

PROCESAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE COMPONENTES HIDROBIOLÓGICOS
MARINOS: APOYO TÉCNICO EN LOS MUESTREOS I Y II DE 2025 DEL MONITOREO
HIDROBIOLÓGICO TRIMESTRAL MARINO, DRUMMOND LTD.

DANNA MARILYN BARBOSA CÁRDENAS

Informe Técnico del Trabajo Profesionalizante para optar al título de Bióloga Marina

Tutor

PAULO CÉSAR TIGREROS BENAVIDES

Biólogo Marino B.Sc., M.Sc.

Profesor Monitor

JORGE ENRIQUE BERNAL GUTIERREZ

Biólogo Marino B.Sc, M.Sc.

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA

SANTA MARTA

2025

CONTENIDO

DEDICATORIA	3
RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. MARCO TEÓRICO	10
4. OBJETIVOS.....	12
4.1. Objetivo general	12
4.2. Objetivos específicos.....	12
5. METODOLOGÍA	13
6. RESULTADOS.....	41
7. APORTES A LA PASANTÍA	46
8. CONCLUSIONES	48
9. BIBLIOGRAFÍA.....	49

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia: a mi madre Lucy, mi padre Jairo y hermanas Mariah y Melissa, quienes con su amor incondicional, apoyo constante y confianza en mis capacidades han sido el motor fundamental de mi formación profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano y al Laboratorio de Limnología y Biología Marina sede Santa Marta, por brindarme la oportunidad de desarrollar esta experiencia formativa y por su compromiso con la excelencia académica.

A mi tutor y monitor, por su acompañamiento integral, orientación académica y disposición constante para resolver mis inquietudes durante todo el proceso de pasantía.

A Drummond Ltd., por abrir las puertas de su consultoría y permitir el desarrollo de esta experiencia de aprendizaje en el marco del Monitoreo Hidrobiológico Trimestral Marino.

Al equipo profesional de Drummond y el laboratorio: María José, Selene, Daniel, Richard, Anubis, Edgar, Dayan, Samuel, Alfonso y Borrero, por su guía profesional, paciencia infinita y disposición genuina para enseñar y trabajar en equipo. Su conocimiento y experiencia fueron fundamentales.

A Aleja y a Jasay por su eterna amistad y palabras de aliento en los momentos necesarios y a Juan, por recomendarme para esta oportunidad de formación académica.

A Mario, mi compañero de vida, por ser mi pilar emocional, por creer inquebrantablemente en mis sueños y capacidades, por acompañarme en este proceso con paciencia y amor, y por ser mi refugio en los momentos difíciles.

A todas y todos quienes de una u otra manera, contribuyeron al éxito de esta experiencia formativa y me propiciaron durante mi recorrido en esta Institución de Educación Superior, un espacio para aprender, ser y hacer.

RESUMEN

La presente pasantía se desarrolló en el Laboratorio de Limnología y Biología Marina de la Universidad Jorge Tadeo Lozano sede Santa Marta, durante el periodo del 24 de febrero al 23 de junio de 2025, en el marco del Monitoreo Hidrobiológico Trimestral Marino que la Universidad ejecuta para Drummond Ltd. El objetivo principal consistió en brindar apoyo técnico especializado en el procesamiento y caracterización de muestras correspondientes a los muestreos I y II del 2025, abarcando los componentes de fitoplancton, zooplancton, ictiofauna y macroinvertebrados bentónicos (epifauna e infauna). Las actividades se estructuraron en cuatro fases: preparación de campo, procesamiento en laboratorio, sistematización en el análisis de información y actividades complementarias. La experiencia permitió el desarrollo de competencias tales como la aplicación práctica de protocolos estandarizados, familiarización con técnicas de procesamiento e identificación taxonómica y el manejo supervisado de instrumentación especializada. Los resultados demuestran la efectividad del modelo de articulación Universidad-empresa para la formación integral del estudiante, contribuyendo tanto al programa de monitoreo como al desarrollo de competencias profesionales específicas en el sector ambiental.

Palabras clave: consultoría, monitoreo hidrobiológico, biología marina, procesamiento, identificación taxonómica.

1. INTRODUCCIÓN

La presente pasantía se desarrolló en el Laboratorio de Limnología y Biología Marina de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, sede Santa Marta, durante el periodo comprendido entre el 25 de febrero y el 23 de junio de 2025. Este laboratorio, tiene sus antecedentes en 1989, cuando el Consejo Directivo junto con el rector de la Universidad establecieron crear las instalaciones de los laboratorios de la sede Santa Marta mediante un contrato de comodato entre la Universidad y la Fundación Museo del Mar Mundo Marino (Acta N°7 del 9 mayo de 1989).

Posteriormente, en 2013 se creó el laboratorio de Limnología en Bogotá con el objetivo de prestar servicios y asesorías en el área de Limnología y análisis de aguas, suelos y biodiversidad continental y marina, así como estudios ambientales (Resolución 020 del 5 de junio de 2013). Finalmente, mediante la Resolución 025 del 6 de octubre de 2022, se estableció formalmente el “Laboratorio de Limnología y Biología Marina de la sede Santa Marta” como dependencia adscrita a la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería.

Este laboratorio se encuentra acreditado ante el Instituto de Hidrología; Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM bajo la Resolución 1398 del 17 de octubre de 2023 y certificado bajo altos estándares de calidad de la Norma ISO IEC 17025:2005, constituyendo una unidad académica de reconocida trayectoria en el desarrollo de proyectos de hidrología, hidrobiología y análisis fisicoquímicos de cuerpos de agua.

El laboratorio realiza proyectos de consultoría, destacándose los servicios prestados a Drummond Ltd., empresa del sector de hidrocarburos, para lo cual la Universidad se encuentra certificada en el Registro Único de Contratistas (RUC). Como parte de este portafolio de servicios especializados, la experiencia formativa de esta pasantía se enmarcó en el Monitoreo Hidrobiológico Trimestral Marino que la Universidad ejecuta para Drummond Ltd. en el Área Marina de Puerto Drummond, ubicada en el km 10 vía Ciénaga-Santa Marta. Este Monitoreo constituye un requerimiento establecido por las Resoluciones 0091 de 2011 y 1099 de 2012 de

la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA, que modifican la Licencia Ambiental otorgada a la Sociedad American Port Company INC.-APCI, y acoge las directrices contenidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) vigente.

La Universidad viene participando en esta actividad de seguimiento ambiental desde el año 2019, evaluando de manera sistemática comunidades marino-costeras que incluyen bentos (epifauna, infauna y sedimentos), fitoplancton, zooplancton e ictiofauna. Esta evaluación trimestral genera información periódica sobre el estado de los diferentes grupos biológicos presentes en el área de influencia de las operaciones portuarias, ya que la toma de datos periódicos y su seguimiento permiten evidenciar cambios a corto, mediano y largo plazo, estableciendo tendencias espacio-temporales y aportando al conocimiento del área con información permanentemente actualizada (Laboratorio de Limnología y Biología Marina, s. f.).

La Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano desarrolla esta labor consultiva como materialización del Pilar III 'Extensión y compromiso social y ambiental' de su Plan Estratégico 2022-2026, el cual busca estrechar los vínculos de la Universidad con su entorno a través de acciones que permitan aportar a la construcción de una sociedad más inclusiva, equitativa, respetuosa y sostenible, reconociendo como actores clave al Estado, el sector productivo y la sociedad. Específicamente, este monitoreo se alinea con los objetivos estratégicos de articular las acciones formativas, investigativas y de extensión al desarrollo sostenible, promover las alianzas y servicios de la Universidad con el sector productivo, y afianzar la presencia nacional en las regiones donde se encuentra (Plan Estratégico Institucional 2022 – 2026, s. f.).

Estas orientaciones estratégicas se materializan a través de las políticas de proyección social definidas en el Proyecto Educativo Institucional (PEI). Según este documento, estas políticas: (1) privilegian la responsabilidad social como parte fundamental de los objetivos académicos en su relación con el medio externo, contribuyendo al desarrollo del país mediante la generación de conocimiento científico sobre ecosistemas marino-costeros; (2) aportan a la equidad y

transformación de la sociedad mediante la articulación directa con la región Caribe, refuerzan la presencia institucional en este territorio estratégico para el desarrollo nacional; (3) promueven consultorías y asesorías especializadas que fortalecen la relación de la Universidad con el entorno y con actores del sector productivo; y (4) fomentan espacios de investigación, formación y participación para la construcción conjunta de soluciones creativas y viables a problemáticas ambientales específicas de la sociedad colombiana (Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012).

Durante el desarrollo de la pasantía se brindó apoyo técnico específico en el procesamiento y caracterización de muestras correspondientes a los muestreos I y II del 2025, contribuyendo a la continuidad de este programa que posibilita prospectar modelos y patrones de cambios en las dinámicas de los ecosistemas marino-costeros del área de estudio. Esta experiencia representó una oportunidad única para la aplicación práctica de conocimientos académicos en un contexto profesional real, contribuyendo tanto al fortalecimiento de las capacidades técnicas del programa de monitoreo como al desarrollo de competencias especializadas en el campo de la biología marina.

2. JUSTIFICACIÓN

La realización de pasantías estudiantiles en el marco de proyectos de consultoría ambiental encuentra su fundamento tanto en el marco normativo institucional como en la necesidad de formación práctica especializada que demanda el sector ambiental colombiano. El desarrollo de esta pasantía se sustenta en el Convenio para el Desarrollo de Prácticas Laborales CV-2025-047, suscrito el 25 de febrero de 2025 entre la Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano y la estudiante Danna Marilyn Barbosa Cardenas, el cual establece las bases de cooperación para la realización de prácticas laborales de carácter académico en el Área Académica de Ciencias Biológicas y Ambientales, sede Santa Marta.

El marco reglamentario institucional respalda esta modalidad formativa mediante el Reglamento Estudiantil (Acuerdo N° 23 del 29 de noviembre de 2021), que en su Capítulo 12, artículo 56, literal r) reconoce el derecho del estudiante a “acceder a convenios y pasantías suscritos por la Universidad, en el marco de los requisitos académicos del programa que cursa”. Adicionalmente, el Capítulo 9, artículo 49, establece las prácticas laborales como una modalidad válida de opción de grado, definiendo que el “estudiante podrá desarrollar la opción de grado en las modalidades establecidas en su plan de estudios, tales como proyecto de grado, trabajos de formación para la investigación, prácticas laborales, pasantías”, cumpliendo con las condiciones definidas por la Universidad y el programa académico (Reglamento Estudiantil de Pregrado, s. f.).

Asimismo, la Resolución No. 018 del 5 de junio de 2018 de la Universidad define en el artículo 10° las prácticas y pasantías empresariales como “la experiencia del estudiante en un contexto laboral acorde con su profesión, que le permite aplicar conocimientos y competencias desarrollados durante su formación”, estableciendo en el artículo 12° la estructura de acompañamiento académico mediante la asignación de un director académico y un supervisor empresarial, y en artículo 13° los criterios de evaluación que incluyen tanto la valoración del supervisor inmediato como la elaboración de un informe por parte del estudiante.

En coherencia con estos lineamientos normativos, el PEI reconoce la extensión universitaria como una función misional y sustantiva que permite a la Universidad consolidar su compromiso social con el desarrollo integral del país a través de la interacción permanente con diversos actores y sectores sociales. Dentro de las modalidades de proyección social, el PEI reconoce específicamente las “prácticas y/o pasantías universitarias” y los “servicios académicos de extensión”, categoría que incluye las asesorías y consultorías, así como la “gestión ambiental” que incorpora monitoreos ambientales, estableciendo así el marco institucional que sustenta tanto la actividad consultiva que desarrolla la Universidad para Drummond Ltd., como la participación estudiantil a través de pasantías en estos proyectos (Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012).

Esta articulación entre extensión universitaria y formación profesional encuentra su justificación más sólida en la correspondencia directa entre las actividades de consultoría y los campos de acción para los cuales se forma el biólogo marino. El Proyecto Educativo del Programa (PEP) establece que el perfil profesional del egresado incluye competencias para desempeñarse como consultor nacional e internacional en asuntos ambientales, diseñar y realizar estudios de naturaleza ambiental, y brindar asesoría especializada a instituciones y empresas en la realización de estudios de caracterización ambiental y conservación (Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, 2025).

En síntesis, la pasantía propuesta se justifica plenamente por su alineación normativa, su coherencia con el PEP de Biología Marina y su pertinencia frente a las necesidades reales del sector ambiental colombiano; al articular acompañamiento académico y supervisión empresarial, ofrece un escenario auténtico de aprendizaje en contexto donde la estudiante aplicó competencias profesionales para producir entregables verificables, fortaleciendo su empleabilidad y aportando valor público mediante gestión ambiental basada en evidencia; por ello, constituye una opción de grado idónea y de alto impacto académico, social y profesional.

