekologii wiele uwagi poświęcono na zrozumienie zależności pokarmowych, a w szczególności udziału zasobów bentosowych i planktonowych w diecie populacji ryb. Suprabentos zamieszkujący bentosową *'boundary layer'* jest podkreślany jako istotny element diety dla ryb dennych. Moja wiedza na temat fauny suprabentosu Zatoki Biskajskiej miała fundamentalne znaczenie w identyfikacji zawartości żołądków ryb i była kluczowa dla określenia strategii pokarmowych ryb biskajskich. Uczestnicząc w

badaniach troficznych w ramach programów ECOMARG, INDEMARES-Avilés i INDEMARES-BanGal, brałam udział w ocenie przepływu energii w bentosowych morskich sieciach pokarmowych w trzech ekosystemach głębinowych północno-wschodniego Atlantyku, tj. w Galicia Bank i Le Danois Bank oraz w kanionie Avilés.

W ramach zintegrowanych badań ekosystemu bentosowego Galicia Bank (NE Atlantyk), współpracując z pracownikami z Hiszpańskiego Instytutu Oceanografii, sformułowaliśmy wniosek na temat zależności troficznych głębinowych ekosystemów bento-pelagicznego (**Preciado i in., 2017; artykuł 4**). Podczas naszych badań zidentyfikowaliśmy gildie troficzne dominujących gatunków ryb analizując ich treści żołądkowych, przeanalizowaliśmy podział siedlisk i zasobów między nimi oraz oszacowaliśmy poziom troficzny zespołów ryb na podstawie analizy ich treści żołądkowych i poziomu izotopów stabilnych węgla i azotu.



Suprabenthos jako ofiara w treści żołądka *Nezumia aequalis*

Identyfikując treści żołądkowe 27 gatunków ryb głębinowych i zauważyliśmy, że większość dominujących ryb należała do gildii pelagicznych/bentofelagicznych. Ryby żywiące się bentosem wykazywały niskie zróżnicowanie troficzne, i miały zubożałą dietę z uwagi na niską biomasę bentosu i zawartość materii organicznej, która charakteryzowała osady Galician Bank i jej zbiorowiska bentosowe (**Serrano i in., 2017; artykuł** związany z tym osiągnięciem). Tak na przykład buławik gładki *Nezumia aequalis*, wykazywał wyższe wartości zróżnicowania pokarmowego w obu sąsiadujących ze sobą kanionach biskajskich Avilés i Ławicy Le Danois (**Preciado i in., 2009; 2012** artykuły związane z tym osiągnięciem), gdzie zbiorowiska suprabentalne odgrywają kluczową rolę w ekosystemie bentosowym (**Frutos i Sorbe, 2008; Frutos i in., 2012**). Dodatkowo badaliśmy dietę buławika gładkiego w Morzu Kantabryjskim, przeanalizowaliśmy jego treść pokarmową i odnotowaliśmy dużą różnorodność suprabentosowych gatunków, takich jak obunogi i równonogi z 48% występowaniem obunogów globalnej diecie. Moje umiejętności identyfikacji gatunków pozwoliły określić, że obunogi *Bonnierella abyssorum* i *Laetmatophilus tuberculatus* były najbardziej liczebnymi składnikami treści pokarmowej (odpowiednio 8,2% i 6,6% całości; **Preciado et al., 2012**).

Porównując zazębiające się nisze pokarmowe i przestrzenne w Galician Bank, żerujące przydennie *Lepidion lepidion* i *Nezumia aequalis*, wykazały wysoką potencjalną konkurencję o zasoby pokarmowe spowodowane niedoborem bentosu; żerujące w pelagialu *Etmopterus spinax*, *Hoplostethus mediterraneus* i *Epigonus telescopus* konkurowały o zooplankton stanowiący główny składnik pokarmowy w toni wodnej (Preciado i in., 2017; artykuł 4). Wykazaliśmy także, że gatunki oportunistyczne mogą eksploatować różne zasoby pokarmowe w zależności od jego dostępności jak i miejsca żerowania miało (np. *E. spinax*). Identyfikując treść pokarmową żołądka *Etmopterus spinax* określiłam, że gatunek ten żeruje na małych benthopelagicznych dziesięcionogach w Galician Bank (Preciado i in., 2017; artykuł 4): w pobliżu dna w ekosystemie Kanionu Avilés żywił się gatunkami z rzędu Euphausiacea (Isbert i in., 2015; artykuł związany z tym osiągnięciem). Wyniki tych obserwacji wskazują na dużą zmienność w składzie ofiar w każdej badanej lokalizacji, z uwagi na znaczne zróżnicowanie geograficzne składu ofiar.

Z drugiej strony, na Galicia Bank, nasze wyniki dotyczące składu izotopowego  $\delta^{13}\text{C}$  potwierdziły praktycznie unikalne pelagiczne źródło pokarmu u podstawy łańcucha pokarmowego definiując oceaniczną charakterystykę sieci pokarmowych, które w oparciu o oznaczenie  $\delta^{15}\text{N}$ , wykazują również prostą strukturę z nie więcej niż 5 poziomami troficznymi (Preciado i in., 2017; artykuł 4). Nasze połączone podejście tj., analiza treści pokarmowej (*snapshot of diet*) i analiz stabilnych izotopów (zasymilowany pokarm) dostarczyło komplementarnych widoków funkcjonowania i dynamiki sieci pokarmowej w różnych sezonach.

W ramach programu "Marine Ecosystem Connections" oceniłam również trofodynamikę zwierząt pelagicznych i bentosowych w ekosystemach szelfowych w Morzu Północnym. W pracy Kürten et al. (2013; artykuł związany z tym osiągnięciem), oceniliśmy zooplankton, makrofaunę epi- i suprabentosu w trzech miejscach (Zatoka Południowa, Ostrygojad i na północ od Dogger Bank) stosując analizę stabilnych izotopów węgla i azotu, lipidowy *fingerprint* oraz analizę stabilnych izotopów specyficznych dla danego związku kwasów tłuszczowych pochodzących z fosfolipidów.

Identyfikacja fauny suprabentosowej pozwoliła mi na pionierski opis pozycji troficznej i grup pokarmowych i ich związku z gatunkami atlantyckim oraz odniesienie tych wyników do moich wcześniejszych z Morza Śródziemnego. Wykazałam, że skorupiaki odżywiające się martwą materią organiczną, takie jak: Cumacea z rodziny Diastylidae i Lampropidae oraz obunogi z grupy Hyperiidae, mogą selektywnie odżywiać się "świeżym" fitoplanktonem, ale także cząsteczkami materii organicznej o podwyższonej kaloryczności. Ponadto stwierdziłam, że okrzemki (Bacillariophyceae) były ważniejszym źródłem pokarmu niż wiciowce dla *Campylaspis rubicunda* (Cumacea) i *Westwoodilla caecula* (Amphipoda), podczas gdy inne gatunki suprabentalne są bardziej mięsożerne.



Badanie to podkreśliło ogólną przydatność i komplementarność trzech podejść biogeochemicznych w badaniach trofodynamicznych i podkreśli znaczenie wiedzy na temat zwierząt suprabentycznych jako mediatorów energii w kierunku wyższych poziomów troficznych. Tak więc, żywiąc się producentami pierwotnymi i częściowo zremineralizowaną materią organiczną, wskazałam, jak zwierzęta suprabentosowe łączą sieć pokarmową opartą na detrytusie z rybami dennymi, dostarczając jednocześnie makroskładników, takich jak niezbędne kwasy tłuszczowe, na wyższe poziomy troficzne.

