

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA: CURADURÍA,
TAXONOMÍA Y DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN COLECCIONES
BIOLÓGICAS DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL MARINA DE COLOMBIA-
MAKURIWA (MHNMC)

SARA LUCÍA ARÉVALO SALGUERO

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
SANTA MARTA
2025



CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA: CURADURÍA,
TAXONOMÍA Y DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN COLECCIONES
BIOLÓGICAS DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL MARINA DE COLOMBIA-
MAKURIWA (MHNMC)

SARA LUCÍA ARÉVALO SALGUERO

Informe de actividades de la práctica profesionalizante para optar al título de Bióloga
Marina

Tutor

VANESSA YEPES NARVÁEZ

Investigadora Científica MHNMC-INVEMAR

Profesor Monitor

ANDRÉS FRANCO HERRERA

Profesor UTADAO

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
SANTA MARTA

2025



MAKURIWA
MUSEO DE HISTORIA
NATURAL MARINA
DE COLOMBIA



Colombia está mejor
INVEMAR
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES MARINERAS Y COSTERAS

DEDICATORIA

A mis padres, con todo mi amor y gratitud. Este logro es fruto de sus esfuerzos, de los sacrificios silenciosos que hicieron para brindarme siempre lo mejor y de la confianza que depositaron en mí, aún en los momentos más difíciles. Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia, la importancia de la humildad y la fuerza de los sueños cuando se trabajan con dedicación. Cada página de este trabajo refleja no solo mi esfuerzo, sino también el de ustedes, que han sido mi mayor inspiración y mi más firme apoyo.

A mis amigos y conocidos más cercanos, quienes me alentaron en cada paso de este camino. Gracias por compartir conmigo palabras de ánimo, sonrisas en los momentos difíciles y compañía en las jornadas de estudio. Su apoyo, comprensión y amistad fueron un impulso invaluable para llegar hasta aquí.



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres y hermano, quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Gracias por su amor incondicional, por enseñarme con su ejemplo la importancia del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia y por brindarme siempre las herramientas necesarias para alcanzar mis metas.

A mis profesores, tanto de la sede de Bogotá como la de Santa Marta: Andrés Franco, Carlos Borrero, Paulo Tigreros, Natalia Rincón, Adolfo Sanjuan, Jorge Bernal y Pedro Lecompte, quienes han sido guías y fuentes de inspiración que quedarán en mi memoria. Un agradecimiento especial a mi profesor y monitor, Andrés Franco, por su acompañamiento y orientación en los momentos finales de mi carrera.

Agradezco igualmente al Programa de Conservación de Tortugas y Mamíferos Marinos, por motivarme a involucrarme en actividades que trascendieron las aulas y que contribuyeron de manera significativa a enriquecer mi formación académica y personal.

A mis compañeros de universidad, por compartir este camino lleno de aprendizajes, retos y experiencias inolvidables. Gracias por su apoyo, colaboración y amistad, que hicieron de este proceso académico lejos de casa más llevadero y enriquecedor.

A mis compañeros del Museo Makuriwa, por las valiosas lecciones de vida, las risas y los buenos momentos compartidos durante la pasantía, especialmente a mi tutora, Vanessa Yepes, por acompañarme al cierre de esta etapa y al inicio del nuevo camino que estoy emprendiendo.

Finalmente, agradezco a la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y al INVEMAR por el respaldo recibido y las oportunidades brindadas, que han sido fundamentales en mi desarrollo personal y profesional.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	5
2.1. ASPECTOS LEGALES, ECONOMICOS Y ORGANIZACIONALES.....	5
2.2. FILOSOFÍA INSTITUCIONAL	6
Misión	6
Visión	7
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
4. OBJETIVOS.....	7
4.1. Objetivo general	7
4.2. Objetivos específicos.....	8
5. INFORMACIÓN DEL TRABAJO REALIZADO.....	8
5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ASIGNADAS	8
Durante la estancia en la institución se participó activamente en diversas actividades de carácter científico, técnico y de divulgación, entre las cuales se destacan las siguientes:	8
6. RESULTADOS OBTENIDOS	9
6.1. ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD Y MANEJO DENTRO DE LOS LABORATORIOS	9
6.2. CAPACITACIONES EN EL MANEJO DE DATOS GBIF	9
6.2.1. Descripción de los cursos	9
6.2.2. Principales herramientas usadas.....	11
6.3. DESARROLLO DE ACTIVIDADES VARIAS DENTRO DEL LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR	12
6.4. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EN APOYO AL MUSEO DE HISTORIA NATURAL MARINA DE COLOMBIA (MHNMC)	13
6.4.1. ACTIVIDADES DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y OBTENCION DE SECUENCIAS	13
6.5. SEPARACIÓN, IDENTIFICACIÓN E INGRESO DE MATERIAL BIOLÓGICO A LAS COLECCIONES DE REFERENCIA DEL MHNMC	15
6.5.1. APOYO AL PROYECTO "PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR BIOINCRUSTACIONES Y ESPECIES EXÓGENAS MARINAS (EEM)".	16
6.6. BIODIVERSIDAD DE ANÉLIDOS INTERSTICIALES ASOCIADOS A UNA PLAYA TURÍSTICA DE LA BAHÍA DE GAIRA, SANTA MARTA, COLOMBIA	17
6.7. PROYECTO “GENERACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA COMO SOPORTE A LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CRA EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO” ..	20
6.8. VISITAS Y RECORRIDOS DEL MHNMC	21

6.9. APOYO LOGÍSTICO A DIVERSAS ACTIVIDADES DEL INVEVAR	22
6.9.1. CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CARBONO AZUL Y HUMEDALES.....	22
7. CONCLUSIONES.....	24
8. RECOMENDACIONES.....	25
9. BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	27



1. INTRODUCCIÓN

El Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) – MAKURIWA, como parte del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (INVEMAR), desempeña un papel clave en la conservación, documentación y divulgación del patrimonio biológico marino y costero del país. A través de sus colecciones biológicas de referencia, el museo no solo preserva especímenes representativos de la biodiversidad nacional, sino que también impulsa el conocimiento científico al integrar disciplinas como la curaduría taxonómica, la genética molecular y la apropiación social del conocimiento. Las colecciones biológicas actúan como verdaderos bancos de información que documentan la diversidad de especies en un lugar y momento determinados (Simmons y Muñoz-Saba, 2005). Su relevancia radica en que ofrecen un registro invaluable para la conservación de la biodiversidad, contribuyen a procesos educativos y facilitan tanto la identificación de especies ya conocidas como el descubrimiento de nuevas. Estas colecciones constituyen además una valiosa fuente de material genético para investigaciones moleculares, lo que ha transformado de manera significativa el entendimiento de la filogenia y de la diversidad genética en los organismos marinos (Ossa et al., 2012; Galli, 2022).