3. MARCO TEÓRICO

Los componentes hidrobiológicos evaluados durante esta pasantía representan elementos fundamentales de la estructura y funcionamiento del ecosistema marino-costero (Figura 1). El fitoplancton comprende microorganismos fotosintéticos que habitan en suspensión parcial o continuamente en las masas de agua, constituyendo los principales productores primarios de materia orgánica en ecosistemas pelágicos marinos y dulceacuícolas (Reynolds, 2006). Desempeña un papel fundamental en los ecosistemas pelágicos y otros hábitats acuáticos, actuando como la base de las redes tróficas acuáticas y estableciendo vínculos directos entre la productividad primaria y la producción de consumidores superiores como peces, aves y mamíferos (Field *et al.*, 1998; Reynolds, 2006). Su importancia ecológica radica en su capacidad para contribuir significativamente en los ciclos biogeoquímicos particularmente en la dinámica del carbono y el flujo de energía (Falkowski *et al.*, 1998; Litchman *et al.*, 2015; Prasad *et al.*, 2021).

El zooplancton comprende organismos planctónicos de naturaleza heterótrofa, abarcando desde protozoos unicelulares como ciliados y flagelados hasta metazoos multicelulares (Hardy, 1956; Hirst, 2017). Desempeña múltiples funciones ecológicas esenciales; actúa como consumidor primario convirtiendo la energía del fitoplancton en biomasa aprovechable por organismos superiores, regula las poblaciones de productores primarios mediante pastoreo, contribuye al reciclaje de nutrientes mediante la excreción y migración vertical diaria, y funciona como bioindicador sensible de la salud de los sistemas acuáticos (Jeppesen *et al.*, 2011; Bianchi *et al.*, 2013; Steinberg y Landry, 2016).

El bentos corresponde a la flora y fauna que ocurre sobre, dentro o cerca de los sustratos del fondo de ambientes acuáticos, incluyendo lagos, estanques, ríos arroyos y el mar (Reynolds, 2001). Las comunidades bentónicas se clasifican como epifauna cuando habitan sobre el sedimento y en infauna cuando lo hacen dentro de este (Elliot, 2009; Walang, 2022). Cumple un

papel fundamental al procesar la materia orgánica del sedimento y establecer un puente energético hacia consumidores superiores. Además, realiza funciones clave como bioturbación y estabilización del sedimento, reciclaje de nutrientes, filtración del agua, oxigenación del sustrato, descomposición de materia orgánica y bioindicación ambiental (Snelgrove, 1998; Levin *et al.*, 2001; Ehrnsten *et al.*, 2020). Tanto la infauna como la epifauna actúan como bioindicadores confiables de la calidad ambiental del fondo marino debido a su estrecha asociación con el sustrato y su respuesta a las perturbaciones ambientales (Pearson y Rosenberg, 1977; Warwick, 1986; Dauer, 1993).

La ictiofauna se refiere al conjunto de especies de peces presentes en un cuerpo de agua específico o región zoogeográfica (Cech, 2000; Steele *et al.*, 2001; Ortiz-Burgos, 2015). La ictiofauna desempeña múltiples funciones ecológicas destacándose en la transferencia de energía a través del entramado trófico y su utilidad como bioindicador de la condición ecológica y ambiental debido a su sensibilidad frente a contaminantes biológicos y químicos (Saksena, 1999; Cech, 2000; Pandey, 2022).

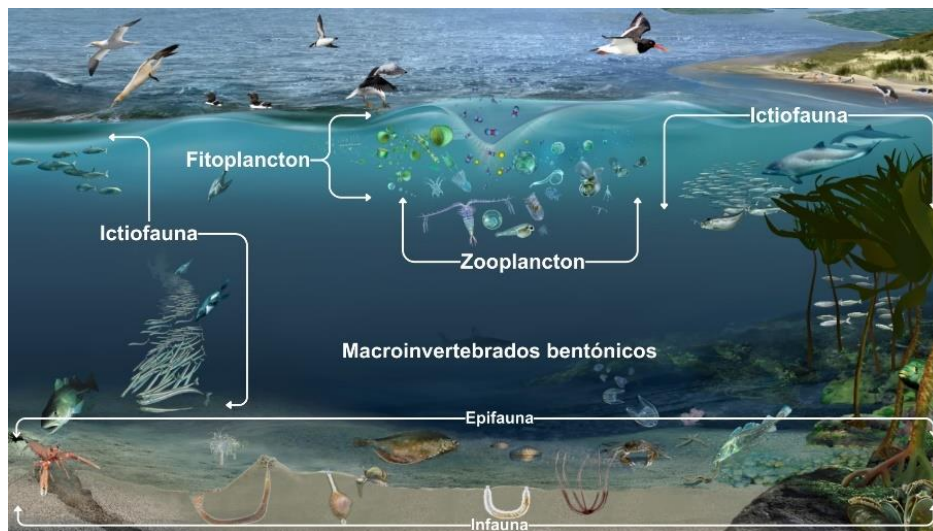


Figura 1. Distribución vertical de las comunidades biológicas en la columna de agua marina. Adaptado de “Case Study: Marine Food Webs” por Marine Scotland, 2023 (<https://marine.gov.scot/sma/assessment/case-study-marine-food-webs>).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Apoyar en el procesamiento de muestras y caracterización de los principales componentes de los muestreos I y II del 2025 del Monitoreo Hidrobiológico Trimestral Marino de la consultoría Drummond.

4.2. Objetivos específicos

- Colaborar en actividades operativas del laboratorio incluyendo alistamiento de campo, gestión de colecciones y actualización de protocolos.
- Contribuir en la identificación cualitativa del componente Fitoplancton del muestreo I-2025 y de los componentes Ictiofauna e Infauna del muestreo II-2025.
- Participar en el procesamiento de muestras de los componentes Infauna e Ictiofauna del muestreo II-2025.
- Apoyar en la elaboración de material técnico-científico mediante fichas taxonómicas, registro fotográfico y documentos de soporte (matrices, folletos y portadas).
- Desarrollar competencias en seguridad laboral y primeros auxilios para respaldar al cumplimiento normativo del laboratorio de Limnología y Biología Marina sede Santa Marta.

5. METODOLOGÍA

El desarrollo de la pasantía se estructuró como un programa de apoyo técnico especializado en el marco del Monitoreo Hidrobiológico Trimestral Marino que la Universidad Jorge Tadeo Lozano ejecuta para Drummond Ltd., enfocándose específicamente en el procesamiento y caracterización de muestras correspondientes a los muestreos I y II del año 2025 los cuales se realizaron los días 28 a 31 de enero y 13 a 16 de mayo respectivamente. La metodología de trabajo se fundamentó en la aplicación de protocolos estandarizados del laboratorio y se desarrolló bajo la supervisión directa del tutor, monitor, líderes de cada componente y asistentes de investigación.

Las actividades se organizaron siguiendo una estructura secuencial que abarcó cuatro fases principales: actividades relacionadas con el trabajo de campo, trabajo de laboratorio y análisis de la información, así como actividades complementarias. Esta aproximación metodológica permitió una participación integral en el ciclo completo del monitoreo hidrobiológico, desde la preparación logística hasta la generación de productos técnicos, abarcando diferentes componentes de los ecosistemas marino-costeros: fitoplancton, zooplancton, ictiofauna, bentos (epifauna e infauna).

5.1. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL TRABAJO DE CAMPO

✓ Alistamiento de campo para el muestreo II-25

El apoyo en el alistamiento de campo para el muestreo II-25, el cual se realizó desde el día 13 hasta el 16 de mayo, tuvo como propósito garantizar las condiciones óptimas de los equipos de muestreo, la disponibilidad de materiales necesarios y la documentación adecuada para el desarrollo exitoso de las actividades de campo. Abarcó tanto la preparación logística previa como actividades posteriores una vez finalizadas las salidas de campo.

La fase previa comprendió múltiples actividades logísticas coordinadas. Se colaboró en la verificación y confirmación de la lista de chequeo específica del componente Infauna con base

en el formato de lista de verificación de materiales, equipos y reactivos (FOR-RMD-ANL-SMT-008) asegurando la disponibilidad de todos los materiales, reactivos y equipos requeridos para el muestreo. Adicionalmente, se procedió a la preparación del sistema de cadena de frío mediante el llenado de bolsas con agua y su posterior congelación, generando un stock de bolsas congeladas para mantener las condiciones de conservación de las muestras durante las actividades de campo (Figura 2).



Figura 2. Preparación del sistema de cadena de frío mediante el llenado de bolsas con agua para su congelación.

La preparación de materiales de campo incluyó la organización de bolsas y elaboración de rótulos para los componentes de Infauna e Ictiofauna, siguiendo el procedimiento de manejo, codificación, del almacenamiento y disposición final de muestras de consultoría e investigación (DSP-RMD-ANL-SMT-001) el cual contiene los códigos de identificación establecidos por el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad, garantizando la

trazabilidad de las muestras desde la colecta hasta el procesamiento en laboratorio (Figura 3, izquierda). También se realizó la limpieza y llenado de los rótulos plastificados de títulos de estaciones de campo, material utilizado para la identificación visual de la fecha y las estaciones durante las actividades de muestreo (Figura 3, derecha).



Figura 3. Preparación de materiales y rótulos para el trabajo de campo de los componentes Infauna e Ictiofauna: organización de bolsas y elaboración de rótulos (izquierda) y limpieza y llenado de rótulos plastificados (derecha).

Las actividades posteriores a la salida de campo incluyeron la colaboración en el lavado y desinfección de equipos una vez retornaron de la jornada de muestreo, procesando redes fitoplanctónicas y zooplanctónicas, dragas para bentos y neveras de conservación. Este proceso garantizó la eliminación de sedimentos, organismos residuales y contaminantes que pudieran afectar la calidad de las muestras en futuros muestreos (Figura 4).



Figura 4. Lavado y desinfección de red de fitoplancton costera después de la jornada de muestreo.

5.2. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL TRABAJO DE LABORATORIO

✓ Apoyo en la identificación cualitativa de Fitoplancton M-I-25

Esta actividad se desarrolló siguiendo el protocolo de laboratorio de comunidades marinas – plancton marino DSP-RMD-ANL-SMT-013. La participación en esta labor tuvo como propósito contribuir a la determinación de la composición taxonómica, estableciendo la presencia/ausencia de las especies-morfoespecies. La colaboración en el proceso analítico se realizó bajo la supervisión del líder del componente Samuel David Leyton Londoño, Profesional de Biología Marina, quien asignó 4 muestras específicas a analizar. En general, se requería el análisis de 10 alícuotas por cada muestra para asegurar la representatividad del análisis el cual fue validado mediante una curva de riqueza acumulada siguiendo el formato DSP-RMD-ANL-SMT-013. El procedimiento para cada alícuota consistía en homogenizar previamente la muestra mediante agitación manual, tomar una porción con gotero, depositar dos gotas sobre portaobjetos y cubrirlas con cubreobjetos para su observación microscópica (Figura 5).

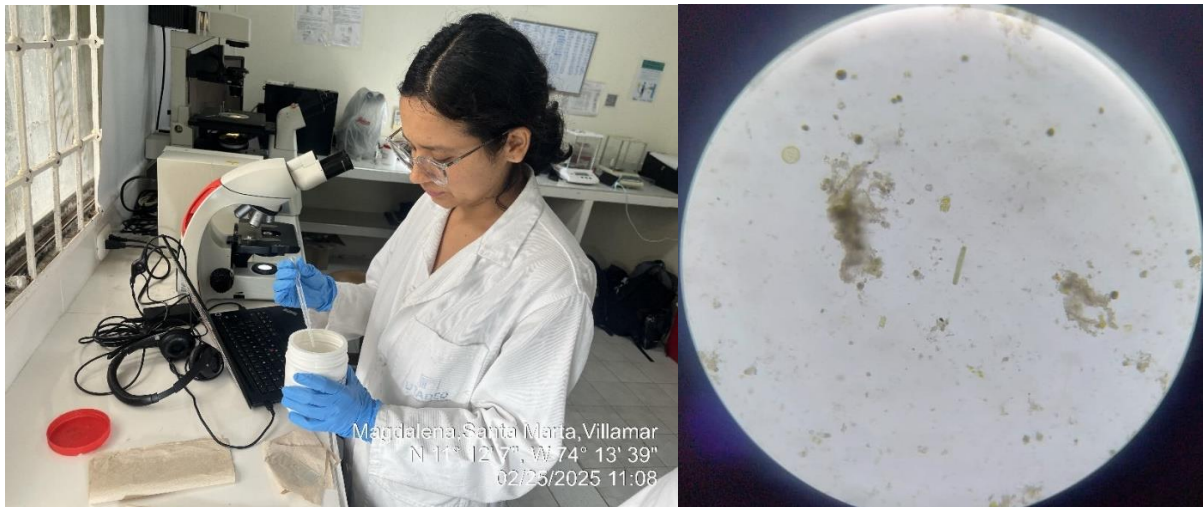


Figura 5. Proceso de análisis cualitativo de fitoplancton para determinación taxonómica: preparación de la alícuota de muestra para observación microscópica (izquierda) y campo visual microscópico de la muestra en 10x.