### 3) Zbiorowiska suprabentyczne w ramach ochrony (artykuł 5)

Obecność złożonych i zróżnicowanych siedlisk Zatoki Biskajskiej, tworzonych przez zbiorowiska gorgonii, skupiska gąbek głębinowych czy zimnowodne rafy koralowe podwodnych wzniesień i podnóży kanionów charakteryzują się wysoką różnorodnością biologiczną gatunków dennych i są obszarami szczególnie ważnymi z punktu widzenia ochrony. W trakcie mojej dziewięcioletniej pracy naukowej w Hiszpańskim Instytucie Oceanografii, brałam udział w multidyscyplinarnych programach mających na celu ocenę bioróżnorodności obszarów głębinowych o szczególnym znaczeniu dla Wspólnoty (SCI) zgodnie z wytycznymi Unii Europejskiej i sieci Natura 2000. Moje badania nad fauną suprabentosu tych obszarów przyczyniły się do ustalenia poziomu różnorodności i zwiększenia obecności gatunków skorupiaków oraz podkreślenia znaczenia suprabentosu w bioróżnorodności wrażliwych ekosystemów bentosowych.

W multidyscyplinarnym badaniu systemu kanionu Avilés (Ríos et al., 2022; artykuł 5), po zakończeniu programów LIFE+ INDEMARES, SponGES i INTEMARES, zaktualizowaliśmy wiedzę koncentrując się na precyzyjnej identyfikacji taksonomicznej najważniejszych grup. Moja wiedza o skorupiakach Peracarida pozwoliła mi na opracowanie wszystkich Arthropoda, które charakteryzowały się wysoką różnorodnością (z 315 gatunków 311 były skorupiakami). Wykonana przeze mnie identyfikacja suprabentosu wskazała, że obunogi był taksonem reprezentowanym przez 114 gatunków, a uzyskane informacje zwiększają liczbę dotychczas skorupiaków tego obszaru z 93 do 315 (Louzao et al., 2010), zwłaszcza w przypadku gatunków Peracarida. W wyniku tych badań sporządzono listę, na której znalazło się łącznie 1015 gatunków zwierząt występujących w kanionie Avilés (Ríos et al., 2022).

W wyniku moich badań północnoatlantyckich gatunków suprabentos, stwierdzałam liczne nowe występowania, a dla wielu rozszerzyłam zakres batymetryczny (np. *Chunomysis diadema*) ale także wyznaczyłam nowy zasięg geograficzny dla Peracarida znanych z południowej części Zatoki Biskajskiej (Kavanagh i Sorbe, 2006; Guerra-García i in., 2008; Frutos i Sorbe, 2010 artykuły związane z osiągnięciem n. 4). Zauważyłam również, że w kanionie Avilés występuje 10 nowych gatunków Peracarida (5 Amphipoda, 1 Cumacea i 4 Isopoda, jeden to nowy rodzaj) oraz jeden nowy gatunek wąsonoga, a 4 gatunki Decapoda były odnotowane w Zatoce Biskajskiej po raz pierwszy.

Oprócz prób suprabentosu pobranych z wykorzystaniem san epibentonicznych z miękkiego dna Kanionu Avilés, pobrano próby z twardego dna i siedliskach o trójwymiarowej strukturze (koralowce i

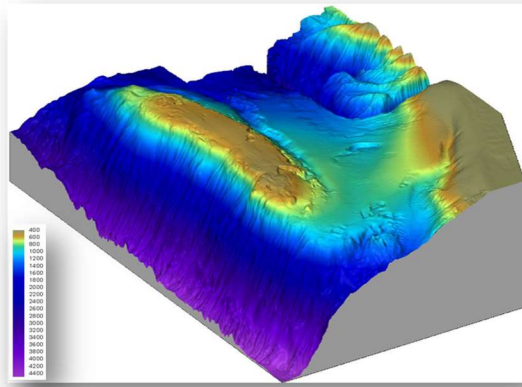
gąbki). Przestrzenne struktury tworzone przez żywe organizmy stanowią doskonałe siedlisko dla stałego lub okazjonalnego bytowania fauny towarzyszącej. Stanowią one dogodne miejsce schronienia, żerowania i/lub rozmnażania, zwłaszcza dla ryb, głowonogów i skorupiaków, których biologia i preferencje siedliskowe pozostają praktycznie nierozpoznane pod względem naukowym (Frutos et al., 2017; artykuł związany z tym osiągnięciem).

Badane przeze mnie próby suprabentosu zasiedlającego wspomniane struktury przestrzenne (głębokowodne rafy koralowe) zostały pobrane z wykorzystaniem aparatu ssącego zamontowanego na zdalnie sterowanym pojeździe (RoV). Ponadto, próby zbierane z wykorzystaniem sieci umieszczonych na aparacie fotogrametrycznym celem zebrania gatunków pływających ponad wspomnianymi rafami (Sánchez et al., 2013; Frutos et al., 2017, artykuły związane z tym osiągnięciem). Ta przełomowa metoda jest obecnie wykorzystywana jako nieinwazyjna metoda pobierania prób suprabentosu głębinowego.



Gatunki Peracarida z kanionu Avilés. k–n: Amphipoda; o: Cumacea; p: Isopoda

W ramach programu ECOMARG, brałam udział w badaniach ekosystemu bentosowo-demersalnego Bank Le Danois, tj., głębokowodnego wzniesienia położonego w południowej części Zatoki Biskajskiej. Na podstawie prowadzonych przez nas badań, obszar ten został uznany przez władze hiszpańskie za pierwszy morski obszar chroniony u wybrzeży Hiszpanii i włączony do sieci Natura 2000 w kategorii Specjalnego Obszaru Ochrony (SAC). W tych badaniach wykonałam identyfikację fauny suprabentosowej odnotowując 302 gatunki (Frutos i Sorbe, 2008; Frutos et al., 2017; artykuły związane z tym osiągnięciem), wśród których obunogi reprezentowane były przez 121 gatunków. Wysoka różnorodność suprabentosu zwiększyła globalną bioróżnorodność bentosu i po odnotowaniu ponad 100 gatunków na stację, pozwoliła mi zdefiniować Le Danois Bank jako prawdziwie "hotspot" różnorodności dla zbiorowisk suprabentosu związanego z mozaikowo-strukturalnymi siedliskami bentosowymi (Frutos i Sorbe, 2008). Dodatkowo, odnotowałam cztery borealne i trzy śródziemnomorskie gatunki obunogów oraz odnotowałam obecność 47 gatunków nowych dla nauki (Frutos et al., 2017).



Góra podwodna Le Danois sklasyfikowana jako morski obszar chroniony "El Cachucho"

Proces ustanowienia góry podwodnej Le Danois Bank jako Morskiego Obszaru Chronionego "El Cachucho", w którym brałam udział, rozpoczął się od zintegrowanych badań endo- epi- i suprabentosu i dominujących gatunków ryb celem oszacowania przepływów energii i zazębiania się nisz grup troficznych wysokiego szczebla (Preciado i in, 2009; mowa o tym w części dotyczącej poprzedniego osiągnięcia). Prace te nawiązywały do badań wpływu rybołówstwa tego obszaru, a w połączeniu z trofodynamicznym modelem bilansu biomasy dostarczyły efektywnego narzędzia do zarządzania MPA (Sánchez i in, 2010; artykuł związany z tym osiągnięciem). W badaniach tych oszacowałam różnorodność gatunkową zespołów bentosowych, dostarczając informacji do analiz relacji troficznych i oszacowania wartości biomasy w modelu trofodynamicznym (w tym MPA). W wyniku tych badań wykazałam, że suprabentos jest kluczowym składnikiem ekosystemu bentosowego, który należy chronić.