Uno de los desafíos actuales en el estudio de la biodiversidad es garantizar el acceso a material biológico que conserve su integridad genética. Las colecciones de tejidos, que complementan los especímenes de referencia, permiten salvaguardar fragmentos biológicos bajo condiciones que favorecen estudios de ADN a largo plazo. En este sentido, el Museo MAKURIWA ha desarrollado procedimientos estandarizados para la recolección, preservación y digitalización de tejidos, asegurando su disponibilidad para investigaciones moleculares, tanto nacionales como internacionales, a su vez, implementando protocolos rigurosos para el manejo de estas colecciones, la documentación detallada de metadatos y la disponibilidad de datos en repositorios globales como el *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y el *National Center for Biotechnology Information* (NCBI). Estas iniciativas permiten que la información genética y ecológica de las especies marinas colombianas sea accesible para la comunidad científica internacional, promoviendo la colaboración en diversas investigaciones.

Durante la práctica profesional, se abordaron tareas orientadas al fortalecimiento de estas colecciones desde un enfoque interdisciplinario. Las actividades incluyeron procesos de curaduría molecular, extracción y amplificación de ADN, así como organización de datos biológicos provenientes de diferentes proyectos de INVEMAR en regiones del Caribe y Pacífico



colombiano. Se apoyaron labores de divulgación científica y gestión de colecciones, con el propósito de acercar el conocimiento marino a diversos públicos. Paralelamente, se respaldaron otras actividades de la institución como lo fue el apoyo logístico a la Conferencia Internacional de Carbono Azul y Humedales.

Como parte de los resultados, se logró el procesamiento y análisis genético de muestras pertenecientes a distintos grupos taxonómicos, como anélidos, crustáceos, poríferos y moluscos, creando bases para la generación de secuencias para genes marcadores como COI, clave en los procesos de identificación molecular. Además, se desarrollaron avances en un estudio de caso centrado en la biodiversidad de anélidos intersticiales asociados a una playa turística de la Ensenada de Gaira, incluyendo toma de fotografías, procedimientos de corte de tejido y extracción y amplificación de ADN, lo que permitió avanzar en la caracterización de especies.

Esta experiencia integradora ofreció una visión amplia del trabajo museológico, fortaleciendo habilidades técnicas en biología molecular, sistemática y gestión de información biológica, en sintonía con los objetivos institucionales del INVEMAR de promover la investigación, la conservación y el acceso abierto al conocimiento de la biodiversidad marina de Colombia.

El presente documento detalla los resultados de la pasantía llevada a cabo como Trabajo Profesionalizante en el MHNMC (INVEMAR), entre el 10 de junio y el 10 de octubre de 2025, enmarcada en el programa académico de Biología Marina de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y el Programa de Pasantías del INVEMAR, mediante el Acuerdo de Voluntades No. 015-2025.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. ASPECTOS LEGALES, ECONOMICOS Y ORGANIZACIONALES

INVEMAR es una Corporación Civil sin ánimo de lucro regida por las normas del derecho privado y en especial por sus Estatutos internos, vinculada al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 de la Ley 99 de 1993 y Decreto reglamentario 1276 de 1994, recogido por el Decreto Único del sector Ambiente No. 1076 de 2015, artículo art. 2.2.8.7.6.1 y ss, en el marco de lo reglamentado por la Ley 29 de 1990 de Ciencia y Tecnología y por el Decreto Ley 393 de 1991, cuya misión primordial es hacer investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y los ecosistemas marinos y oceánicos de los mares adyacentes al territorio nacional,



emitir conceptos técnicos y prestar asesoría y apoyo científico al Ministerio, entes territoriales y Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en los litorales (INVEMAR, 2022). En consonancia con esta misión, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" – INVEMAR, cuenta con una estructura organizacional jerarquizada que se representa mediante un organigrama institucional (Figura 1). Esta estructura está conformada por diferentes instancias de dirección, coordinación científica y administrativa, así como áreas de apoyo estratégico. Entre ellas, se destacan la Dirección General, la Subdirección de Coordinación Científica, con sus respectivos programas e investigaciones y la Subdirección Administrativa encargada de los procesos logísticos y de talento humano. Esta organización permite una gestión eficiente y articulada de los proyectos de investigación, servicios científicos y actividades operativas del instituto.

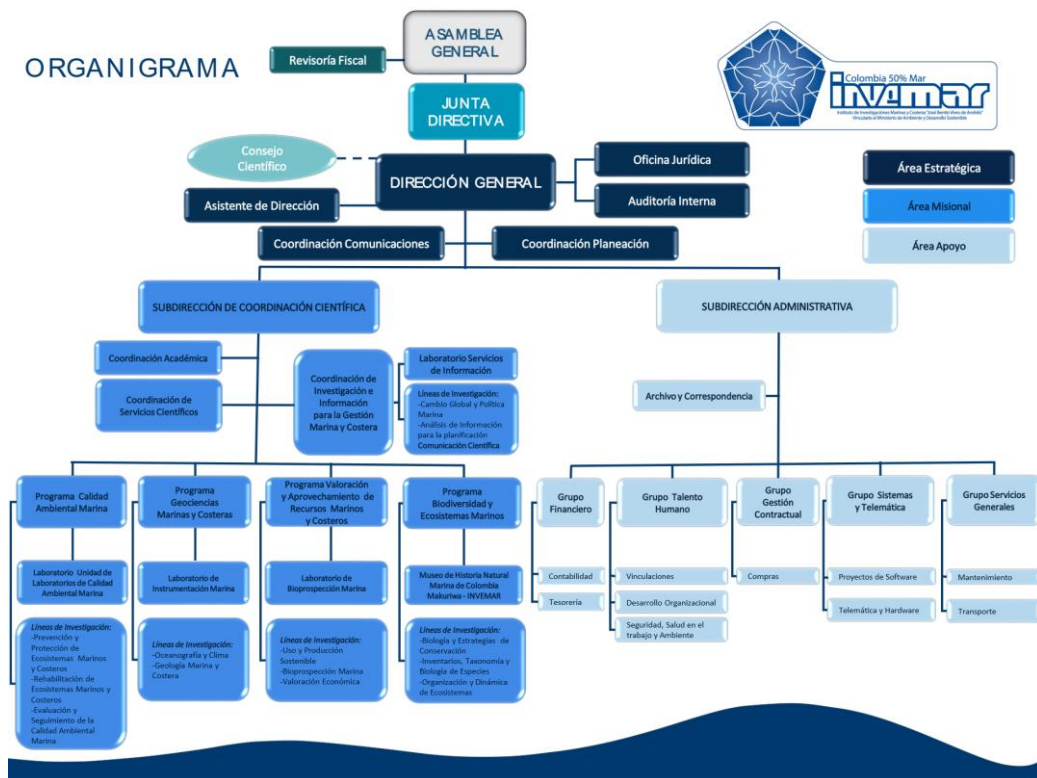


Figura 1. INVEMAR. (2022). Estructura orgánica [Organigrama]. En INVEMAR – Colombia 50 % mar. Recuperado de <https://www.invemar.org.co/web/guest/estructura-org%C3%A1nica>

2.2. FILOSOFÍA INSTITUCIONAL

Misión

Realizar investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos de interés nacional con el fin de



proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos que conduzcan al desarrollo de estas, dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, mediante el empleo racional de la capacidad científica del Instituto y su articulación con otras entidades públicas y privadas (INVEMAR, 2014).