La observación de las muestras se efectuó utilizando un microscopio óptico Nikon E200, utilizando objetivos de 10x y 40x para garantizar la detección de organismos de diferentes tamaños y la visualización detallada de características morfológicas diagnósticas. Durante este proceso, el líder del componente enseñó las técnicas que identificación taxonómica mediante el uso de literatura especializada que incluía las obras de Schmidt (1874-1959), Sournia (1967), Dodge (1982), Balech (1988), Rines y Hargraves (1988), Round *et al.* (1990), Tomas (1997), Horner (2002) y Vidal (2010) así como la aplicación práctica de claves taxonómicas. La información se organizó empleando el programa Microsoft Excel en el formato de presencia - ausencia FOR-RMD-ANL-SMT-032 el cual es una matriz de especies-morfoespecies por estación, consignado su presencia (1) o ausencia (0) (Figura 6).



Magdalena, Santa Marta, Villamar
 N 11° 12' 7", W 74° 13' 39"
 02/25/2025 11:10

MACROPROCESO RELACION CON EL MEDIO ANÁLISIS DE LABORATORIO				FOR-RMD-ANL-SMT-032								
MATRIZ DE PRESENCIA - AUSENCIA				Versión 0								
				Fecha: 19/10/2023								
				Página: 1 de 1								
INFORMACIÓN DEL CLIENTE												
Empresa: DRUMMOND LTD	Dirección: Puerto DRUMMOND, km 10 Vía Ciénaga - Santa Marta	Contacto: Rafael Ortiz	Cargo: Supervisor ambiental	NIT: 800.021.308-6								
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA												
Matriz: Grupo: Fitoplancton	Lugar de muestreo: Ciénaga - Magdalena	Punto de muestreo: Marino	Tipo de muestra: Puntal	N° de muestras: ocho (8)								
Plan de muestreo: 301	Reporte número: 000	Método: Técnica: arrastre superficial con red cónica de 20 µm de poro. Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con metas a establecer impactos ambientales (INVERMUR-ANL, 2013).										
Identificación de la muestra: EM-1 (0380) - EM-2 (0381) - EM-3 (0382) - EM-4 (0383) - EM-5 (0384) - EM-6 (0385) - EM-7 (0386) - EM-8 (0387).			Fecha de recepción: 29/01/2025									
Fecha de recolección: 29/01/2025			Fecha de análisis: 3/02/2025 al 27/02/2025									
Fecha de emisión del reporte: 19/03/2025												
Presencia = 1												
Ausencia = 0												
PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO / MORFOESPECIE	Código muestra EM-1 (0380)	Código muestra EM-2 (0381)	Código muestra EM-3 (0382)	Código muestra EM-4 (0383)	Código muestra EM-5 (0384)	Código muestra EM-6 (0385)	Código muestra EM-7 (0386)	Código muestra EM-8 (0387)
Chromophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis sp. 1	0	1	1	1	0	0	1	1
Chromophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis sp. 2	0	0	0	0	0	0	1	1
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Cyanothesales	Microcystaceae	Microcystis sp. 1	0	0	0	0	0	0	1	1
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenaceae	Aphanizomenon sp. 1	0	1	1	1	0	1	1	1
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Nostoc sp. 1	0	0	0	0	0	0	1	0
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Gomphonematales	Gomphonemataceae	Gomphonema sp. 1	0	0	1	1	0	0	1	0
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp. 3	1	1	1	1	1	1	1	0
Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophyales	Aphyanotheceae	Aphyanothece salinaris	0	0	0	0	0	0	1	0
Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophyales	Dinophyceae	Dinophyceus magnificus	0	0	0	0	0	0	0	0
Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophyales	Ceratocaceae	Trochocera	0	0	0	1	0	0	1	1

Figura 6. Observación e identificación taxonómica de muestras de fitoplancton mediante microscopio óptico (arriba) y matriz de presencia-ausencia de especies por estación de muestreo (abajo).

✓ **Registro fotográfico de Fitoplancton M-I-25**

El apoyo al registro fotográfico del componente fitoplancton del muestreo I-25 se desarrolló utilizando el software NIS-Elements BR conectado al microscopio óptico Nikon Eclipse E200, con el propósito de documentar visualmente las especies-morfoespecies identificadas durante el análisis taxonómico. Esta actividad tuvo como objetivo generar un archivo fotográfico de referencia que respaldara la identificación taxonómica y contribuyera a la base de datos del laboratorio. La metodología de captura se inició con la configuración del sistema de adquisición de imágenes, encendiendo la cámara conectada y los dispositivos asociados, seguido del inicio del software NIS-Elements BR. Se procedió a la visualización de la muestra mediante el comando *Acquire > Live – Fast* para obtener una imagen en vivo continua, ajustando la resolución del

modo *Live Fast* para lograr una alta velocidad de cuadros que facilitara la búsqueda y enfoque de los organismos de interés (Figura 7).

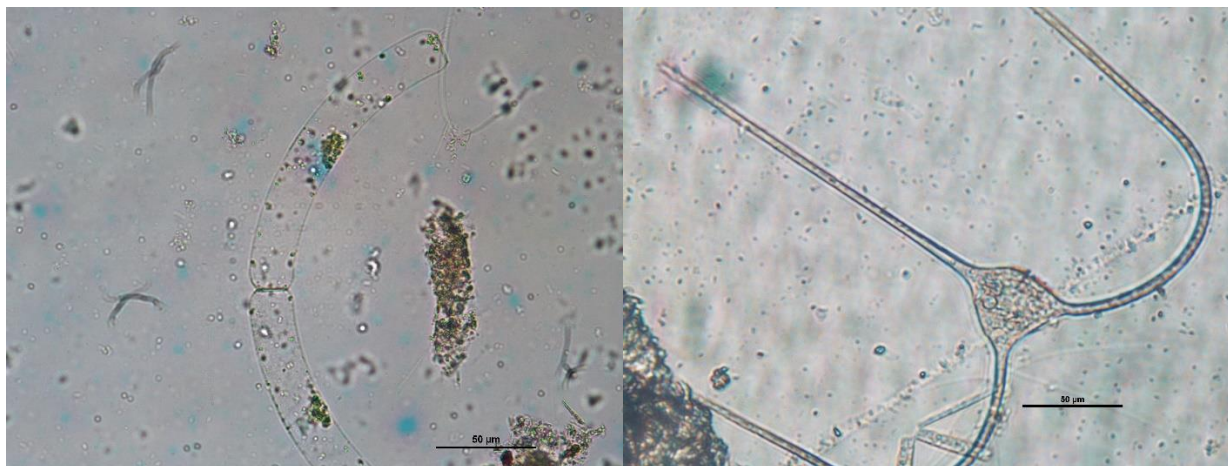


Figura 7. Ejemplos de registro fotográfico de Fitoplancton mediante el sistema NIS-Elements BR. *Guinardia Striata* (izquierda) y *Tripos massiliensis* (derecha).

Para cada organismo a fotografiar, se realizó el ajuste del tiempo de exposición mediante el panel de *Camera Settings (Acquire > Camera Settings)* para obtener una imagen con la calidad y brillo adecuados. Se efectuó el enfoque manual preciso sobre el espécimen, asegurando la nitidez de las estructuras morfológicas diagnosticas relevantes para la identificación taxonómica. La captura de cada imagen se ejecutó mediante el comando *Acquire > Capture*, lo cual generó automáticamente una nueva ventana de imagen etiquetada como *Captured*. Cada fotografía incluía la escala métrica correspondiente y se guardaba con la nomenclatura taxonómica apropiada según la identificación realizada por el líder del componente.

✓ **Procesamiento de muestras de Ictiofauna M-II-25**

El apoyo en el procesamiento de muestras de ictiofauna del muestreo II-25 se desarrolló siguiendo el protocolo de laboratorio de comunidades marinas – peces marinos DSP-RMD-ANL-SMT-015. Esta actividad tuvo como propósito contribuir a la caracterización taxonómica, morfométrica y biométrica de las especies ícticas capturas, mediante la aplicación de técnicas

estandarizas de procesamiento en el laboratorio. La colaboración en el procesamiento se inició con el lavado de las capturas obtenidas en cada estación y por cada arte de pesca, eliminando restos de sedimentos y otros materiales adheridos a los especímenes (Figura 8, izquierda). Posteriormente, se procedió al apoyo en la separación de los organismos de acuerdo con sus características físicas distintivas, agrupándolos preliminarmente para facilitar el proceso de identificación taxonómica (Figura 8, derecha).



Figura 8. Preparación de muestras de ictiofauna para la caracterización taxonómica: lavado de ejemplares capturados (izquierda) y agrupación preliminar de los especímenes para su identificación (derecha).

La fase de identificación constituyó un componente formativo significativo, ya que el asistente de investigación Daniel Alejandro Rodríguez Vásquez, Profesional en Biología Marina proporcionó capacitación directa en la determinación taxonómica de peces marinos, enseñando las características morfológicas diagnósticas y el uso de claves especializadas para alcanzar el nivel taxonómico más bajo posible. Esta instrucción incluyó el reconocimiento de estructuras anatómicas claves, patrones de coloración, conteos merísticos y otras características utilizadas en la sistemática de peces marinos. Cada organismo fue sometido a mediciones morfométricas estandarizadas, incluyendo el pesaje utilizando balanza semianalítica con precisión de ± 0.1 g

(Figura 9, izquierda) y la medición de longitud mediante ictiómetro con precisión de ± 1 mm (Figura 9, derecha). Los ejemplares en mejor estado de conservación fueron seleccionados para registro fotográfico.



Figura 9. Pesaje de peces pelágicos pequeños (derecha) y medición morfométrica de *Carcharhinus perezii*.

✓ **Procesamiento de muestras de Infauna M-II-25**

El apoyo en el procesamiento de muestras de infauna del muestro II-25 se desarrolló siguiendo el protocolo de laboratorio de comunidades marinas macroinvertebrados bentónicos DSP-RMD-ANL-SMT-014. Esta actividad tuvo propósito contribuir a la caracterización taxonómica y cuantitativa de la macrofauna presente en las estaciones de muestreo, mediante la aplicación de técnicas de separación, identificación y conteo de organismos. La colaboración en el procesamiento se inició con la fase de lavado y depuración de las muestras biológicas una vez dispuestas en el laboratorio. El procedimiento consistió en el lavado del sedimento utilizando tamices de 500 μ m para eliminar el exceso de granos finos, lodos residuales y restos de fijador (formol), garantizando la retención de los organismos macroinfaunales y las partículas sedimentarias superiores a 500 μ m de diámetro (Figura 10, superior) Posteriormente, el líquido residual que contenía formol fue recolectado y dispuesto de forma segura en un recipiente

adecuado para residuos peligrosos, siguiendo los protocolos de manejo de residuos del laboratorio (Figura 10, inferior).



Figura 10. Fase de procesamiento inicial de muestras de infauna. (A) Lavado de las muestras biológicas y (B) disposición segura de líquidos residuales y formol.

Posteriormente, se procedió al apoyo en la separación de organismos del sedimento mediante dos metodologías complementarias: separación directa utilizando lámparas de iluminación para facilitar la visualización de los organismos teñidos para removerlos y recolectarlos del sedimento con agujas y pinzas (Figura 11, izquierda); y análisis detallado de porciones de muestra bajo estereoscopio Binocular Leica EZ4 (Figura 11, derecha). Durante este proceso se realizó la diferenciación preliminar en grupos taxonómicos mayores incluyendo anélidos, crustáceos, moluscos y otros grupos.



Figura 11. Extracción manual de organismos del sedimento asistida por iluminación (izquierda) y análisis detallado de las muestras bajo estereoscopio (derecha).

La fase de identificación taxonómica y conteo se desarrolló mediante el apoyo en el registro de datos, mientras la líder del componente Amanda Selene Rojas Aguirre, Profesional en Biología Marina realizaba la determinación de los organismos hasta nivel de familia utilizando estereomicroscopio Leica DM500 y microscopio Nikon ECLIPSE E200. La colaboración consistió en el registro sistemático de las familias identificadas y el conteo de organismos siguiendo la metodología de documentación establecida por la líder del componente en su cuaderno de laboratorio, garantizando la documentación precisa de la información taxonómica y cuantitativa (Figura 12). No obstante, la líder del componente y la asistente de investigación María José Herrera Reyes, Profesional en Biología Marina proporcionaron capacitación directa en la diferenciación e identificación de familias de invertebrados bentónicos, enseñando las características morfológicas diagnósticas.