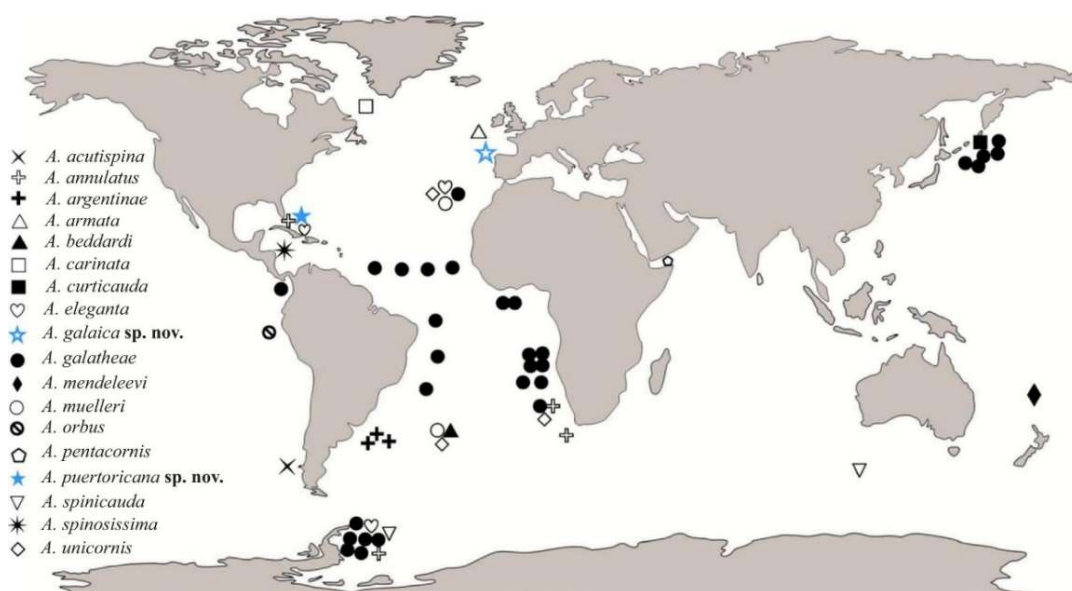
#### 4) Wkład w taksonomię (artykuły 6, 7)

Wszystkie moje badania nad różnorodnością i ekologią fauny suprabentalnej oparte były na rzetelnej wiedzy z zakresu systematyki (w pracach mojego autorstwa poświęconych przestrzennemu rozmieszczeniu zbiorowisk głębinowych oraz aneksach wymienione są nazwy gatunków). Przygotowane przeze mnie opracowania dostarczały często oryginalnych informacji o obecności określonych gatunków w badanym obszarze i informacji o zasięgach występowania przestrzennego (Frutos i Sorbe, 2008, 2014, 2017; Frutos i Jażdżewska, 2019; Ríos et al., 2022). W efekcie długoletnich badań Zatoki Biskajskiej odnotowałam obecność 47 gatunków nowych dla nauki na Ławicy Le Danois, 20 na Galcia Bank, 15 w Kanionie Capbreton i 10 w Kanionie Avilés. Dalsze, bardziej szczegółowe badania morfologiczne, wraz z późniejszym opisem i klasyfikacją taksonomiczną, pozwoliły mi opisać je jako nowe gatunki.

W wyniku moich badań w hiszpańskim programie INDEMARES-BanGal i niemieckim Vema-TRANSIT mających na celu oszacowanie różnorodności biologicznej bentosu w północnym Atlantyku, odkryłam dwa nowe gatunki *Asellota* (Isopoda) z rodzaju *Acanthocope* (Malyutina et al., 2018; artykuł 6). Rodzaj *Acanthocope* został utworzony przez Beddarda (1885) dla dwóch gatunków (*Acanthocope acutispina* Beddard, 1885 i *A. spinicauda* Beddard, 1885). Obecnie znanych jest 16 gatunków tego rodzaju i tylko jeden został opisany w obecnym stuleciu (*A. eleganta* Malyutina i Brandt, 2004). W wyniku moich badań zwiększyłam liczbę gatunków należących do tego rodzaju..

Analiza najnowszych rekordów *A. galathea* potwierdza jego obecność po obu stronach Grzbietu Śród atlantyckiego oraz w obrębie uskoku transformacyjnego łączącego równiny abisalne (Bober et al., 2018). Dokonując syntezy zaprezentowałam światowe rozmieszczenie wszystkich gatunków *Acanthocope*, podkreślając jego najwyższą różnorodność (13 gatunków) w Atlantyku, co prawdopodobnie jest związane ze szczególną intensywnością badań tego regionie. Ponadto skonstruowałam klucz do identyfikacji 18 gatunków *Acanthocope* i podałam ich zakres batymetryczny.

W tej pracy po raz pierwszy zastosowałam standaryzację danych wyrażonych jako ind./1000 m<sup>2</sup> w celu porównania liczebności gatunków. W ten sposób mogłam udokumentować, że liczebność *Acanthocope* na Atlantyku zmniejszyła się od tropikalnych głębiny do wyższych szerokości geograficznych w Oceanie Południowym oraz od jego strony wschodniej do zachodniej. W ten sposób stworzyłam punkt odniesienia dla porównania z innymi gatunkami zebranymi podczas kolejnych wypraw.

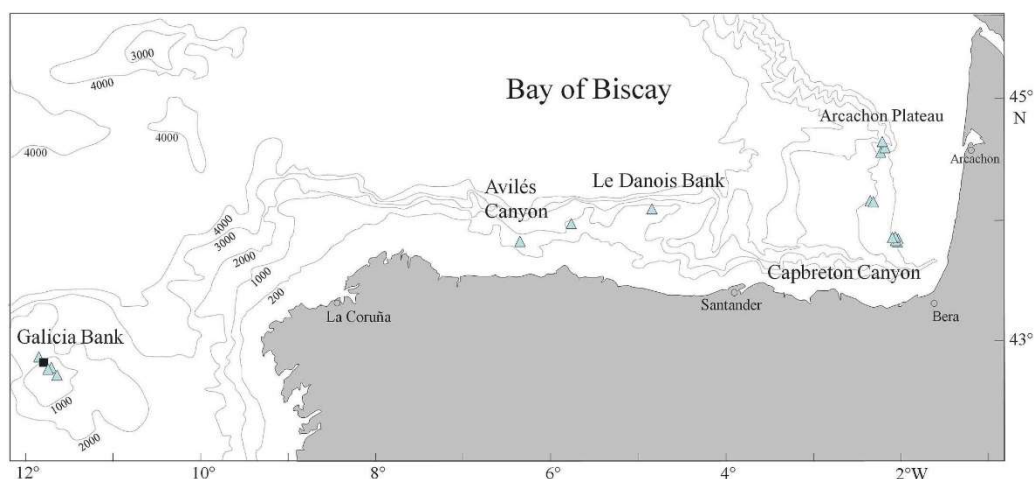


Mapa rozmieszczenia gatunków *Acanthocope* na świecie

Długoterminowe programy badawcze głębin oceanicznych są trudne z uwagi na ich koszt i logistykę, a badania przestrzenne zwykle dostarczają fragmentarycznej wiedzy o występujących tam zbiorowiskach. Na przykład, gatunki odnotowane trakcie wypraw historycznych mogą być uznane za rzadkie, ponieważ zostały zebrane tylko raz i w jednym miejscu, co wymaga dalszych i intensywnych badań w celu określenia wzorców rozmieszczenia gatunków (Frutos i Sorbe, 2014, 2017).