Visión

Ser una institución científica de excelencia, reconocida en el ámbito nacional e internacional por su altísima calidad y liderazgo en sus actividades de investigación básica y aplicada y su compromiso con el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos y costeros. El INVEMAR deberá estar conformado por un grupo humano comprometido, altamente calificado y con valores éticos que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos (INVEMAR, 2014).

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las colecciones biológicas son repositorios esenciales que resguardan un vasto número de especímenes preservados, los cuales poseen un valor histórico y constituyen parte del patrimonio biológico de la Nación. Sin embargo, en Colombia la escasez de colecciones marinas y de expertos especializados en diversos grupos de organismos limita significativamente el avance en la catalogación del material disponible, lo que se traduce en un conocimiento aún fragmentario de la biodiversidad marina del país.

En este escenario, el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), en su papel de custodio del patrimonio biológico nacional requiere impulsar acciones de fortalecimiento de sus colecciones. Esto contempla labores de curaduría, documentación y divulgación, así como la implementación de herramientas de biología molecular que potencien la identificación taxonómica.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Contribuir a la generación de información sobre la biodiversidad marina a partir de especímenes depositados en colecciones biológicas y generación de información primaria para la divulgación



del conocimiento científico.

4.2. Objetivos específicos

- i. Apoyar la generación de información molecular para complementar la delimitación taxonómica de crustáceos de profundidad.
- ii. Desarrollar habilidades técnicas en el manejo, gestión y mantenimiento de colecciones biológicas como patrimonio natural del país.
- iii. Ejecutar una estrategia de difusión del conocimiento biológico a partir de colecciones biológicas para una audiencia con distintos niveles de experiencia.

5. INFORMACIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ASIGNADAS

Durante la estancia en la institución se participó activamente en diversas actividades de carácter científico, técnico y de divulgación, entre las cuales se destacan las siguientes:

- **Separación e identificación de materiales biológicos en proceso**, contribuyendo a la organización y análisis de especímenes en estudio.
- **Elaboración de matrices de datos**, facilitando el manejo, sistematización y análisis de la información biológica recolectada.
- **Fotografía e identificación de especímenes**, apoyando el registro visual y taxonómico de ejemplares provenientes de ecosistemas marinos y costeros.
- **Extracción de ADN genómico y amplificación de fragmentos específicos mediante PCR**, empleando distintos marcadores genéticos según los objetivos de investigación.
- **Apoyo en la curaduría de las colecciones biológicas**, mediante la organización, revisión y mantenimiento de ejemplares preservados en el Museo Makuriwa.
- **Participación en eventos académicos y educativos**, colaborando en la logística y desarrollo de eventos sobre biodiversidad marina.
- **Apoyo en actividades de divulgación científica**, con el fin de acercar el conocimiento marino a diferentes públicos y fortalecer la educación ambiental.



6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD Y MANEJO DENTRO DE LOS LABORATORIOS

En un principio y lo largo de la pasantía fueron recibidas múltiples capacitaciones enfocadas en la seguridad y el manejo de los equipos de laboratorio. Por un lado, en el Laboratorio de Biología Molecular se proporcionó una explicación completa sobre el manejo de equipos fundamentales como la centrífuga, el vortex, el termociclador, el espectrofotómetro y la cámara de electroforesis, indispensables para los procedimientos de extracción de ADN. Igualmente, se abordaron procesos de preparación y de uso adecuado de buffers y reactivos esenciales para asegurar el buen desarrollo de los protocolos en el laboratorio.

En el laboratorio de óptica, el cual cuenta con herramientas fundamentales para la documentación fotográfica de organismos de pequeño tamaño, se recibió capacitación sobre el manejo del estereomicroscopio con cámara acoplada y de su software asociado (Leica®), permitiendo la toma de fotografías de alta calidad, clave en el análisis morfológico y la identificación taxonómica de especímenes.

Se exploró el uso de bases de datos especializadas, como NCBI, para la comparación y verificación de secuencias genéticas, de igual manera, se destaca la inclusión de un espacio enfocado en el aprendizaje y manejo de herramientas informáticas como el software *Geneious*®, utilizado para la limpieza y edición de secuencias de ADN, fortaleciendo las habilidades técnicas y ampliando el entendimiento sobre el manejo y análisis de datos biológicos.

6.2. CAPACITACIONES EN EL MANEJO DE DATOS GBIF

6.2.1. Descripción de los cursos

El proceso de capacitación en manejo de datos de biodiversidad se desarrolló a través de cuatro cursos en línea, orientados a fortalecer las competencias en la comprensión, movilización, uso e integración de información biológica en plataformas abiertas. Cada curso abordó aspectos teóricos y prácticos, desde la introducción a la infraestructura del *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), hasta la aplicación de estándares de datos y el uso de herramientas como *DNA barcoding*, para enriquecer los registros biológicos. Este proceso formativo permitió adquirir conocimientos técnicos, criterios de calidad y habilidades prácticas que favorecen una gestión



más eficiente y rigurosa de los datos, con impacto directo en la investigación y conservación de la biodiversidad.

a. Introducción a GBIF

Este curso ofrece una visión general del GBIF, su misión, estructura y cómo facilita el acceso libre y abierto a datos sobre biodiversidad a nivel mundial. Se introducen los conceptos clave del sistema de información, su red de miembros y el papel de los datos en la toma de decisiones científicas y de conservación (GBIF, 2022). Se aprendió que GBIF es una infraestructura clave para la ciencia abierta en biodiversidad, que permite conectar datos de múltiples fuentes alrededor del mundo para su análisis y aplicación. Se adquirieron habilidades en comprensión del funcionamiento de redes de datos globales, conocimiento de estándares internacionales para el manejo de información biológica y capacidad para identificar oportunidades de participación en la red GBIF.

b. Curso de movilización de datos sobre biodiversidad

En este curso se enseñan los principios y prácticas necesarios para movilizar datos de biodiversidad desde instituciones y colecciones hacia plataformas abiertas como GBIF. Incluye aspectos técnicos y normativos sobre el uso del estándar *Darwin Core*, la publicación de datasets y la curaduría de datos (GBIF, 2021). Se aprendió que la movilización de datos no solo implica digitalización, sino también estructuración estandarizada y publicación responsable para que sean útiles y reutilizables. Se adquirieron habilidades en el manejo básico del estándar *Darwin Core*, conocimiento del proceso de publicación en GBIF, nociones de curaduría de datos, capacidad para planear y ejecutar proyectos de movilización de información biológica.

c. Introducción al uso de datos mediados por GBIF

Este módulo brinda capacitación en cómo buscar, acceder, interpretar y utilizar los datos disponibles a través del portal de GBIF. Se abordan estrategias de búsqueda, descarga de datos, licenciamiento y consideraciones sobre calidad de los datos para su aplicación en investigación, conservación y gestión (GBIF, 2023). Se aprendió como los datos disponibles en GBIF pueden ser filtrados y utilizados para responder preguntas ecológicas, biogeográficas o de conservación, siempre evaluando su calidad y pertinencia. Se adquirieron habilidades en el uso del portal de GBIF para la búsqueda y descarga de datos, análisis básico de metadatos,



interpretación de licencias y fuentes, al igual que el pensamiento crítico sobre calidad de datos.

d. Acelerar la investigación sobre biodiversidad a través de códigos de barras de ADN, recopilación y datos de observación.