Figura 12. Colaboración en la determinación taxonómica y registro de invertebrados bentónicos.

5.3. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- ✓ **Actualización fichas técnicas componente Zooplancton M-I-25 y Fitoplancton M-II-25**

El apoyo en la actualización de las fichas técnicas de los componentes Zooplancton y Fitoplancton se desarrolló utilizando el formato estandarizado FOR-RMD-ANL-SMT-046, con metodologías diferenciadas según las características y requerimientos específicos de cada componente biológico. Esta actividad tuvo como propósito consolidar la información taxonómica, morfológica y ecológica de los organismos identificados, contribuyendo al fortalecimiento de la base de datos del laboratorio y la generación de material de referencia para futuros monitoreos.

Para el Zooplancton del muestreo I-25 y a partir de un insumo proporcionado por el líder del componente Richard Andrés Duque Díaz, Profesional en Biología Marina, que incluía nombres científicos y material fotográfico de los organismos, se procedió a la integración de las fotografías

en cada ficha y el diligenciamiento completo de la sección “Clasificación taxonómica” con la jerarquía sistemática correspondiente con base en el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS por sus siglas en inglés). Adicionalmente, se realizó una revisión bibliográfica especializada para completar las secciones “Descripción (Carácter diagnóstico)” y “Hábitat y distribución”, consultando literatura científica relevante para cada taxón. Las fichas terminadas se cargaron al OneDrive institucional en la carpeta compartida asignada por el líder del componente (Figura 13).

MACROPROCESO DE RELACIÓN CON EL MEDIO
FORMATO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO
FICHAS TÉCNICAS DE ESPECIES ZOOPLANCTON

FOR-RMD-ANL-SMT-045
 Versión: 0
 Fecha: 01/02/2024
 Página 1 de 2

Belzebub sp. Vereshchaka, Olesen y Lunina, 2016

Clasificación taxonómica
 Reino: Animalia
 Phylum: Arthropoda Gravenhorst, 1843
 Subphylum: Crustacea Brünnich, 1772
 Clase: Malacostraca Latreille, 1802
 Subclase: Eumalacostraca
 Superorden: Eucarida Calman, 1904
 Orden: Decapoda Latreille, 1802
 Familia: Luciferidae De Haan, 1849
 Género: *Belzebub* Vereshchaka, Olesen y Lunina, 2016
 Especie: No aplica

Descripción (Carácter diagnóstico): Proceso ventral posterior casi recto, afilado y apicalmente subagudo en el sexto somita abdominal en los machos. Pedúnculos oculares de longitud moderada, subcilíndricos y sin dimorfismo sexual. Escafocerito con un diente distal que sobrepasa la lámina y carece de estilocerito. Tercer maxilípodo presenta un dactilo completo y no muestra dimorfismo sexual. Exopodito del urópodo tiene un segmento proximal sin setas a lo largo del margen externo. Parte externa del petasma se transforma en una vaina estrecha y afilada, sostenida por una fuerte costilla quitinosa, y está armada con escamas o crestas apicales y estructuras en forma de placa. El proceso ventral es espiniforme y carece de una pinza apical (Vereshchaka *et al.*, 2016).

Hábitat y distribución: Género nerítico, distribución panoceánica (Vereshchaka *et al.*, 2016).

Aparición en estaciones:

2020				2021				2022			
M-I	M-II	M-III	M-IV	M-I	M-II	M-III	M-IV	M-I	M-II	M-III	M-IV

Richard Andres Duque Diaz > Fichas Tecnicas Pasante > Fichas terminadas

Nombre	Modific...	Modificado...	Tamaño del ar...	Compartir	Actividad
Belzebub.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	686 KB	Compartida	
Acartia.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	683 KB	Compartida	
Clupeidae.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	575 KB	Compartida	
Corycaeus.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	678 KB	Compartida	
Euterpina.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	676 KB	Compartida	
Hyperidae.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	575 KB	Compartida	
Limacina.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	671 KB	Compartida	
Lucifer.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	675 KB	Compartida	
Macrosetella.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	678 KB	Compartida	
Morfitipo Alphidae.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	581 KB	Compartida	
Morfitipo Mjidae.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	572 KB	Compartida	
Morfitipo Spionidae.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	560 KB	Compartida	
Nauplio copepoda.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	445 KB	Compartida	
Obellia.pdf	11 de marzo	Danna Marilyn Bart	680 KB	Compartida	

Figura 13. Actualización y entrega de fichas técnicas de Zooplancton (I-25): ejemplo de ficha diligenciada en el formato FOR-RMD-ANL-SMT-046 (izquierda) y carpeta OneDrive “Fichas terminadas” con las 12 fichas entregadas (derecha).

Para el Fitoplancton del muestreo II-25, la colaboración se enfocó en la actualización de la sección “Aparición en estaciones” tanto para muestras cualitativas como cuantitativas. El procedimiento consistió en el registro de presencia-ausencia de las especies-morfoespecies identificadas mediante el marcado con ‘X’ en las estaciones correspondientes donde se detectó cada organismo durante el muestreo. La información sobre la distribución espacial de los organismos fue proporcionada por la líder del componente Dhayan Sanabria Rivas, Profesional

en Biología Marina mediante una carpeta compartida en Gmail, garantizando la precisión de los registros de ocurrencia. Como evidencia y entrega, las fichas actualizadas se cargaron al Drive en la carpeta compartida “Drummond-Pasante/Fichas actualizadas”, asignada por la líder del componente (Figura 14).

MACROPROCESO DE RELACION CON EL MEDIO
 FORMATO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO
 FICHA TÉCNICA DE ESPECIES
 FITOPLANCTON

FOR-RMD-ANL-SMT-046
 Versión: 5
 Fecha: 01/02/2024
 Página 2 de 3

Tripos vultur (Cleve) Hallegraeff & Huisman 2020

	2025				2026				2027			
	M-I	M-II	M-III	M-IV	M-I	M-II	M-III	M-IV	M-I	M-II	M-III	M-IV
EM-5		X		X		X		X		X		X
EM-6	X	X		X	X	X		X	X	X		X
EM-7	X			X	X			X		X		X
EM-8	X			X	X			X	X	X		X

Muestras cuantitativas

	2019				2020				2021			
	M-I	M-II	M-III	M-IV	M-I	M-II	M-III	M-IV	M-I	M-II	M-III	M-IV
EM-1			X									
EM-2	X	X	X		X							
EM-3												
EM-4	X	X	X		X							
EM-5												
EM-6	X		X		X							
EM-7								X		X		
EM-8												

2022

	M-I	M-II	M-III	M-I V
EM-1				
EM-2				
EM-3				
EM-4				
EM-5				
EM-6				

2023

	M-I	M-II	M-III	M-I V
EM-1				
EM-2				
EM-3				
EM-4				
EM-5				
EM-6				

2024

	M-I	M-II	M-III	M-I V
EM-1				
EM-2				
EM-3				
EM-4				
EM-5				
EM-6				

Compartidos conmigo > Drummond-Pasante > Fichas actualizadas

Archivos

- Tripos vultur.docx
- Tripos trichoceros.d...
- Tripos teres.docx
- Tripos setaceus.docx
- Tripos furca.docx
- Tripos dens.docx
- Tripos azoricus.docx
- Thalassionema nitz...
- Pseudosolenia calc...
- Pseudo-nitzschia p...
- Protoperidinium oc...
- Protoperidinium co...
- Podolampas palmip...
- Planktoniella sol.docx
- Phalacroma rotund...
- Paralia sulcata.docx

Laboratorio de Limnología y Biología Marina.
 Sede Santa María, Edificio Mundo Marino, Cta. 219, 311-98, El Estadero, Santa María (Magallanes), Tel 422 9334
limnologia.santamar@ulbopbe.edu.cl

Figura 14. Actualización y entrega de fichas técnicas de Fitoplancton (I-25): ejemplo de ficha diligenciada en el formato FOR-RMD-ANL-SMT-046 (izquierda) y carpeta Drive “Fichas actualizadas” con las 68 fichas entregadas.

✓ **Sistematización de datos taxonómicos y abundancias de Infauna M-I-25**

El apoyo en la sistematización de datos taxonómicos y abundancias del muestreo I-25 para el componente de Infauna se desarrolló mediante la transcripción y organización de la información biológica desde bases de datos de trabajo hacia el formato estandarizado de registro de listado taxonómico y número de organismos (FOR-RMD-ANL-SMT-023). Esta actividad tuvo como propósito consolidar la información taxonómica y cuantitativa obtenida durante el procesamiento de las muestras. La metodología de trabajo se basó en el uso de la matriz de Excel denominada

“Matriz_10 Estaciones-M-I-25”, la cual contenía la información consolidada de todos los taxa identificados durante el procesamiento de las muestras del muestreo I-25, incluyendo las abundancias registradas por estación de muestreo. Esta matriz constituía la base de datos de trabajo que compilaba los resultados de las identificaciones taxonómicas realizadas por la líder del componente.

El proceso de sistematización consistió en la transcripción ordenada de la información desde la matriz de trabajo hacia el formato estandarizado FOR-RMD-ANL-SMT-023. La transcripción incluyó el registró de cada taxón identificado a nivel de familia, el número de organismos correspondiente por estación de muestreo, y el cálculo de totales por taxa, garantizando la precisión en el traslado de los datos numéricos y la correcta nomenclatura taxonómica. Esta actividad requirió atención al detalle para evitar errores de transcripción que pudieran afectar la calidad de los datos finales, así como verificación cruzada entre la matriz de origen y el formato de destino para confirmar la consistencia de la información registrada (Figura 15).

MACROPROCESO DE RELACIÓN CON EL MEDIO		FOR-RMD-ANL-SMT-023		
PROCESO DE ANALISIS DE LABORATORIO		Versión 0		
FORMATO REGISTRO LISTADO TAXONÓMICO Y NÚMERO DE ORGANISMOS		Fecha: 19/10/2023		
		Pág 1 de 3		
INFORMACION GENERAL				
Cliente	Drummond Ltd	Proyecto	Monitoreo Hidrobiológico Trimestral Marino	
Comunidad	Macroinvertebrados Bentónicos	Tipo muestra	Infaua	
Código muestra	0420-1	Volumen muestra	Total -	
Fecha colecta	30/01/2025		Sedimentado -	
Fecha Observación	-	Tiempo sedimentación	Hora inicial -	
Área de muestreo	0,12 m ²		Hora final -	
Profesional encargado	Amanda Selene Rojas			
NÚMERO DE CAMPOS CONTADOS				
DESCRIPCIÓN				
Taxa	Número organismos			Total
Lumbrineridae	2			2
Onuphidae	1			1
Eulepethidae	1			1
Glyceridae	2			2
Pilargidae	2			2
Nephtyidae	1			1
Magelonidae	7			7
Capitellidae	4	5	3	12
Orbinidae	1			1
Paraonidae	1			1
Spionidae	1			1
Cirratulidae	6	3		9
Melinidae	1			1
Owenidae	2	3	3	8
Diastylidae	1			1

Figura 15. Formato estandarizado FOR-RMD-ANL-SMT-023 para registro de listado taxonómico y abundancias de infauna del muestreo M-I-25.

✓ **Registro fotográfico componente Zooplancton M-I-25 y Fitoplancton M-II-25**

El apoyo al registro fotográfico del componente Zooplancton M-I-25 y Fitoplancton del muestreo II-25 consistió en la organización y sistematización de la documentación visual de los organismos identificados, utilizando el formato estandarizado FOR-RMD-ANL-SMT-026. Esta actividad tuvo como propósito consolidar el archivo fotográfico de las especies-morfoespecies encontradas durante el análisis taxonómico del muestreo. La colaboración en esta actividad se desarrolló mediante la recepción de fotografías previamente capturadas por los líderes de los componentes, junto con la información taxonómica correspondiente a cada organismo: para Zooplancton, a través de la carpeta compartida en OneDrive “Fichas Técnicas Pasante/Registro Fotográfico

Zooplancton”; y para Fitoplancton, mediante la carpeta en Drive “Drummond-Pasante/Fotografías” (Figura 16).

