

ALANA MARIA CERQUEIRA DE OLIVEIRA
(ORGANIZADORA)

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN
**CIENCIAS
BIOLÓGICAS**
4

Atena
Editora
Ano 2022

ALANA MARIA CERQUEIRA DE OLIVEIRA

(ORGANIZADORA)

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN
CIENCIAS
BIOLÓGICAS
4

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^o Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Producción científica en ciencias biológicas 4

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Alana Maria Cerqueira de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Producción científica en ciencias biológicas 4 / Organizador Alana Maria Cerqueira de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0610-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.105222010>

1. Ciências biológicas. I. Oliveira, Alana Maria Cerqueira de (Organizador). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

El trabajo “Producción científica en ciencias biológicas 4”, se encuentra en su cuarto volumen, se publica en formato e-book, trae al lector ocho artículos de gran importancia en el área de las ciencias biológicas. Las Ciencias Biológicas es una vasta área de estudio con alta complejidad que abarca el estudio de los seres vivos y sus relaciones, además de su interacción con el medio ambiente. Es una ciencia que interactúa y sirve de base a varias áreas del conocimiento como la educación, la biotecnología, la salud, la ecología, entre otras.

El foco principal de este trabajo es discutir la producción de conocimiento, la actualización sobre el tipo de investigación que se realiza actualmente en el área, la discusión científica y la difusión de la investigación internacional, abarcando diferentes áreas afines.

Actualmente se evidencian avances científicos en esta área, lo que aumenta la importancia y la necesidad de actualizar y consolidar conceptos, técnicas, procedimientos y temas.

Las investigaciones científicas producidas en diferentes países, como México, Chile y Colombia, se publican en forma de artículos originales y revisiones que abarcan diferentes campos dentro del área de las Ciencias Biológicas y sus conexiones.

El trabajo fue diseñado principalmente con un enfoque en profesionales, investigadores y estudiantes del área de Ciencias Biológicas y sus interfaces o áreas afines. Sin embargo, es una lectura interesante para todos aquellos que de alguna manera estén interesados en el área.

Cada capítulo fue elaborado con el propósito de transmitir información científica de manera clara y eficaz, en idioma español, accesible, conciso y didáctico, atrayendo la atención del lector, sin importar si su interés es académico o profesional.

Los capítulos de este trabajo explican: control biológico, bioeconomía, desarrollo sostenible, grupos tróficos funcionales, hábitos alimentarios, sostenibilidad de los recursos marinos, controles biológicos y riqueza biológica.

El libro “Producción científica en ciencias biológicas 4”, trae publicaciones actuales y Atena Editora trae una plataforma que ofrece una estructura adecuada, propicia y confiable para la divulgación científica de varias áreas de investigación.

¡Una gran lectura para todos!

Alana Maria Cerqueira de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PRUEBAS DE SELECTIVIDAD DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE *Phoradendron* spp.
COMO POTENCIALES CONTROLES BIOLÓGICOS DEL MUÉRDAGO

María Paz Ponce
Ana Lilia Melchor López
Yolanda Rodríguez Pagaza
Sergio René Sánchez Peña
Alberto Flores Olivás
José Ángel Villarreal Quintanilla
Mario Cantú Sifuentes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220101>

CAPÍTULO 2..... 11

ANÁLISIS DE VARIABLES BIOGEOQUÍMICAS ASOCIADAS AL HÁBITAT DEL
LANGOSTINO COLORADO EN LA BAHÍA DE COQUIMBO CHILE

Catalina Llancaleo Araya

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220102>

CAPÍTULO 3..... 23

BIOECONOMÍA: LA DIVERSIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA GENERACIÓN DE
NUEVAS CADENAS DE VALOR EN LOS RECURSOS MARINOS COSTEROS

Nicolle Alejandra Bautista Ramos
Erika Alexandra Salavarría Palma
Luis Ernesto Troccoli Ghinaglia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220103>

CAPÍTULO 4..... 35

RIQUEZA BIOLÓGICA DE ESPECIES: MACROINVERTEBRADOS, MACRÓFITAS Y
VEGETACIÓN DE RIBERA DE LOS HUMEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN
DE FAUNA CHIMBORAZO

Juan Carlos Carrasco Baquero
Verónica Caballero-Serrano
Daisy Carolina Carrasco López

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220104>

CAPÍTULO 5..... 47

GRUPOS TRÓFICOS FUNCIONALES DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS
ASOCIADOS A *Eichornia crassipes* Y *Pistia stratiotes* EN UNA MADRE VIEJA DEL VALLE
DEL CAUCA, COLOMBIA

Daniel Andrés Feriz García
Julieth Chacón Paja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220105>

CAPÍTULO 6..... 59

HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA MOJARRA AMARILLA *Caquetaia kraussi* EN LA

CIÉNAGA DE AYAPEL, COLOMBIA

Charles W. Olaya-Nieto

John J. Arellano-Padilla

Xiomara E. Cogollo-López

Ángel L. Martínez-González

Glenys Tordecilla-Petro

Fredys F. Segura-Guevara

Osnamir Brú-Cordero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220106>

CAPÍTULO 7..... 74

GESTIÓN DE CALETAS PESQUERAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ACTIVIDAD PESQUERA ARTESANAL EN CHILE

Guillermo Martínez González

Christian Díaz Peralta

Marcelo Martínez Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220107>

CAPÍTULO 8..... 83

PROGRAMA DE ALFABETIZACION MARINA PARA CHILE

Guillermo Martínez González

Carlos Césped Morales

Teresa Corrotea Aranda

Milidrag Delic Cuevas

Domingo Hormazabal Figueroa

Marcos Gallardo Pastore

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1052220108>

SOBRE A ORGANIZADORA..... 95

ÍNDICE REMISSIVO..... 96

CAPÍTULO 1

PRUEBAS DE SELECTIVIDAD DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE *Phoradendron* spp. COMO POTENCIALES CONTROLES BIOLÓGICOS DEL MUÉRDAGO

Data de aceite: 03/10/2022

María Paz Ponce

Estudiante de Posgrado. Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) Buenavista, Saltillo, Coahuila

Ana Lilia Melchor López

Estudiante de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo de la UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila

Yolanda Rodríguez Pagaza

CONACYT-UAAAN. Departamento de Parasitología. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila

Sergio René Sánchez Peña

Departamento de Parasitología. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila

Alberto Flores Olivas

Departamento de Parasitología. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila

José Ángel Villarreal Quintanilla

Departamento de Botánica. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila

Mario Cantú Sifuentes

Departamento de Estadística y cálculo. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila

XXXVIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza XLII Simposium Nacional de Parasitología Agrícola (IAP) 3ª Jornada Técnica (ASA) 3 al 6 de Octubre de 2017 Torreón, Coahuila. México

RESUMEN: En el sureste del Estado de Coahuila los árboles forestales se están viendo afectados por muérdagos del género *Phoradendron*. En el presente trabajo se llevaron a cabo bioensayos para saber si los hongos asociados a los muérdagos pueden servir como control biológico de los mismos. A través de una suspensión de esporas de 1×10^7 esporas/ml de los hongos: *Alternaria tenuissima*, *Curvularia hawaiiensis*, *Alternaria alternata*, *Alternaria infectoria*, *Nigrospora sphaerica* y *Hyalodendron* se inocularon en hojas de *Phoradendron densum*, *P. lancolatum* y *P. tomentosum* y en sus respectivos hospederos forestales (*Prosopis glandulosa*, *Quercus pringlei*, *Quercus microphylla* y *Juniperus angosturana*). La necrosis se midió en milímetros hasta que se llenó la hoja. Se realizó un análisis de varianza encontrando que no hubo diferencias significativas entre los hongos con $P \leq 0.05$. Por lo que se hicieron pruebas de permutación, para comparar las trayectorias de crecimiento de cada uno y resultó que *Hyalodendron* y *Alternaria infectoria* sobre *P. tomentosum* presentaron mayor rapidez de crecimiento siendo no diferentes entre sí (Ambas con $P=0.01$), pero si diferentes de todas las demás ($P=0.73$, 0.53 y 0.15).

PALABRAS CLAVE: *Alternaria infectoria*, *Hyalodendron sp.*, Muérdagos, Control biológico.

ABSTRACT: Southeastern State of Coahuila the forest tree is being affected by mistletoes of genus *Phoradendron*. In the present work 4 bioassays were carried out to know if the fungi associated to the mistletoe can serve as biological control of the same. Through a spore suspension of 1×10^7

spores / ml of the fungi: *Alternaria tenuissima*, *Curvularia hawaiiensis*, *Alternaria alternata*, *Alternaria infectoria*, *Nigrospora sphaerica* and *Hyalodendron* were inoculated in leaves of *Phoradendron densum*, *P. lanceolatum* and *P. tomentosum* and in their (*Prosopis glandulosa*, *Quercus pringlei*, *Quercus microphylla* and *Juniperus angosturana*). Necrosis was measured in millimeters until the leaf was filled. An analysis of variance was performed, finding that there were no significant differences between the fungi with $P \leq 0.05$. So permutation tests were performed to compare the growth trajectories of each one and it was found that *Hyalodendron* and *Alternaria infectoria* on *P. tomentosum* showed a higher growth rate being not different from each other (both with $P = 0.01$), but if different from all ($P = 0.73, 0.53$ and 0.15)

KEYWORDS: *Alternaria infectoria*, *Hyalodendron* sp, Mistletoe, Biological control.

INTRODUCCIÓN

En los bosques de México a causa de los muérdagos hay pérdidas de madera por 2 millones de metros cúbicos, siendo éstos el segundo agente biológico de perturbación (SEMARNAT, 2011). El muérdago es una planta parásita que ataca directamente a otra planta, por medio de una raíz modificada, formando un sistema radicular llamado endofítico. (KUIJT 1969, WATSON, 2001). Los métodos de control usados para erradicarlos han ido desde el control cultural por medio de la poda del muérdago hasta el control químico a base de herbicidas como el Etephon y el Esteron 47 los cuales matan la parte aérea del muérdago pero queda su sistema endofítico en el árbol hospedero, además los herbicidas por su fitotoxicidad no son recomendables (QUICK, 1963; ADAMS *et al.*, 1993). Existen varias investigaciones orientadas a buscar hongos fitopatógenos como potenciales agentes de control biológico, pero escasas para el género *Phoradendron*. CÁRDENAS *et al.*, (2014) muestran que *Fusarium poae* y *F. equiseti* causan necrosis a los muérdagos *Cladocolea ioniceroides* y *Struthanthus interruptus*. *Colletotrichum gloeosporioides* provoca marchitez en tallos; *Cylindrocarpon gilli* causa antracnosis; *Aureobasidium pullulans* y *Alternaria alternata*, causan marchitez y muerte de los tallos de muérdagos (RODRÍGUEZ, 1983). En Coahuila, PAZ *et al.*, (2013) encontraron en un bioensayo a nivel laboratorio que *Alternaria alternata*, *A. infectoria* y *Fusarium oxysporum* causan necrosis en las hojas de *Phoradendron macrophyllum*. El objetivo del presente trabajo es determinar los hongos asociados a los muérdagos y la patogenicidad de éstos para con estas plantas parásitas y sus hospederos forestales *in vitro* en dos localidades del Sureste de Coahuila: la presa “El Tulillo” (101° 26’ 08.1” de longitud Oeste y 25° 40’ 14.8” de latitud Norte, 1123msnm) Municipio de General Cepeda y en la Sierra de Zapalinamé (100° 94’ 10” de longitud Oeste y 25 ° 24’ 85.5” de latitud Norte, 2025 msnm) Municipio de Arteaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación morfológica del material vegetal y fúngico

La identificación morfológica de los muérdagos y árboles forestales hospedantes se hizo por medio de las claves de KUIJ (2003), MARROQUIN (1976), RZEDOWSKI (2006) y CIBRIÁN, *et al.*, (2007). Se solicitó el apoyo de un especialista en Botánica del herbario ANSM de la UAAAN, donde se mandaron las muestras colectadas y herborizadas para su identificación.

Identificación molecular de material vegetal y fúngico

Para la identificación molecular de los hongos y muérdagos, se hizo una extracción de ADN por el método de CTAB (Posso *et al.*, 2008) y se amplificó mediante PCR (Murray y Thompson 1980) usando los primers ITS4 e ITS5. El producto de la PCR se mandó secuenciar y se comparó la secuencia con el Gen Bank.

Aislamiento de hongos asociados

Las hojas de los muérdagos colectados que presentaron signos y síntomas de hongos se desinfectaron en hipoclorito de sodio al 3 % y posteriormente se sembraron en cajas Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA). Las cajas Petri se incubaron a 25° C por 5 días. Después de este tiempo cada muestra de hongo se aisló por la técnica de cultivo de punta de hifa en medio PDA, dejándose incubar nuevamente a 25°C. Una vez purificado, se hicieron laminillas para identificarlas al microscopio compuesto. Para su identificación, se usaron las claves de ABAD (2002); NEERGAARD (1977) y BARNETT Y HUNTER (1998). Para conservar las cepas aisladas se guardaron en tubos Eppendorf con glicerol.

Incremento del inóculo. Para cada uno de los hongos aislados de los muérdagos bajo estudio, se preparó una suspensión de esporas para incrementarlos poniendo cinco explantes de medio PDA con micelio esporulado en 10 ml de agua destilada agitando manualmente para desprender las esporas e inocular con este preparado el arroz, el cual se preparó con la técnica reportada por Gutiérrez *et al.* (1995).

Bioensayos de patogenicidad. Para determinar la especificidad de los hongos fitopatógenos al muérdago, se realizaron pruebas de patogenicidad *in vitro* tanto de los seis hongos sobre las cuatro especies de muérdago como sobre las cuatro especies de árboles forestales. Para los tratamientos se hizo una suspensión de esporas para cada uno de los hongos y se determinó la concentración de conidias por el método de Alves (1986) mediante el conteo de esporas en cámara de Neubauer ajustándose la concentración a 1×10^7 esporas/ml.

Además, a cada suspensión de esporas o tratamiento se le adicionó 0.05 % de surfactante (Bionex) como agente de dispersión. La unidad experimental fue una caja Petri con papel filtro húmedo estéril según la técnica de Bañuelos (2008) modificada ya que se inocularon las hojas de muérdago y hospedero con una micropipeta a la cual se le puso

1 ml de la suspensión de esporas de cada hongo. Las cajas Petri se incubaron a 25°C y diariamente se midió la necrosis (en milímetros) causada por el hongo por medio de un vernier electrónico, hasta que la lesión llena completamente la hoja. Se utilizó un análisis estadístico completamente al azar con arreglo factorial de 6X4, donde el factor uno es la suspensión de esporas de cada uno de los hongos y el factor dos es el número de árboles hospederos con 15 repeticiones cada uno dando un total de 24 tratamientos más el testigo, el cual consistió en la aplicación de agua solamente. Se hizo la prueba de Tukey con una significancia ($P \leq 0.05$) mediante el programa estadístico R.

Para saber cuál de los hongos es más rápido o agresivo sobre los muérdagos se compararon las curvas de crecimiento de los hongos sobre los muérdagos por medio de pruebas de permutación de acuerdo al método de Elso, C. M. et al., 2004, Esto se llevó a cabo en el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación morfológica del material vegetal y fúngico. En la Presa “El Tulillo” se encontró una especie de muérdago *Phoradendron* parasitando a *Prosopis glandulosa* (Mezquite: Fam Fabaceae), mientras que en la Sierra de Zapalinamé se encontraron tres especies de *Phoradendron* parasitando cuatro especies forestales, como se puede apreciar en el Cuadro 1 y la Figura 1.

Sitio de colecta	Especie forestal hospedera	Especie de <i>Phoradendron</i> parásita	Género de hongo(s) asociado(s) (clave)
Sierra de Zapalinamé	<i>Quercus microphylla</i>	<i>P. lanceolatum</i>	<i>Hyalodendron</i> (B2)
	<i>Juniperus angosturana</i>	<i>P. densum</i>	<i>Alternaria alternata</i> (Aa) <i>Alternaria infectoria</i> (Ab) <i>Alternaria tenuissima</i> (A1)
	<i>Quercus pringlei</i>	<i>P. tomentosum</i>	<i>Curvularia hawaiiensis</i> (A3)
Presa “El Tulillo”	<i>Prosopis glandulosa</i>	<i>P. tomentosum</i>	<i>Nigrospora sphaerica</i> (B1)

Cuadro 1. Nombre científico de cada una de las especies de hongos asociados a los muérdagos y sus hospederos forestales.



Figura 1.- Especies forestales parasitadas por *Phoradendron* spp en Coahuila. Para la Sierra de Zapalinamé se encuentra: **A.**- *Phoradendron lanceolatum* parasitando *Quercus microphylla* **B.**- *Phoradendron densum* parasitando *Juniperus angosturana* **C.**- *Phoradendron tomentosum* parasitando *Quercus pringlei* en la Sierra de Zapalinamé. **D.**- *Phoradendron tomentosum* parasitando *Prosopis glandulosa* en la presa "El Tulillo".

Los hongos asociados a las especies de muérdago bajo estudio fueron en total seis, los cuales se muestran también en el Cuadro 1 y Figura 2.

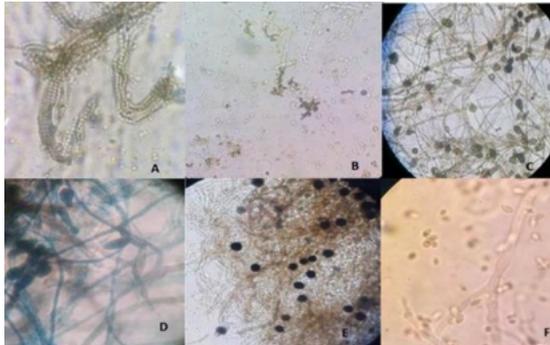
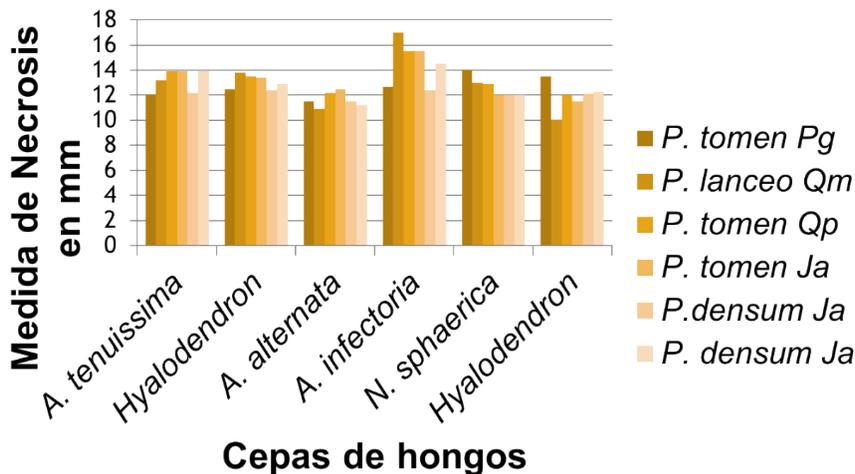


Figura 2.- Hongos asociados a los muérdagos; A: Hongo *Alternaria tenuissima* (A1) de *P. densum* sobre *Juniperus angosturana*; B: Hongo *Hyalodendron* sp (A3) en *P. tomentosum* sobre *Quercus pringlei*; C.- Hongo *Alternaria alternata* (Aa) de *P. densum* sobre *Juniperus angosturana*; D: Hongo *Alternaria infectoria* (Ab) de *P. densum* sobre *Juniperus angosturana*; E: Hongo *Nigrospora sphaerica* (B1) de *P. tomentosum* sobre *Prosopis glandulosa*; F: Hongo *Hyalodendron* sp (B2) de *P. lanceolatum* sobre *Quercus microphylla*.