Moje badania głębokowodnej fauny Zatoki Biskajskiej umożliwiły mi analizę kolekcji skorupiaków zebranych podczas kilku programów badawczych. Jeden nieopisany gatunek obunoga – *Stilipes* sp., odnotowany po raz pierwszy przez Lagardère'a (1977) został znaleziony podczas wypraw w ramach wspomnianych projektów. Analiza wszystkich rekordów tego taksonu w Zatoce Biskajskiej i szczegółowe badania morfologiczne, pozwoliły mi na opisanie nowego dla nauki gatunku (Frutos i Sorbe, 2022; artykuł 7), który różnił się od czterech pozostałych: *S. distinctus* Holmes, 1908 z półkuli północnej, *S. lacteus* (K.H. Barnard, 1931), *S. sanguineus* (Hurley, 1954) i *S. macquariensis* Berge, 2003 z półkuli południowej.

Od 1989 do 2011 roku nowy gatunek *Stilipes lagarderei* był próbkowany ilościowo w warstwie wody przydennej na głębokości batialu w Zatoce Biskajskiej za pomocą kilku sań epibentonicznych ciągniętych nad dnem morza. Przyrządy te umożliwiają analizę prób z różnych warstw wody przydennej, a więc pozwalają na badanie pionowego rozmieszczenia fauny. Zebrane przez mnie informacje o rozmieszczeniu pionowym *Stilipes lagarderei* były kluczowe dla zrozumienia jego preferencji odnośnie rozmieszczenia w przydennej warstwie wody oraz w obszarach gór podwodnych i w kanionach, ale także w zależności od charakteru osadów.



Rozmieszczenie *Stilipes lagarderei* w Zatoce Biskajskiej

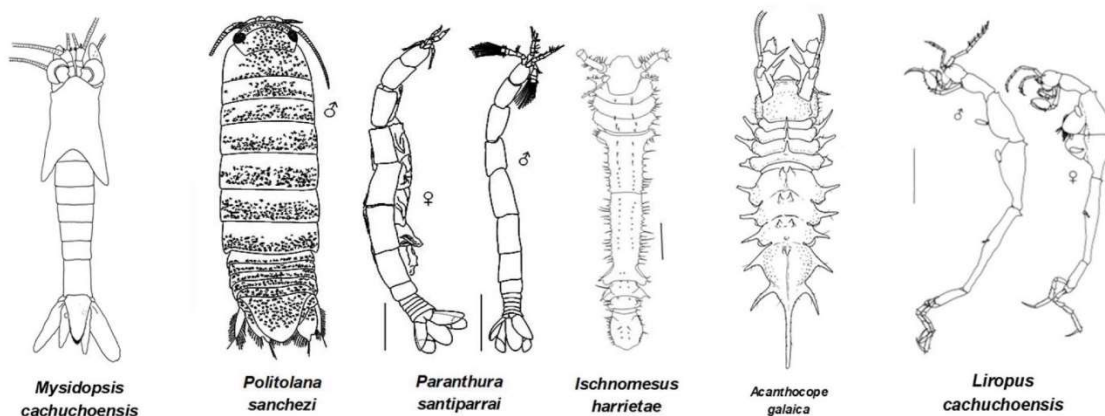
Moje badania na różnych kategoriach populacji określiły równą reprezentację młodych osobników w tym samym zakresie batialu, oraz że samice i samce dorosłych dzielą się zasobami. W ten sposób, po raz pierwszy w opisie gatunku z tego rodzaju, przedstawiłam analizę demograficzną, a także informacje biologiczne dotyczące płodności gatunku.

Oprócz pierwszego rekordu z NE Atlantyku podanego przez Lagardère (1977), *Stilipes lagarderei* był zbierany przez 22 lata w południowej części Zatoki Biskajskiej oraz podczas 3-letnich badań monitoringowych na Galicia Bank. Z tak długim okresem występowania mogą wnioskować o istnieniu dobrze ugruntowanej populacji na tym obszarze. Potwierdza to również reprezentacja wszystkich kategorii osobników, od młodych do dojrzałych samców i samic.

Połączenie danych taksonomicznych nowego gatunku z budową klucza identyfikacyjnego dla taksonów współwystępujących, wraz z wartościami liczebności oraz informacjami o ekologii i biologii tego gatunku, pozwala przypuszczać, że jest to kluczowe w stosunku do informacji zawartych w opisie taksonomicznym nowego gatunku. Jest to mój osobisty wskaźnik pozwalający na scharakteryzowanie nowego gatunku w sposób szerszy niż tylko różnice morfologiczne.

We współpracy z innymi specjalistami, opisałam dotychczas 13 nowych gatunków Peracarida (5 Isopoda, 4 Amphipoda, 3 Mysida i jeden Tanaidacea), utworzyłam dwa nowe rodzaje (1 Amphipoda i 1 Mysida) i ustanowiłam nową rodzinę Tanaidacea.

Lista tych taksonów jest następująca: Isopoda *Politolana sanchezi* Frutos and Sorbe, 2010; *Paranthuria santiparrai* Frutos, Sorbe and Junoy, 2011; *Ischnomesus harrietae* Kavanagh, Frutos and Sorbe, 2015; *Acanthocope galaica* Malyutina, Frutos and Brandt, 2018; *Acanthocope puertoricana* Malyutina, Frutos and Brandt, 2018; Amphipoda *Liropus cachuchoensis* Guerra-García, Sorbe and Frutos, 2008; *Leucothoe cathalaa* Frutos and Sorbe, 2013; *Dorotea papuana* Corbari, Frutos and Sorbe, 2019 (nov. gen.); *Stilipes lagarderei* Frutos and Sorbe, 2022; Mysida *Mysidopsis cachuchoensis* San Vicente, Frutos and Sorbe, 2013; *Petalophthalmus papilloculatus* San Vicente, Frutos and Cartes, 2014; *Stellamblyops vassilenkoeae* Petryashov and Frutos, 2017 (nov. gen.); i Tanaidacea *Paranarthrurella kizomba* Frutos and Błazewicz, 2019 (new family).