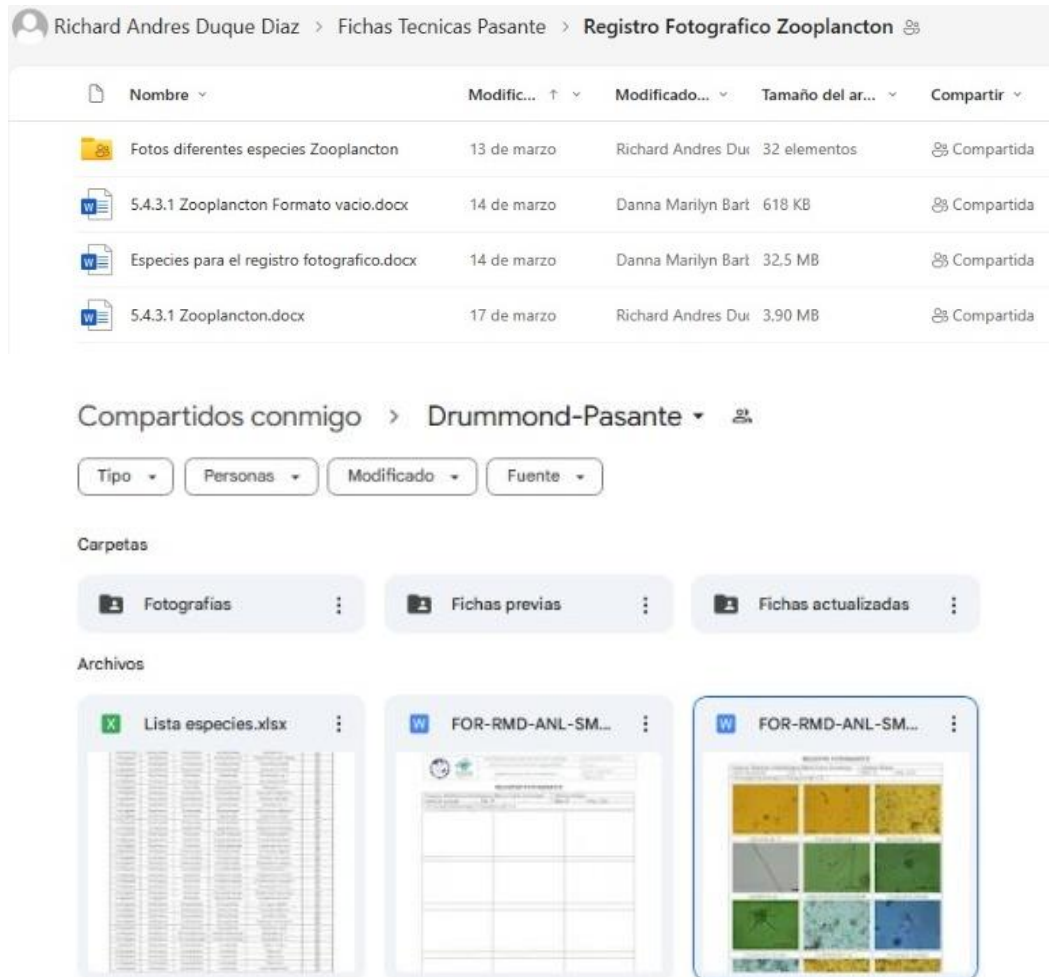


Figura 16. Repositorios de insumos para el registro fotográfico de Zooplancton en Outlook (arriba) y Fitoplancton en Gmail (abajo).

El proceso de organización incluyó la inserción de cada imagen en el formato establecido, verificando la presencia de escala métrica en las fotografías para garantizar la referencia dimensional de los organismos documentados. Posteriormente, se procedió a la transcripción y verificación de la nomenclatura taxonómica, asegurando la correcta escritura de los nombres científicos. Cuando fue posible, se registró el binomio específico (género + especie); en los casos

sin resolución a especie se emplearon categorías superiores (género, familia) o morfoespecies, utilizando la convención sp. Como control de calidad, se realizó la verificación cruzada entre cada fotografía, su identificación taxonómica y la información proporcionada por el líder del componente, garantizando la correspondencia exacta entre la documentación visual y los datos taxonómicos registrados (Figura 17).

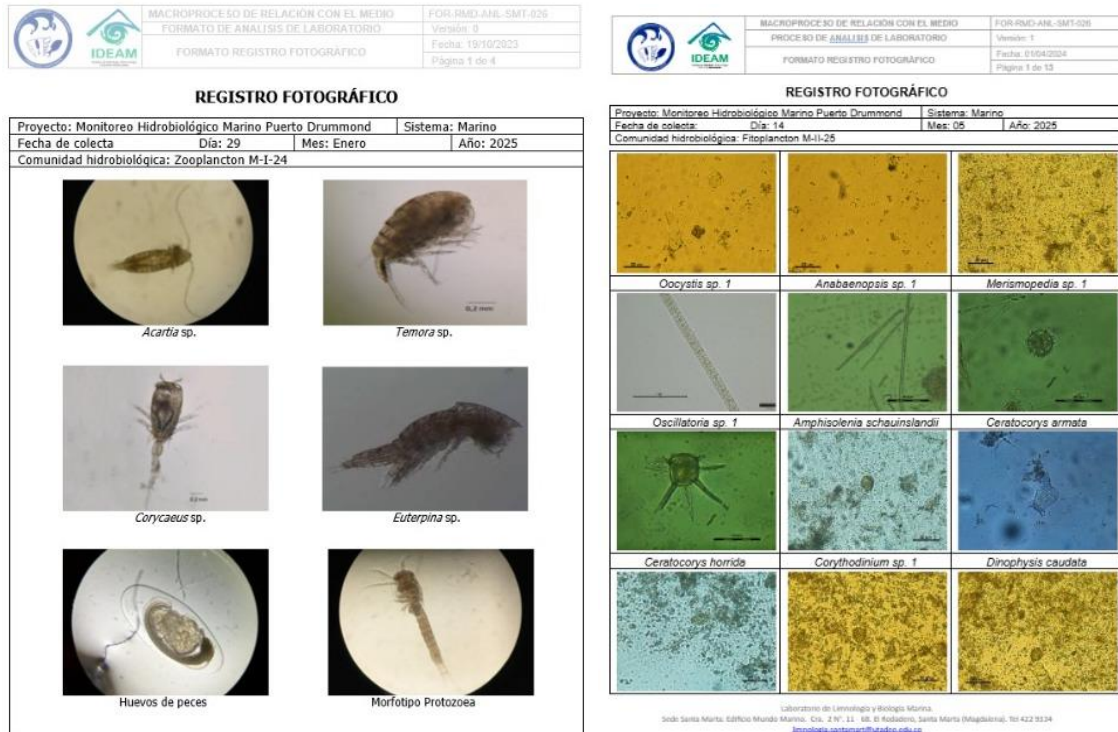


Figura 17. Ejemplo del formato FOR-RMD-ANL-SMT-026 utilizado para el registro fotográfico de Zooplankton (izquierda) y Fitoplancton (derecha).

✓ **Portada/Figuras Informe Técnico componente Infauna M-II-25**

El apoyo en la actualización de la portada y figuras del Informe Técnico del muestreo II-25 del componente Infauna se desarrolló mediante la revisión y actualización del material gráfico utilizado en la documentación oficial del proyecto. Esta actividad tuvo como propósito renovar el contenido visual del informe técnico, reemplazando las imágenes del muestreo I-2025 por

material fotográfico correspondiente al muestreo II-25, garantizando la correspondencia temporal entre el contenido textual y la documentación gráfica del informe.

La metodología de trabajo se inició con la recepción de un archivo de Microsoft PowerPoint proporcionado por la asistente de investigación del componente María José Herrera Reyes, Profesional en Biología Marina, el cual contenía la estructura base de la portada y las figuras del informe técnico del muestreo I-2025. Posteriormente, se obtuvo acceso mediante correo institucional y OneDrive a la “Carpeta General – Laboratorio Limnología y Biología Marina Santa Marta”, repositorio digital que contiene el registro fotográfico completo de las actividades del laboratorio.

El proceso de selección fotográfica consistió en la búsqueda sistemática de imágenes del monitoreo II-25 que cumplieran con los criterios de calidad establecidos para material de divulgación científica. Los parámetros de selección incluyeron aspectos técnicos como nitidez de la imagen, ausencia de desenfoque, iluminación adecuada que permitiera la clara visualización de los elementos fotografiados, y composición apropiada evitando el corte de personas o elementos importantes en el encuadre. Una vez identificadas las fotografías que cumplían con estos criterios, se procedió a la sustitución del material gráfico en el archivo PowerPoint, manteniendo la estructura y diseño original del documento (Figura 18).

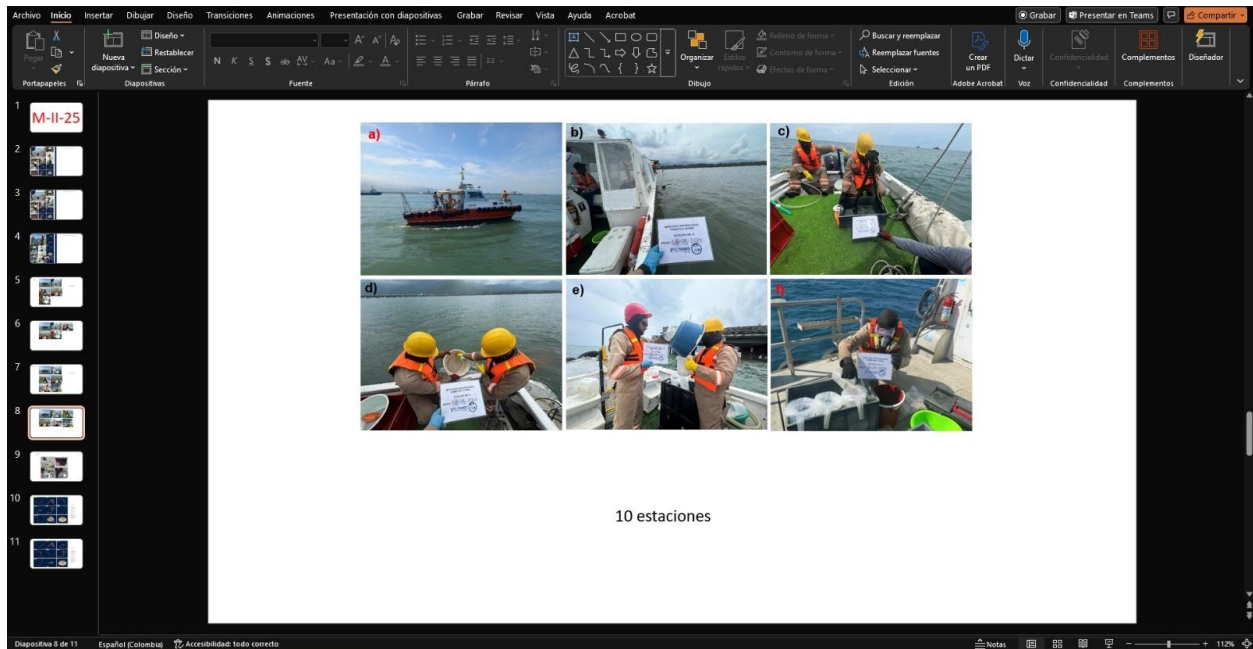


Figura 18. Actualización de portada y figuras del Informe Técnico del componente Infauna (M-II-25).






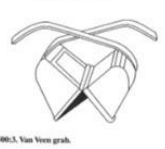
5.4. OTRAS ACTIVIDADES

✓ **Realización de fichas técnicas de equipos de muestreo**

El apoyo en la realización de fichas técnicas de equipos de muestreo consistió en la actualización integral de la documentación técnica de los instrumentos utilizados en el monitoreo hidrobiológico. Esta actividad tuvo como propósito modernizar y estandarizar la información contenida en las fichas, garantizando la vigencia de los datos técnicos, la consistencia en el formato de presentación y la calidad del material de referencia para el equipo de trabajo. La metodología de actualización se desarrolló siguiendo las especificaciones técnicas proporcionadas por la coordinación del laboratorio mediante correo electrónico. El proceso incluyó cinco componentes principales de revisión. Primero, se procedió a la estandarización de los formatos mediante la actualización de elementos gráficos incluyendo colores institucionales,

márgenes, tipografía y logotipos, garantizando la coherencia visual con la identidad institucional del laboratorio y la consultoría (Figura 19, izquierda).

Segundo, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva para actualizar la información técnica de cada equipo, identificando y reemplazando contenido desactualizado por información científica y técnica reciente que respaldara apropiadamente las descripciones del funcionamiento, especificaciones y aplicaciones de cada instrumento. Tercero, se evaluó la calidad y pertinencia del material fotográfico existente, procediendo a la búsqueda y selección de imágenes actualizadas mediante consulta de fuentes digitales especializadas o, cuando fue necesario, solicitando acceso al repositorio OneDrive del laboratorio para utilizar fotografías del archivo de monitoreos. Cuarto, se verificó y corrigió el sistema de citación bibliográfica, asegurando la consistencia en el formato de referencias y la correcta atribución de fuentes consultadas. Finalmente, se procedió a la inclusión del pasante en la sección de autores de cada ficha actualizada, reconociendo la contribución al proceso de mejoramiento de la documentación técnica (Figura 19, derecha).