Identificación molecular del material vegetal y fúngico. De acuerdo a la secuenciación los hongos que se corroboraron son: *Curvularia hawaiiensis* y *Nigrospora sphaerica*. Y de los muérdagos resultaron *Phoradendron tomentosum* y *P. villosum*, éste último es un grupo o especie inactiva o en desuso, ahora es *Phoradendron leucarpum tomentosum* (En este trabajo se tomará como *P. tomentosum*). El resto de las especies de este trabajo se están identificando.

Pruebas de patogenicidad. – Se encontró que no hubo diferencias significativas entre hongos (Tukey. $P \leq 0.05$) donde el hongo A1 comparado con el hongo Aa tuvo una $P=0.72$, el hongo B1 comparado con el hongo Ab tiene un valor de $P=0.99$, el hongo A3 comparado con el hongo Aa tiene una $P=0.61$ y el hongo B2 comparado con el hongo Aa obtuvo una $P=0.06$. Por lo que no hubo diferencias significativas entre los hongos que atacan a las diferentes especies forestales. Esto lo podemos corroborar en el diagrama de interacciones (Gráfica 1). Sin embargo en forma general ningún hongo le hizo daño a los árboles forestales, lo que nos indica especificidad (Figura 3 y 4).



Gráfica 1.- Interacciones de los hongos con los muérdagos.

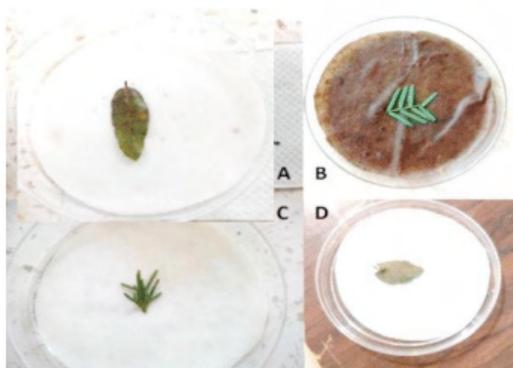


Figura 3.- Hojas de las especies forestales hospederas a los 4 días después de la inoculación sin daño alguno. A: *Quercus pringlei*; B: *Prosopis glandulosa*; C: *Juniperus angosturana* y D: *Quercus microphylla*.

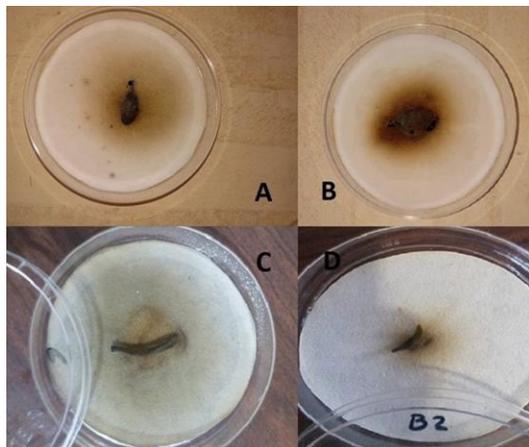


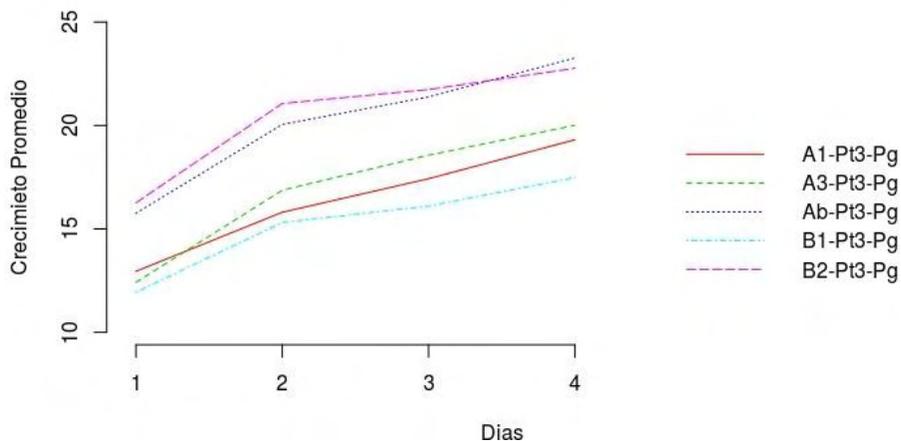
Figura 4.- Hojas de los muérdagos necrosados a los 4 días después de la inoculación. A: *P. tomentosum* de *Quercus pringlei*; B.- *P. tomentosum* de *Prosopis glandulosa*; C: *P. lanceolatum* de *Q. microphylla* y D: *P. densum* de *Juniperus angosturana*.

Para saber cuál hongo es más patogénico de entre todos, se compararon las curvas de crecimiento de cada hongo para saber la distancia que los separaba y así darnos cuenta cuál hongo era el más rápido en llenar de necrosis la hoja del hospedero y por lo tanto el más agresivo.

En la comparación de curvas de crecimiento de hongos se obtuvieron toda una gama de curvas representantes de todas las combinaciones posibles de hongos y muérdagos y al despejar a las curvas más sobresalientes podemos observar que el hongo *Alternaria infectoria* (Ab) comparada con *Nigrospora sphaerica* (B1) de *P. tomentosum* en *Prosopis glandulosa* obtuvieron una diferencia altamente significativa (0.02 y 0.14= 0.12) y el hongo *Hyalodendron* sp (B2) comparado con el hongo *Alternaria tenuissima* (A1) tuvieron una diferencia significativa con una $P=0.09$ y $0.01= 0.08$ respectivamente resultando ser los hongos más agresivos en crecimiento necrótico contra los muérdagos (Cuadro 4 y Gráfica 3).

Hongos encontrados en <i>Phoradendron tomentosum</i> sobre <i>Prosopis glandulosa</i> (Pt3-Pg) de la Presa "EL Tulillo" de General Cepeda, Coahuila.		
HONGO	HONGO	DIFERENCIA
A3=0.15	Ab=0.75	0.6
Ab=0.02	B1=0.14	0.12
B1=0.00	B2=0.00	0.00
B2=0.09	A1=0.01	0.08

Cuadro 4.- Comparación de permutaciones entre los hongos y muérdagos.



Gráfica 3.- Crecimiento promedio de los mejores hongos.

Los muérdagos y sus árboles hospederos descritos aquí ya habían sido reportados en literatura y se tienen en el herbario ANSM de la UAAAN como depósito de especímenes vegetales y son fuente de información sobre flora y vegetación del área. (Cibrián et al., 2007).

Los hongos encontrados no han sido reportados para las especies de *Phoradendron* que nosotros estudiamos. Solo coincidimos con Paz et al., 2013 (Datos no publicados) en donde del muérdago *Phoradendron macrophyllum* resultaron 3 hongos: *Alternaria alternata*, *Alternaria infectoria* y *Fusarium oxysporum*, nosotros encontramos todos, menos *Fusarium oxysporum*, además *Alternaria tenuissima*, *Curvularia hawaiiensis*, *Hyalodendron* sp y *Nigrospora sphaerica*.

Por medio de las pruebas de permutación pudimos llegar a los hongos más patogénicos para el muérdago: *Hyalodendron* sp y *Alternaria infectoria*. En cuanto a *Alternaria infectoria* se tienen el reporte de Motlagh, Mohammad Reza Safari y Mohammadian Saber, 2017, donde ellos demostraron que *A. infectoria* junto a *T. harzianum*, *T. virens*, *A. tenuissima*, *A. citri*, *Preussia* sp y *F. verticillioides* atacaron el micelio de *Bipolaris oryzae*, causante de la enfermedad de la mancha marrón del arroz en Irán y otras partes del mundo, quedando como buenos biocontroles todos los hongos mencionados. Y, por otro lado, aunque a *Hyalodendron* no lo mencionan creemos firmemente en que es también un potencial agente de biocontrol para los muérdagos por los resultados que obtuvimos. De acuerdo a estos resultados preliminares, los hongos son específicos al muérdago y no a los hospedantes forestales, pero también se debe de tomar en cuenta a la flora asociada, por lo que se recomienda hacer nuevos bioensayos inoculando también hojas no solo del muérdago y sus hospederos, sino también de las especies de flora asociada.

CONCLUSIONES

Los mejores hongos como potenciales agentes de biocontrol para los muérdagos del género *Phoradendron* son *Hyalodendron* sp y *Alternaria infectoria* por su capacidad de crecimiento micelial rápido y efectivo sobre las hojas de éstos.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Mario Cantú Sifuentes, especialista en estadística, del Centro Científico de Estudios Ecológicos del Desierto de la UAAAN, por su valiosa ayuda en los Análisis Estadísticos.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla por su valioso tiempo y apoyo en la Identificación de Muérdagos y Hospederos.

REFERENCIAS

- ABAD G. (2002), Identificación de Fitopatógenos asociados a semillas mediante técnicas utilizadas por Plant Pathogen Identification Laboratory, Dept. of Plant pathology North Carolina State University. Primer Taller Internacional sobre "Identificación de Hongos y Stramenophilas Transmitidos por Semilla", Texcoco, México.
- ALVES, S. B. 1986. Fungos entomopatogenos, In: S. B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Editora Manole, Sao Paulo, Brasil. 407 p.
- ADAMS, D. H., FRANQUEL J. S., AND LICHTER JOHN M. (1993) Considerations when using ethephon for suppressing dwarf and leafy mistletoe infestations in ornamental landscapes. *Journal of Arboriculture* 19(6):351-357.
- BAÑUELOS B. J. J. Y MAYEK P. N. 2008. Evaluación no destructiva de la Patogenicidad de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) *Revista Mexicana de Fitopatología* 26 (1): 75 pp, Texcoco, Estado de México.
- BARNETT H.L.; HUNTER B. B. (1998), "Illustrated genera of Imperfect Fungi" Fourth Edition, APS PRESS, The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, 218p.
- CÁRDENAS S. V., ALVARADO R. D., EQUIHUA M. A., GARCIA D. S. E. (2014) Alternativas de control para el manejo de *Cladocolea lonicerooides* (Van Tiegh) Kujit y *Struthanthus interruptus* (Kunth) Blume presentes en la zona urbana del Distrito Federal, México, Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo. México, D. F. 145pp.
- CIBRIÁN, T.D.; ALVARADO R. D.; GARCÍA D. E. (Eds.) 2007, Enfermedades forestales en México/ Forest Diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- ELSO, C. M., ROBERTS, L. J., SMYTH, G. K., THOMSON, R. J., BALDWIN, T. M., FOOTE, S. J., AND HANDMAN, E. (2004). Leishmaniasis host response loci (Imr13) modify disease severity through a Th1/Th2-independent pathway. *Genes and Immunity* 5, 93- 100.

GUTIERREZ R, M; G SAUCEDO C.y E. FAVELA T. 1995. Escalamiento de Procesos con Fermentación Sólida. Notas para: Curso Avanzado sobre Procesos Biotecnológicos. Instituto de Biotecnología UNAM. Cuernavaca, Mor. 22pp.

KUIJ (1969), The biology of parasitic flowering plants. University of California Press. Watson (2001), Mistletoe a Keystone resource in forests and woodlands worldwide. Annual Review of Ecology and Systematics. 32, 219-249. DOI: 10.1146/ANNUREV. ECOL.SYS.32

MOTLAGH, MOHAMMAD REZA SAFARI AND MOHAMMADIAN, SABER, 2017 Identification of non-pathogenic fungi of rice and the evaluation of their effect on biological control of *bipolaris oryzae*, the causal agent of rice brown spot disease in vitro. Agriculture & Forestry / Poljoprivreda i Sumarstvo. Vol. 63 Issue 1, p291-308. 18p.

NEERGAARD, 1977, Seed Pathology, Volume I y II, John Wiley& Sons New York 200-217 p.

PAZ P. M., SÁNCHEZ A. A., GALINDO C. M. E., SANCHEZ P. S., FLORES F. J. (2013) Identificación y Patogenicidad de Hongos en muérdago (*Phoradendron bolleanum* Eichler = *P. saltillense* Trel.) en Arteaga y Saltillo, Coahuila. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 46pp.

POSSO D, D, GHNEIM H, T, 2008. Uso de Marcadores Microsatélites para la Estimación de Diversidad Genética en Plantas. Ediciones IVIC, Laboratorio de Ecofisiología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

MURRAY M, G, AND THOMPSON W, F, 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant. Nucleic Acids Research. 8 (19): 4321-4325.

QUICK, C.R. 1963. Chemical control. Unit IX. Leafy mistletoes (*Phoradendron* spp.). In: Proceedings 10th western international forest disease work conference; October 15–19; Victoria, Alberta (sic): 97–98.

RODRÍGUEZ, A, 1983. Muérdago enano sobre *Abies*, *Pinus* y *Pseudotsuga* en México. Ciencia Forestal. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 8:45:7-45.

SEMARNAT (2011), Anuario Estadístico de La Producción Forestal. <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/forestalsuelos/Anuarios/ANUARIO 2011 pdf>.

WATSON D. M. (2001), Mistletoe- a Keystone resource in forests and woodlands worldwide. Annual Review of Ecology and Systematics 32, 219- 249. DOI: 10.1146/ANNUREV. ECOL.SYS.32.081501. 114024

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE VARIABLES BIOGEOQUÍMICAS ASOCIADAS AL HÁBITAT DEL LANGOSTINO COLORADO EN LA BAHÍA DE COQUIMBO CHILE

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 20/08/2022

Catalina Llancaleo Araya

Universidad de Concepción, Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Estudiante de Geofísica

RESUMEN: Se permite poder caracterizar donde y bajo qué condiciones se produce un quiebre en la distribución de los hábitos de vida del *Pleuroncodes Monodon* (langostino colorado), específicamente en las hembras ovígeras y los embriones, estudiando variables biogeoquímicas tales como temperatura, oxígeno pH y salinidad, relacionadas a la zona de distribución de esta especie, centrando este estudio específicamente en la Bahía de Coquimbo, Chile. Para esto se tomó una base de datos de Copernicus Marine Environment Service la cual permitió simular la zona de estudio, ya que no se pudo utilizar datos de un modelo local debido a que para esta especie en cuestión no se contaba con datos asociados a variables biogeoquímicas. Se analizaron datos desde el año 1993 al 2020 con el fin de poder tener una exploración de distintos periodos de tiempo, para así analizar la variabilidad que se va produciendo con el pasar de los años en esta zona, permitiendo analizar variabilidades para estos distintos años donde el metabolismo y desarrollo embrionario del langostino podría verse afectado en las profundidades donde se distribuye la hembra ovígera. Pudiendo

observarse claras diferencias en exposición a temperaturas más bajas y condiciones bajas de oxígeno en ciertas zonas importantes para el desarrollo del Langostino Colorado, se obtuvo una tendencia temporal a la desoxigenación lo que se traduciría a problemas para su desarrollo. **PALABRAS CLAVE:** Langostino, variabilidad, variables biogeoquímicas.

1 | INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años se ha ido incrementando la preocupación acerca de la desoxigenación y el aumento de la temperatura en los océanos. La combinación de estas variables ambientales podría producir un efecto sinérgico en hábitats de organismos marinos en algún futuro, siendo esto una respuesta a los rangos metabólicos de las distintas especies.

Una de las ideas es tratar de caracterizar dónde y bajo qué condiciones se produce un quiebre en la distribución de los hábitos de vida del *Pleuroncodes Monodon* (Langostino Colorado), estudiando variables biogeoquímicas relacionadas a la zona de distribución de esta especie, específicamente para este estudio en la Bahía de Coquimbo, Chile.

El *Pleuroncodes Monodon* es un crustáceo decápodo que se distribuye latitudinal y batimétricamente en condiciones de hipoxia que se asocian a la zona de mínima oxígeno (ZMO). Particularmente este tipo de crustáceo tiene una distribución latitudinal muy grande,

que va desde el sur de Perú hasta la Región del Bío Bío Chile, entonces claramente los gradientes latitudinales de temperatura, oxígeno, ph, etc son muy amplios. Los langostinos que están asociados más al norte de este estudio son más pequeños y debido a esto es que habitan en profundidades más someras, generalmente no viven asociados al bentos, sino que son pelágicos, ya en la cuarta región, donde se produce un quiebre geográfico, cambian considerablemente las características, por lo que estos modos de vida que tienen las hembras de la cuarta región son bentopelágicas, esto quiere decir que parte de la vida del Langostino es en el pélagos, cuando las larvas están buscando comida, o cuando los juveniles que son ya más grandes están buscando un sitio para poder asentarse en el bentos, y de la parte bentónica justamente se estaría hablando de las hembras que están portando, o los machos.

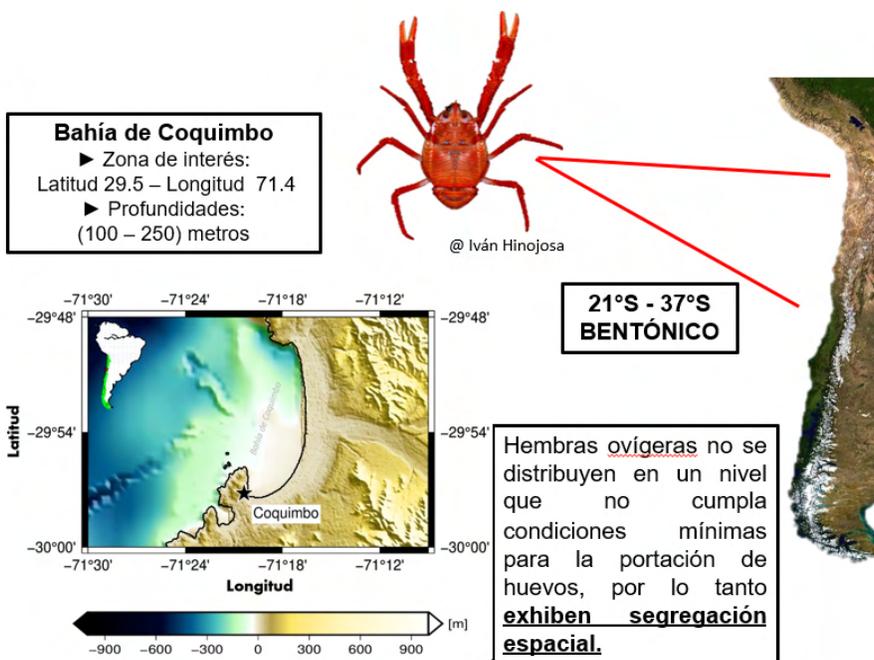


Figura 1. Figura que muestra mapa de la zona dónde se extrajeron los datos, la cual es Bahía de Coquimbo, al igual que un aproximado dónde se puede encontrar el langostino a lo largo de Chile. Imagen de langostino colorado perteneciente a @Iván Hinojosa.

2 | CARACTERIZANDO EL HÁBITAT DEL LANGOSTINO

El estudio se centra en las hembras ovígeras y embriones, ya que son las hembras las encargadas de luchar contra toda situación de estrés para lograr portar y liberar los huevos. En crustáceos, durante el periodo de portación de huevos la demanda energética aumenta los requerimientos de oxígeno de las hembras ovígeras, esto es debido a que el

cuidado de las hembras hacia los huevos implica un gasto energético importante para la madre.

Estudios han demostrado que efectos de la concentración de oxígeno y algunos rangos de temperatura determinan la duración y éxito del desarrollo embrionario Núñez V., (2017), entonces es importante ver bajo qué condiciones ocurre esto, a qué profundidad, en que concentraciones, y si es que ambas variables suponen un efecto sinérgico, y también ver si es que hay más variables que afectan su metabolismo y posterior desarrollo.

Se tiene que condiciones de hipoxia son ($>0.5 \text{ ml L}^{-1}$) y normoxia (1 ml L^{-1}), y niveles de temperatura entre 11°C y 15°C , estas serían las condiciones, según estudios realizados, a las que las hembras podrían desenvolverse bien, no estando bajo mucho estrés.

Es importante mencionar que el periodo donde las hembras ovígeras están a mayores profundidades, esto en los meses de mayo a noviembre, independiente de que en este periodo no abunde el alimento en estas profundidades, ocurre debido a que las hembras hacen un tipo de acuerdo con el medio, si bien tendrán menos alimento disponible su estado ovígero en este periodo coincide con la retirada de la ZMO de la plataforma continental y esto básicamente se traduce en que el oxígeno de fondo aumenta, entonces aquí la hembra está privilegiando con la retirada de la ZMO tener niveles de oxígeno óptimos para poder tener más energía para estar viva, crecer y para mantener a los huevos que no son pocos.