Niektóre z nowych gatunków, które opisałam w trakcie swojej kariery

## Bibliografía (pogrubione artykuły, których jestem współautorem)

- Anschutz P, Jorissen FJ, Chaillou G, Abu-Zied R, Fontanier C. 2002. Recent turbiditic deposition in the eastern Atlantic: early diagenesis and biotic recovery. *J. Mar. Res.* 60, 835–854.
- Artemova AV, Sattarova VV, Vasilenko YP. 2018. Distributions of diatoms and geochemical features of holocene sediments from the Kuril Basin (Sea of Okhotsk). *Deep-Sea Res. II* 154, 10–23
- Beddard FE. 1885. Preliminary notice of the Isopoda collected during the voyage of H.M.S. 'Challenger' – Part II. Munnopsidae. In: Proceedings of the Zoological Society of London, 1885, pp. 916–925
- Bober J, Brandt A, Frutos I, Schwentner M. 2019.** Diversity and distribution of Ischnomesidae (Crustacea: Isopoda: Asellota) along the Kuril-Kamchatka Trench – A genetic perspective. *Prog Oceanogr* 178, 102174
- Bourillet JF, Augris C, Cirac P, Mazé JP, Normand A, Loubrieu B, Crusson A, Gaudin M, Poirier D, Le Bris CS, Simlet L. 2007. Le canyon de Capbreton - Carte morpho-bathymétrique – Feuille ouest. Quae éditions.
- Brenke N. 2005. An epibenthic sledge for operations on marine soft bottom and bedrock. *Mar Technol Soc J* 39, 10–21
- Brunel P, Besner M, Messier D, Poirier L, Granger D, Weinstein M. 1978. Le traîneau suprabenthique Macer-GIROQ: appareil amélioré pour l'échantillonnage quantitatif étagé de la petite faune nageuse au voisinage du fond. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 63, 815–829.
- Carney RS. 2005. Zonation of deep biota on continental margins. In: Gibson RN, Atkinson RJA, Gordon JDM (Eds.) *Oceanography and Marine Biology An Annual Review* 43, 211–278.
- Cartes, J.E., 1994. Influence of depth and season on the diet of the deep aristeid *Aristeus antennatus* along the continental slope (400 to 2300 m) in the Catalan Sea. *Mar. Biol.* 120, 639–648.
- Cartes, J.E., 1998. Dynamics on the bathyal benthic boundary layer in the northwestern Mediterranean: depth and temporal variations in macrofaunal-megafaunal communities and their possible connections within deep-sea trophic webs. *Progr. Oceanogr.* 41, 111–139.
- Dauvin JC, Zouhiri S. 1996. Suprabenthic crustacean fauna of a dense Ampelisca community from the English Channel. *J Mar Biol Assoc UK.* 76, 909–29.
- Dauvin JC, Sorbe JC, Lorgeré JC. 1995. Benthic Boundary Layer macrofauna from the upper continental slope and the Cap-Ferret Canyon (Bay of Biscay). *Oceanologica Acta* 18, 113–122.
- Demchenko NL. 2010. Ecological aspects of the dominant amphipod *Monoporeia affinis* (Amphipoda: Pontoporeiidae) in the infralittoral zone on the northeastern coast of the Sakhalin Island (Sea of Okhotsk). *Zool Baetica* 21, 143–149.
- Etcheber H, Relexans JC, Beliard M, Weber O, Buscail R, Heussner S. 1999. Distribution and quality of sedimentary organic matter on the Aquitanian margin (Bay of Biscay). *Deep-Sea Res II* 46, 2249–2288.
- Fanelli E, Cartes JE. 2004. Feedings habits of Pandalid shrimps in the Alboran Sea (SW Mediterranean): influence of biological and environmental variables. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 280, 227–238.
- Frutos I. 2006.** Las comunidades suprabentónicas submareales de la ría de La Coruña y plataforma continental adyacente (NW Península Ibérica). PhD tesis. Universidad de Alcalá, Spain. p. 402.
- Frutos I. 2017.** Abyssal amphipods from the Vema Fracture Zone (tropical N Atlantic): diversity and abundance at both sides of the Mid Atlantic Ridge. *Biodivers. J.* 8 (2), 503–504.
- Frutos I, Jazdzewska AM. 2019.** Deep-sea amphipod fauna of the Sea of Okhotsk. *Prog Oceanogr* 178, 102147.
- Frutos I, Sorbe JC. 2008.** “El Cachucho”: a hotspot of biodiversity in the Bay of Biscay. *Revista de Investigación Marina*, 3: 137–138
- Frutos I, Sorbe JC. 2010.** *Politolana sanchezi* sp. nov. (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae), a new benthic bioturbating scavenger from bathyal soft-bottoms of the southern Bay of Biscay (northeastern Atlantic Ocean). *Zootaxa* 2640, 20–34
- Frutos I, Sorbe JC. 2014.** Bathyal suprabenthic assemblages from the southern margin of the Capbreton Canyon (“Kostarrenkala” area), SE Bay of Biscay. *Deep-Sea Research II*, 104: 291–309.
- Frutos I, Sorbe JC. 2017.** Suprabenthic assemblages from the Capbreton area (SE Bay of Biscay). Faunal recovery after a canyon turbiditic disturbance. *Deep-Sea Research I*, 130: 36–46.
- Frutos I, Sorbe JC. 2022.** Seamounts, canyons and slope: the preference of a new stilipedid amphipod (Crustacea: Amphipoda) for the Bay of Biscay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 275, 107992
- Frutos I, Brandt A, Sorbe JC. 2017.** Deep-Sea Suprabenthic Communities: The Forgotten Biodiversity, in: Rossi S., Bramanti L, Gori A., Orejas Saco del Valle C. (Eds.) *Marine Animal Forests. The ecology of benthos biodiversity hotspots.* Springer, 475–503 pp.
- Frutos I, Kaiser S, Pulaski L, Studzian M, Błażewicz M. 2022.** Challenges and advances in the taxonomy of deep-sea Peracarida: from traditional to modern methods. *Front. Mar. Sci* 9, 799191.
- Frutos I, Sorbe JC, Sánchez F. 2012.** Deep suprabenthic assemblages from submarine canyons of the Cantabrian Sea (NE Atlantic Ocean): Avilés vs Capbreton. *Revista de Investigación Marina*, 19(6): 220–223.
- Gaudin M, Mulder T, Cirac P, Berné S, Imbert P. 2006. Past and present sedimentary activity in the Capbreton Canyon, southern Bay of Biscay. *Geo-Mar. Lett.* 26, 331–345.