El curso explora el papel de los códigos de barras de ADN (*DNA barcoding*) en la investigación de la biodiversidad y cómo estos datos pueden integrarse y publicarse a través de GBIF. Se explican conceptos básicos de genética, taxonomía molecular y cómo los datos genéticos complementan la información tradicional de biodiversidad. Se aprendió que el uso de secuencias genéticas estandarizadas permite identificar especies de forma precisa, apoyar la detección de errores taxonómicos y enriquecer los registros de biodiversidad disponibles en plataformas como GBIF (GBIF, 2023). Se adquirieron habilidades de comprensión de conceptos fundamentales de *DNA barcoding*, familiarización con bases de datos genéticas y su integración con plataformas abiertas, conciencia sobre la importancia de los *vouchers* y la trazabilidad de datos moleculares.

6.2.2. Principales herramientas usadas

Se utilizaron diferentes herramientas en los cursos relacionados con la gestión y análisis de datos de biodiversidad (Tabla 1), facilitando el manejo eficiente de datos biológicos y su integración en proyectos de investigación:

Tabla 1. Herramientas usadas y aprendidas en los cursos de GBIF.

Herramienta / Estándar	Uso / Aplicación
Portal de GBIF (buscador general)	Búsqueda, filtrado y descarga de datos de biodiversidad.
Integrated Publishing Toolkit (IPT)	Publicación de conjuntos de datos en GBIF siguiendo estándares internacionales.
Darwin Core (DwC)	Estandarización de datos biológicos para su estructuración y movilización.
Metadatos EML (<i>Ecological Metadata Language</i>)	Documentación estandarizada de conjuntos de datos.
DOIs y Data Papers	Generación de identificadores persistentes y publicación de datos como productos citables.
GBIF Data Validator	Verificación de calidad de los datos antes de su publicación.
APIs de GBIF	Acceso programático para integrar datos en flujos de análisis.
R / RStudio	Descarga y análisis de datos provenientes de GBIF.



Herramienta / Estándar	Uso / Aplicación
Bases de datos genéticas (BOLD, GenBank)	Consulta e integración de secuencias para <i>DNA barcoding</i> .
Herramientas de trazabilidad de vouchers	Asegurar la conexión entre datos moleculares y especímenes físicos.

6.3. DESARROLLO DE ACTIVIDADES VARIAS DENTRO DEL LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR

Durante el desarrollo de las labores en el Laboratorio de Biología Molecular, se llevaron a cabo diversas actividades esenciales para el adecuado funcionamiento y mantenimiento del espacio de trabajo. Entre estas, se incluyó el llenado de las cajas de puntas de micropipetas, insumo fundamental en los procesos de extracción y amplificación de ADN. Se realizó el autoclavado de estas puntas, así como de otros materiales que requieren condiciones estériles para su uso experimental, garantizando así la prevención de contaminaciones cruzadas.

Adicionalmente, se ejecutaron tareas de limpieza y organización de los congeladores, lo que implicó el retiro de escarcha, el reordenamiento del material biológico y la verificación del estado de las muestras. Se llevaron registros periódicos de las temperaturas de los congeladores, asegurando que se mantuvieran dentro de los rangos adecuados para la conservación de reactivos y tejidos biológicos.

También se participó en la preparación de reactivos y la dilución de *primers*, siguiendo protocolos estandarizados y utilizando condiciones estériles para preservar la integridad de las soluciones. Adicionalmente, se realizó el llenado de viales con alcohol para la preservación de cortes de tejido, los cuales se almacenan como parte del material de referencia del laboratorio.

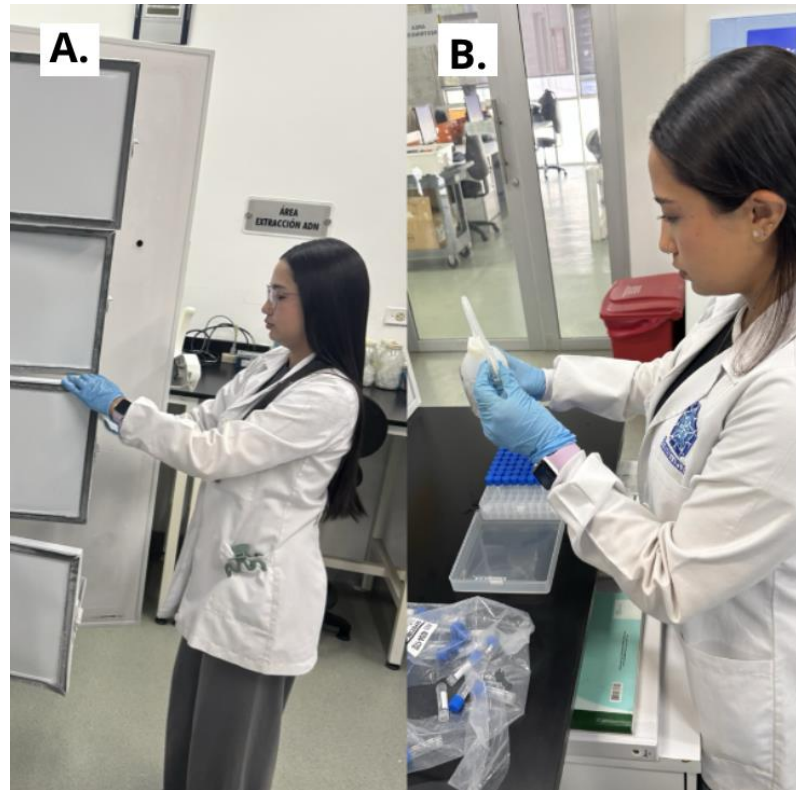


Figura 2. Desarrollo de actividades dentro del laboratorio de biología molecular. A. Limpieza semanal del ultra congelador, B. Preparación de viales para almacenamiento de cortes de tejido (Fuente: Moncada, S. 2025).

6.4. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EN APOYO AL MUSEO DE HISTORIA NATURAL MARINA DE COLOMBIA (MHNMC)

6.4.1. ACTIVIDADES DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y OBTENCION DE SECUENCIAS

Al interior del Laboratorio de Biología Molecular se desarrollan una serie de procedimientos técnicos orientados a la obtención y análisis de secuencias de ADN, esenciales para estudios de diversidad y delimitación de especies. Entre las actividades más representativas se encuentran:

- Extracción de ADN, a partir de tejidos biológicos preservados, utilizando protocolos específicos, que permiten aislar el material genético de forma eficiente.
- Evaluación de la concentración y pureza del ADN usando espectrofotometría (Nanodrop), lo cual es fundamental para asegurar la calidad del ADN antes de enviar muestras a secuenciación.