3 | METODOLOGÍA

Se utilizó una base de datos de Copernicus para simular las condiciones donde se desarrolla *Pleuroncodes monodon*, datos de cuales se extrajeron para Temperatura, Oxígeno, Salinidad y pH, y así poder simular de alguna manera cómo es el hábitat de desarrollo del Langostino, para poder simular las condiciones a las cuales se expone durante su ciclo de vida, fijándonos especialmente en las hembras ovígeras y los embriones y así comparar con literatura y experimentos ya realizados para ver el efecto que podría provocar alguna variación de estas variables.

4 | RESULTADOS

Como resultados obtenidos se tienen en las siguientes figuras diagramas hovmoller, en los cuales para la Figura 2 se tiene la variable temperatura para todos los años de datos y en la Figura 3 la variable oxígeno, para los ejes en ambos diagramas se tiene, eje y progresión del tiempo en años, eje x está representando el eje longitudinal, los colores azules muestran bajas temperaturas para el caso de la variable temperatura y baja concentración de oxígeno para la variable oxígeno, en cuanto a los colores más rojizos se tienen altas temperaturas y alto contenido de oxígeno, para las variables temperatura y oxígeno respectivamente.

El oxígeno y la temperatura son dos variables que influyen directamente sobre el metabolismo y el balance energético en ectotermos. El balance energético en los organismos marinos contribuye a definir los rangos y patrones de distribución de las especies, así como también la dinámica para desarrollar los diferentes procesos fisiológicos. Ver cómo año a año va afectando la disponibilidad de oxígeno y temperatura asociada a la profundidad donde se encuentra la hembra portadora nos da un acercamiento de cómo, con los datos que se tienen, ha ido experimentando año a año la hembra de langostino su periodo de gestación pudiendo observar que hay claros periodos donde la temperatura es más alta, y pudiendo también asociar esto al fenómeno del niño. Claramente los años 1997 – 1998, 2002 – 2003 considerados estos, años asociados al niño como años malos para el desarrollo del langostino, teniendo estos años identificados se podría ver cómo afectan las demás variables individualmente o en su conjunto para el metabolismo de Langostino.

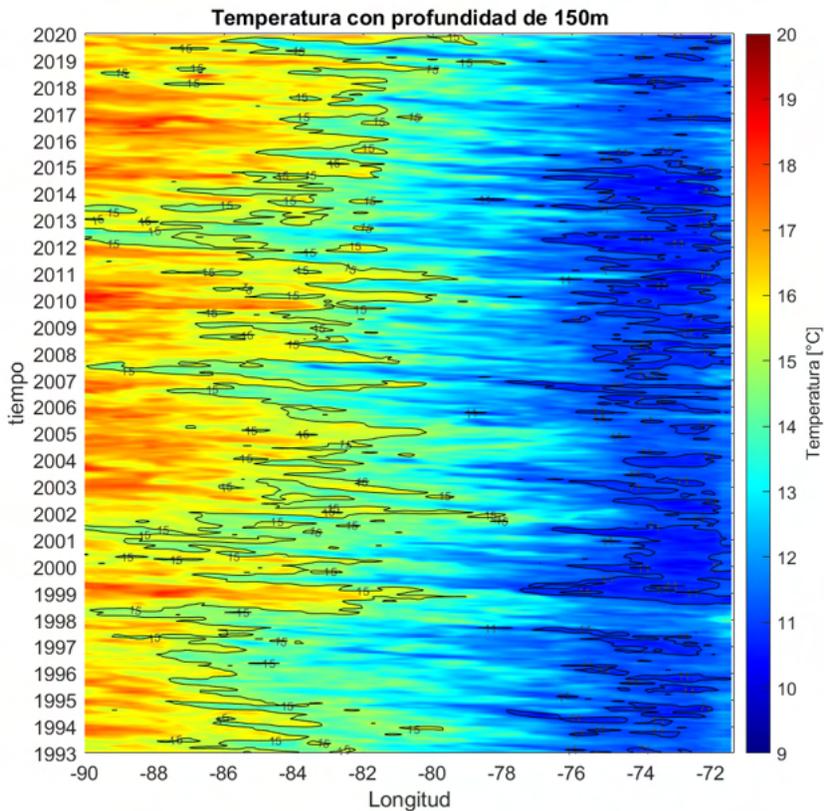


Figura 2. Diagrama hovmoller para la variable temperatura graficada en °C, a una latitud fija de -29,5. Se tienen demarcadas isolíneas de temperatura en color negro de 15°C y 11°C, demarcando dónde podría distribuirse el langostino.

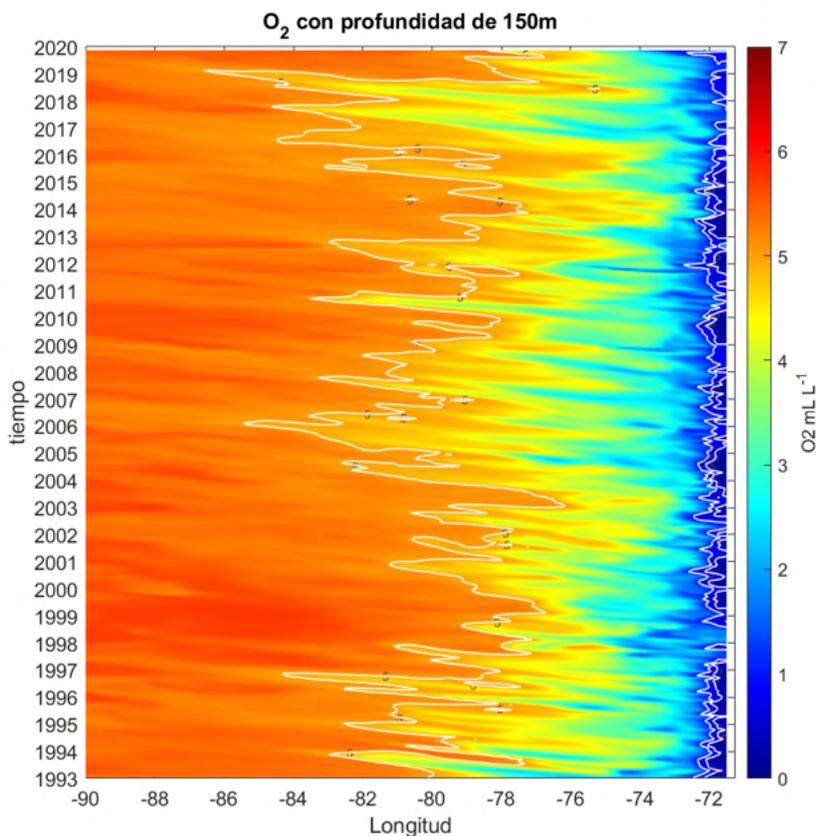


Figura 3. Diagrama hovmoller para la variable oxígeno en $ml L^{-1}$ a una latitud fija de $-29,5$. En color blanco se tienen demarcado isolíneas de oxígeno, las cuales son de $0.5 ml L^{-1}$, $1 ml L^{-1}$ y $5 ml L^{-1}$. Demarcando zona dónde podría distribuirse el langostino.

Ahora en estas figuras a continuación tenemos diagramas hovmoller para las variables pH en la Figura 4 y salinidad en la Figura 5, ya con los mismos ejes mencionados anteriormente se tiene eje y que corresponde a la progresión del tiempo en años, y se tiene el eje x correspondiente al eje longitudinal, los colores para estos diagramas se tiene que azules muestran zonas con pH más ácidos y bajas concentraciones de sal, mientras que colores rojizos muestran pH más básicos y altas concentraciones de sal.

Aunque no sean muy concluyentes estas series de años desde el 1993 al 2020 en cuanto a efecto que podrían tener estas dos variables sobre el metabolismo de las hembras ovígeras, no quiere decir que no exista un efecto sobre la población, quizás se está enfocando en un estadio que no es tan sensible a variaciones de pH y salinidad, o también puede que no cambien tanto estas variables como lo es el caso del oxígeno y la temperatura, pero estos pequeños cambios que se pueden observar, si pueden o podrían

tener un efecto muy profundo en la biología de los animales, además de esto si es que se le suma condiciones estresantes del medio, o que el medio varíe mucho, igual supondría un estrés para esta especie, ya que tienen que ir ajustándose a temperaturas altas o bajas, o a cambios de oxígeno muy bruscos etc, y puede ser que el ph también esté agudizando dichos cambios en oxígeno o temperatura.

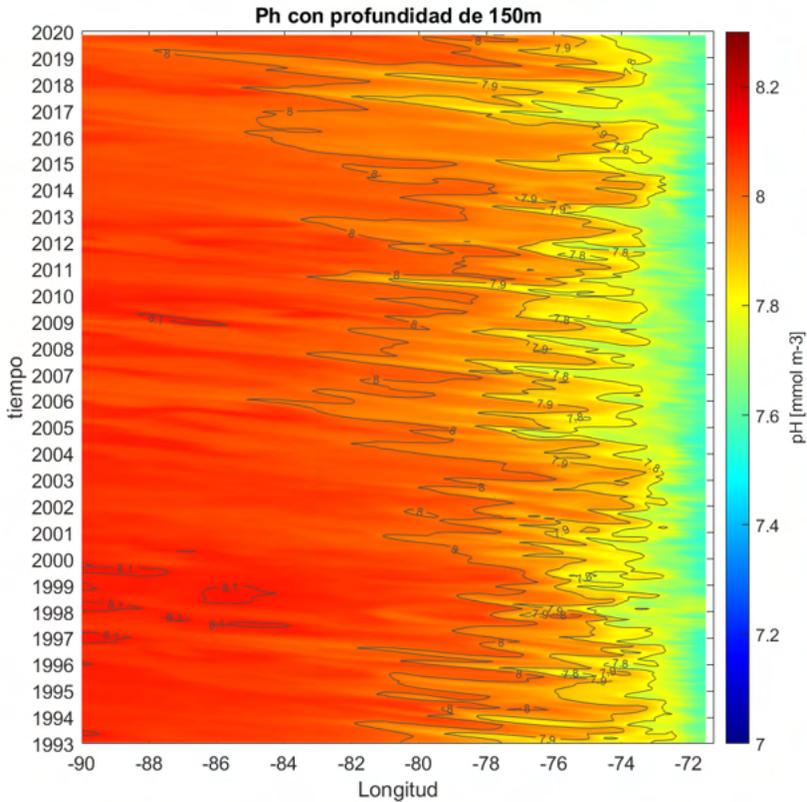


Figura 4. Diagrama homomero para la variable pH en $mmol m^3$ a una latitud fija de -29,5. En color negro se tienen demarcado isolíneas de pH, las cuales están entre 7.8 y 8.1 $mmol m^3$.

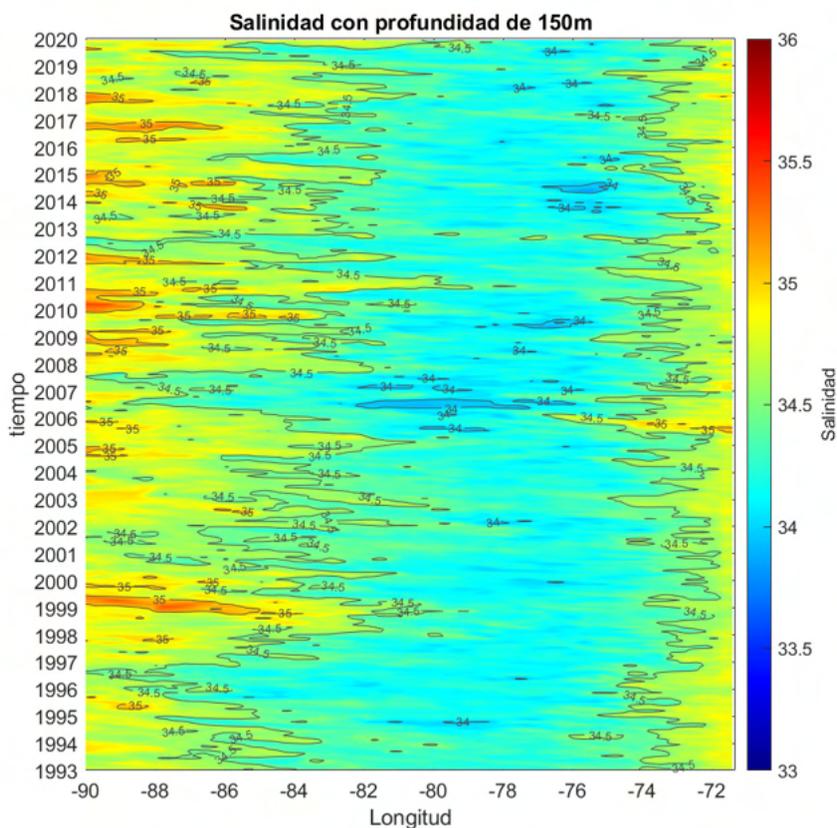


Figura 5. Diagrama hovmoller para la variable salinidad a una latitud fija de -29,5. En color negro se tienen demarcado isólinas de salinidad, Demarcando zona dónde podría distribuirse el langostino.

También se escogió una estación específica para temperatura y oxígeno, donde podemos ver dicha estación para cada variable en las Figuras 6 y 7, ya que supone mayores variaciones observadas en cuanto al metabolismo del langostino, se puede apreciar de mejor forma cómo varían a medida que aumenta la profundidad, siendo esto importante ya que se puede observar directamente las profundidades de interés para este estadio. Aquí, en estas dos figuras a continuación, para ambos diagramas en el eje y tenemos la profundidad asociada, en el eje x una progresión en el tiempo en años para la columna de agua, donde con esto podemos observar cómo estas estaciones están progresando en el tiempo en la vertical, para cada variable, temperatura y oxígeno.

La columna de agua muestra, cuando se analiza la tendencia para la variable temperatura, se logra observar una tendencia al aumento de temperatura y en cuanto al oxígeno podemos observar una variabilidad.

Con estas estaciones específicas, centradas a -29.5 de latitud, podemos tener

una observación más clara acerca de su profundidad como se mencionó anteriormente, enfocándonos específicamente en las profundidades donde se distribuye la hembra cuando está portando, se puede observar claramente que el año 1997, que correspondió justo a un niño intenso altas temperaturas a mayores profundidades, suponiendo una condición de alto estrés para la hembra, inclusive presentando normoxia a la misma profundidad, lo mismo ocurre para periodos entre 2005 – 2007, y ya más cercano a la actualidad.

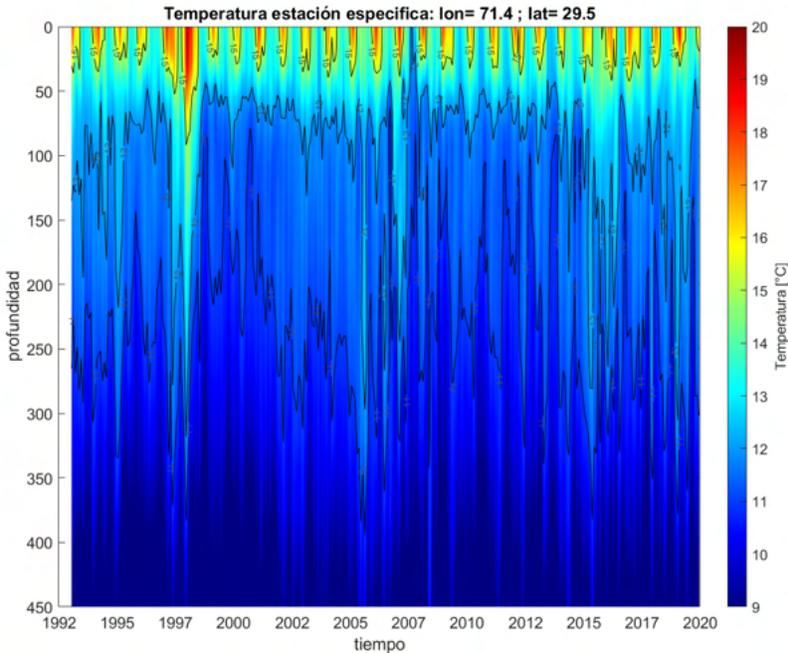


Figura 6. Diagrama hovmoller de una estación específica de la variable temperatura en °C con una latitud y longitud específica. Se tiene demarcado con negro isolíneas de temperatura a diferentes profundidades, pudiendo mostrar las profundidades donde se asienta la hembra ovígera.

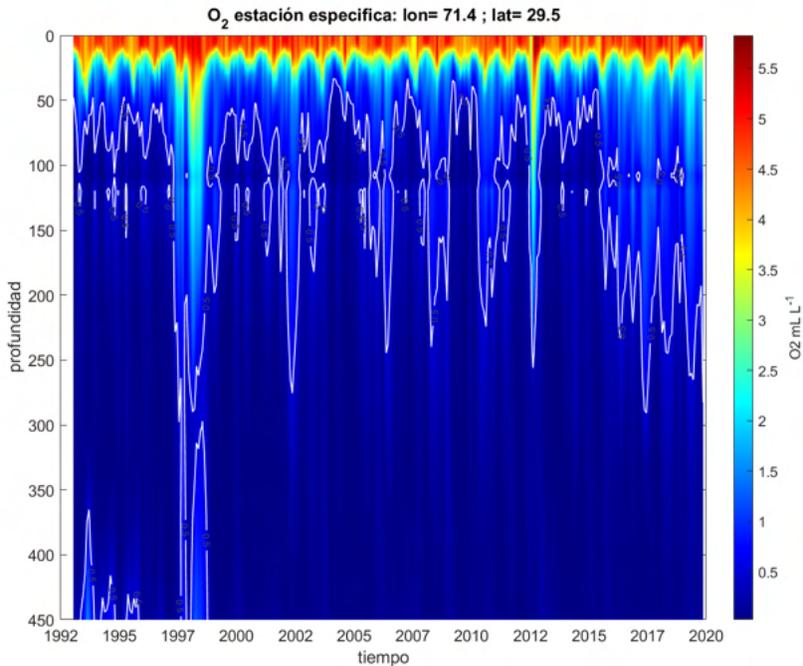


Figura 7. Diagrama hovmoller de una estación específica de la variable oxígeno en $ml L^{-1}$ a una latitud y longitud fija. Se tiene demarcado con blanco isolíneas de oxígeno a diferentes profundidades, pudiendo mostrar las profundidades donde se asienta la hembra ovígera.

A continuación tenemos dos boxplot que muestran los meses agrupados de mayo a noviembre correspondientes para cada año extraídos a una profundidad entre los 100 y 300 metros, donde la hembra ovígera se asienta en el fondo. Se tiene en la Figura 8 el boxplot correspondiente para temperatura y en Figura 9 el boxplot correspondiente a oxígeno, en los ejes de las abscisas encontramos la variación de temperatura y oxígeno respectivamente y el eje de las ordenadas se tiene la progresión temporal.

Teniendo agrupados los meses donde las hembras están asentadas en el fondo para poder llevar el desarrollo embrionario bajo las menores condiciones de estrés posibles es que podemos identificar casos donde temperatura y oxígeno son críticos, observando donde se produce mayor impacto para la hembra portadora. Uniendo estas dos variables, temperatura y oxígeno, se tiene que en periodos donde haya menos oxígeno, para el Langostino no supone un problema mayor ya que pueden adecuarse en un medio hipoxico, ya que pueden sobrevivir bajo condiciones de hipoxia, pero si se les aumenta la temperatura en 1 o 2 grados teniendo en cuenta el límite de 11 °C mencionado, ya se está haciendo que su metabolismo actúe más rápido, gastando más energía que no tienen y llevando a que se puedan morir o no lograr liberar sus huevos que es lo importante para estas hembras.