- Gillet H, Cirac P, Lagié B. 2008. Pockmarks on the southern margin of the Capbreton Canyon (south-eastern Bay of Biscay). *Revista de Investigación Marina*, 3: 90–91.
- Guerra-García JM, Sorbe JC, Frutos I. 2008.** A new species of *Liropus* (Crustacea, Amphipoda, Caprellidae) from the Le Danois Bank (southern Bay of Biscay). *Org. Divers. Evol.* 7, 253–264
- Isbert W, Rodríguez-Cabello C, Frutos I, Preciado I, Montero FE, Pérez del Olmo A. 2015.** Metazoan parasite communities and diet of the velvet belly lantern shark *Etmopterus spinax* (Squaliformes: Etmopteridae): a comparison of two deep-sea ecosystems. *J Fish Biol* 86, 687–706
- Jazdzewska A. 2015. Kuril-Kamchatka deep sea revisited – insights into the amphipod abyssal fauna. *Deep-Sea Res. II* 111, 294–300
- Kürten B, Frutos I, Struck U, Painting SJ., Polunin NVC, Middelburg J.J. 2013. Trophodynamics and functional feeding groups of North Sea fauna: a combined stable isotope and fatty acid approach. *Biogeochemistry* 113, 189–212.
- Lagardère JP. 1977. Recherches sur la distribution verticale et sur l'alimentation des Crustacés Décapodes benthiques de la pente continentale du golfe de Gascogne. Analyse des groupements carcinologiques. *Bull. Cent. Études Rech. Sci. Biarritz* 11, 367–440.
- Louzao M, Anadón N, Arrontes J, Álvarez-Claudio C, Fuente M, Ocharán F, Anadón A, Acuña JL. 2010. Historical macrobenthic community assemblages in the Avilés Canyon, N Iberian Shelf: baseline biodiversity information for a marine protected area. *J. Mar. Sys.* 80, 47–56.
- Malyutina MV, Brandt A. 2004. Acanthocopinae (Crustacea: Isopoda: Munnopsididae) from the Southern Ocean deep sea with a description of *Acanthocope eleganta* sp. nov. *Zootaxa* 550, 1–20.
- Malyutina MV, Frutos I, Brandt A. 2018. Diversity and distribution of the deep-sea Atlantic *Acanthocope* (Crustacea, Isopoda, Munnopsidae), with description of two new species. *Deep-Sea Res. II* 148, 130–150.
- Mulder T, Weber O, Anschutz P, Jorissen FJ, Jouanneau JM. 2001. A few monthsold storm-generated turbidite deposited in the Capbreton Canyon (Bay of Biscay, SW France). *Geo-Mar. Lett.* 21, 149–156.
- Preciado I, Cartes JE, Serrano A, Velasco F, Olaso I, Sánchez F, Frutos I. 2009.** Resource utilisation by deep-sea sharks at the Le Danois Bank, Cantabrian Sea, north-east Atlantic Ocean. *J Fish Biol* 75, 1331–1355.
- Preciado I, Cartes JE, Punzón A, Frutos I, López-López L, Serrano A. 2017.** Food web functioning of the benthopelagic community in a deep-sea seamount based on diet and stable isotope analyses. *Deep-Sea Research II* 137, 56–68.
- Preciado I, Frutos I, López-López L, Papiol V, Cartes J, Sánchez, F, Serrano A. 2012.** Feeding strategies of *Nezumia aequalis* (Günther, 1878) (Pisces: Macrouridae) in three deep-sea areas with different trophic pathways (southern Bay of Biscay). *Revista de Investigación Marina* 19(6), 578–579.
- Petryashov VV, Frutos I. 2017.** A new deep-sea mysid, *Stellamblyops vassilenkoae* gen. nov., sp. nov., from the north-west Pacific (Crustacea: Mysida). *Proceedings of the Zoological Institute RAS* 321(4), 403–410.
- Poggiale JC, Dauvin JC. 2001 Long-terms dynamics of three benthic *Ampelisca* (Crustacea: Amphipoda) populations from the Bay of Morlaix (western English Channel) related to their disappearance after the “Amoco Cadiz” oil spill. *Mar Ecol Prog Ser* 214, 201–209.
- Ríos P, Altuna A, Frutos I, Manjón-Cabeza E, García-Guillén L, Macías-Ramírez A, Ibarrola TP, Gofas S, Taboada S, Souto J, Álvarez F, Saiz-Salinas JI, Cárdenas P, Rodríguez-Cabello C, Lourido A, Boza C, Rodríguez-Basalo A, Prado E, Abad-Urribarren A, Parra S, Sánchez F, Cristobo J. 2022.** Avilés Canyon System: Increasing the benthic biodiversity knowledge. *Estuar Coast Shelf Sci* 274, 107924.
- Rowe GT. 1972. The exploration of submarine canyons and their benthic faunal assemblages. *Proc. R. Soc. Edinb.* 73, 159–169.
- Sánchez F, Blanco M, Gancedo R. 2002. Atlas de los peces demersales y de los invertebrados de interés comercial de Galicia y el Cantábrico. *Instituto Español de Oceanografía*.
- Sánchez F, Cristobo J, Ríos P, González-Pola C, Parra S, Lourido A, Druet M, Rivera J, Frutos I. 2013. Informe de las campañas INDEMARES-AVILÉS 0412 e INDEMARES-AVILÉS 0912. IEO technical report. 69 pp
- Sánchez F, Serrano A, Cartes JE, Preciado I, Arronte JC, Parra S, Frutos I, Olaso I. 2010.** Estimating the MPA management effects on Le Danois Bank deep-sea ecosystem (El Cachucho) using a trophodynamic modelization. In: Abstract book of 12 Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay (Isobay12), <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4115.2400>.
- Serrano A, Cartes JE, Papiol V, Punzón A, García-Alegre A, Arronte JC, Ríos P, Lourido A, Frutos I, Blanco M. 2017.** Epibenthic communities of sedimentary habitats in a NE Atlantic deep seamount (Galicia Bank). *Journal of Sea Research* 130: 154–165.
- Sibuet M, Olu K. 1998. Biogeography, biodiversity and fluid dependence of deep-sea cold-seep communities at active and passive margins. *Deep-Sea Res II* 45, 517–567.
- Sirenko, B.I., 2013. Check-list of species of free-living invertebrates of the Russian far eastern seas. *Zool. Inst. RAS* 75, 1–256.
- Sorbe JC. 1981. Rôle du benthos dans le régime alimentaire des poissons démersaux du secteur sud-Gascogne. *Kiel. Meeresforsch. Sonderh.* 5, 479–489.



- Sorbe JC. 1983. Description d'un traîneau destiné à l'échantillonnage quantitatif étagé de la faune suprabenthique néritique. *Ann Inst Océanogr* 59, 117–126.
- Sorbe JC. 1990. *Le canyon de Capbreton: état de connaissances sur ce site exceptionnel de la marge atlantique européenne*. In: Urrutia J, Rallo A (Eds.) *Oceanografía del golfo de Vizcaya*. Servicio Editorial UPV-EHU, Bilbao. pp. 93–140.
- Sorbe JC, Frutos I, Aguirrezabalaga F. 2010.** The benthic fauna of slope pockmarks from the Kostarrenkala area (Capbreton canyon, SE Bay of Biscay). *Munibe* 58, 85–98.
- Vanney JR, Mougenot D. 1990. Un canyon sous-marin de type "gouf". Le canhão de Nazaré (Portugal). *Oceanol. Acta* 13, 1–14.
- Wildish DJ, Akaji HM, McKeown DL, Polhe GW. 2008. Pockmarks influence benthic communities in Passamaquoddy Bay, Bay of Fundy, Canada. *Mar Ecol Progr Ser* 357, 51–66.

5. INFORMACJA O WYKAZYWANIU SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ NAUKOWĄ ALBO ARTYSTYCZNĄ REALIZOWANĄ W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ LUB INSTYTUCJI KULTURY, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ.

Swoją karierę naukową realizowałam w czterech krajach: Hiszpanii, Francji, Niemczech i Polsce.

W 2000 roku otrzymałam pozwolenie na zrobienie doktoratu w La Coruña od **Hiszpańskiego Instytutu Oceanografii (IEO)**, głównej instytucji publicznej zajmującej się naukami o morzu w Hiszpanii. Tam też przeprowadziłam wszystkie swoje badania doktorskie. Moja praca doktorska nosiła tytuł "*Study of suprabenthic communities from ría de La Coruña and adjacent continental shelf (NW Iberian Peninsula)*", którą obroniłam w 2006 roku na Uniwersytecie w Alcalá (Hiszpania) z najwyższym wynikiem.

Po doktoracie otrzymałam stanowisko Post-doc w **Station Marine d'Arcachon** (Uniwersytet w Bordeaux) we **Francji**, gdzie pracowałam w Laboratorium Jeana Claude Sorbe, pioniera badań nad suprabentosem w południowej Europie. Jean Claude Sorbe wprowadził mnie w badania tej fauny podczas mojego pobytu w programie ERASMUS. Pracowałam w tej jednostce przez półtora roku (2007-2008) skupiając się na badaniach zbiorowisk suprabentosu z batiału Zatoki Biskajskiej. Zajmowałam się identyfikacją fauny z Kanionu Capbreton i Ławicy Le Danois oraz scharakteryzowaniem struktury zbiorowisk suprabentosu. Dodatkowo, zaczęłam uczyć się technik opisywania nowych gatunków, zarówno rozpreparowywaniu okazów oraz ich montażu na szkiełkach mikroskopowych, jak również rysowania ich spod mikroskopu przy pomocy nasadki rysunkowej (camera lucida), co zaowocowało opublikowaniem nowego gatunku równonoga *Politolana sanchezi* Frutos i Sorbe, 2010.