	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
Draga Van Veen		
		
<small>Fuente: UTADEO, 2024</small>	<small>Fuente: UTADEO, 2024</small>	
		
<small>Figure 109963. Van Veen grab. Fuente: A la izquierda Hassan et al., (2016) y a la derecha American Public Health Association et al., (2023)</small>		
<p>Descripción: La draga Van Veen se utiliza para muestrear en aguas marinas abiertas y en grandes lagos. Sus largos brazos actúan como estabilizadores sin perturbar la interfaz agua-sustrato. Es básicamente una versión mejorada de la draga Petersen para sustratos de fango, grava, guijarros y arena. La draga es pesada; se baja desde una embarcación o plataforma mediante elevadores mecánicos o hidráulicos (American Public Health Association et al., 2023).</p> <p>Hábitat: Acuático; para toma de sedimentos de fondos blandos o de dureza media como arena, grava o arcilla.</p> <p>Tipo de muestra: Este equipo está diseñado para recolectar muestras de sedimentos superficiales en fondos blandos o de dureza media, como arena, grava, margas consolidadas o arcilla. Es especialmente útil en estudios de macrofauna bentónica, permitiendo la recolección de organismos que habitan en el lecho acuático (Aquatic BioTechnology, 2020).</p> <p>Elaboración del equipo de muestreo: La Dragas Van Veen está construida en acero inoxidable AISI 316, lo que garantiza su resistencia y durabilidad. Su diseño incluye dos cucharas articuladas que se cierran al tocar el fondo, un mecanismo de bloqueo que se libera automáticamente y ventanas superiores para inspección de la muestra. Está disponible en varios tamaños, con áreas</p>		

	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
Draga Van Veen		
<p>de muestreo que varían desde 200 cm² hasta 1000 cm², y volúmenes de 1,4 L a 15 L. (Aquatic BioTechnology, 2020).</p> <p>Método de muestreo: El equipo se deja caer libre y verticalmente desde una embarcación detenida, con las mandíbulas puestas en dirección al lecho marino. Una vez la draga toca fondo, ésta debe ser halada de vuelta a la superficie de manera lenta pero constante. Una vez la draga llega a la embarcación, se abre y se vierte el sedimento en un contenedor para luego ser cernido en un tamiz con poro de malla de 500 µm para su lavado, con el fin de descartar el sedimento más fino, utilizando agua de mar filtrada (20 µm) para no contaminar la muestra con organismos planctónicos. Terminado esto, se almacena la muestra en bolsas plásticas, previamente rotuladas, adicionando 500 mL de solución de cloruro de magnesio (70 g-L⁻¹) y, luego de 10 minutos, 500 ml de formol diluido al 10 % con agua de mar filtrada, neutralizado con bórax y previamente tratado con rosa de bengala.</p> <p>Uso principal de la muestra: Científico para análisis fisicoquímicos y biológicos de sedimentos.</p> <p>Composición de la muestra: La Dragas Van Veen es ampliamente utilizada para la recolección de macrofauna bentónica, incluyendo especies de los phyla Crustacea, Mollusca y Annelida, que habitan en el fondo marino (Aquatic BioTechnology, 2018).</p> <p>Referencias: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2023. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA Press, Washington D.C. 1407 p. Aquatic BioTechnology. 2018. La draga Van Veen, un importante instrumento en el análisis de macrofauna bentónica. https://aquaticbiotechnology.com/noticias/draga-van-veen-analisis-macrofauna-bentonica. 11/04/2025. Aquatic BioTechnology. 2020. Dragas Van Veen SG. https://aquaticbiotechnology.com/instrumental-para-sedimentos/draga-van-veen/. 11/04/2025. Hassan, D., N. Al-Ansari, S. Ali, A. Ali, T. Abdullah y S. Knutsson. 2016. Dukan Dam Reservoir Bed Sediment, Kurdistan Region, Iraq. Engineering, 8, 562-569.</p>		
<p>Autor de la Ficha: Alejandro Sánchez-Maya, Fabián Cortés, María José Herrera y Danna Marilyn Barbosa Cardenas.</p>		

Figura 18. Ejemplo de ficha técnica actualizada de equipo de muestreo: Draga Van Veen.

✓ **Folleto Componente Bentos – Consultoría UTADEO – Drummond M-I-25**

El apoyo en la elaboración del folleto del componente Bentos se desarrolló mediante la adaptación de material de divulgación científica existente para generar contenido específico sobre las comunidades bentónicas del área de estudio. Esta actividad tuvo como propósito crear material de comunicación técnica que sintetizara de manera accesible la información ecológica, metodológica y los resultados obtenidos del componente durante el muestreo I-25, dirigido tanto a personal técnico como a audiencias no especializadas. La metodología de trabajo se inició con la recepción de un formato base de folleto correspondiente al componente Ictiofauna, proporcionado por el líder del componente Bentos. A partir de esta plantilla, se procedió a la adaptación integral del contenido para reflejar las características específicas de las comunidades bentónicas. El proceso incluyó una revisión bibliográfica especializada para desarrollar las secciones conceptuales del folleto, investigando y sintetizando información sobre la definición, importancia ecológica y principales amenazas que afectan a los organismos bentónicos en ecosistemas marino-costeros.

Para las secciones de resultados y conclusiones, se realizó una revisión detallada del Informe Técnico del Monitoreo I-25, extrayendo los datos más relevantes sobre composición, densidad y distribución de las comunidades de epifauna e infauna registradas durante el muestreo. La información fue organizada de manera que facilitara la comprensión de los hallazgos principales, incluyendo las especies dominantes, patrones de distribución espacial y principales conclusiones ecológicas derivadas del análisis. El diseño final del folleto integró elementos gráficos representativos del componente Bentos, incluyendo fotografías de organismos representativos y esquemas ilustrativos de las amenazas identificadas, manteniendo la identidad visual e

institucional mediante la inclusión de logotipos y el esquema de colores establecido para el proyecto (Figura 20).



Figura 20. Evidencia del folleto del componente Bentos elaborado como material de divulgación del muestreo I-25.

✓ **Descarte de colección de Epifauna**

El apoyo en el descarte de la colección de epifauna se desarrolló siguiendo los protocolos establecidos en el programa de manejo de residuos peligrosos DSP-GOP-GMO-003 y DSP-RMD-ANL-SMT-001, así como los lineamientos institucionales para la retención y descarte de muestras biológicas. Esta actividad tuvo como propósito la gestión adecuada de especímenes de epifauna que habían cumplido su tiempo máximo de retención en el laboratorio, contribuyendo al mantenimiento ordenado del espacio de almacenamiento y al cumplimiento de los protocolos de gestión de residuos. Teniendo en cuenta el enfoque de mejoramiento continuo del sistema de gestión, en la última actualización del procedimiento (año 2025) se definió un tiempo máximo de retención de 30 días. Esta medida busca mantener el orden, el aseo y el descarte adecuado de los especímenes recolectados en los diferentes proyectos, evitando la acumulación innecesaria de material biológico y garantizando la correcta aplicación de los protocolos de gestión.

La metodología de descarte se realizó bajo la autorización del director del proyecto Jorge Bernal Gutiérrez, Magíster en Manejo de Recursos Marinos y la única persona facultada para autorizar

el descarte final de muestras según los protocolos establecidos. El proceso de descarte consistió en la revisión de las muestras almacenadas, verificando que se hubieran conservado los especímenes representativos de cada especie identificada en mejor estado de conservación, según lo establecido en los mencionados protocolos del laboratorio. Las muestras, almacenadas desde el año 2023 en solución de formol y conservadas en tarros con tapa, se procesaron individualmente.

El procedimiento consistió en separar el preservante (formol líquido) de los sólidos (especímenes y sedimentos) mediante filtración por gravedad: se ubicó un colador sobre la boca de un balde colector, se abrió cada frasco y se vertió completamente su contenido a través del colador. El filtrado correspondió al formol, que se recolectó en el balde, mientras que el retenido correspondió a los residuos sólidos, que quedaron en el colador. Estos residuos fueron transferidos inmediatamente a bolsas rojas para residuos biológicos, siguiendo los protocolos de clasificación de residuos hospitalarios. Una vez el balde alcanzaba su capacidad máxima, el formol recolectado era transferido a los recipientes especiales destinados por la Universidad para la disposición segura de residuos químicos peligrosos. Durante todo el proceso se utilizaron elementos de protección personal especializados, incluyendo gafas de seguridad, bata de laboratorio, guantes de nitrilo y mascarilla con filtros para vapores orgánicos, considerando la exposición a soluciones fijadoras durante la manipulación (Figura 21).



Figura 20. Filtración de muestras conservadas (izquierda) y acopio de residuos en bolsa roja para disposición final (derecha).

- ✓ **Capacitación de SG-SSTA RUCC, y Curso de Seguridad y Salud en el Trabajo y Primeros auxilios, PCR y uso del DEA**

La participación en las capacitaciones de seguridad y salud en el trabajo se desarrolló en cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Decreto 1072 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo), específicamente en los artículos 2.2.4.6.8 y 2.2.4.6.10. Esta actividad tuvo como propósito garantizar el conocimiento y aplicación de protocolos de seguridad necesarios para el desarrollo seguro de las actividades de pasantía en el laboratorio, siguiendo el programa de capacitación y entrenamiento FOR-RMD-ANL-LIMN-015 establecido por el laboratorio. Las capacitaciones se enmarcaron en el Programa de Inducción y Reinducción en SSTA del Laboratorio de Limnología y Biología Marina, el cual está dirigido a todo el personal que ingresa al laboratorio. Este programa incluye aspectos fundamentales como las políticas institucionales, seguridad en el trabajo y medio ambiente, funcionamiento del comité paritario de salud ocupacional, plan de emergencia, factores de riesgo, y aspectos e impactos ambientales inherentes al cargo.

La primera capacitación correspondió al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – Registro Único de Contratistas y Colaboradores (SG-SSTA RUCC), llevada a cabo de manera virtual bajo la conducción del Profesional II Laboratorio y Auxiliar Calidad de la sede Santa Marta Alfonso Carlos Gamero Godín con una duración de 2 horas empleando la plataforma Microsoft Teams (Figura 22). Esta sesión incluyó la identificación de entrenamiento específico para el cargo, los lineamientos de gestión, procedimientos de reporte de incidentes y las responsabilidades de los pasantes dentro del marco normativo institucional.



Santa Marta D.T.C.H, 02 de septiembre de 2025

A quien corresponda

Cordial Saludo.

Yo **ALFONSO CARLOS GAMERO GODIN** en calidad de capacitador y como funcionario de la Universidad Jorge Tadeo Lozano Sede Santa Marta, confirmo que la estudiante de Biología Marina **DANNA MARILYN BARBOSA CARDENAS** con número de identificación N° **1,013.691.140** quien obro en calidad de pasante en el laboratorio de Limnología y Biología Marina de la sede Santa Marta, participó en la capacitación denominada **INDUCCIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO SEGURIDAD Y AMBIENTE** realizada mediante modalidad virtual, el día 21 de marzo del año en curso con una duración de 2 horas.

La presente constancia de asistencia se firma el 02 de septiembre del año 2025

Alfonso Carlos Gamero Godin
Firmado digitalmente por Alfonso Carlos Gamero Godin
Fecha: 2025.09.03 16:18:06 -05'00'

ALFONSO CARLOS GAMERO GODIN
Laboratorio de Biología Marina Santa Marta
Universidad Jorge Tadeo Lozano Sede Santa Marta
Profesional II

www.utadco.edu.co
NIT: 860.006.348-6
Personería Jurídica
No. 2613/1999 Minjusticia

Sede Principal
Carrera 4 No. 44-65
PBX 545 2030
FAX 561 8107 - A.A. Bogotá
Bogotá, D.C. - Colombia
Carrera 2ª No. 11-26, Bredas del
Edificio Mundo Marino
PBX (5) 242-9336
utadco.santamarta@utadco.edu.co
Santa Marta, Colombia

Figura 22. Certificación de asistencia a la capacitación virtual SG-SSTA RUCC.

La segunda capacitación consistió en el Curso de Seguridad y Salud en el Trabajo, desarrollado mediante la plataforma de formación virtual institucional ES-SIMPLE y con una duración de 1 hora. Esta modalidad permitió el acceso a contenidos estandarizados sobre identificación de peligros, evaluación de riesgos, medidas de control, uso adecuado de elementos de protección personal, y procedimientos de emergencia. La plataforma incluyó una evaluación correspondiente a la inducción (Figura 23).