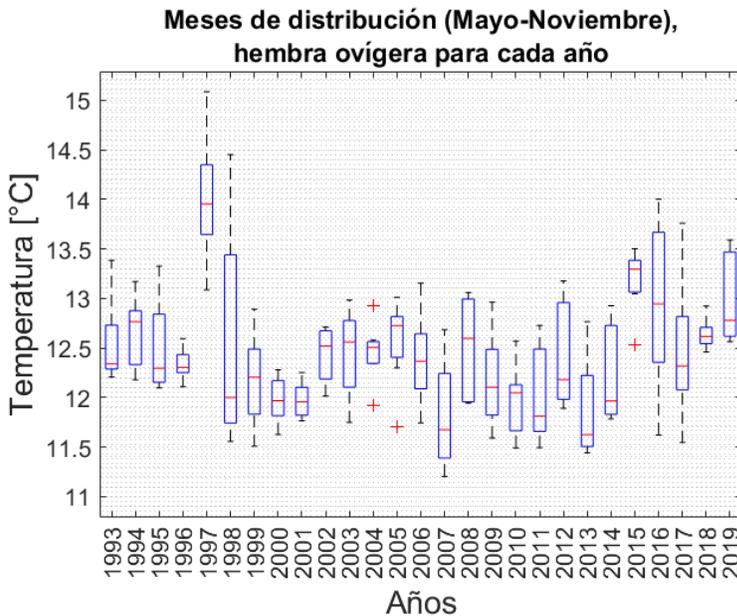


Figura 8. Boxplot que muestra la recopilación de meses para la variable temperatura en °C donde la hembra ovígera de langostino colorado se distribuye a una profundidad entre los 100 y 200 metros, profundidades entre las cuales se encontraría en la fase de portación de huevos.

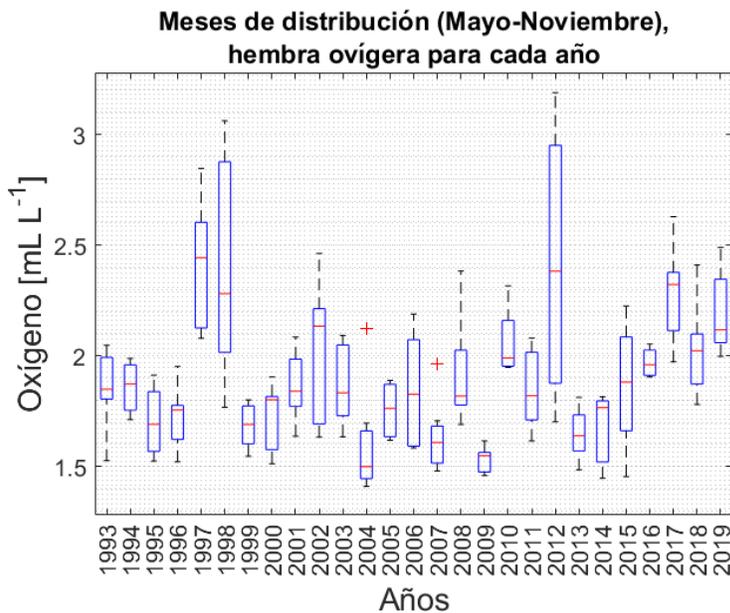


Figura 9. Boxplot que muestra la recopilación de meses para la variable oxígeno en $ml L^{-1}$ donde la hembra ovígera de langostino colorado se distribuye a una profundidad entre los 100 y 200 metros, profundidades entre las cuales se encontraría en la fase de portación de huevos.

5 | CONCLUSIONES

Es importante, ya que se está caracterizando el hábitat estudiando factores que son determinantes para el ciclo de vida del langostino ver cómo afectan directa o indirectamente a su metabolismo, ya que si estas variables varían más de lo que se ha podido registrar hasta ahora cambiarían la lógica de vida de estos organismos, y por sobre todo afectaría a las hembras en estado ovígero, ya que es un estadio muy particular.

Si el oxígeno baja más de los 0.5 mL L^{-1} sería una condición más que estresante para ellas, debido a que no tendrían la energía necesaria para la portación de huevos tratando de dejar ese estrés provocado por el ambiente, además combinándolo con temperaturas altas sería el peor escenario al que podrían estar expuestas.

Si esta especie en particular comenzara a futuro a mostrar problemas en sus capturas, podría deberse a que las condiciones están siendo ya demasiado difíciles para ellas y esto podría traducirse en que el cambio climático y contaminación está afectando de forma directa a las costas de Chile, o del sector en donde esta especie se distribuye.

Además, como en literatura un no hay mucho acerca de pH y salinidad para el langostino sería de muy buena utilidad investigar o hacer algunos experimentos más concretos acerca de estas variables que podrían ser igual de importantes y determinantes para el hábitat del langostino colorado.

También, ya teniendo claro que son organismos altamente tolerantes, ya que viven asociados a la parte superior de la ZMO, igual se verán afectados en aspectos de su ciclo vida si es que hay variaciones considerables en estas variables estudiadas en su zona de distribución.

AGRADECIMIENTOS

MSc(C) Josselyn Contreras por su contribución en proporcionar herramientas en la investigación y a la Dra. Carolina Parada por supervisión y guía durante la investigación.

Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.
Universidad de Concepción

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Coquimbo, Chile
Proyecto ANID-CENTROS REGIONALES R20F0008 por financiamiento.

REFERENCIAS

Gallardo M.A. 2017. Ecofisiología e historia de vida de *Pleuroncodes monodon* y su relación con la variabilidad espacio temporal de la ZMO del Pacífico Oriental. Tesis de Doctorado en Biología y Ecología Aplicada, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 174 pp.

Núñez V. Desarrollo embrionario y gonadal en *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837) bajo diferentes condiciones de temperatura y oxígeno en laboratorio, y en su ambiente natural. Año 2017. Tesis para obtener el título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte.

Palma S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*, H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones Marinas Valparaíso* 25: 203-221.

Yannicelli, B., & Castro, L. (2013). Ecophysiological constraints on the larvae of *Pleuroncodes monodon* and the implications for its reproductive strategy in poorly oxygenated waters of the Chile-Peru undercurrent. *Journal of plankton research*, 35(3), 566-581.

Yannicelli, B., Paschke, K., González, R. R., & Castro, L. R. (2013). Metabolic responses of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) larvae to low oxygen concentration. *Marine biology*, 160(4), 961-976.

BIOECONOMÍA: LA DIVERSIFICACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA GENERACIÓN DE NUEVAS CADENAS DE VALOR EN LOS RECURSOS MARINOS COSTEROS

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 08/08/2022

Nicolle Alejandra Bautista Ramos

Universidad Estatal Península de Santa Elena,
Grupo de Investigación “Bioeconomía Costera”.

La Libertad-Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-8203-9598>

Erika Alexandra Salavarría Palma

Universidad Estatal Península de Santa Elena,
Grupo de Investigación “Bioeconomía Costera”.

La Libertad-Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-0662-065X>

Luis Ernesto Troccoli Ghinaglia

Universidad de Oriente, Venezuela

<https://orcid.org/0000-0001-8684-6741>

RESUMEN: La bioeconomía como un nuevo modelo económico ofrece potenciales oportunidades para la reactivación económica en época de post pandemia; frente a continuos retos y necesidades que responder dentro de múltiples sectores, entre ellos los más sensibles como la alimentación y la salud, la generación de nuevas oportunidades es prioritario. Los recursos marinos costeros continuamente han sido extraídos, infravalorados e incluso están siendo contaminados en todos los niveles de su organización biológica. No obstante, esa fuente aparentemente inagotable de recursos que proporciona el océano, no está ajena de los importantes efectos que están provocando el cambio climático y la acción antropogénica

desmedida. Presentamos una descripción del estado actual de uno de los recursos más importantes como son los océanos desde un enfoque integral, que permite analizar a la bioeconomía como un medio para proporcionar la valoración de los recursos marinos costeros y analizamos la cadena de valor de esos recursos como un valioso instrumento de organización en las empresas para su manejo. Concluimos que la implementación de nuevas cadenas de valor en los recursos marinos costeros requiere de la evaluación participativa de los sectores productivos acuícolas que se desarrollan como medios de vida en las comunidades locales, acompañados de una gobernanza efectiva y la generación de acciones para la mitigación del cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Bioeconomía, Cadenas de valor, Recursos marinos

BIOECONOMY: DIVERSIFICATION OF ECONOMIES AND THE GENERATION OF NEW VALUE CHAINS IN COASTAL MARINE RESOURCES

ABSTRACT: The bioeconomy as a new economic model offers potential opportunities for economic revival in post-pandemic times; in the face of continuing challenges and needs to be met within multiple sectors, including sensitive sectors such as food and health, the generation of new opportunities is a priority. Coastal marine resources have been continuously extracted, undervalued and even polluted at all levels of their biological organization. However, this seemingly inexhaustible source of resources provided by the ocean is not unaffected by the significant effects

of climate change and excessive anthropogenic action. We present a description of the current state of one of the most important resources such as the oceans from an integral approach, which allows us to analyze the bioeconomy as a means to provide the valuation of coastal marine resources and analyze the value chain of these resources as a valuable organizational tool in companies for their management. We conclude that the implementation of new value chains in coastal marine resources requires the participatory evaluation of the aquaculture productive sectors that are developed as livelihoods in local communities, accompanied by effective governance and the generation of actions to mitigate climate change.

KEYWORDS: Bioeconomy, Value Chains, Marine resources.

1 | INTRODUCCIÓN

Las complejas condiciones ambientales a nivel global debido al cambio climático, la contaminación en todos los niveles de organización biológica, la aplicación de métodos convencionales para la producción de energía mediante procesos industriales intensivos, la crisis en la biodiversidad, el manejo inadecuado de los ecosistemas que incluyen las regiones polares, entre otros desafíos; en gran parte provocados por las actividades humanas intensivas y por los modelos de desarrollo convencionales, basados en los combustibles fósiles y otros recursos no renovables, ha propiciado desigualdades socio económicas en el mundo, acentuadas por efectos de la pandemia de la COVID 19. En la actualidad, en la era de postpandemia sumado al resurgimiento de enfermedades zoonóticas como la viruela del simio, y el tradicional modelo económico lineal, continúan ocasionando numerosos impactos en los ecosistemas, por lo cual surge la necesidad de un cambio urgente en nuestras actividades productivas (Stefanakis et al. 2021) y al mismo tiempo generar nuevas alternativas para alcanzar beneficios a favor de las economías locales.

Como consecuencia del deterioro de los ecosistemas y la pérdida de la biodiversidad, la constante amenaza a la seguridad alimentaria y nutricional, y las desigualdades sociales, son aspectos a considerar para adaptar los patrones económicos y sociales a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2015) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>, como alternativa a la posibilidad de recuperación de los ecosistemas vulnerables (Jaramillo, 2018) y generar la cultura en el uso sostenible de los recursos naturales, así como la ponderación de los servicios ecosistémicos para mejorar la calidad de vida.

Los esquemas de consumo de la economía tradicional, han atravesado por varios cambios a través de los años, dando lugar a un modelo económico marcado; cuyo fundamento, es la proliferación de un consumo comercial desmesurado donde el producto utilizado por un solo individuo, requiere una alta tasa de recambio y genera nuevas necesidades en el consumidor final (Sarmiento & Garcés, 2017). Por lo que se considera que la valoración económica de los recursos naturales constituye uno de los desafíos actuales, para mejorar los medios de subsistencia de la población, con especial énfasis

en los países en vías de desarrollo. Estos países cuentan con el aprovechamiento de la biodiversidad como escenarios para fortalecer los modelos económicos convencionales hacia una bioeconomía sostenible, sustentada en la ciencia y el desarrollo tecnológico. En ese sentido, las ciencias oceánicas, la gobernanza y la geoética, constituyen actualmente pilares para el desarrollo sostenible de las comunidades marino costeras; es precisamente en estas localidades, donde el empoderamiento del habitante de esas comunidades permite la implementación de diferentes proyectos en ciencia y tecnología, para fortalecer el desarrollo socioeconómico local, así como la valoración del trabajo que realizan ante la sociedad, dando lugar a la generación y desarrollo de iniciativas para el fortalecimiento de emprendimientos locales a corto, mediano y largo plazo, y propiciar no sólo el éxito de estas iniciativas sino también impulsar la diversificación de las economías locales basadas en el uso racional de los recursos hidrobiológicos marinos costeros.

Ejemplos de aplicación de las ciencias oceánicas a través de las redes de investigación, lo constituyen los investigadores de la Red de Observación de la Biodiversidad Marina de las Américas (MBON Pole to Pole) que estudian la diversidad de las comunidades de organismos en la costa rocosa en diez ecoregiones biogeográficas, para caracterizar la riqueza de especies y la composición de esas comunidades debido a que la adquisición de datos sobre la biodiversidad marina es difícil, costosa y requiere mucho tiempo (Montes et al. 2021); estas investigaciones no sólo permiten conocer el rol ecológico de los organismos que habitan el océano sino también permiten determinar la salud del mismo, a través de índices comunitarios e indicadores ambientales y por lo tanto proponer nuevas soluciones para proteger y conservar los recursos marinos costeros que habitan en estos ecosistemas.

Por su potencial económico los recursos oceánicos han sido reconocidos en los últimos años como importantes activos nacionales, sobre todo en países en desarrollo (NAM S&T Centre and SCOR, 2021); por lo tanto el financiamiento de las diferentes actividades potencialmente productivas y ejecutadas en los océanos como la biotecnología marina, entre otras, constituyen una alternativa para mejorar las actividades económicas relacionadas con la gobernanza de los océanos. Recientemente, el Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sobre el océano y la criósfera en un Clima cambiante (SROCC) ha señalado el impacto del cambio climático en el océano y sus ecosistemas, destacando la necesidad urgente de reducir las emisiones de carbono para limitar el calentamiento por debajo de 1,5°C, tal y como afirmaba otro informe especial del IPCC (IPCC, 2018).

El cambio climático está afectando la dinámica de los océanos de diversas maneras, incluyendo a los organismos que los habitan, así como a los servicios ecosistémicos que proporcionan a la humanidad. Tal es el caso de las macroalgas formadoras de bosques, las cuales son fisiológicamente grandes fijadoras de carbono. Sin embargo, se sabe poco sobre los mecanismos moleculares que subyacen a estos procesos. El potencial de la vegetación marina como sumidero de las emisiones antropogénicas de Carbono ("Carbono

azul”) es significativo. En este sentido, los productores primarios marinos contribuyen al menos al 50% de la fijación global de carbono y pueden suponer hasta el 71% de todo el almacenamiento de carbono. Además, son uno de los recursos hidrobiológicos con amplio potencial de uso como sumideros de dióxido de carbono oceánico o eliminación del dióxido de carbono, conocido por las siglas en inglés CDR. Sin embargo, éstas se ven afectadas por factores ambientales y genéticos (CSIC, 2021). El uso de herramientas genómicas para monitorear el secuestro de CO₂ en importantes macroalgas de interés comercial, e.g. *Macrocystis pyrifera*, con amplia distribución bipolar para la mitigación del cambio climático, constituye una estrategia para mejorar la comprensión de las vías metabólicas y los genes relacionados con el CDR oceánico, involucrando a los genes que regulan el secuestro de oxígeno y nutrientes, este último afectado por el calentamiento global. El flujo de CO₂ entre el aire y el mar puede ser evaluado a partir de la identificación de genes como marcadores moleculares para la identificación y clasificación de localidades geográficas como sumideros de CO₂, en función de la capacidad de las macroalgas para capturar el dióxido de carbono (CSIC, 2021). En este sentido, un desarrollo económico basado en el uso de genes, como la unidad de una economía sustentable, dará lugar a una mayor cantidad de procesos biotecnológicos; estableciendo el nexo entre la biodiversidad y la bioeconomía. (Salavarría, 2014).

En el año 2015, los países del sureste y del planeta se anexaron a la Agenda 2030 y los 17 ODS, siendo la directriz los números 13 y 3 que promueven la lucha contra el cambio climático, la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos hidrobiológicos; así como, la salud y el bienestar de las personas. Por lo tanto, existe una clara necesidad de avanzar en la comprensión de cómo el océano y sus ecosistemas responderán a las repercusiones del cambio climático generado por fuerte acción antropogénica a través del tiempo, incluyendo el papel del océano como un importante sumidero de calor y carbono. Adicionalmente los ODS 14 y 15 están dirigidos a la generación de nuevas cadenas de valor, a través del uso sostenible de la biodiversidad marina y terrestre, respectivamente; como elementos innovadores de la bioeconomía, un nuevo modelo económico basado en la biotecnología que usa materias primas renovables, particularmente biomasa y recursos genéticos para dar lugar a productos y energías al menor costo ambiental (Gutiérrez-Correa, 2008).

Una de las estrategias de gestión que puede reducir costes asociados al procesamiento y distribución de un producto, y puede mejorar la calidad y productividad/elaboración del mismo es el análisis de la cadena de valor global (Kotni, 2014) y en este caso se refiere a los recursos marinos costeros; análisis asociado a prácticas que garanticen la sostenibilidad dentro de la cadena y el sistema de comercialización del recurso.

Presentamos la bioeconomía como una estrategia para impulsar la diversificación de la economía en base a recursos marinos costeros y la generación de cadenas de valor de estos recursos, para de esta forma reconocerla como una propuesta integral y viable en

la recuperación económica por efectos de la COVID-19.

2 I BIOECONOMÍA: LA DIVERSIFICACIÓN DE LOS MODELOS ECONÓMICOS

La economía mundial está ligada a la salud y a la producción marino costera, estos últimos proporcionan valiosos activos que sustentan numerosos medios de vida y generan ingresos fiscales importantes (UNCTAD & CAF, 2019). Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, un océano sano aporta anualmente 1, 5 billones de dólares y millones de puestos de trabajo a la economía mundial. Sin embargo, el cambio climático ya ha causado estragos en algunas economías oceánicas y la amenaza con poner más en peligro. Para la Organización Meteorológica Mundial OMM, la “Economía azul” oscila entre 3 000 y 6 000 millones de dólares al año, lo que representa más de las tres cuartas partes del comercio mundial y proporciona medios de vida a más de 6 000 millones de personas; evidenciando el importante aporte de estos recursos a la economía global.

Las actividades comerciales desarrolladas en los océanos incluyen la pesca, el transporte marítimo, la energía eólica marina, el turismo marítimo costero y la biotecnología marina las cuales se estimó una producción de 1,5 billones de dólares anuales o el 2,5% del valor añadido bruto mundial para el año 2010. Este valor está creciendo rápidamente y, antes de la pandemia de la COVID-19, se preveía que aumentaría a 3,0 billones de dólares para el 2030 (IPCC, 2019). Ante estas cifras, se plantea la necesidad de mantener un océano sano que permita una Economía Oceánica Sostenible EOS, definida como *“el desarrollo de la economía de los océanos de forma que se equilibren las necesidades de las personas, el planeta y la prosperidad”* reconocer la importancia que ofrece una economía oceánica sostenible dio lugar a la denominada “Economía azul” término acuñado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 2012.

El impulso de las ciencias marinas, a través de la investigación básica y aplicada, fortalece el uso sostenible de los recursos y al mismo tiempo a la economía azul; así como, la gestión adecuada a través de la gobernanza oceánica efectiva. No obstante, el deterioro de los océanos continúa por lo cual aplicar estrategias para incentivar la conservación y protección de los ecosistemas marinos es urgente; en este sentido, la capacidad de almacenamiento de carbono que poseen estos ecosistemas, también los convierte en fuentes de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero cuando se destruyen o deterioran, por lo cual los programas de restauración de estos ecosistemas son necesarios. Adicionalmente, el creciente mercado de créditos de carbono azul permite a las organizaciones y países que conservan y restauran estos ecosistemas, y a reclamar o vender créditos en los mercados mundiales de carbono; constituyéndose en una atractiva estrategia para incorporar en las políticas de mitigación frente al cambio climático y de esta forma también fortalecer los programas de evaluación de los ecosistemas de reserva y

emisiones de carbono azul.