- Amplificación de regiones específicas del ADN, mediante la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), lo que permite obtener suficientes copias del fragmento deseado para su posterior análisis.
- Verificación de la amplificación a través de electroforesis en gel de agarosa, una técnica que permite visualizar los fragmentos amplificados y comprobar su tamaño y presencia (Figura 3).

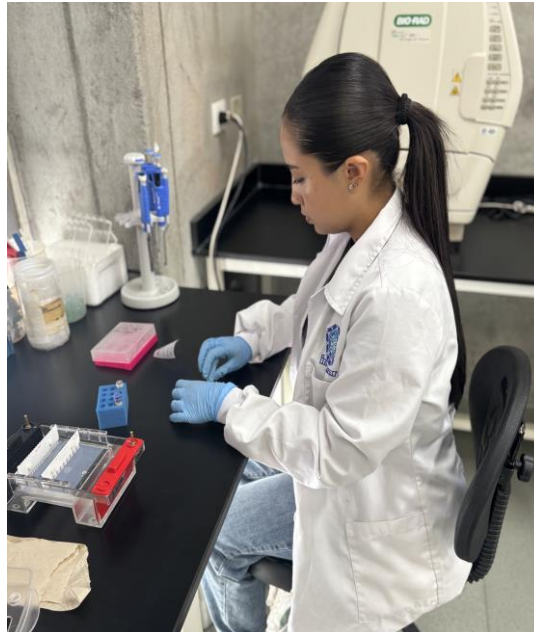


Figura 3. Desarrollo de electroforesis en gel de agarosa en el laboratorio de biología molecular (Fuente: Moncada, S. 2025).

Cada una de estas fases sigue protocolos estandarizados que garantizan la reproducibilidad y confiabilidad de los resultados. Estos procedimientos constituyen la base para investigaciones que buscan identificar y delimitar especies.

6.4.1.2. ALCANCE Y RENDIMIENTO DEL PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

En el marco de la práctica profesionalizante, las actividades de Biología Molecular se concentraron en el Laboratorio del MHNMC, procesando 40 especímenes de la colección (principalmente esponjas, moluscos y crustáceos), provenientes de diferentes localidades del Caribe y el Pacífico colombiano. Se implementó la metodología de extracción de ADN por el método de sales para el aislamiento del material genético, el cual es un protocolo estándar. El foco del trabajo estuvo en la optimización del proceso para la obtención de productos de PCR de los marcadores moleculares COI, 18S y 28S. El rendimiento fue significativo: se logró una

tasa de éxito del 90% en la extracción de ADN (36 muestras) y una eficiencia del 91.7% en la amplificación por PCR (33 productos exitosos), lo que resultó en 33 productos de ADN amplificado de alta calidad (Figura 4), listos para la secuenciación. Esta tasa de éxito acumulada del 82.5% impactó directamente en los objetivos del proyecto dando paso a la posterior identificación molecular de especímenes y generación de la base de datos genética necesaria para estudios de delimitación.

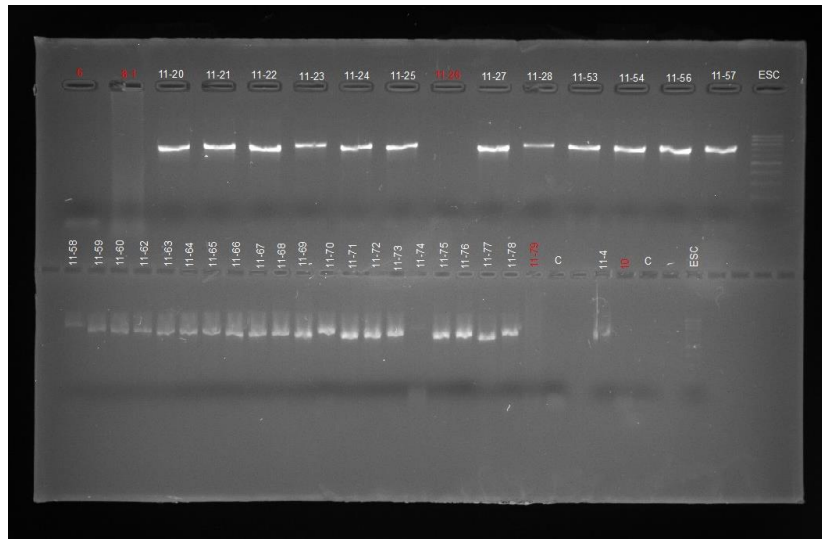


Figura 4. Resultado se electroforesis en gel de agarosa al 2% (Fuente: Arévalo, S. 2025).

6.5. SEPARACIÓN, IDENTIFICACIÓN E INGRESO DE MATERIAL BIOLÓGICO A LAS COLECCIONES DE REFERENCIA DEL MHNMC

Las actividades fueron desarrolladas en el laboratorio húmedo y se concentraron en la curación y el procesamiento de 32 lotes de material biológico (principalmente moluscos y crustáceos), recolectados durante expediciones y proyectos en el Caribe colombiano. El trabajo se enfocó en garantizar el correcto ingreso de este material al acervo permanente del MHNMC, priorizando la identificación taxonómica y la curación documental. El proceso de identificación taxonómica se aplicó a los 32 lotes (que contienen aproximadamente 36 especímenes), logrando determinar la clasificación hasta nivel de fílum.

En la etapa de curación y etiquetado, se procedió a la transferencia del material a frascos de vidrio con etanol y se ingresaron formalmente los 32 lotes. Esta tarea incluyó la elaboración de la doble etiqueta (interna y externa) y el sellado de tapas con plástico libre de ácido para la conservación a largo plazo. Finalmente, toda la información de estos lotes (códigos,

clasificación y datos de colecta) fue registrada en la base de datos institucional, contribuyendo directamente a la expansión y actualización del acervo permanente del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC).

6.5.1. APOYO AL PROYECTO "PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR BIOINCRUSTACIONES Y ESPECIES EXÓGENAS MARINAS (EEM)".

Se brindó apoyo técnico integral a la gestión de 9 lotes de muestras de raspado recibidas del muelle de Cispatá, dentro del marco del proyecto EEM. Las labores se concentraron en los laboratorios húmedo y molecular. En el laboratorio húmedo, se realizó la separación de los especímenes (Figura 5: A y B) y la curaduría inicial de estos lotes, que correspondían a organismos incrustantes como poríferos y crustáceos. Esta labor incluyó el cambio de alcohol de preservación en los 9 lotes para optimizar la conservación del ADN (Figura 5: C). Además, se llevó a cabo la separación, el etiquetado estandarizado y el registro de metadatos en la matriz digital, asegurando la trazabilidad de las muestras.