Inducción SGSST

Curso Participantes Calificaciones Competencias

Usuario ▾

DB Danna Marilyn Barbosa Cardenas

Ítem de calificación	Ponderación calculada	Calificación	Rango	Porcentaje	Retroalimentación	Aporta al total del curso
Inducción SGSST						
CUESTIONARIO Cuestionario SGSST	100,00 %	✓ 9,23	0-10	92,31 %		92,31 %
CÁLCULO TOTAL Total del curso	-	9,23	0-10	92,31 %		-

Figura 23. Constancia de evaluación aprobatoria del Curso de Seguridad y Salud en el Trabajo en ES-SIMPLE.

La tercera capacitación se realizó de manera presencial y abarcó Primeros Auxilios, Reanimación Cardiopulmonar (RCP) y uso del Desfibrilador Externo Automático (DEA). Esta sesión práctica que duró 2 horas incluyó entrenamiento por parte de Chess Consultorías (aliado de la ARL Bolívar) en técnicas de respuesta ante emergencias médicas, reconocimiento de signos vitales, procedimientos de reanimación y manejo de equipos de emergencia, proporcionando competencias prácticas para la respuesta efectiva ante situaciones de riesgo en el entorno laboral (Figura 24).

UTADEO		MACROPROCESO GESTIÓN DE OPERACIONES PROCESO GESTIÓN DEL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL REGISTRO DE ASISTENCIA	
ACTIVIDAD Y/O EVENTO:		CAPACITACIÓN EN PRIMEROS AUXILIOS, PCR, Y USO DEL DEA	
TIPO DE EVENTO: CAPACITACIÓN <input checked="" type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____			
FECHA:	13/06/2025	HORA:	
LUGAR:	SALÓN M4	DURACIÓN:	
FACILITADOR / INSTRUCTOR:		Darwin Rodriguez	
No.	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	DEPENDENCIA / EMPRESA
1	Carlos C. Carrero P.	Docente-Contratista	UJTL
2	Pablo Casas Terres Barzavidos	Profesor	Utadeo
3	Andrés Mauricio Gámez B	Pasante	Utadeo
4	Diana Marilyn Barbosa Galar	Pasante	UTADEO
5	Donde A. Rodríguez V.	Contratado	Utadeo
6	Richard Andrés Duque Díaz	Contratista	Utadeo
7	Rogelio Hernández	Aux. Sev. Grad	UJTL
8	Amelinda Jose Luis Vela Mardones	Contratista	UTADEO
9	Carlos Pachón M U	Administrativo	Utadeo
10	Alfonso Carlos Gamaro Galán	Profesional II	UTADEO
11	María José Herrera Reyes	Contratista	Utadeo
12	Paola Ypaia Jucita Ríos	Profesional	UTADEO
13	Mariana Cañizares Franco	Contratista	UTADEO
14	Armanda Selene Páez Aguirre	Contratista	UTADEO
15	Oscar Gregorio Ballester Jiménez	Técnico I	UTADEO
16	Andrés A. Muñoz Sureda	Profesional I	UTADEO
17	Dragon Sorabria Rivas	contratista	UJTL
18			
19			
20			
21			

Figura 24. Registro de asistencia que evidencia participación de la pasante en la tercera capacitación presencial sobre Primeros Auxilios, RCP y uso del DEA.

6. RESULTADOS

Los resultados de la pasantía se presentan mediante una aproximación cuantitativa que documenta tanto la distribución temporal de las actividades desarrolladas como los productos específicos generados durante la experiencia formativa. La sistematización de esta información permite evidenciar el alcance integral de la participación en las actividades de la consultoría y evaluar objetivamente la realización de los objetivos propuestos, demostrando no solo el cumplimiento cuantitativo de las horas requeridas, sino también la calidad y diversidad de los aportes realizados a cada componente.

Durante el desarrollo de la pasantía se llevó a cabo un registro detallado del tiempo dedicado a cada actividad, con el propósito de documentar la distribución efectiva de horas y evaluar la ejecución de los requerimientos establecidos en el convenio de las prácticas laborales. La Tabla 1 presenta la cuantificación detallada de horas por actividad, evidenciando el cumplimiento mínimo de 240 horas establecidas en el convenio y alcanzando un total de 249 horas efectivas de trabajo.

Tabla 1. Distribución de horas por actividad desarrollada durante la pasantía.

Actividades	No de horas
Relacionadas con el trabajo de campo	
Alistamiento de campo para el muestreo II-25	16
Relacionadas con el trabajo de laboratorio	
Identificación cualitativa de Fitoplancton M-I-25	28
Registro fotográfico de Fitoplancton M-I-25	6
Procesamiento de muestras de Ictiofauna M-II-25	18
Procesamiento de muestras de Infauna M-II-25	80
Relacionadas con el análisis de la información	
Actualización fichas técnicas componente Zooplancton M-I-25	
Actualización fichas técnicas componente Fitoplancton M-II-25	7
Sistematización de datos taxonómicos y abundancias de Infauna M-I-25	3
Registro fotográfico componente Zooplancton M-I-25 y Fitoplancton M-II-25	8
Otras actividades	

Actividades	No de horas
Portada/Figuras Informe Técnico componente Infauna M-II-25	3
Realización de fichas técnicas de equipos de muestreo	16
Folleto Componente Bentos – Consultoría UTADEO – Drummond M-I-25	8
Descarte de colección de muestras de Epifauna	3
Capacitaciones	5
No total de horas trabajadas	249

El registro temporal de la Tabla 1 muestra la participación integral en las diferentes fases del proyecto, desde actividades preparatorias de campo hasta la elaboración de productos técnicos especializados. La mayor dedicación horaria se concentró en actividades de laboratorio, especialmente en el procesamiento de muestras de Infauna (80 horas) y la actualización de las fichas técnicas del componente Zooplancton (48 horas). Las actividades de análisis de la información junto con las otras actividades constituyeron un componente significativo del trabajo desarrollado, incluyendo la sistematización de datos, registro fotográfico y elaboración de material técnico, evidenciando la integralidad de la experiencia formativa que abarcó desde el trabajo directo con muestras biológicas hasta la generación de productos finales para la consultoría. Para complementar este análisis cuantitativo y facilitar la visualización de la distribución relativa entre componentes, en la Figura 25 se presenta la distribución porcentual del tiempo dedicado a cada componente durante el desarrollo de la pasantía.

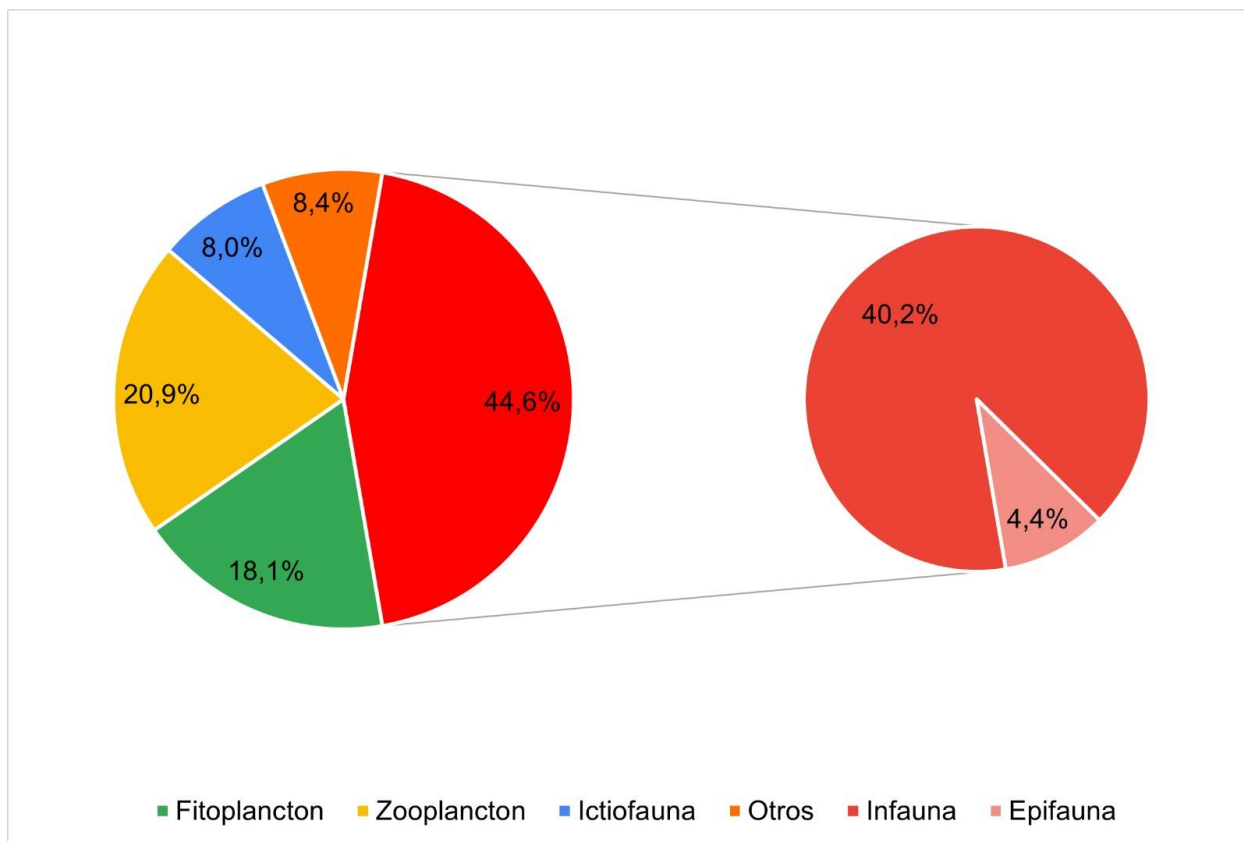


Figura 25. Distribución porcentual del tiempo dedicado por componente.

Nota: El porcentaje de 44,6% corresponde al tiempo total dedicado al componente de macroinvertebrados bentónicos, el cual se desglosa en Infauna (40,2%) y epifauna (4,4%) según se muestra en el diagrama expandido. Elaboración propia.

Los resultados evidencian que los macroinvertebrados bentónicos constituyen el componente de mayor dedicación temporal, representando el 44,6% del tiempo total de la pasantía, con una marcada concentración en actividades relacionadas con infauna bentónica (40,2%) comparada con epifauna (4,4%). Esta distribución refleja la complejidad del procesamiento de muestras de sedimento y la naturaleza intensiva de las técnicas de separación e identificación de organismos bentónicos. Los componentes planctónicos mostraron una participación equilibrada, con zooplancton (20,9%) y fitoplancton (18,1%) representando porcentajes similares, lo que indica una exposición balanceada a ambos componentes. La ictiofauna (8,0%) y otras actividades

complementarias (8,4%) completaron la distribución, sugiriendo una experiencia formativa integral que abarcó todos los componentes.

Esta distribución temporal se correlaciona directamente con la diversidad y volumen de productos específicos generados en cada componente, como se detalla en la Tabla 2. El análisis de los indicadores de resultados permite identificar no solo la cantidad de productos obtenidos, sino también la naturaleza diferencial del trabajo desarrollado en cada componente del monitoreo hidrobiológico.

Tabla 2. Resumen cuantitativo de productos generados por actividad y componente hidrobiológico.

Componente	Indicador de resultado
Fitoplancton	
Identificación cualitativa M-I-25	23 alícuotas de diferentes estaciones (EM5, EM8, EM13 y EM14)
Registro fotográfico M-I-25	218 fotos revisadas y captura de 20 fotos
Registro fotográfico M-II-25	145 fotos organizadas y sistematizadas
Actualización fichas técnicas M-II-25	68 fichas técnicas actualizadas
Zooplancton	
Actualización fichas técnicas M-I-25	12 fichas técnicas actualizadas
Registro fotográfico M-I-25	24 fotos organizadas y sistematizadas
Ictiofauna	
Alistamiento de campo M-II-25	21 rótulos elaborados
Procesamiento de muestras M-II-25	7 muestras de atarraya
	8 muestras de changa
	3 muestras de palangre
	3 muestras de trasmallo
Epifauna	
Descarte de colección de muestras	300 muestras descartadas
Infauna	
Sistematización de datos taxonómicos y abundancias M-I-25	9 muestras de las estaciones EM1, EM2 y EM3
Alistamiento de campo M-II-25	30 rótulos elaborados
Procesamiento de muestras M-II-25	3 muestras lavadas de la estación EM2

Componente	Indicador de resultado
	20 muestras separadas del sedimento
	7 muestras clasificadas en grupos
	6 muestras registradas en el cuaderno
Portada/Figuras Informe Técnico M-II-25	13 fotos actualizadas
Otro	
Capacitaciones	Asistencia a 3 cursos
Fichas técnicas de equipos de muestreo	12 fichas técnicas elaboradas
Folleto	1 folleto

La Tabla 2 presenta la cuantificación específica de los productos y resultados tangibles generados durante el desarrollo de cada actividad de la pasantía, organizados por componente hidrobiológico. Los indicadores de resultado reflejan la contribución concreta realizada a la consultoría, evidenciando tanto la diversidad de productos generados como la intensidad del trabajo desarrollado en cada componente. Estos indicadores cuantitativos demuestran el alcance del trabajo realizado y su contribución al fortalecimiento de la base de datos del laboratorio, así como al desarrollo exitoso de los muestreos I y II del año 2025.