Según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, en abril del 2021, indica que la restauración de los ecosistemas de carbono azul podría eliminar alrededor del 0,5% de las actuales emisiones globales, con beneficios colaterales para los ecosistemas locales y los medios de vida (Douve, 2021). Los beneficios reflejados en mejorar las condiciones básicas de vida de las poblaciones aledañas a las costas y al mismo tiempo abre oportunidades para la generación de actividades económicas basadas en nuevos modelos como la bioeconomía costera.

Uno de los aportes de la bioeconomía, es la diversificación de las actividades económicas, que surge de una nueva tendencia basada en un consumo inteligente y sostenible. Con mayor énfasis en no utilizar más de lo que sea necesario, un consumo basado en colaboración y uso de los residuos de la producción; este nuevo modelo hace frente a la crisis económica que ha golpeado al mundo en la última década (Osorio et al. 2016). Además hay que considerar el alcance vertiginoso de las redes sociales, la digitalización de la información y el desarrollo de ciencia ciudadana, en donde la participación del habitante común es necesaria para educarlos en términos simples y sencillos en los variados contenidos científicos-técnicos sobre diversas temáticas ambientales. Como consecuencia se crea una nueva estrategia de generar y hacer negocios, los bioemprendimientos, que permiten llegar a un mayor número de personas de una manera más rápida y efectiva; utilizando tecnologías de avanzada, por lo que su inversión es costosa, pero generando soluciones innovadoras para el mercado.

El concepto de bioeconomía ha ganado importancia frente a la necesidad de que las empresas se muevan a sistemas más productivos que disminuya el uso de combustibles fósiles y, por consiguiente, su huella ecológica; para proteger el medioambiente, sin dejar de lado sus actividades comerciales. Una de las ventajas que nos ofrece este nuevo modelo económico, es la capacidad de responder a varios desafíos en diferentes sectores de la economía mundial; siendo sus principales ejes, las grandes empresas multinacionales que sostienen la producción en beneficio de los gobiernos y población en general; a partir de esto, se desglosan varias oportunidades de cambio.

Entre las ventajas más importantes, que ofrece el desarrollo de la bioeconomía, podemos mencionar: (i) Freno al cambio climático: El uso sostenible de los recursos naturales favorece la salud del planeta. (ii) Fuente de Recursos naturales y Manejo sustentable: El impulsar la Economía circular que nos permite aprovechar los residuos; para no depender de una serie limitada de recursos, con el peligro de agotarlos. (iii) Mayor oportunidad laboral: Se provee que la Unión Europea creará un millón de empleos relacionados con la bioeconomía al año 2030, en base al apoyo del crecimiento sostenible y a los sectores productivos de base biológica. (iv) Recuperación de recursos y especies: Al minimizar el uso de los recursos fósiles, varios ecosistemas podrán recuperarse. (v) Reducción de las desigualdades sociales: Amplio beneficio al desarrollo de la economía en

países productores de materias primas. (vi) Disminución del desperdicio de alimentos: Un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierden o se desperdician en el mundo 1 300 millones de toneladas al año según cifras del Fondo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019).

A pesar de esta amplia gama de beneficios, se presentan desafíos prevalentes, como por ejemplo la necesidad de capacitación sobre el uso de la ciencia, tecnología e innovación, con la contratación del personal idóneo que requiere e inversión necesaria. Estos desafíos incluyen también procesos administrativos lentos propios del aparataje estatal, muchas veces carentes de políticas regulatorias, o en su defecto presente pero ineficaz, y limitado financiamiento gubernamental. (IICA, 2019)

La bioeconomía azul surge como una variante a la bioeconomía, dada la especificidad del recurso natural que ésta utiliza. Esta variedad de bioeconomía, proviene de la denominada biotecnología azul; tecnología aplicada en organismos marinos - costeros para obtener diferentes bioproductos que puedan ser aprovechados en su totalidad; mejorando su rendimiento y duración, gracias a la manipulación genética. (Vieira et al. 2020). Diversos son los organismos marinos usados para la investigación biotecnológica, como invertebrados marinos y macroalgas, estas últimas ofrecen servicios ecosistémicos de interés sumado a la valoración bioeconómica que poseen, debido al desarrollo de la biotecnología azul, y la aplicación de técnicas moleculares que promueven el descubrimiento de nuevos atributos con potenciales aplicaciones industriales (Salavarría & Paul, 2020).

Los recursos marinos costeros proporcionan una potencial alternativa para la diversificación de la economía y propicia el fortalecimiento de la bioeconomía como una oportunidad para generar divisas en la creciente economía azul, en donde los sistemas de comercialización y las cadenas de valor de los productos marinos costeros ofrezcan bienes y servicios al alcance de un creciente mercado nacional e internacional que se adapta, al mismo tiempo, a cómo sobrellevar una serie de limitaciones tecnológicas, normativas y del propio mercado.

3 | GENERACIÓN DE NUEVAS CADENAS DE VALOR

La demanda constante de alimentación debido al creciente incremento de la población mundial, da lugar a buscar nuevas y prácticas soluciones a los problemas que generan la falta de alimento, en la salud de los grupos humanos más vulnerables. Los bienes y servicios que ofrecen los océanos, hoy entendido como *“un océano que nos conecta a todos”* por el importante rol que desempeña que incluye no sólo a ecosistemas marinos, sino también terrestres, debido a su función en la regulación del clima entre otras elementales funciones; hace necesario que la gestión de estos recursos sea analizada desde los diferentes eslabones de la cadena productiva para alcanzar una ventaja competitiva y de esta forma desarrollar una cadena de valor.

El enfoque de cadena de valor es una poderosa herramienta para la planificación empresarial y la política de desarrollo; es un sistema o red interdependiente de actividades productivas que existe dentro de las empresas como entre ellas. El aumento de la eficiencia se consigue al reducir los costes en cada etapa de la producción y a lo largo de los vínculos entre las diferentes etapas (UNCTAD & CAF, 2019). La bioeconomía promueve nuevas formas de organización de las cadenas de valor; estas al estar asociadas a la biodiversidad, son denominadas biocadenas, las cuales pretenden una reducción de residuos o desechos que hoy se pueden aprovechar mediante la investigación básica o aplicada (Aramendis et al. 2018). La identificación de esa ventaja competitiva dentro de los eslabones de la cadena, según el sector en la economía oceánica global, permitirá la sostenibilidad de los sistemas marinos costeros.

El Convenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad Biológica (CDB) se refiere a la biodiversidad marina y proviene de hábitats marinos y costeros; partiendo desde el margen costero, hasta ambientes netamente oceánicos. Los océanos albergan una gran diversidad de comunidades biológicas con importante potencial bioeconómico, que han sido poco valoradas (Chen & Xu, 2020); y en el caso de las macroalgas, son una importante solución natural para descarbonizar la economía y secuestrar el carbono de la superficie del océano (UN Global Compact, 2021) contribuyendo a la moderación del clima, representando además la base de diversas actividades económicas a nivel global. Actualmente dichas actividades económicas van de la mano con avances tecnológicos permitiendo que el uso de los recursos marinos costeros, más allá de su biomasa solamente como alimento, y dando lugar a los bioproductos como resultado de la aplicación de la biotecnología dentro del ámbito industrial. Es en este entorno, dónde se transforma la biomasa mediante procesos de diversa índole junto con la incorporación de enzimas y microorganismos. (NREL, 2016).

La implementación de cadenas de valor para los productos comercializados desde la bioeconomía marino costera, conlleva: (1) Identificar los sectores productivos acuícolas que se desarrollan como medios de vida en las comunidades locales. (2) Caracterizar cada una de los eslabones que componen la cadena de valor de ese sector. (3) Realizar una evaluación participativa del sector productivo seleccionado, de la demanda del mercado y de la cadena de valor a implementar.

El objetivo de la cadena de valor es incrementar la competitividad, los sistemas de comercialización y dar lugar a beneficios rentables para el sector productivo, identificar múltiples formas para añadir valor al producto en la cadena y, entre los aspectos negativos que persigue reducir una cadena de valor en la comercialización son: Minimizar el efecto de una débil estructura financiera (escasa inversión por parte del Estado para apoyar a los bioemprendedores), resolver los riesgos socio-culturales de las comunidades (escasa participación de la mujer en los eslabones de la cadena), los efectos adversos del cambio climático sobre los recursos hidrobiológicos (pérdida de biodiversidad y sus bioproductos)

(Barua et al. 2021). Al mismo tiempo, una gobernanza efectiva, políticas públicas que permitan el control de los mercados no regulados o ilegales y las acciones como parte de las agendas de Estado para mitigar el cambio climático, constituyen las pautas a considerar para incorporar exitosamente las cadenas de valor.

Los eslabones que forman parte de una cadena de valor para los recursos marinos costeros, como peces pelágicos pequeños, moluscos, macroalgas, entre otros recursos; pueden sintetizarse de manera general en los siguientes pasos: (a) Colecta o captura, (b) Transporte o traslado a la fábrica, (c) Limpieza o eliminación de residuos innecesarios, (d) Procesamiento que puede ser: salado, enlatado, envasado, marcado. (e) Servicios, distribución y comercialización que incluyen: consumidor, mercados minorista, mayorista (Kimani et al.2020). La diferencia que puede existir entre las cadenas dependerá de las especies que se comercializan, condiciones que prevalezcan en los mercados nacionales e internacionales y factores propios del sitio, localidad o región en donde se desarrolla la cadena de valor. Aunque las condiciones financieras pueden ser un factor limitante importante, incorporar estos procesos dará lugar a mejores opciones que pueden ser acogidas por los consumidores, en los diferentes eslabones de las cadenas, para mejorar los ingresos, rendimientos y calidad de servicio hacia la sostenibilidad del mercado.

4 | CONCLUSIONES

El océano ofrece sin número de recursos y servicios que constantemente han sido utilizados, y en muchos casos con deficientes políticas y regulaciones que no han sido aplicadas correctamente; No obstante, su cuidado y protección es necesario por todos los actores sociales que participan como usuarios de los beneficios que proporciona. Las diferentes presiones sobre los ecosistemas marinos costeros dan lugar a nuevas alternativas que incorporen la innovación, como un componente necesario, para robustecer los sistemas socio-económicos; siendo la bioeconomía, en este caso, una alternativa que permitirá articular el uso sostenible de los recursos hidrobiológicos junto al desarrollo de la ciencia y tecnología en beneficio de las comunidades costeras; por lo tanto, la caracterización de los bienes y servicios naturales con que cuenta una comunidad es necesario para aprovechar adecuadamente, y al máximo, el potencial comercial que pueden poseer y para dar lugar a la diversificación de la economía.

Identificar el valor agregado que presenta la biodiversidad marina, a través de la creación de nuevas cadenas de valor, es emergente para apoyar el desarrollo económico de las poblaciones costeras más vulnerables que dependen del biocomercio azul, y que deben orientarse hacia la sostenibilidad oceánica.

REFERENCIAS

- ARAMENDIS, R.H., Rodríguez, A.G., Krieger Merico, L.F. **Contribuciones a un gran impulso ambiental en América Latina y el Caribe: bioeconomía** (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. 2018. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43825-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-bioeconomia>
- ARAÚJO R, Vázquez Calderón F, Sánchez López J, Azevedo IC, Bruhn A, Fluch S, Garcia Tasende M, Ghaderiardakani F, Ilmjärv T, Laurans M, Mac Monagail M, Mangini S, Peteiro C, Rebours C, Stefansson T and Ullmann J. **Current Status of the Algae Production Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy**. *Frontiers in Marine Sciences*. 7:626389. 2021. doi:10.3389/fmars.2020.626389
- BARUA, P., Rahman, S.H. and Barua, M. **Sustainable management of agriculture products value chain in responses to climate change for South-Eastern coast of Bangladesh**, *Modern Supply Chain Research and Applications*, Vol. 3 No. 2, pp. 98-126. 2021. <https://doi.org/10.1108/MS CRA-07-2020-0020>
- CSIC. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Volume 7. **Global Change Impacts**. Topic coordinators: Begoña García María & Jordano Pedro. Ref-CSIC: 13607. ISBN: 978-84-00-10750-5. eISBN: 978-84-00-10751-2 Madrid. España. 174 p. 2021.
- CHEN, Yimin & Xu, Changan. **Exploring New Blue Carbon Plants for Sustainable Ecosystems**. *Trends in Plant Science*. 25. 2020.
- DOUERE, F. **Blue carbon can't wait**. *Science* 373 (6555), 601. 2021. Doi.10.1126/science.abl7128.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos**. Roma. 2019.
- GUTIÉRREZ-CORREA, M. **Bioeconomía. La economía del siglo XXI**. Revista de divulgación científica "BIOS". Volumen 01. Número 01. Julio-Agosto. ISSN 1997-1176. Perú. 2008.
- IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019). **Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo**. 37 p. <http://www.iica.int>
- IPCC. Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1, 5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1, 5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. 2018.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press. 2019.
- JARAMILLO, E. H. **Bioeconomía: el futuro sostenible**. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201. 2018.

KIMANI, P, Wamukota, A, Otieno Manyala, J, Mwatete Mlewa, Ch. **Analysis of constraints and opportunities in marine small-scale fisheries value chain: A multi-criteria decision approach**, *Ocean & Coastal Management*, Volume 189, 105151, ISSN 0964-5691. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105151>.

KOTNI, V.V.Devi Prasad, A Study on Value Chain Management Practices of Fresh Fish: An Empirical Study of Coastal Andhra Pradesh Marine Fisheries (February 20, 2014). V.V.Devi Prasad Kotni (2014). **A Study On Value Chain Management Practices Of Fresh Fish: An Empirical Study Of Coastal Andhra Pradesh Marine Fisheries**. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*. PP 80-90. e-ISSN: 2278-487X, p-ISSN: 2319-7668. 2014. <https://ssrn.com/abstract=3627013>

MONTES, E., J.S. Lefcheck, E. Guerra-Castro, E. Klein, M.T. Kavanaugh, A.C.A. Mazzuco, G. Bigatti, C.A.M.M. Cordeiro, N. Simoes, E.C. Macaya, N. Moity, E. Londoño-Cruz, B. Helmuth, F. Choi, E.H. Soto, P. Miloslavich, and F.E. Muller-Karger. **Optimizing large-scale biodiversity sampling effort: Toward an unbalanced survey design**. *Oceanography* 34(2):80–91. 2021. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.216>.

NAM S&T Centre and SCOR. International Workshop on Application of ocean science and technology for the practice of sustainable **"Blue Economy"** in developing countries 8 - 9 November 2021 (virtual-mode). Organized by Centre for Science and Technology of the Non-Aligned & Other Developing Countries (NAM S&T Centre), New Delhi and Committee on Capacity Development of the Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR), Newark, Delaware (USA). 2021.

NEREL (National Renewable Energy Laboratory). **Bioproducts**. U.S. Department of Energy. 2016

OSORIO, F., Landeros, C. & Sánchez, A. Primer congreso iberoamericano de bioeconomía y cambio climático. **La bioeconomía: Un enfoque emergente ante el reto del Cambio climático**. Veracruz. 2016.

SALAVARRÍA, E. **Biodiversidad y Bioeconomía: Macroalgas, sus recursos genéticos para el sustento y desarrollo socio-económico de las comunidades pesqueras del Centro de Perú y Ecuador**. Boletín NO. 131. Observatorio del Medio Ambiente Peruano. 2014.

SALAVARRÍA, E. & Paul, S. **A peep into the transcriptome studies of the industrially important brown algae with special focus on the genus *Macrocystis***. I Congreso Internacional de Biotecnología e Innovación (ICBI). *Revista Peruana de Biología*. Número especial 27(1):049-053. 2020.

SARMIENTO, J. E., & Garcés, J. L. **De la economía tradicional a la economía digital compartida**. 2017.

STEFANAKIS, A.I., Calheiros, C.S. & Nikolaou, I. **Nature-Based Solutions as a Tool in the New Circular Economic Model for Climate Change Adaptation**. *Circular Economy Sustainability*. 1, 303–318. 2021. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00022-3>

UNCTAD & CAF. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT UNCTAD & DEVELOPMENT BANK OF LATIN AMERICA. **Blue BioTrade: Harnessing Marine Trade to Support Ecological Sustainability and Economic Equity**. 51 p. 2019.

UN Global Compact. United Nations Global Compact 2021. **Seaweed as a Nature-Based Climate Solution. Vision Statement**. United Nations Global Compact, New York. 2021.

VIEIRA, H., Costa Leal, M., Calado, R. **Fifty Shades of Blue: How Blue Biotechnology is shaping the Bioeconomy, Trends in Biotechnology**, Volume 38, Issue 9, Pages 940-943, ISSN 0167-7799. 2020. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016779920300809>

RIQUEZA BIOLÓGICA DE ESPECIES: MACROINVERTEBRADOS, MACRÓFITAS Y VEGETACIÓN DE RIBERA DE LOS HUMEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO

Data de aceite: 03/10/2022

Juan Carlos Carrasco Baquero

Facultad de Recursos Naturales, Escuela
Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba, Ecuador
Department of Zoology, Genetic and Physical
Anthropology, Faculty of Biology, Universidad
de Santiago de Compostela, Campus Vida,
Santiago de Compostela, Spain

Verónica Caballero-Serrano

Facultad de Recursos Naturales, Escuela
Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba, Ecuador

Daisy Carolina Carrasco López

Instituto de Investigaciones, Escuela Superior
Politécnica de Chimborazo
Riobamba, Ecuador

1 | INTRODUCCIÓN

Si bien, los humedales cubren tan solo el 6% del total de la superficie terrestre, en la actualidad constituyen uno de los ecosistemas más productivos y valiosos del mundo (Costanza et al., 1997; Junk et al., 2013), considerados así, sitios clave que muestran la biodiversidad del planeta Tierra (Moreno-Mateos et al., 2012), y como ecosistemas fundamentales para la prestación de servicios ecosistémicos (Mitsch y Gossilink, 2000; Costanza et al., 2014; Rebelo et al., 2017; Zhang et al., 2017; Sieben et al., 2018; Ramsar Convention on Wetlands, 2018).

Sin embargo, estos ecosistemas actualmente atraviesan un proceso muy serio de degradación (Mitsch y Gossilink, 2000; Rebelo et al., 2017), debido a las fuertes presiones antrópicas que ejercen las poblaciones locales (Zhang et al., 2017; Ramsar Convention on Wetlands, 2018), como la recuperación de tierras (Murray et al., 2014; Ma et al., 2019), contaminación del agua (Sun et al., 2015) y cambios de uso de suelo (Janssen et al., 2006, Townshend et al., 1994).

En Ecuador se han identificado 13 humedales Ramsar (Flachier et al., 2009) y 59 bofedales que cubren un área total de 286.659 hectáreas (Jara., et al 2019). La Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCH), ubicada en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, posee una extensión total de 52.683,64 hectáreas de las cuales, 20.518,03 ha (38,95%) son ecosistemas tipo bofedales. Actualmente estos sistemas se encuentran distribuidos en tres niveles: bofedal intervenido 12.818,69 ha (24%), medianamente conservado 6.112,05 ha (12%) y conservado, 1.587,29 ha (3%) (Jara., et al 2019).

Las cuencas de los humedales se forman en una variedad de accidentes geográficos, con diferentes regímenes hídricos (Furlonge et al., 2015). Estos ecosistemas a menudo tienen una zonificación bien definida con vegetación periférica terrestre y semiacuática y comunidades de fauna de macro y microinvertebrados

(Yamada et al., 2014; Furlonge et al., 2015).

Los macroinvertebrados bentónicos constituyen la comunidad más importante en el procesamiento de materia orgánica en ecosistemas de agua dulce (Hauer y Resh, 1996), debido a su diversidad taxonómica y su rol funcional en diferentes niveles tróficos (Giller, 2005). Adicionalmente, son considerados indicadores ecológicos debido a su presencia en casi todos los sistemas de agua dulce, la simplicidad del proceso de recolección e identificación, y su facilidad de respuesta a factores estresantes ocasionados por el hombre (Bailey et al., 2004).