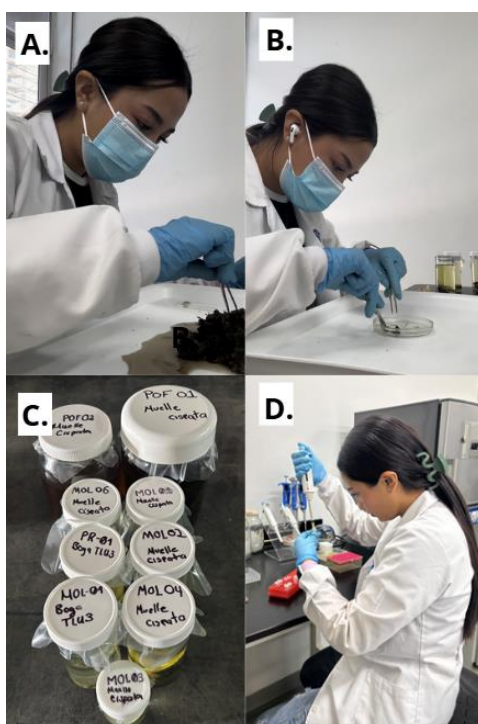


Figura 5. Desarrollo de actividades de apoyo al proyecto EEM. A. Separación de muestras biológicas, B. Corte de tejido para análisis molecular. C. Lotes curados. D. Proceso de PCR (Fuente: Moncada, S. 2025).

En el Laboratorio de Biología Molecular, se seleccionaron 9 especímenes (uno por lote) para el procesamiento genético, enfocado en los marcadores 28S y COI. Se aplicó el protocolo de extracción de ADN, logrando un total de 8 muestras exitosas, lo que representa una tasa de éxito del 88.89%. La posterior amplificación (PCR) de los genes, realizada sobre estas 8 muestras, produjo un total de 7 productos listos para secuenciación, alcanzando una eficiencia del 87.5% en la etapa de amplificación. Este proceso generó la base de datos molecular inicial que permitirá la posterior identificación molecular de especímenes a nivel de Género, contribuyendo directamente al objetivo del proyecto de detección y prevención de especies exógenas en el Caribe colombiano.

6.6. BIODIVERSIDAD DE ANÉLIDOS INTERSTICIALES ASOCIADOS A UNA PLAYA TURÍSTICA DE LA BAHÍA DE GAIRA, SANTA MARTA, COLOMBIA

Durante la participación en el proyecto de biodiversidad de anélidos intersticiales asociados a la playa turística de la Bahía de Gaira (Santa Marta, Colombia), se asumió la responsabilidad de completar el proceso de documentación y análisis genético de muestras. Utilizando un estereomicroscopio, se realizó la captura sistemática de imágenes de alta resolución de múltiples lotes de poliquetos, implementando protocolos estandarizados de fotomicrografía con el objetivo de registrar con precisión los caracteres morfológicos diagnósticos en diferentes aumentos (Figura 6). Cada sesión fotográfica incluyó vistas detalladas de las quetas, región cefálica (prostomio, peristomio y estructuras bucales), parapodios, y morfología general (vistas dorsal, ventral y lateral) (Figura 7), complementadas con escalas métricas y múltiples planos focales para garantizar la máxima utilidad taxonómica. Se tomaron en total alrededor de 300 imágenes.



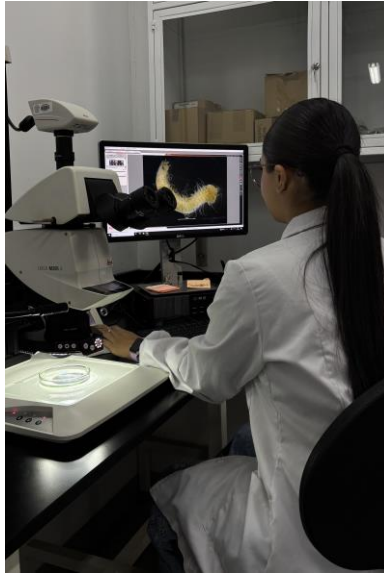


Figura 6. Toma de fotografías en el laboratorio óptico (Fuente: Moncada, S. 2025).

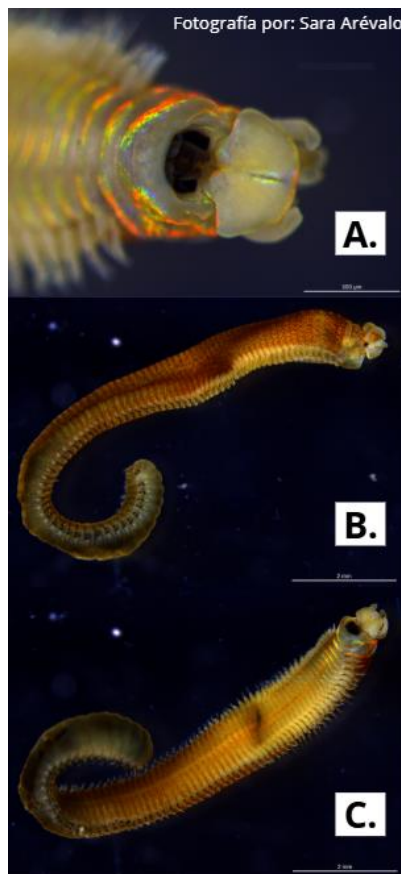


Figura 7. Fotografía de ejemplar del curso de poliquetos. A. Mandíbula. B. Dorsal. C. Ventral (Fuente: Arévalo, S. 2025).

Posterior a la documentación fotográfica, se ejecutaron protocolos de extracción de tejido específico de cada espécimen para análisis genético, asegurando la preservación tanto del material foto documentado como de las muestras destinadas a extracción de ADN. Todas las imágenes fueron procesadas, organizadas y asociadas con sus respectivos metadatos en una base de datos digital, mientras que las muestras de tejido fueron adecuadamente almacenadas y catalogadas para su posterior procesamiento molecular. Se realizaron un total de 278 cortes de tejido (Figura 8).

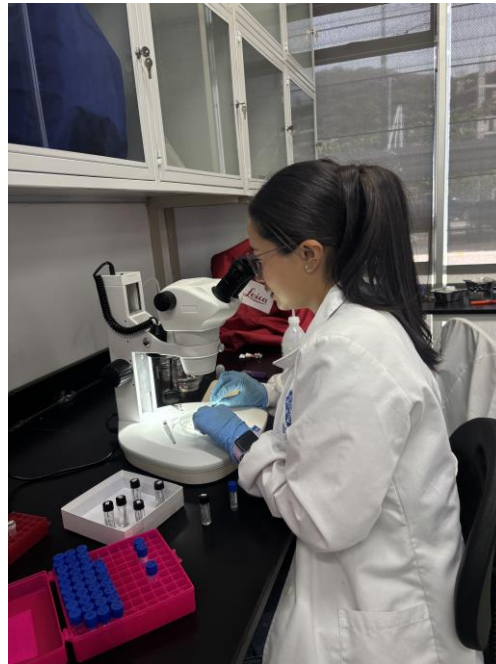


Figura 8. Proceso de corte de tejido en el laboratorio óptico (Fuente: Moncada, S. 2025).

En el marco del análisis molecular, se llevaron a cabo un total de 300 extracciones de ADN genómico a partir las muestras biológicas previamente procesadas. La calidad y pureza del ADN extraído fue evaluada mediante espectrofotometría utilizando un equipo Nanodrop™ (Thermo Scientific), considerando los valores de absorbancia a 260/280 nm y 260/230 nm para asegurar su idoneidad en posteriores aplicaciones moleculares.