Los resultados muestran una participación activa en el procesamiento de un volumen considerable de material biológico para los componentes de Ictiofauna y Macroinvertebrados Bentónicos (Infauna y Epifauna) mientras que la participación en la sistematización de información se reflejó más en los componentes de Fitoplancton y Zooplancton. Los productos complementarios, incluyendo la participación en capacitaciones, la elaboración de fichas técnicas de equipos y la creación de material de comunicación científica, evidencian la integralidad de la experiencia formativa que se extendió desde el procesamiento directo de muestras biológicas hasta la generación de productos de apoyo técnico y divulgación.

7. APORTES A LA PASANTÍA

La experiencia de pasantía permitió el cumplimiento total tanto del objetivo general como de los objetivos específicos planteados en el plan de prácticas, evidenciando una planificación adecuada y ejecución efectiva de las actividades programadas. La naturaleza transversal de las actividades desarrolladas facilitó una participación activa en todos los componentes del monitoreo hidrobiológico marino (Fitoplancton, Zooplancton, Epifauna, Infauna e Ictiofauna), generando un aprendizaje comprehensivo y multidisciplinario que enriqueció significativamente la formación académica.

Se destaca el excelente acompañamiento proporcionado por el tutor, profesor monitor y personal de la consultoría Drummond, quienes mantuvieron una disposición constante para brindar orientación técnica y resolver dudas académicas. El ambiente laboral se caracterizó por un trato amable, respetuoso e inclusivo, facilitando la integración como pasante al equipo de trabajo y propiciando un entorno favorable para el aprendizaje. Además, la comunicación efectiva constituyó un elemento fundamental del proceso formativo, ya que las instrucciones y lineamientos fueron transmitidos de manera clara y precisa, permitiendo ejecutar las tareas asignadas con seguridad y eficiencia, minimizando errores y optimizando el proceso de aprendizaje.

No obstante, se recomienda fomentar una participación más activa de los y las pasantes en la elaboración de documentos de análisis técnico, involucrándoles no solo en aspectos operativos sino también en la comprensión de contenido técnico, como estrategia para potenciar las habilidades de análisis y redacción científica. Con respecto a las condiciones de la pasantía, se recomienda implementar un sistema de auxilio para futuros y futuras pasantes, considerando lo establecido en la Resolución 3546 de 2018 del Ministerio de Trabajo y la Ley 2043 de 2020, que permiten pactar el pago de un auxilio de práctica correspondiente al menos a un porcentaje del

salario mínimo legal mensual vigente. Esto es especialmente relevante dado el volumen de horas requeridas (mínimo 240 horas) y los gastos de transporte, vivienda y alimentación asociados.

Así mismo, se sugiere mejorar las condiciones ergonómicas mediante la adquisición de mobiliario que cumpla con estándares de salud ocupacional, establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos especializados (estereoscopios, microscopios entre otros), y aumentar el inventario de elementos de protección personal para garantizar acceso suficiente a todo el personal, por lo que es necesario establecer canales de comunicación más eficientes entre la consultoría y la Universidad para agilizar la resolución de problemas de infraestructura que afectan el desarrollo óptimo de las actividades.

La participación en la pasantía contribuyó al fortalecimiento de las capacidades operativas del laboratorio mediante el apoyo en actividades críticas del programa de monitoreo, la actualización de bases de datos taxonómicas, la elaboración de material técnico de referencia y la documentación de procesos. Esta experiencia representa un modelo efectivo de articulación academia-empresa que beneficia tanto la formación profesional como las capacidades técnicas del programa de monitoreo hidrobiológico marino.

8. CONCLUSIONES

El desarrollo de la pasantía en el Laboratorio de Limnología y Biología Marina representa un logro integral que trasciende la cuantificación de 249 horas efectivas y la elaboración de múltiples productos técnicos. Esta experiencia confirma que la formación en biología marina adquiere su verdadera dimensión cuando permite la participación directa en proyectos reales de relevancia para la gestión del país. La experiencia facilitó el desarrollo de competencias técnicas especializadas tales como la aplicación práctica de protocolos estandarizados, familiarización con técnicas de procesamiento e identificación taxonómica y el manejo supervisado de instrumentación especializada, proporcionando así herramientas metodológicas que fortalecen el perfil profesional del futuro biólogo marino.

La articulación Universidad-empresa demuestra ser un modelo efectivo de la formación integral que beneficia múltiples actores: para la Universidad representa la aplicación práctica de su función de extensión; para la empresa constituye apoyo técnico especializado; para el estudiante significa validar conocimientos teóricos en contextos profesionales reales. Desde la perspectiva de proyección profesional, esta experiencia orienta el futuro ejercicio hacia áreas de alta demanda nacional como consultoría ambiental, monitoreo ecosistémico y gestión de recursos marino-costeros. Las competencias desarrolladas en sistematización de datos biológicos, elaboración de informes técnicos y comunicación científica son directamente transferibles al mercado laboral.

La participación en este programa de monitoreo permitió comprender el papel estratégico que cumple el seguimiento ambiental en el desarrollo sostenible. La experiencia directa en la generación en información científica que respalda decisiones ambientales reveló la importancia crítica de mantener programas de seguimientos de largo plazo para identificar tendencias y cambios en ecosistemas marino-costeros.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acta No. 7 del 9 de mayo de 1989. (1989). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Consejo Directivo. [Documento de archivo institucional].
- Balech, E. (1988). *Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental* (Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía N° 1). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Bianchi, D., Stock, C., Galbraith, E. D., & Sarmiento, J. L. (2013). Diel vertical migration: Ecological controls and impacts on the biological pump in a one-dimensional ocean model. *Global Biogeochemical Cycles*, 27(2), 478-491. <https://doi.org/10.1002/gbc.20031>
- Cech, J. J., Jr. (2000). *Fishes: an introduction to ichthyology* / Peter B. Moyle, Joseph J. Cech. Prentice Hall.
- Dauer, D. M. (1993). Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine Pollution Bulletin*, 26(5), 249-257. [https://doi.org/10.1016/0025-326x\(93\)90063-p](https://doi.org/10.1016/0025-326x(93)90063-p)
- Dodge, J. (1982). *Marine dinoflagellates of British Isles*. Her Majesty's Stationery Office.
- Ehrnsten, E., Sun, X., Humborg, C., Norkko, A., Savchuk, O. P., Slomp, C. P., Timmermann, K., & Gustafsson, B. G. (2020). Understanding environmental changes in temperate coastal seas: Linking models of benthic fauna to carbon and nutrient Fluxes. *Frontiers In Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00450>
- Elliott, M. (2009). *The ecology of marine sediments: from science to management* / John S. Gray, Michael Elliot. Oxford University Press.
- Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. (2025). Biología Marina: Proyecto Educativo del Programa Académico – PEP. Fundación Universidad de Bogotá Jorde Tadeo Lozano.

- Falkowski, P. G., Barber, R. T., & Smetacek, V. (1998). Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science*, 281(5374), 200-206. <https://doi.org/10.1126/science.281.5374.200>
- Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: Integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281(5374), 237-240. <https://doi.org/10.1126/science.281.5374.237>
- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (2012). *Proyecto Educativo Institucional*.
https://www.utadeo.edu.co/files/collections/documents/field_attached_file/pei_2012.pdf
- Hardy, A. C. (1956). *The open sea: Its natural history (Part I) The world of plankton*. Collins.
- Hirst, A. G. (2017). Zooplankton productivity. En C. Castellani & Edwards, M. (Eds.), *Marine Plankton: A Practical Guide to Ecology, Methodology, and Taxonomy* (pp. 89-136). Oxford University Press.
- Horner, R. (2002). *A taxonomic guide to some common phytoplankton*. Biopress Limited.
- Jeppesen, E., Nöges, P., Davidson, T. A., Haberman, J., Nöges, T., Blank, K., Lauridsen, T. L., Søndergaard, M., Sayer, C., Laugaste, R., Johansson, L. S., Bjerring, R., & Amsinck, S. L. (2011). Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, 676(1), 279-297. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0831-0>
- Laboratorio de Limnología. (s. f.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://www.utadeo.edu.co/es/micrositio/laboratorio-de-limnologia>

- Levin, L. A., Boesch, D. F., Covich, A., Dahm, C., Erséus, C., Ewel, K. C., Kneib, R. T., Moldenke, A., Palmer, M. A., Snelgrove, P., Strayer, D., & Weslawski, J. M. (2001). The function of marine critical transition zones and the importance of sediment biodiversity. *Ecosystems*, 4(5), 430-451. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0021-4>
- Litchman, E., De Tezanos Pinto, P., Edwards, K. F., Klausmeier, C. A., Kremer, C. T., & Thomas, M. K. (2015). Global biogeochemical impacts of phytoplankton: a trait-based perspective. *Journal of Ecology*, 103(6), 1384-1396. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12438>
- Marine Scotland. (2023). Case Study: Marine Food Webs. <https://marine.gov.scot/sma/assessment/case-study-marine-food-webs>
- Ortiz-Burgos, S. (2015). Ichthyofauna. En *Encyclopedia of earth sciences series/Encyclopedia of earth sciences* (p. 359). https://doi.org/10.1007/978-94-017-8801-4_58
- Pandey, K. C. (2022). *Textbook of Ichthyology*. Astral International Pvt Ltd.
- Pearson, T. & Rosenberg, Rutger. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 16: 229-311.
- Plan Estratégico Institucional 2022 - 2026. (s. f.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://www.utadeo.edu.co/es/plan-estrategico-institucional-2022-2026>
- Prasad, R., Gupta, S. K., Shabnam, N., Oliveira, C. y. B., Nema, A. K., Ansari, F. A., & Bux, F. (2021). Role of Microalgae in global CO₂ sequestration: physiological mechanism, recent development, challenges, and future prospective. *Sustainability*, 13(23), 13061. <https://doi.org/10.3390/su132313061>

- *Reglamento estudiantil de pregrado.* (s. f.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://www.utadeo.edu.co/es/link/descubre-la-universidad/2/reglamento-estudiantil-de-pregrado>
- Resolución No. 020 del 5 de junio de 2013. (2013). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. [Documento de archivo institucional].
- *Resolución No.018 de junio de 2018.* (s. f.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://www.utadeo.edu.co/es/documento/normograma/299521/resolucion-no018-de-junio-de-2018>
- Resolución No. 025 del 6 de octubre de 2022. (s. f.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/normograma/field_descarga_programa/resolucion_no.025_por_medio_de_la_cual_se_crea_el_laboratorio_de_limnologia_y_biologia_marina_con_sede_en_bogota_d.c._y_en_santa_marta.pdf
- Reynolds, C. S. (2001). Benthic Ecology. *Encyclopedia Of Environmetrics*. <https://doi.org/10.1002/9780470057339.vab010>
- Reynolds, C. S. (2006). *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press.
- Rines, J., & Hargraves, P. (1988). *The Chaetoceros Ehrenberg (Bacillariophyceae) flora of Narragansett Bay, Rhode Island, U.S.A.* (No. 79). J. Cramer.
- Round, F., Crawford, R., & Mann, D. (1990). *The diatoms: Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press.
- Saksena, D. N. (1999). *Ichthyology: recent research advances/editor, D.N. Saksena*. Science Publishers.
- Schmidt, A. (1874-1959). *Atlas der diatomaceen-kunde*. Koeltz Scientific Books.
- Snelgrove, P. V. (1998). The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity And Conservation*, 7(9), 1123-1132. <https://doi.org/10.1023/a:1008867313340>

- Sournia, A. (1967). Le genre *Ceratium* (péridinien planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution à une révision mondiale. *Vie et Milieu, Série A: Biologie Marine*, 18(2-3-A), 375-500.
- Steele, J. H., Thorpe, S. A., & Turekian, K. K. (Eds.). (2001). *Encyclopedia of Ocean Sciences* (6 vols.). Academic Press.
- Steinberg, D. K., & Landry, M. R. (2016). Zooplankton and the ocean carbon cycle. *Annual Review of Marine Science*, 9(1), 413-444. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010814-015924>
- Tomas, C. (1997). *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press.
- Vidal, L. (2010). *Manual del fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaños*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Walang, A. M. P. (2022). Understanding the World of benthos: an introduction to benthology. En *Elsevier eBooks* (pp. 1-19). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821161-8.00002-7>
- Warwick, R. M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92(4), 557-562. <https://doi.org/10.1007/bf00392515>