Las plantas son los principales productores primarios, desarrollando un papel importante en el mantenimiento y estabilidad de estos ecosistemas (Simas y Ferreira, 2007). Las Macrófitas proporcionan una variedad de funciones y servicios ecológicos, como la provisión de sustrato para algas e invertebrados (van Donk y van de Bund, 2002) e influyen en los ciclos biogeoquímicos y la productividad (Wetzel y Hough, 1972). Sin embargo, estos componentes, actualmente enfrentan crecientes amenazas antropogénicas (Zhang et al., 2017), que se suman a la existencia de datos insuficientes sobre comunidades bentónicas, biotipología, contaminación de aguas y otros aspectos de gran importancia que deben ser considerados e investigados. Por lo tanto, los resultados de esta investigación permitirán la evaluación de la composición florística y faunística de los bofedales de la RPFCH.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Zona de estudio

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) (Fig.1) tiene una superficie de 58.560 hectáreas. Esta área protegida se encuentra en altitudes que van desde los 3.800 hasta los 6.310 m.s.n.m. Se encuentra en el interior de la Cordillera de los Andes, con una temperatura que oscila entre -3 a 14 °C y una precipitación media anual de 1000 mm, con un porcentaje de humedad del 70-85% (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021 [MAATE]).

En la RPFCH existe una variedad de aguas estancadas poco profundas (MAATE, 2012). En este estudio se identificaron 16 bofedales distribuidos en las provincias de Tungurahua (6), Bolívar (6), y Chimborazo (4), en rangos altitudinales que van desde 3825 hasta los 4240 m.s.n.m.

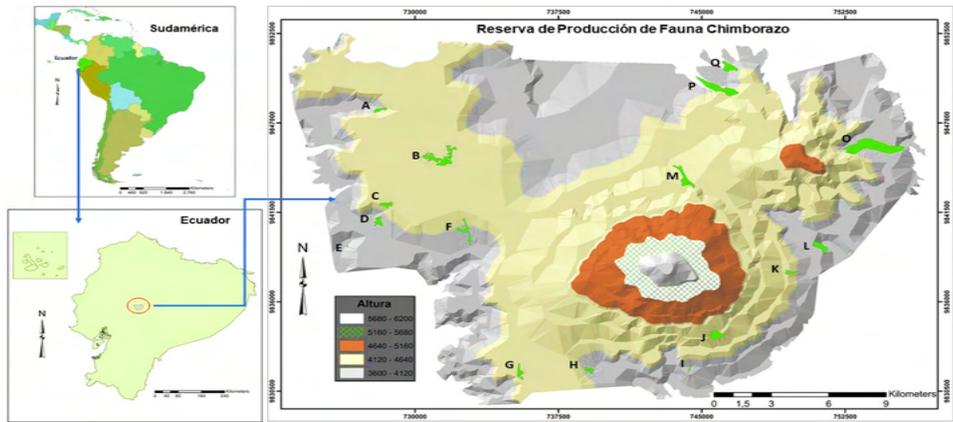


Figura 1. Mapa de ubicación de los bofedales de la RPFCH. Los bofedales están etiquetados con un código único. **A.** Pachancho BI, **B.** Cruz del Arenal ANI, **C.** Puente Ayora ANI, **D.** Puente Ayora AI, **E.** Puente Ayora BNI, **F.** Cruz del Arenal BI, **G.** Culebrillas AI, **H.** Casa Cóndor BI, **I.** Cooperativa Santa Teresita BNI, **J.** Los Hieleros ANI, **K.** Portal Andino AI, **L.** Cóndor Samana, **M.** Mechahuasca ANI, **O.** Pampas Salasaca BI, **P.** Río Blanco, **Q.** Lazabanza BNI. La ubicación de la Reserva en relación Ecuador continental se muestra en la parte izquierda del mapa.

Los bofedales de la RPFCH se caracterizan por la presencia de múltiples hábitats basados en zonas de vegetación definidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2013) (Tabla 1).

Bofedal	Provincia	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)	Clasificación ecológica
Los Hieleros ANI	Chimborazo	745741	9833916	4442	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo
Culebrillas AI	Chimborazo	735446	9831848	4160	Herbazal inundable del Páramo
Casa Cóndor BI	Chimborazo	739244	9831672	4008	Herbazal inundable del Páramo
Coop Santa Teresita BNI	Chimborazo	744365	9831911	4041	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo
Lazabanza BNI	Tungurahua	746734	9850338	4039	Herbazal húmedo subnival páramo
Cóndor Samana BI	Tungurahua	751109	9839489	3825	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo
Pampas Salasacas BI	Tungurahua	754972	9845283	3854	Herbazal húmedo montano alto superior páramo
Río Blanco AI	Tungurahua	746179	9849003	4016	Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo
Mechahuasca ANI	Tungurahua	743954	9844037	4240	Herbazal del Páramo

Portal Andino AI	Tungurahua	750019	9837891	4120	Herbazal inundable del Páramo
Cruz del Arenal ANI	Bolívar	731162	9844778	4240	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo
Puente Ayora ANI	Bolívar	728478	9841941	4105	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo
Puente Ayora BNI	Bolívar	726486	9839401	3842	Arbustal siempre verde y herbazal del páramo
Puente Ayora AI	Bolívar	728013	9841127	4120	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo
Pachancho BI	Bolívar	728315	9847854	4040	Herbazal y arbustal siempre verde subnival páramo
Cruz del Arenal BNI	Bolívar	732671	9840421	4120	Herbazal inundable del Páramo

*En función del nivel de intervención humana que han sufrido y la altitud en la que se encuentran los bofedales, se han clasificado a los mismos como BNI (Bajo no intervenido), BI (Bajo intervenido), ANI (Alto no intervenido) y AI (Alto intervenido) (Andrade, 2016).

Tabla 1. Caracterización de los bofedales de la RPFCH

2.2 Recolección de muestras de macroinvertebrados

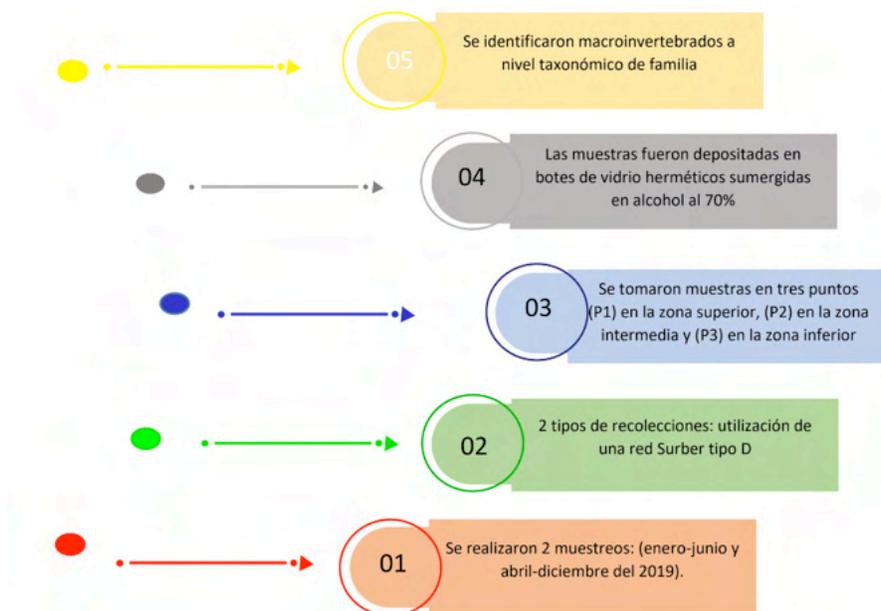


Figura 2. Esquema de recolección de muestras de macroinvertebrados bentónicos

La identificación taxonómica se realizó con la ayuda de un Estereomicroscopio Leica M12 y claves de macroinvertebrados disponibles (Roldán, 1996; Fernández & Domínguez, 2001; Pennak, 1953; Mandahl-Barth, 1954; Merrit y Cummins, 1978; Lowe, 2009).

2.3 Diseño de muestreo

La recolección de muestras botánicas se realizó la distribución de tres unidades de muestreo en cada bofedal: Punto uno (P1) en la zona superior del bofedal, punto dos (P2) en la zona intermedia y punto tres (P3) en la zona inferior del bofedal. Posteriormente se establecieron parcelas de 1 m² (Braun-Blanquet, 1979) a lo largo de la gradiente de los bofedales comprendida entre los 3825 y 4240 m.s.n.m. Para las muestras de ribera se cortó a ras del suelo toda la vegetación de los tres cuadrantes; por otro lado, la recolección de macrófitas se realizó mediante el barrido total de vegetación en un cuadrante de dos metros cuadrados en cada punto muestral.



Figura 3. Esquema de procesos botánicos de las especies de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

2.4 Recopilación de datos

Se realizó la identificación y registro de los especímenes colectados a nivel de especie. La identificación fue realizada en los herbarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y del Departamento de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Quito (Herbario QCA).

3 I RESULTADOS

3.1 Composición Faunística

Se colectó un total de 8664 individuos bentónicos pertenecientes a 7 clases, 12 órdenes y 23 familias en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, durante dos periodos de tiempo (enero-junio y abril-diciembre del 2019). En la colección, la familia Hyalellidae presentó la mayor abundancia de especie, con un total de 5786 individuos (66,6 %), mientras que la familia Isotomidae registró la presencia de un solo individuo en los bofedales (Tabla 2).

La mayor dominancia de familias específicas se encontró en el bofedal Culebrillas AI, con la presencia de 14 familias (59%), con Limnephilidae (34%), Hyalellidae (29%) y Scirtidae (11%).

FAMILIA	Rio Blanco AI	Pampas Salasacas BI	Mechahuasca ANI	Cruz del Arenal ANI	Cruz del Arenal BNI	Culebrillas AI	Casa Cóndor BI	Coop. Santa Teresita BNI	Panchancho	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cóndor Samana	Lazabanza	Portal Andino	Los Hieleros	TOTAL
Dugesidae	9	44	7	5	19	37	0	0	13	71	29	13	0	0	0	0	247
Tubificidae	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	7	0	12
Glossiphoniidae	8	0	3	15	0	2	1	0	7	15	1	56	3	3	0	0	114
Lymnaeidae	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	28
Sphaeriidae	1	44	0	3	0	4	0	0	8	0	10	50	7	15	0	0	142
Hyalellidae	418	581	268	204	286	169	273	0	752	26	742	1279	480	306	2	0	5786
Isotomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Baetidae	8	5	1	0	0	18	0	0	0	25	0	0	17	4	0	0	78
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	9
Elmidae	11	7	2	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Scirtidae	0	0	4	0	0	64	1	0	4	23	0	4	7	0	4	0	111
Leptoceridae	4	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Limnephilidae	15	0	467	0	0	195	254	0	0	45	0	0	2	0	123	1	1102
Hydrobiosidae	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	36	0	39
Chironomidae	1	3	8	0	0	31	0	5	0	7	3	0	0	0	0	0	58
Dolichopodidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Muscidae	0	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	2	11
Sciomyzidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Simuliidae	28	24	1	9	239	37	0	0	0	0	64	25	119	307	0	9	862
Tabanidae	2	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	8

Tipulidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5
ABUNDANCIA TOTAL																	8664

Tabla 2. Diversidad taxonómica y abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

3.2 Macrófitas y Vegetación de Ribera

El estudio florístico realizado en los 16 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, identificó un total de 86 especies que determinaron la composición florística y la diversidad de los sitios de muestreo.

3.2.1 Macrófitas

En los sitios de muestreo se registraron 7 especies de plantas vasculares reconocidas como plantas acuáticas o macrófitas, la familia con mayor número de especies fue Ranunculaceae con dos especies (29%) (Tabla 3).

Las macrófitas más frecuentes fueron *Rorippa pinnata* y *Eleocharis albibracteata*, presentes en 11 y 8 bofedales respectivamente.

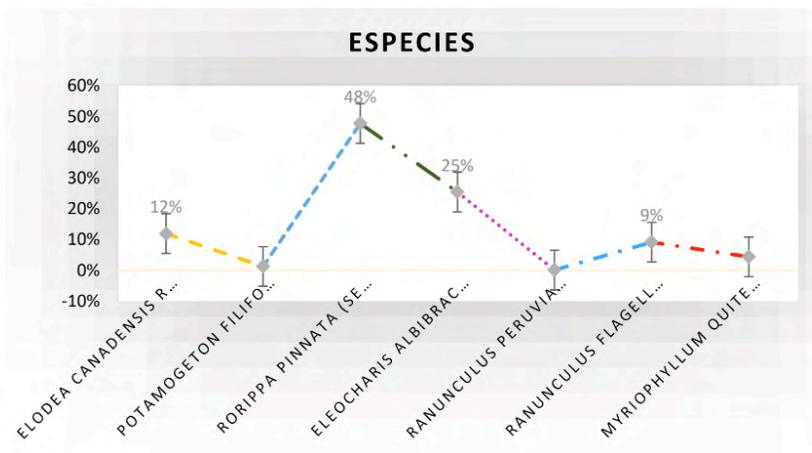


Figura 4. Especies de Macrófitas presentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

3.2.2 Vegetación de ribera

La flora de ribera registró un total de 79 especies (62 plantas vasculares, 12 briófitos, cuatro pteridofitas y un líquen) pertenecientes a 64 géneros y 35 familias (Tabla 3). La familia más dominante en los sitios de estudio fue Asteraceae con 15 especies (19%), seguida de Poaceae con 7 especies (9%) y Apiaceae con 5sp (6%). Las especies más

frecuentes fueron *Lachemilla orbiculata*, *Agrostis foliata*, *Agrostis breviculmis* y *Erigeron spp* (Tabla 4).

Se realizó el registro de 3 especies endémicas del Ecuador: *Nototriche hartwegii* A.W. Hill, *Halenia pulchella* Gilg y *Gnaphalium chimborazense* Hieron.

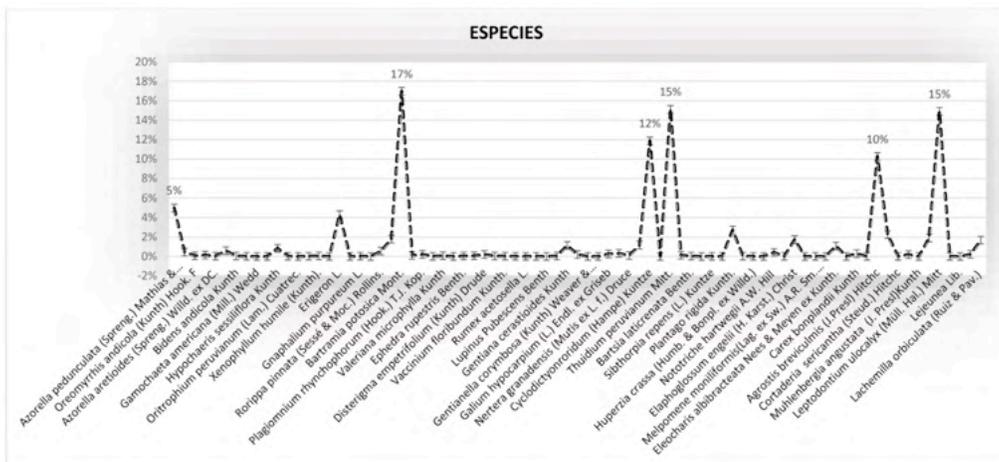


Figura 5. Especies de Ribera presentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

4 | CONCLUSIONES

En conjunto, los 16 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo presentan una gran diversidad faunística y florística; un patrón típico de los páramos andinos, los cuales se caracterizan por patrones de biodiversidad más abundantes en especies que los de cualquier otro ecosistema tropical-alpino (Smith y Cleef 1988; Sklenář et al., 2011; Madriñán et al., 2013).

El número de familias de macroinvertebrados bentónicos (23) registradas en esta investigación, parece ser bajo en comparación con los resultados de otros estudios (Pachanlica de Buenaño et al., 2018; Batzer y Ruhl, 2013), lo que sugiere que es probable que los cuerpos de agua de la RPFCH requieren de acciones inmediatas de conservación.

Las familias con mayor número de especies correspondientes a vegetación de ribera fueron Asteraceae con 15 sp (19%) seguida de Poaceae con 7sp (9%) y Apiaceae con 5sp (6%). Las especies más comunes entre los bofedal estudiados fueron *Agrostis foliata*, *Erigeron L.* y *Lachemilla orbiculata*. Por otro lado, en el ambiente acuático se registraron 7 especies de plantas vasculares reconocidas como macrófitas, en los cuales, la familia con mayor número de especies fue Ranunculaceae con 2sp (29%), y las especies más frecuentes fueron *Rorippa pinnata* y *Eleocharis alibracteata*. Adicionalmente se evidenció el alto grado de endemismo que albergan estos ecosistemas (Sklenář y Ramsay 2001),

registrando la presencia de 3 especies endémicas del Ecuador: *Nototriche hartwegii* A.W. Hill, *Halenia pulchella* Gilg y *Gnaphalium chimborazense* Hieron.

Con los resultados obtenidos en este estudio se sienta una base sólida para determinar el estado ecológico de estos ecosistemas, generando nuevos conocimientos sobre la diversidad de los humedales de esta área protegida.

REFERENCIAS

Bailey, R. C., Linke, S., & Yates, A. G. (2014). Bioassessment of freshwater ecosystems using the Reference Condition Approach: comparing established and new methods with common data sets. *Freshwater Science*, 33(4), 1204-1211.

Barbour, M. T. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. US Environmental Protection Agency, Office of Water.

Boulton, A., Brock, M., Robson, B., Ryder, D., Chambers, J., & Davis, J. (2014). *Australian freshwater ecology: processes and management*. John Wiley & Sons.

Bragazza, L., Rydin, H., & Gerdol, R. (2005). Multiple gradients in mire vegetation: a comparison of a Swedish and an Italian bog. *Plant Ecology*, 177(2), 223-236.

Boulton, A., Brock, M., Robson, B., Ryder, D., Chambers, J., & Davis, J. (2014). *Australian freshwater ecology: processes and management*. John Wiley & Sons.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (2014). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.

Fernández, H., & Domínguez, E. (2001). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. *Entomotropica*, 16(3), 219.

Flachier, A., Chinchero, M., Lima, P., & Villarroel, M. (2009). Caracterización ecológica de las turberas y bofedales del sistema de humedales Amaluza, nudo de Sabanilla, provincia de Loja, Ecuador. *Proyecto de Gestión de Humedales Altoandinos. EcoCiencia-Ministerio del Ambiente, Quito*.

Furlonge, T., Dyer, F., & Davis, J. (2015). The influence of differing protected area status and environmental factors on the macroinvertebrate fauna of temperate austral wetlands. *Global Ecology and Conservation*, 4, 277-290.

Giller, PS (2005). Restauración fluvial: buscando estándares ecológicos. Introducción del editor. *Revista de Ecología Aplicada*, 42 (2), 201-207.

Glina, B., Piernik, A., Hulisz, P., Mendyk, Ł., Tomaszewska, K., Podlaska, M., ... & Spychalski, W. (2019). Water or soil—What is the dominant driver controlling the vegetation pattern of degraded shallow mountain peatlands?. *Land Degradation & Development*, 30(12), 1437-1448.

Griffiths, N. A., Sebestyen, S. D., & Oleheiser, K. C. (2019). Variation in peatland porewater chemistry over time and space along a bog to fen gradient. *Science of the Total Environment*, 697, 134152.

Hauer, F. R., & Resh, V. H. (2007). Chapter 20: Macroinvertebrates in *Methods in Stream Ecology 2nd edn* (eds Hauer, FR & Lamberti, GA) 435–454.

Hill, B. H., Jicha, T. M., Lehto, L. L., Elonen, C. M., Sebestyen, S. D., & Kolka, R. K. (2016). Comparisons of soil nitrogen mass balances for an ombrotrophic bog and a minerotrophic fen in northern Minnesota. *Science of the Total Environment*, 550, 880-892.

Janssen, M. A., Schoon, M. L., Ke, W., & Börner, K. (2006). Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global environmental change*, 16(3), 240-252.