Posteriormente, se realizaron 200 reacciones de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) utilizando *primers* específicos diseñados para amplificar regiones genéticas de interés, bajo condiciones de temperatura optimizadas para cada par de cebadores. De las amplificaciones realizadas, un total de 190 muestras resultaron exitosamente amplificadas, mostrando bandas

específicas y definidas en geles de agarosa al 2%, lo que confirmó la eficacia de la amplificación (Figura 9).

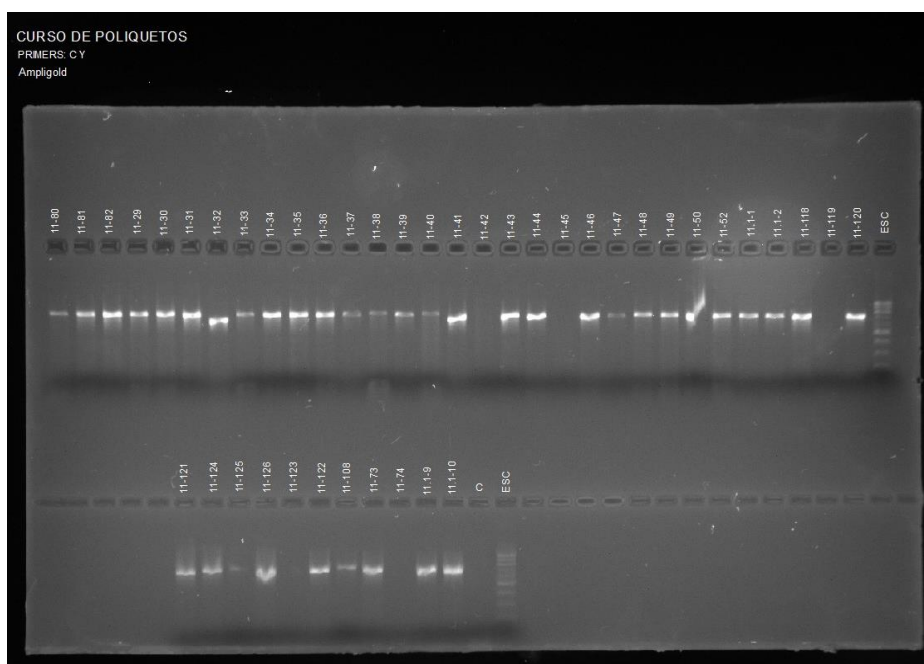


Figura 9. Amplificación de ADN en gel de agarosa al 2% (Fuente: Arévalo, S. 2025).

Estas 190 muestras fueron enviadas para secuenciación, estos resultados serán utilizados para análisis filogenéticos, estudios de variabilidad genética y/o identificación de especies, según los objetivos específicos del proyecto.

6.7. PROYECTO “GENERACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA COMO SOPORTE A LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CRA EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO”

Se brindó apoyo técnico-científico integral a la gestión de 72 muestras biológicas (60 de Porífera y 12 de Cnidaria) colectadas en la zona costera del Atlántico, concentrando las labores en los laboratorios húmedo y molecular. En el Laboratorio Húmedo, se completó la curaduría y preservación, incluyendo el cambio de etanol en los 72 viales para optimizar la conservación del material genético. Además, se realizó la clasificación preliminar por filo, el etiquetado

estandarizado y el registro de metadatos en la base de datos digital, asegurando la trazabilidad total de los 72 especímenes (Figura 10).



Figura 10. Separación y etiquetado de muestras en el laboratorio húmedo (Fuente: Moncada, S. 2025).

En el Laboratorio de Biología Molecular, se realizó la extracción de material genético de las 72 muestras, logrando 68 extracciones de ADN exitosas, lo que representa una tasa de éxito del 94.44%. La etapa subsiguiente de amplificación génica mediante PCR se llevó a cabo sobre estas 68 muestras, utilizando el marcador molecular COI. Este proceso culminó con 65 productos de PCR listos para secuenciación, alcanzando una eficiencia del 95.59% en la amplificación. Este proceso exitoso generó una robusta base de datos molecular inicial, esencial para la posterior identificación molecular y el análisis filogenético de los especímenes, contribuyendo significativamente a la caracterización de la biodiversidad marina en el departamento del Atlántico.

6.8. VISITAS Y RECORRIDOS DEL MHNMC

El MHNMC, siguiendo sus obligaciones y objetivos, desempeña un papel crucial en la

divulgación científica y la educación ambiental del país en donde se incluyen la educación y comunicación por medio de canales adecuados para la educación y divulgación dirigido a diversos usuarios, llegando a programar exhibiciones, charlas y cursos que tienen que ver sobre la biodiversidad marina de Colombia. Adicionalmente, genera la publicación de información científica liberando información relevante sobre las colecciones y sus respectivos hallazgos (INVEMAR, 2025).



Figura 11. Recorrido por las instalaciones del museo con estudiantes (Fuente: Moncada, S. 2025).

Se realizaron recorridos guiados en el MHNMC dirigidos a estudiantes de Ingeniería Catastral y Geodésica de la Universidad Distrital. (Figura 11). Durante el recorrido, se explicó el funcionamiento de las áreas administrativas, los laboratorios y las colecciones biológicas, vinculando cada espacio con su papel en la investigación y preservación de la biodiversidad.

6.9. APOYO LOGÍSTICO A DIVERSAS ACTIVIDADES DEL INVEMAR

6.9.1. CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CARBONO AZUL Y HUMEDALES

Se participó en la Conferencia Internacional de Carbono Azul y Humedales, organizada en las instalaciones del INVEMAR en Santa Marta, los días 12 y 13 de agosto de 2025, evento que reunió a investigadores, tomadores de decisiones, representantes de comunidades locales y organizaciones internacionales con el propósito de fortalecer el diálogo en torno a la importancia de los ecosistemas costeros en la mitigación y adaptación al cambio climático.

En el marco de este evento, se brindó apoyo logístico a lo largo de las jornadas académicas y plenarias (Figura 12), contribuyendo al adecuado desarrollo de las actividades programadas. Entre las responsabilidades asumidas se destacan:

- Orientar a los asistentes en su ingreso al auditorio y guiarlos hacia los espacios asignados.
- Apoyar en la ubicación en las sillas, garantizando el orden y la organización del público durante las intervenciones.
- Facilitar la interacción entre expositores y público mediante la entrega y movilización de micrófonos para preguntas, comentarios y discusiones.
- Acompañar a los participantes en la identificación de áreas de circulación, zonas de descanso y servicios del evento.
- Realización de entrevistas al público y a los expositores, orientadas a recoger percepciones, experiencias e impresiones en torno a los temas tratados en la conferencia, contribuyendo a la documentación y divulgación del evento.



Figura 12. Apoyo logístico a la Conferencia Internacional de Carbono Azul y Humedales (Fuente: Moncada, S. 2025).