Podczas tego stażu byłam zaangażowana w brytyjski projekt "Marine Ecosystem Connections", zarządzany przez Center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (**Cefas**), w celu zbadania połączenia bento-pelagicznego w Morzu Północnym. Rozpoczęłam współpracę z dr Evą Garnacho i odwiedziłam **Lowestoft (UK)**, wzięłam udział w trzech wyprawach, podczas których pracowałam przy saniach epibentonicznych, które były testowane na morzu. Współpraca ta pozwoliła mi na zbadanie

zbiorowisk suprabentosu w trzech obszarach z Morza Północnego i określenie w jednej z pracy trofodynamiki ekosystemu tego obszaru (Kürten et al., 2013).

Po powrocie do Hiszpanii, od 2008 do 2014 roku byłam zatrudniona jako badacz w **Hiszpańskim Instytucie Oceanografii**, najpierw w **La Coruña**, a później w **Santander**, w ramach projektu INDEMARES. Program był poświęcony inwentaryzacji fauny z obszarów głębinowych w celu oceny i wyznaczenia sieci Natura 2000. Moja praca koncentrowała się na opisie zbiorowisk dennych z Kanionu Avilés i Bank Galicia, a oprócz prac dotyczących opisu nowych gatunków z tych obszarów, pracowałam przy wyznaczaniu obszarów, które należy objąć ochroną, brałam również udział w scharakteryzowaniu zbiorowisk i zależności troficznych w tych ekosystemach.

W styczniu 2013 zostałam zaproszona przez Prof. Marinę Cunha (**Uniwersytet w Aveiro, Portugalia**) na trzytygodniowy wyjazd do Kanionu Blanes nad Morzem Śródziemnym, podczas którego zebrano próby suprabentosowe. Współpraca zaowocowała dwoma pracami (Almeida et al., 2017 a, b).

W 2013 roku otrzymałam najbardziej prestiżowe hiszpańskie stypendium mobilności dla młodych badaczy "José Castillejo" i spędziłam 3 miesiące w **Museum of Zoology University of Hamburg**, w **Niemczech**, gdzie miałam okazję współpracować z prof. Angeliką Brandt, światowej sławy specjalistką od głębinowych równonogów. Pobyt pozwolił mi na pogłębienie wiedzy taksonomicznej w zakresie identyfikacji równonogów z obszarów Hiszpanii, jak również zdobyłam umiejętności w zakresie technik rysunkowych przy sporządzaniu opisu nowych gatunków.

Tak dobra współpraca zaowocowała pod koniec 2014 roku kolejnym stanowiskiem Post-doc na **Uniwersytecie w Hamburgu**, gdzie pracowałam w projekcie Vema-TRANSIT i badałam bioróżnorodność Peracarida w strefie spękań Vema oraz w Rowie Puerto Rico. Celem projektu było sprawdzenia czy Grzbiet Śród atlantycki jest barierą dla dyspersji oragnizmów. Przez 4 lata kierowałam badaniami nad Peracarida tych obszarów, które zebraliśmy podczas międzynarodowej ekspedycji Vema-TRANSIT (15 grudnia 2014 do 27 stycznia 2015). To stanowisko post-doc wiązało się z najbardziej międzynarodowym okresem w mojej karierze, pozwalając mi na udział w międzynarodowych konferencjach oraz odwiedzanie instytucji takich jak Marine & Freshwater Research Centre of the **Atlantic Technologic University w Galway, Irlandia** w celu współpracy z dr Fioną Kavanagh, która zajmuje się głębinowymi równonogami (1 tydzień, marzec 2016), czy **Smithsonian w Waszyngtonie, USA** (1 tygodniowa wizyta w celu badania kolekcji równonogów, maj 2018). Dodatkowo otrzymałam stypendium SYNTHESYS na wizytę u dr Laure Corbari w **Narodowym Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu (Francja)**, w trakcie trzytygodniowego wyjazdu opracowywałam kolekcję abysalnych Peracarida z Atlantyku (maj 2017).

Ponadto, miałam okazję dołączyć do projektu SokhoBio skupionego na badaniu bioróżnorodności Morza Ochockiego. Mogłam uczestniczyć w wyprawie naukowej, w której zebrano Peracarida z najgłębszej części Basenu Kurylskiego oraz zachodniego zbocza abisalnego Rowu Kurylsko-Kamczackiego (lipiec-

sierpień 2015). Projekt ten sprzyjał bezpośredniej współpracy z prof. Mariną Malyutiną z **A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology we Władywostoku (Rosja)** i umożliwił współpracę z prof. Victorem Petryashovem z **Instytutu Zoologicznego Rosyjskiej Akademii Nauk w Sankt Petersburgu**, co znalazło odzwierciedlenie w publikacjach, które dotyczą opisu nowych gatunków (Petryashov i Frutos, 2017; Malyutina et al., 2018).

W czasie pobytu w Hamburgu rozpoczęłam współpracę w projekcie IceAGE prowadzonym przez dr Saskię Brix z **Senckenberg** w Niemieckim Centrum Bioróżnorodności Morskiej (**DZMB**), a także brałam udział w międzynarodowych warsztatach identyfikacji obunogów w DZMB-Wilhelmshaven (Niemcy, 2016), **Stacji Terenowej Uniwersytetu Łódzkiego w Spale (Polska, 2017)** oraz **Centrum Badawcze Uniwersytetu Islandzkiego w Sangerdi (Islandia, 2018)**; a także uczestniczyłam w wyprawie IceAGE-Reykjanes Ridge w sierpniu 2018 roku. W wyniku tej powstało kilku publikacji (Brix et al., 2018; Jażdżewska et al., 2018; Taylor et al., 2021).

Aby osiągnąć identyfikację fauny perakaridów z projektu Vema-TRANSIT, przyjechałam do Polski na **Uniwersytet Łódzki** do współpracy z prof. Magdaleną Błażewicz, światową specjalistką od tanaidaceanów, i odwiedzając Zakład Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii trzykrotnie w 2016 i 2017 roku. Taka jak współpraca w przeszłości jest w bliższym toku ze względu na moje obecne stanowisko na Uniwersytecie Łódzkim.

W 2018 roku przeprowadziłam się do Polski i stabilizowałam swoje badania na Uniwersytecie Łódzkim. Następnie moja współpraca międzynarodowa została kontynuowana. Współpracę z dr Lenaick Menot z **Ifremer (Francja)** w ramach wyprawy BICOSE2 rozpocząłem w lutym 2018 roku, a następnie byłem 2-miesięcznym guest scientist w jego laboratorium w Breście (luty-marzec 2019) w celu badania fauny suprabentycznej ze stanowisk TAG i Snake Pit zlokalizowanych w Grzbiecie Śród atlantyckim. Nadchodząca ekspedycja BICOSE3 jest zaplanowana do końca tego roku 2023, aby ponownie odwiedzić ten obszar, a ja dołączę, aby być odpowiedzialnym za pobieranie próbek fauny suprabentycznej za pomocą sań.