Jara, C., Delegido, J., Ayala, J., Lozano, P., Armas, A., & Flores, V. (2019). Estudio de bofedales en los Andes ecuatorianos a través de la comparación de imágenes Landsat-8 y Sentinel-2. *Revista de teledetección*, (53), 45-57.

Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., ... & Robarts, R. D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic sciences*, 75(1), 151-167.

Kripa, P. K., Prasanth, K. M., Sreejesh, K. K., & Thomas, T. P. (2013). Aquatic macroinvertebrates as bioindicators of stream water quality-a case study in Koratty, Kerala, India. *a*, 2(1), 217-222.

Lowe, S. (2009). *Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 8: Insecta II. Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Trichoptera and Lepidoptera*: edited by IJ de Moor, JA Day and FC de Moor.

Ma, T., Li, X., Bai, J., & Cui, B. (2019). Habitat modification in relation to coastal reclamation and its impacts on waterbirds along China's coast. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00585.

Madriñán, S., Cortés, A. J., & Richardson, J. E. (2013). Páramo is the world's fastest evolving and coolest biodiversity hotspot. *Frontiers in genetics*, 4, 192.

Mandahl Barth, G. (1954). *The freshwater mollusks of Uganda and adjacent territories*. Tervuren.

Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (Eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall Hunt.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological economics*, 35(1), 25-33.

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands*. John Wiley & Sons.

Moreno-Mateos, D., Power, M. E., Comín, F. A., & Yockteng, R. (2012). Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLoS Biol*, 10(1), e1001247.

- Murray, N. J., Clemens, R. S., Phinn, S. R., Possingham, H. P., & Fuller, R. A. (2014). Tracking the rapid loss of tidal wetlands in the Yellow Sea. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(5), 267-272.
- Nicia, P., Bejger, R., Zadrozny, P., & Sterzyńska, M. (2018). The impact of restoration processes on the selected soil properties and organic matter transformation of mountain fens under *Caltho-Alnetum* community in the Babiogórski National Park in Outer Flysch Carpathians, Poland. *Journal of Soils and Sediments*, 18(8), 2770-2776.
- Pennak, R. W. (1955). Fresh-water invertebrates of the United States. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery (Formerly Journal of Aquatic Ecosystem Health)*, 7(1), 126-126.
- Ramsar Convention on Wetlands. (2018). Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and Their Services to People
- Rebello, A. J., Scheunders, P., Esler, K. J., & Meire, P. (2017). Detecting, mapping and classifying wetland fragments at a landscape scale. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 8, 212-223.
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá, Colombia: Impreades Prescencia S.A.
- Sieben, E. J., Khubeka, S. P., Sithole, S., Job, N. M., & Kotze, D. C. (2018). The classification of wetlands: integration of top-down and bottom-up approaches and their significance for ecosystem service determination. *Wetlands Ecology and Management*, 26(3), 441-458.
- Simas, T. C., & Ferreira, J. G. (2007). Nutrient enrichment and the role of salt marshes in the Tagus estuary (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(3), 393-407.
- Sklenář, P., Dušková, E., & Balslev, H. (2011). Tropical and temperate: evolutionary history of páramo flora. *The Botanical Review*, 77(2), 71-108.
- Smith, J. M. B., & Cleef, A. M. (1988). Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *Journal of Biogeography*, 631-645.
- Sottocornola, M., Laine, A., Kiely, G., Byrne, K. A., & Tuittila, E. S. (2009). Vegetation and environmental variation in an Atlantic blanket bog in South-western Ireland. *Plant Ecology*, 203(1), 69-81.
- Sun, Z., Sun, W., Tong, C., Zeng, C., Yu, X., & Mou, X. (2015). China's coastal wetlands: conservation history, implementation efforts, existing issues and strategies for future improvement. *Environment International*, 79, 25-41.
- Townshend, J. R. G., Justice, C. O., Skole, D., Malingreau, J. P., Cihlar, J., Teillet, P., ... & Ruttenberg, S. (1994). The 1 km resolution global data set: needs of the International Geosphere Biosphere Programme. *International Journal of Remote Sensing*, 15(17), 3417-3441.
- Van Donk, E., & van de Bund, W. J. (2002). Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto-and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic botany*, 72(3-4), 261-274.
- Weitzel, R. G., & Hough, R. A. (1972). *PRODUCTIVITY AND ROLE OF AQUATIC MACROPHYTES IN LAKES: AN ASSESSMENT* (No. COO-1599-54; CONF-720620-1). Michigan State Univ., Hickory Corners. WK Kellogg Biological Station.

Yamada, K., Tanaka, Y., Era, T., & Nakaoka, M. (2014). Environmental and spatial controls of macroinvertebrate functional assemblages in seagrass ecosystems along the Pacific coast of northern Japan. *Global Ecology and Conservation*, 2, 47-61.

Zhang, Y., Jeppesen, E., Liu, X., Qin, B., Shi, K., Zhou, Y., & Deng, J. (2017). Global loss of aquatic vegetation in lakes. *Earth-Science Reviews*, 173, 259-265.

GRUPOS TRÓFICOS FUNCIONALES DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS ASOCIADOS A *Eichornia crassipes* Y *Pistia stratiotes* EN UNA MADRE VIEJA DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 04/06/2022

Daniel Andrés Feriz García

Fundación Universitaria de Popayán
Grupo de investigación Unidad de investigación
en ecología tropical-UNIET
Popayán, departamento del Cauca-Colombia,
Calle 5 # 8-58

CvLac: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001422550
<https://orcid.org/0000-0002-6290-9688>

Julieth Chacón Paja

Fundación Universitaria de Popayán
Grupo de investigación Unidad de investigación
en ecología tropical-UNIET
Popayán, departamento del Cauca-Colombia,
Calle 5 # 8-58

RESUMEN: Se realizó un estudio comparativo de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos asociados a dos macrofitas acuáticas flotantes, *Pistia stratiotes* y *Eichornia crassipes*, las cuales dominaban el 100% del espejo de agua dentro de un humedal en estado de sucesión terminal en el municipio de Jamundí, departamento del valle del cauca-Colombia. Los muestreos de plantas flotantes se desarrollaron durante tres meses consecutivos en temporada de transición verano-invierno, la colecta se realizó por medio tamiz de maya fina. Los macroinvertebrados acuáticos se extrajeron de las macrofitas, se identificaron hasta el nivel de

género, se contaron y se determinó, la riqueza, abundancia y roles tróficos funcionales. Se colectó un total de 2803 individuos distribuidos en 40 géneros, 26 familias y 12 órdenes, dentro de las cuales los dípteros, coleópteros y Gasterópodos fueron los más representativos. Los organismos colectados se agruparon en los roles tróficos funcionales depredador, colector recolector, colector filtrador, raspador y triturador; los grupos más ricos y abundantes en las dos plantas fueron depredadores y los colectores recolectores, seguidos de trituradores, reflejando la importancia del rol de los depredadores en las dinámicas poblacionales de los macroinvertebrados en las lagunas y la importancia de la retención por las raíces de la materia orgánica particulada como fuente de alimento para colectores.

PALABRAS CLAVE: Macrófitas acuáticas, role trófico funcional, humedal, macroinvertebrados, *Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*.

1 | INTRODUCCION

Los humedales están entre los ecosistemas más productivos y proporcionan una variedad de beneficios como, almacenamiento de agua y mitigación de inundaciones, recarga de acuíferos subterráneos, retención de nutrientes y sedimentos, además de generar beneficios económicos como suministro de agua, pesquería, agricultura, entre otras (UICN, 2002); además son refugio, zona de alimentación y reproducción de un sin número de organismos de fauna acuática como los macroinvertebrados acuáticos.

Generalmente humedales como Madres Viejas, las cuales son antiguos canales de ríos separados de su canal principal que a su vez no necesariamente son aislados de éste. Así mismo, presentan características eutróficas por su poca profundidad y alta carga de nutrientes y materia orgánica, siendo adecuados para la colonización de extensas zonas por macrófitas acuáticas las cuales ofrecen una gran variedad de hábitats para los macroinvertebrados acuáticos contribuyendo con el flujo de materia y energía en el humedal; sin embargo un incremento descontrolado de las macrófitas acuáticas repercuten en la calidad del agua y de esta manera afecta la composición y diversidad de la fauna asociada a esta vegetación (Roldan y Ramirez, 2008, Martínez, 2008). Entre los macroinvertebrados acuáticos que habitan estos humedales se encuentran Moluscos, Dípteros, Coleópteros, Hemípteros y Oligoquetos, los cuales desempeñan un papel importante dentro de las cadenas tróficas, procesando detritos, materia orgánica particulada gruesa y fina (MOPG y MOPF) además de material leñoso. Éstos organismos son el alimento de consumidores secundarios, tanto invertebrados como vertebrados, representando una fuente importante de proteína para muchas especies de aves acuáticas (Bogut, Vidaković, Palijan, y Čerba, 2007).

Debido a que en el humedal Cucho de Yegua se han desarrollado coberturas monoespecíficas de plantas flotantes las cuales están separadas unas de otras, se pretende con este trabajo determinar si hay diferencias en la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados y sus roles tróficos asociados a las especies de plantas flotantes *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*.

2 | MATERIALES Y METODOS

2.1 Área de estudio

La madre vieja Cucho de Yegua se encuentra ubicada en el municipio de Jamundí, corregimiento de Quinamayó en el departamento del Valle del Cauca-Colombia; este ecosistema se localiza en una zona de vida de bosque seco Tropical (bs-T) bajo las coordenadas N: 03° 50' 16,0 W: 076° 23' 17,0, a una altura de 965,2 msnm; este humedal se puede clasificar como un sistema acuático en estado de sucesión terminal (CVC, 2008). Las tierras están dedicadas a la agricultura mecanizada (caña de azúcar, arroz, maíz) y agricultura con el sistema de producción denominado Finca Tradicional (cítricos, papaya y cacao, entre otros) además de la ganadería extensiva con presencia de pastos naturales y mejorados.

Esta reducción del espejo hídrico permite el establecimiento de sistemas productivos agropecuarios como la ganadería extensiva que genera un aporte alóctono de nutrientes al sistema, aumentando los niveles de productividad primaria e incrementando los niveles de colmatación del sistema, alterando las características físicas, químicas y biológicas

acrecentando la presencia de macrófitas de la especie *Eichhorna crassipes* y *Pistia stratiotes* (Figura 1,2).

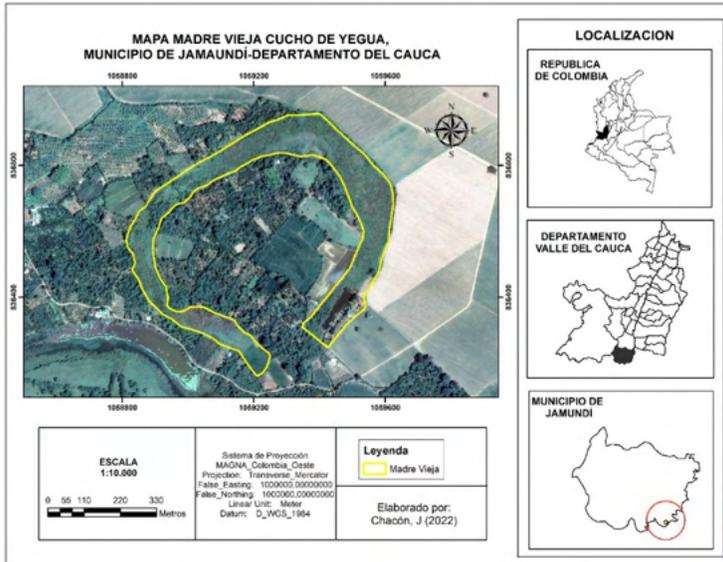


Figura 1. Ubicación de la madre vieja Cucho de Yegua en el municipio de Jamundi, departamento del Valle del Cauca-Colombia.



Figura 2. Estación de muestreo en la madre vieja Cucho de Yegua; a la izquierda el área dominada por *Pistia stratiotes* y a la derecha por *Eichhorna crassipes*.

Los muestreos se llevaron a cabo durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2011 en la madre vieja Cucho de Yegua.

2.2 Muestreo de las Macrófitas acuáticas flotantes y de Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales (MAE)

- **Fase de campo:** Las macrófitas acuáticas flotantes fueron removidas con la ayuda de un tamiz de marco de madera de 50 cm x 50 cm con maya de hilo fino con una abertura de poro de 376 μm (Saixso, 2002; Ministerio del Medio Ambiente del Ebro, 2005 y Darrigran *et al.* 2007). Se tomaron 6 muestras (cua-

drantes) por cada una de las especies de plantas (*Eichhorna crassipes* y *Pistia stratiotes*) durante los tres meses de muestreo; cada planta fue empaquetada en bolsas herméticas con alcohol al 80% y transportadas al laboratorio de Recursos hidrobiológicos de la Universidad del Cauca para su revisión.

- **Fase de laboratorio:** Las plantas de cada muestra fueron lavadas, para desprender los Macroinvertebrados acuáticos de las plantas. El residuo del balde se pasó por un tamiz de poro de 376 μm para la recolección de e identificación de los macroinvertebrados acuáticos hasta el nivel de género; se le determinó el rol trófico funcional teniendo en cuenta las categorías propuestas por Merritt y Cummins, (2008).

2.3 Tratamiento estadístico

Para la riqueza, abundancia de individuos y de roles tróficos se realizó una estadística descriptiva básica; Para determinar si las diferencias entre la riqueza y abundancia de los roles tróficos varían entre cada especie de macrófita y temporada de muestreo, se efectuó un análisis de Varianza Paramétrica (ANOVA) y no paramétrica (Kruskall Wallis) por medio del programa SPSS versión 11.0.

3 | RESULTADOS

3.1 Composición de macroinvertebrados acuáticos

La riqueza de macroinvertebrados asociados a las dos especies de macrófitas acuáticas flotantes de la madre vieja Cucho é Yegua, estuvo compuesta por 40 géneros distribuidos en 26 familias, 12 ordenes, 6 clases dentro de los Phylum Artrópoda, Mollusca y Annelida. Dentro del grupo de los artrópodos la clase más representativa debido a su riqueza de géneros fue Insecta (77,5%) conteniendo los órdenes más dominantes y diversos como Díptera (51%) y Coleóptera (32%). Seguido del Phylum Mollusca, en el cual el orden Gastrópoda fue el más diversos con 4 géneros, que en conjunto con el orden Bivalvia representan el 100% de los moluscos dentro de los macrófitos; por otro lado, se colectó baja variedad de anélidos dentro del humedal con solo 3 géneros dentro de los órdenes Glossiphoniiphormes (Sanguijuela) y Oligochaeta (Lombriz).

De los 40 géneros colectados, 4 de ellos no fue posible identificarlos debido a la poca información de estudios taxonómicos de las comunidades dentro de humedales. Con respecto a la variación de la riqueza, ésta no mostró una diferencia estadísticamente significativa entre macrófitas, ni en los diferentes meses de muestreo ($F = 1,24$, $p > 0,05$) (Figura 3); sin embargo, *Eichhorna crassipes* albergó una variedad de organismos mayor. Igualmente, en los diferentes meses de muestreo se identificó que tienden a incrementar los géneros en el mes de octubre (figura 4), debido al aumento en la cantidad de agua en el sistema y al incremento progresivo en el número de plantas flotantes y sus biomasas (Marçal, y Callil, 2008; Rivera *et al*, 2010; Rivera-Usme, 2011).

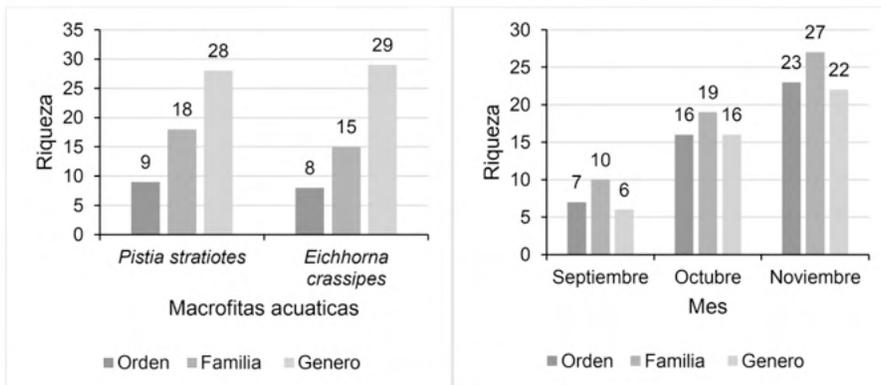


Figura 3. Distribución de la riqueza de órdenes, familias y géneros en los dos tipos de coberturas vegetales estudiadas y meses muestreados.

Con respecto a las abundancias registradas, los resultados indican que hay una diferencia significativa entre las abundancias colectadas en los tres meses de muestreo, diferenciándose cada mes el uno del otro ($X^2 = 19,16$, $p < 0,01$) (Figura 4). Por el contrario, la prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas entre las dos plantas estudiadas ($U = 112,5$, $p > 0,05$) por lo que las diferencias morfológicas (Biomásas, número de hojas y longitud máxima de raíz) que presentaron las macrófitas proporcionan similares condiciones para el establecimiento de un número alto de individuos.

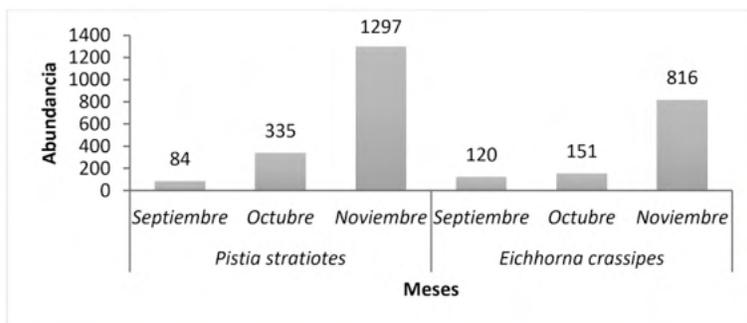


Figura 4. Comportamiento de la abundancia de macroinvertebrados acuáticos entre las dos especies de macrófitas y meses de muestreo.

3.2 Grupos Tróficos Funcionales (GTF) asociados a las macrófitas acuáticas

En la Tabla 1 se presenta la identificación taxonómica de los organismos colectados y su respectiva asignación a grupos dietarios. La totalidad de los individuos colectados ($S = 40$) fueron clasificados en 5 grupos funcionales dietarios de acuerdo a la propuesta de Merritt y Cummins (1996), Chará *et al.* (2010) y Poi de Neiff y Neiff (2006), donde el 45% de

los géneros (18) pertenecen al grupo de los depredadores (Figura 5a), siendo *Probezzia*, *Alluadomyia*, Tanypodinae, *Tabanus* y *Agabus* los dominantes en el área estudiada por sus abundancias; cabe resaltar que estos organismos pertenecen al orden díptera; de igual manera el mayor número de individuos colectado (59%) pertenecen a éste rol trófico funcional (Figura 5b). En segundo lugar, se encuentra los grupos trituradores y colectores-recolectores cada uno con 7 géneros registrados (17%) (Figura 5a), sin embargo, sus abundancias variaron, siendo mayores las del grupo colectores-recolectores (25%) que las de los trituradores (12%) (Figura 7b).