Estas labores de apoyo permitieron adquirir experiencia en la coordinación y logística de eventos académicos, fomentando habilidades de comunicación, organización y servicio al público. Asimismo, esta participación evidenció la importancia de integrar el trabajo científico

con espacios de diálogo y socialización de conocimientos, que acercan la investigación sobre carbono azul y humedales a distintos sectores de la sociedad.

7. CONCLUSIONES

La práctica profesional realizada en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC–INVEMAR), constituyó una experiencia integral que permitió aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación en Biología Marina, fortaleciendo competencias técnicas, científicas y de comunicación. A través de las distintas actividades desarrolladas, se logró un acercamiento real al quehacer de la investigación aplicada a la conservación de la biodiversidad marina, evidenciando la importancia de las colecciones biológicas como herramientas fundamentales para el estudio, la preservación y la divulgación del patrimonio natural del país.

En el ámbito de la biología molecular, la participación activa en procesos de extracción, purificación, cuantificación y amplificación de ADN, así como en la verificación de calidad mediante electroforesis, permitió adquirir destrezas prácticas que consolidan la comprensión de los métodos de análisis genético. Estas habilidades, sumadas a la experiencia en el manejo de bases de datos especializadas y software bioinformático, contribuyeron al fortalecimiento de las capacidades necesarias para la identificación molecular de especies y la generación de información genética de alta calidad, insumo clave para estudios filogenéticos y de delimitación taxonómica.

El trabajo de curaduría y organización de las colecciones biológicas del museo aportó de manera significativa al enriquecimiento del acervo institucional. La clasificación, identificación preliminar, etiquetado, registro fotográfico y sistematización de la información en bases de datos especializadas aseguraron la preservación a largo plazo de los especímenes, garantizando su disponibilidad para futuras investigaciones. Este proceso no solo reafirmó la relevancia de las colecciones como repositorios de información científica, sino que también destacó la necesidad de protocolos estandarizados y del trabajo colaborativo para mantener su integridad y utilidad.

La participación en actividades de divulgación científica, recorridos guiados y eventos académicos, como la Conferencia Internacional de Carbono Azul y Humedales, permitió desarrollar habilidades de comunicación y acercamiento a públicos diversos. Estas



experiencias reforzaron la importancia de la apropiación social del conocimiento, fundamental para sensibilizar a la sociedad sobre la conservación de los ecosistemas marino-costeros y para promover la valoración del patrimonio natural del país.

En el plano personal y profesional, esta práctica favoreció el desarrollo de capacidades de planificación, trabajo en equipo, resolución de problemas y manejo del tiempo, competencias esenciales para el desempeño en entornos de investigación y conservación. Además, el acompañamiento de profesionales del INVEMAR brindó un espacio de aprendizaje continuo y de interacción interdisciplinaria que enriqueció la formación académica y la proyección laboral.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda impulsar estrategias de divulgación dirigidas a diferentes públicos, incluidas las comunidades costeras, con el fin de fomentar la apropiación social del conocimiento y la valoración de la biodiversidad marina. Asimismo, es conveniente fortalecer las alianzas interinstitucionales que faciliten la investigación colaborativa, el intercambio de información y continuar con programas de pasantías que promuevan la formación de nuevos profesionales comprometidos con la conservación y la investigación marina. Igualmente, se sugiere reforzar los protocolos de curaduría y asegurar su estricto cumplimiento, así como optimizar los métodos de recolección de especímenes, haciendo énfasis en la estandarización y el seguimiento riguroso de las etapas de colecta, relajación y preservación. Esta mejora resulta especialmente importante para el manejo de organismos raros o de difícil identificación, ya que la omisión de procedimientos adecuados durante la captura y el tratamiento inicial puede comprometer la integridad morfológica de los ejemplares, dificultar su posterior análisis taxonómico y reducir su valor científico dentro de las colecciones biológicas.



9. BIBLIOGRAFÍA

Galli, P. (2022). *Legal basis for representative networks of marine protected areas and the implementation of other effective area-based conservation measures in the Maldives and the wider region* (pp. 1–15).

GBIF. (2021). *Curso de movilización de datos sobre biodiversidad*. Training GBIF. Recuperado de <https://docs.gbif.org/course-data-mobilization/es/>

GBIF. (2022). *Introducción a GBIF*. Training GBIF. Recuperado de <https://docs.gbif.org/course-introduction-to-gbif/es/>

GBIF. (2023a). *Introducción al uso de datos mediados por GBIF*. Training GBIF. Recuperado de <https://training.gbif.org/en/data-use/using-gbif-mediated-data>

GBIF. (2023b). *Acelerar la investigación sobre biodiversidad a través de códigos de barras de ADN, recopilación y datos de observación*. Training GBIF. Recuperado de <https://docs.gbif.org/course-dna-barcoding/en/>

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (INVEMAR). (2025, febrero 28). *Descripción del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC)*. Recuperado de <https://portal.invemar.org.co/descripcion-del-mhnmc>

INVEMAR. (2014). *Historia*. En *INVEMAR – Colombia 50 % mar*. Recuperado de <https://portal.invemar.org.co/historia>

INVEMAR. (2022). *Estructura orgánica [Organigrama]*. En *INVEMAR – Colombia 50 % mar*. Recuperado de <https://www.invemar.org.co/web/guest/estructura-org%C3%A1nica>

Ossa, P. A., Giraldo, J. V., López, G. A., Dias, L. G., & Rivera, F. A. (2012). Colecciones biológicas: una alternativa para los estudios de diversidad genética. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 16(1), 143–155.

Simmons, J. E., & Muñoz-Saba, Y. (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Universidad Nacional de Colombia; Conservation International.

ANEXOS

Anexo A. Certificado de apreciación Conferencia Internacional de Carbono Azul y Humedales.



CERTIFICATE OF APPRECIATION

THIS IS TO ACKNOWLEDGE THAT

Sara Lucia Arévalo Salguero

National Identification No. 1.000.470.104

served as a volunteer in support of the International Blue Carbon & Wetlands Conference, hosted by Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés", Santa Marta, Colombia, August 12-14, 2025.

Their contribution helped ensure the successful delivery of this international event.

Laishalla Carr

Head of Event

This conference was convened under the Regional Blue Carbon Monitoring, Reporting and Verification Initiative, led by The University of the West Indies, St. Augustine Campus, supported by the Inter-American Development Bank, and funded by the United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs.
IBCWC-62470

Anexo B. Simposio Latinoamericano de Polychaeta.

VII Simposio Latinoamericano de Polychaeta



¡Cordial saludo!

La presente es para informarte que tu resumen presentado al VII Simposio Latinoamericano de Polychaeta – VII Silpoly, fue evaluado por el Comité Científico del evento. A continuación, se dan los detalles de la evaluación:

Ponente: Vanessa Yepes-Narváez; Sara Arévalo-Salguero; Richard Reales-Puerta
Área Temática: Biología Molecular

Título: **DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE POLIQUETOS INTERSTICIALES A TRAVÉS DEL BARCODING DE ADN EN LA BAHÍA DE GAIRA, COLOMBIA**

Modalidad: Poster

Estado: **Aprobado**