Moja wcześniejsza współpraca z dr Laure Corbari z **Narodowego Muzeum Historii Naturalnej (MNHN) w Paryżu** zaowocowała wzięciem udziału w kilku międzynarodowych warsztatach identyfikacji Peracarida z różnych wypraw MNHN (od 2016). Następnie uczestniczyłam w kilku wyprawach organizowanych przez dr Corbari (np. Korsyka, Nowa Kaledonia, Saya de Malha Bank), w celu badania fauny Peracarida. Nasza współpraca została również nagrodzona przez **NWA PHC-Polonium** program dwustronnej wymiany naukowców (Francja, Polska), która dotyczyła różnorodności fauny obunogów z Nowej Kaledonii (w trakcie realizacji).

Utrzymując współpracę z moją byłą instytucją hiszpańską (**IEO**), odwiedziłam Centrum Oceanograficzne w **Gijón i Santander**, wraz z dr Pilar Ríos, Javierem Cristobo i Izaskunem Preciado opracowywaliśmy kolekcję zbiorowisk suprabentosu z południowej części Zatoki Biskajskiej zebranych w latach 2020, 2021

i 2022 (praca w toku). Obecnie współpracuje z prof. José Manuel Guerra-García z **Uniwersytetu w Sewilli (Hiszpania)**, podczas sześciotygodniowego pobytu w ramach stypendium Uniwersytetu Łódzkiego, prowadziliśmy badania nad technikami odżywiania się ryb łososiowatych.

#### 6. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ LUB SZTUKĘ.

Po ukończeniu studiów biologicznych prowadziłam zajęcia dydaktyczne u prof. Juana Junoya na Uniwersytecie w Alcalá (Hiszpania) w latach 1995–2005. Przedmiotami które prowadziłam były "Bezkręgowce II", Zasoby morskie" i "Biologia morza", które są w programie studiów magisterskich Biologii oraz Nauk o Środowisku.

W latach akademickich 2014–2016 współpracowałam z Prof. Angeliką Brandt współprowadząc zajęcia "Praktikum Marine Biodiversität" dla Graduate students na Uniwersytecie w Hamburgu.

W 2017 roku, w dniach 15–19 maja, prowadziłam warsztaty z taksonomii równonogów w Stacji Morskiej w Dinard (Francja) dla techników, doktorantów i badaczy z MNHN, Ifremer i EPHE francuskich instytucji zaangażowanych w Sieć Stacji Morskich (Resomar).

Prowadziłam tygodniowy kurs "Taxonomy of Peracarida" w Ifremer Brest dla doktorantów, Post-doc i techników z Deep-sea Environment Lab (29 kwietnia–3 maja 2019).

Byłam współpromotorem pracy magisterskiej na Uniwersytecie w Hamburgu:

Tytuł: Genetic allocation of sexual dimorphic individuals in a new deep sea isopod species (*Macrostylis papandreas* sp. nov.). The potential role of sexual selection in deep-sea diversity. Nele Heitland, grudzień 2015 r.

Tytuł: Diversity and distribution of Ischnomesidae (Crustacea: Isopoda: Asellota) in the Northwest Pacific Ocean. Johanna Bober, maj 2019 r.

Byłam członkiem komisji doktorskiej Pauli Rodríguez-Flores na Uniwersytecie w Barcelonie pt: "Biodiversity, biogeography and evolution patterns on crustaceans (Anomura, Galatheoidea) from tropical and temperate areas" (5 lutego 2021 r.).

Dodatkowo byłam aktywnym uczestnikiem niektórych z projektów:

Działania w ramach drzwi otwartych:

- Statek badawczy *l'Atalante* w Nouméa (Octobre 2019), Nouvelle Calédonie. Prezentacja wyprawy KANADEEP2 w głębokich wodach Nowej Kaledonii dla zwiedzających i uczniów szkół.
- Statek badawczy *Sonne* w Hamburgu (21–22 Novembre 2014) i Warnemünde (24 listopada 2014), Niemcy. Prezentacja pierwszej wyprawy oceanograficznej nowego statku badawczego na Oceanie Atlantyckim i w Rowie Puerto Rico, poprzedzająca moją prezentacją pracy na pokładzie (14 grudnia 2014–26 stycznia 2015).
- XIV<sup>o</sup> Día da Ciencia na Rúa, Instituto Español de Oceanografía La Coruña, 9 maja 2009. Zajęcia dydaktycznie o kolekcji bezkręgowców morskich z obszaru kantabryjskiego, w tym prezentacja plakatu o wyprawie Darwina na pokładzie Beagle, z okazji 150. rocznicy opublikowania teorii ewolucji

Média:

- Statek badawczy *Sonne* w San Juan de Puerto Rico (Dominikana), 26 stycznia 2015 r. Powitanie na pokładzie statku władz Dominikany i prasy. Podczas prezentacji statku wyjaśniono cel wyprawy SO-237.
- Wywiad w radiu w audycji " Españoles en la mar " w 2013 roku związany z "El Cachucho" (pierwszy morski brzegowy obszar chroniony), w którym zaprezentowano nowe gatunki dla nauki które odkryłam. Hiszpańska audycja dotyczyła zagadnień związanych z ochroną środowiska i analizą ekologiczną tego obszaru.

7. OPRÓCZ KWESTII WYMIENIONYCH W PKT. 1-6, WNIOSKODAWCA MOŻE PODAĆ INNE INFORMACJE, WAŻNE Z JEGO PUNKTU WIDZENIA, DOTYCZĄCE JEGO KARIERY ZAWODOWEJ.

Od 2021 r. jestem asystentem w Muzeum Narodowym Historii Naturalnej w Paryżu, **Francja**.

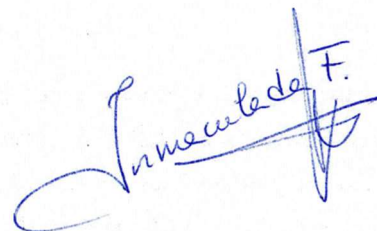
Od 2007 roku jestem profesorem honorowym na Wydziale Nauk o Życiu Uniwersytetu w Alcalá, **Hiszpania**.

W 2009 roku grupa badawcza ECOMARG z Hiszpańskiego Instytutu Oceanografii w Santander, do której należałam, otrzymała nagrodę w kategorii Ochrona i Różnorodność Fundacji BBVA za nasze badania ekologiczne z Bank Le Danois.

W 2010 roku otrzymałam nagrodę za plakat na XII Międzynarodowym Sympozjum Oceanografii Zatoki Biskajskiej, które odbyło się w Breście (Francja) w dniach 3–6 maja 2010.

W badaniach nad zbiorowiskami suprabentosu kluczowe znaczenie ma użycie sań do zbierania tej fauny. Skonstruowałam takie sanie do moich pierwszych badań w płytkich wodach, a następnie najpierw zmodyfikowałam, a później przeprojektowałam je do zbierania suprabentosu w wodach głębinowych. Do tej pory uczestniczyłem w 33 wyprawach (673 dni robocze na pokładzie), odpowiadając za rozmieszczenie

i użycie tego sprzętu. W trakcie tych wypraw używałam różnych typów i modeli sań, co pozwoliło mi na zdobycie dobrych umiejętności w pobieraniu próbek i wiedzy na temat tej fauny, która stanowiła również istotny wkład w materiał znajdujący się obecnie w zbiorach Muzeum.



.....  
(podpis wnioskodawcy)