Taxa	Orden	Familia	Género	Macrófitas		GTF
				Ps	Ec	
Coleóptera		Curculioniidae	<i>Neochetina</i>	1	291	Tr
		Dytiscidae	<i>Laccophilus</i>	0	3	D
		Dytiscidae	<i>Agabus p</i>	0	18	D
		Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	0	1	D
		Hydrophilidae	<i>Sphaeridium</i>	0	3	D
		Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	1	3	Tr
		Hydrophilidae	<i>Helophorus</i>	1	0	Tr
		Noteridae	<i>Hydrocanthus</i>	1	0	D
		Scirtidae	<i>Cyphon</i>	0	1	Ra
		Scirtidae	<i>Elodes</i>	1	0	Ra
Díptera		Culicidae	<i>Culex</i>	0	1	CF
		Ceratopogonidae	<i>Alluadomyia</i>	268	44	D
		Ceratopogonidae	<i>Probezzia</i>	767	123	D
		Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia</i>	11	5	D
		Chironomidae	<i>Orthoclaadiinae</i>	97	18	CR
		Chironomidae	<i>Tanypodinae</i>	67	20	D
		Muscidae	<i>Lispe sp</i>	0	1	D
		Muscidae	<i>Hemerodromia</i>	0	3	D
		Psychodidae	<i>Psychodidae</i>	189	35	CR
		Sciomyzidae	<i>Sepedon</i>	3	0	D
		Stratiomyiidae	<i>Odontomia</i>	173	7	CR
		Syrphidae	<i>Eristalis</i>	0	2	CR
		Tabanidae	<i>Chrysops</i>	35	9	CR
		Tabanidae	<i>Tabanus</i>	45	25	D
		Tipulidae	<i>Tipula</i>	0	5	Tr
		Tipulidae	<i>Molophilus</i>	1	0	Tr

Taxa	Orden	Familia	Género	Macrófitas		GTF
				Ps	Ec	
Odonata		Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	1	0	D
		Coenagrionidae	<i>Telebasis</i>	1	0	D
Hemíptera		Belostomatidae	<i>Lethocerus</i>	0	1	D
Lepidóptera		Pyralidae	<i>Nymphula</i>	1	0	Tr
		Pyralidae	<i>NN(octubre)</i>	1	1	Tr
Glossiphoniiphormes		Glossiphoniidae	<i>Glossiphoniidae</i>	0	7	D
Haplaotaxida		Aelosomatidae	<i>Histrycosoma</i>	1	13	CR
		Aelosomatidae	<i>Aelosoma</i>	2	0	CR
Mesogastrópoda		Ampullariidae	<i>Pomacea</i>	29	16	Ra
		Thiaridae	<i>Melanoides</i>	5	3	Ra
Unionoida		Hyriidae	<i>Hyriidae</i>	3	19	CF

Tabla 1. Composición, estructura y Grupos tróficos funcionales dentro de los taxa colectados en las coberturas dominadas por: Ps= *Pistia stratiotes*, Ec= *Eichhorna crassipes*. RTF= Roles tróficos funcionales.

Entre los trituradores, los más importantes por su abundancia fueron *Neochetina sp*, *Tipula sp*, *Berosus sp* y Pyralidae (género NN); dentro de estos grupos, los coleópteros fueron los más representativos por dominar el recurso especialmente *Neochaetina sp*, sin embargo, este género se encontró casi exclusivamente en *Eichhorna crassipes*, por lo que se puede decir que esta planta es una fuente de alimento específica para este grupo en particular (Franceschini, 2003).

Dentro de los colectores-recolectores los más representativos fueron *Psychodidae*, *Odontomia*, *Orthoclaadiinae*, *Chrysopse* *Histrycosoma*, los cuales pertenecen al orden Díptera a excepción de *Histrycosoma*. Dentro de los dípteros la familia *Psychodidae* fue la más abundante, dominando principalmente en *Pistia stratiotes*, lo mismo que el resto de géneros a excepción de *Histrycosoma sp* que fue más numeroso en *Eichhorna crassipes* (Tabla 1).

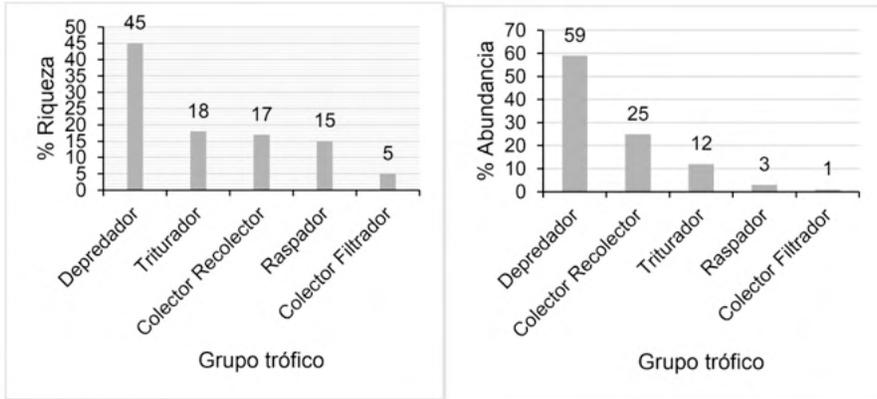
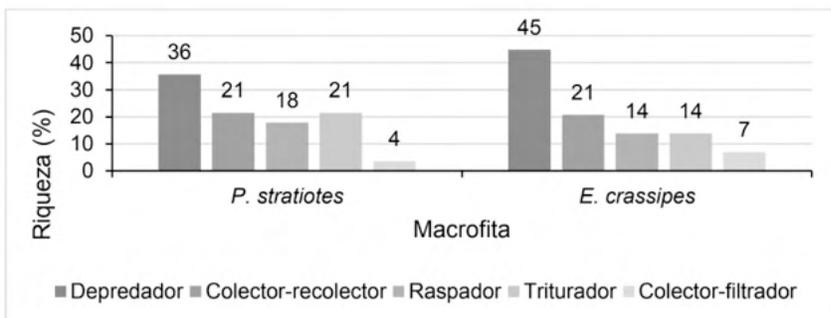


Figura 5. Distribución porcentual de los grupos tróficos funcionales colectados desde el punto de vista de: a) la riqueza de géneros y b) la abundancia de cada grupo trófico funcional.

Los organismos que se alimentan de perifiton se agrupan dentro de los raspadores y por su riqueza aportan el 15% del total de géneros colectados, siendo los moluscos *Pomacea*, *Melanoides*, *Gyrulus* los más representativos, alcanzando sus mayores densidades en *Pistia stratiotes*; sin embargo, representan solo el 3% del total de organismos colectados (Figura 6 a, b). La escases de raspadores se puede atribuir al déficit del alimento necesario para su supervivencia (Perifiton), problema atribuido a la escasa penetración lumínica dentro de coberturas dominadas por macrófitas acuáticas flotantes (Giorgi et al. 2005; Poi de Neiff y Neiff, 2006).

Por último, solo se colectó dos géneros del grupo de los colectores filtradores (Hyridae: Bivalvia y *Culex sp.* Díptera), quizás por el exceso de material particulada fino, lo cual dificulta la alimentación, puesto que se taponan sus estructuras alimenticias (pelos y cerdas). Este grupo trófico funcional solo representa el 1% del total de organismos colectados y se colectó mayormente dentro de las raíces de *Eichhorna crassipes*.

a.



b.

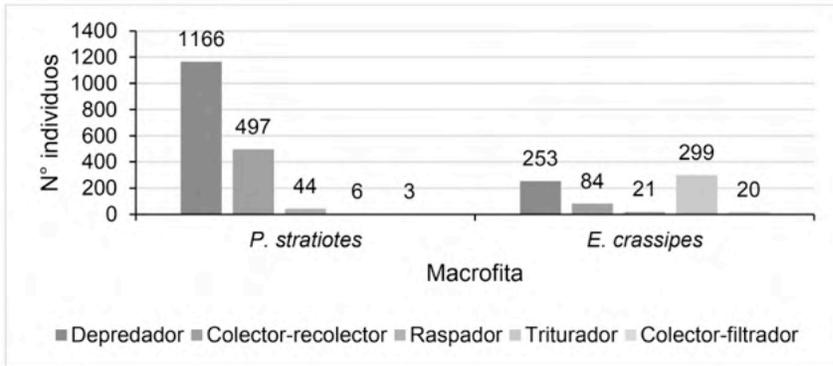


Figura 6. Distribución de la riqueza (a.) y las abundancias (b.) de los diferentes grupos tróficos funcionales dentro de cada cobertura vegetal estudiada.

4 | DISCUSIÓN

La composición funcional trófica de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, cuantificados como las proporciones de los diferentes grupos tróficos funcionales (GTFs), tiene implicaciones importantes para el funcionamiento del ecosistema (Boyero, 2005), ya que evidencia el flujo de la materia orgánica y el estado de esta, ya sea como materia orgánica particulada gruesa (MOPG), materia orgánica particulada fina (MOPF) y fitoplancton entre otros (Albertoni; Prellvitz, y Palma-Silva, 2007).

Dentro de cada cobertura vegetal estudiada, tanto en *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* se registraron los mismos grupos tróficos, variando la riqueza de géneros dentro de cada categoría y sus abundancias. En *Eichhornia crassipes*, el grupo que alcanzó la mayor riqueza fueron los depredadores, representando el 45% (13 géneros), donde *Tabanus*, *Tanypodinae*, *Alluadomyia*, *Probezzia*, *Agabus*, representan el 90% del total de depredadores colectados en *Eichhornia crassipes* (230 individuos). Dentro de *Pistia stratiotes* se colectó el 36% (10 géneros) del total de géneros colectados, siendo los más representativos dentro de esta cobertura *Tabanus*, *Tanypodinae*, *Alluadomyia sp*, *Probezzia*, *Stilobezzia*, alcanzando el 99% (1158) de las abundancias colectadas. Podemos inferir que las dinámicas del flujo energético son lideradas por los depredadores, controlando las poblaciones individuos los cuales podrían ser un problema para la salud humana y animal, como los Culicidos, Quironomos, Syrphidos y Tabanidos.

Los colectores-recolectores presentan el mismo número de géneros, sin embargo, en *Pistia stratiotes* fueron mucho más abundantes. De los 7 géneros colectados dentro de este grupo trófico funcional, fueron compartidos 5 (*Odontomia*, *Chrysops*, *Orthoclaadiinae*, *Psychodidae* e *Histrycosoma*) y solo dos géneros fueron colectados dentro de una sola especie vegetal: *Eristalis sp* (Lepidóptera en *Eichhornia crassipes*) y *Aelosoma sp* (Oligochaeta, *Pistia stratiotes*) lo que quiere decir que debido a la alta disposición de

materia orgánica particulada atrapada en las raíces de las dos plantas, estas ofrecen las mismas condiciones para ser habitadas por los mismos géneros; de acuerdo a Poi de Neiff y Carignan, (1997), 100g (peso seco) de raíces de *E. crassipes* pueden retener 170g de materia orgánica particulada fina, esto representa una importante oferta para los recolectores, sin embargo en grandes cantidades puede afectar a ésta comunidad ya que sus estructuras de recolección se saturan e impiden la captura de la materia orgánica; lo mismo pasa con los organismos filtradores los cuales dependen de los flujos de agua para obtener su alimento y debido a la gran cantidad de materia orgánica particulada y la escases de flujo de agua saturan completamente las estructuras filtradoras impidiendo la alimentación, lo que se ve representado en una baja riqueza y abundancia de estos organismos.

Los grupos de Trituradores, filtradores y raspadores, tuvieron una baja riqueza y abundancia debido a que la disponibilidad del alimento para estos grupos es muy escaso como es el caso del perifiton y la materia orgánica particulada fina suspendida en la columna de agua.

5 | CONCLUSIONES

Los estudios referidos a los invertebrados que viven en las plantas acuáticas de la planicie de grandes ríos como el Paraná, el Orinoco y el Cauca, han sido enfocados en la influencia de las condiciones abióticas sobre la abundancia de las poblaciones animales. Son escasos los trabajos donde se comparan los invertebrados fitófilos en diferentes especies de plantas acuáticas, esto se debe al tiempo que consume la separación de los invertebrados y a las dificultades que plantea la identificación de taxa presentes en estadio de larva. Hasta la fecha, se han realizado algunos trabajos acerca de la presencia o abundancia de invertebrados en diferentes humedales del Valle del Cauca (Wright y Ruiz 1993; CVC, 2008); sin embargo, ninguno de estos trabajos ha realizado un inventario, ni evaluado la composición de la comunidad su relación con las macrófitas acuáticas dominantes de estos humedales.

Dentro de los grupos tróficos funcionales encontrados, los depredadores y colectores-recolectores presentaron mayor riqueza en *Eichhorna crassipes*, mientras que *Pistia stratiotes* ofrece más recursos para los colectores recolectores, raspadores y trituradores encontrándose la mayor riqueza de estos grupos y las mayores densidades en esta planta. Se puede evidenciar la importancia de *Eichhorna crassipes* sobre el grupo de los trituradores especialmente para el coleóptero *Neochaetina* quien se alimenta de esta planta en donde alcanzó la mayor densidad de individuos. Cabe resaltar la importancia de este género de Curculionido como control biológico del buchón de agua (*Eichhorna crassipes*).

REFERENCIAS

1. **Albertoni; Prellvitz, y Palma-Silva, (2007).** Macroinvertebrate fauna associated with *Pistia stratiotes* and *Nymphoides indica* in subtropical lakes (south Brazil). *Brazil.Biol.*, vol.67(3),.499-507 [online],... http://dx.doi.org/10.1590/S1519-6984_2007000300015
2. **Bogut, Vidaković, Palijan, y Čerba, (2007).** Benthic macroinvertebrates associated with four species of macrophytes. *Bratislava, Springer*, vol 62 (5): 600—606.
3. **Boyero, (2005).** Multiscale variation in the functional composition of stream macroinvertebrate communities in low-order mountain streams. *Limnetica*, vol 24(3-4): 245-250. Disponible en: <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-24-2-p-245.pdf>
4. **Chará-Serna, Chará, Zúñiga, Pedraza, Giraldo, (2010).** Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Univ. Sci.* [revista en la Internet], vol 15(1): 27-36.: Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012274832010000100003&lng=es.
5. **Darrigran, Vilches, Legarralde y Damborenea, (2007).** Guía para el estudio de macroinvertebrados- Métodos de colecta y técnicas de fijación. Argentina, ProBiot. Serie técnica didáctica No 10. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277100637_Guia_para_el_estudio_de_macroinvertebrados_-_Metodos_de_colecta_y_tecnicas_de_fijacion
6. **Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca (CVC), (2008).** Caracterización geológica y biológica y ordenamiento de los humedales del valle alto del río Cauca y diagnóstico del estado de la franja forestal protectora. Estudio de la dinámica del complejo de humedales en el valle alto del río Cauca, Convenio Interadministrativo 0144. Universidad del Valle. Vol 4. Disponible en: https://www.cvc.gov.co/ecopedia/sites/default/files/archivosAdjuntos/dinamica_del_compeljo_de_hum_alto_rio_cauca.pdf
7. **Franceschini, (2003).** Lesiones producidas por fitófagos en *Eichhorna crassipes* (Mart.) Solms. Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL) – CONICET.
8. **Giorgi, Feijoó, y Tell, (2005).** Primary producers in a Pampean stream: temporal variation and structuring role. *Biodiversity and Conservation*, vol 14: 1699 1718.
9. **Marçal, y Callil, (2008).** Structure of invertebrates community associated with *Eichhorna crassipes* after the introduction of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in the Upper Paraguay River. Brazil, *Acta Limnol. Bras.*, vol. 20 (4): 359-371.
10. **Merritt, y Cummins, (2008).** An introduction to the aquatic insect of North America. Kendall/Hunt. 4ª edición.
11. **Ministerio del Medio Ambiente, confederación hidrográfica del Ebro. (2005).** Protocolo para el muestreo y análisis de macrófitos. Metodología para el establecimiento del estado ecológico bajo la directiva Marco del Agua. Disponible en: https://www.academia.edu/4082605/Protocolos_de_muestreo_y_an%C3%A1lisis_paraMINISTERIO_DE_MEDIO_AMBIENTE_CONFEDERACION_DE_HIDROGRAFIA_DEL_EBRO
12. **Poi de Neiff, y Neiff, (2006).** Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Interciencia*, vol. 31(3).

13. **Poi de Neiff, y Carignan, (1997)**. Macroinvertebrates on *Eichhorna crassipes* roots in two lakes of the Paraná River floodplain. Argentina, *Hydrobiologia* 345: :185-196.
14. **Rivera Usme, (2011)**. Relación entre la composición y biomasa de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y las variables físicas y químicas en el humedal Jaboque Bogotá-Colombia. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, 110p. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7752/01190382.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. **Rivera, Zapata, Pérez, Morales, Ovalle y Alvarez, (2010)**. Caracterización Limnológica de humedales de la planicie de inundación del Río Orinoco (Orinoquía, Colombia). *Acta biol. Colomb.*, Vol. 15 (1): 145 – 166.
16. **Saixso, (2002)**. Manual de campo para el muestreo de bentos. Chile, Universidad Nacional de la Patagonia, vol1. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/37709808/manual-de-campo-para-el-muestreo-del-bentos-facultad-de->
17. **Union Mundial Para La Naturaleza -UICN, (2002)**. Seguimiento de las directrices de la convención RAMSAR en la planificación de los humedales de importancia internacional. Oficina regional para mesoamerica, gobierno de Noruega Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2002-047.pdf>
18. **Wright, y Ruiz, (1993)**. Comparison of aquatic macroinvertebrate populations from two marsh microhabitats in Palo Verde National Park in Costa Rica. San José, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales (OET): 29-34

CAPÍTULO 6

HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA MOJARRA AMARILLA *Caquetaia kraussi* EN LA CIÉNAGA DE AYAPÉL, COLOMBIA

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 15/09/2022

Charles W. Olaya-Nieto

Laboratorio de Investigación Biológico
Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias
Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia, Universidad de Córdoba
Lorica, Colombia
<http://orcid.org/0000-0002-9045-641X>

John J. Arellano-Padilla

Semillero de Investigación Biológico Pesquera-
SIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas,
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
Universidad de Córdoba
Lorica, Colombia
Océanos S. A.
<https://orcid.org/0000-0001-5097-2738>

Xiomara E. Cogollo-López

Semillero de Investigación Biológico Pesquera-
SIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas,
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
Universidad de Córdoba. Lorica, Colombia
Laboratorio de Sanidad Acuícola y Calidad de
Agua, Departamento de Ciencias Acuícolas,
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
Universidad de Córdoba, Montería, Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-9929-4210>

Ángel L. Martínez-González

Laboratorio de Investigación Biológico
Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias
Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia, Universidad de Córdoba
Lorica, Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-9224-1976>

Glenys Tordecilla-Petro

Laboratorio de Investigación Biológico
Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias
Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia, Universidad de Córdoba
Lorica, Colombia
Institución Educativa Lácides C. Bersal,
Alcaldía municipal de Lorica, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-7618-8615>

Fredys F. Segura-Guevara

Laboratorio de Investigación Biológico
Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias
Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia, Universidad de Córdoba
Lorica, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-9129-984X>

Osnamir Brú-Cordero

Facultad de Ciencias e Ingenierías, Universidad
del Sinú Elías Bechara Zainúm. Montería,
Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-9425-9475>

RESUMEN: Se estudiaron los hábitos alimentarios de la Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) en la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge, Colombia. El contenido estomacal fue evaluado mediante el coeficiente de vacuidad, grado de digestión, frecuencia de ocurrencia, frecuencia numérica, gravimetría, y se estimaron el nicho trófico, el índice de equidad, la relación longitud intestinal-longitud total, las preferencias alimentarias de acuerdo con la talla y el índice de importancia relativa. La mayoría de los estómagos estudiados se encontraron vacíos (78.9%), mientras que

gran parte del alimento consumido (52.9%) estaba medio digerido. Se identificaron 4 grupos alimentarios en la dieta: Peces, Material vegetal, Insectos y Materia orgánica no identificada (MONI). Peces fue el grupo alimentario más frecuente (65.5%), abundante (65.3%) y de mayor composición en peso (95.0%), constituyéndose en el alimento principal o de mayor importancia en la dieta (IIR =62.2%), mientras que Material vegetal, Insectos y MONI fueron de baja importancia relativa o incidentales. Los resultados obtenidos sugieren que la Mojarra amarilla presenta una dieta carnívora con preferencia por los peces, que mantiene dichas preferencias alimentarias a medida que crece, pero que el consumo de solo Peces en las mayores longitudes sugiere una variación ontogenética en su dieta.

PALABRAS CLAVE: Preferencias alimenticias, Ecología trófica, Estado de bienestar, Seguridad alimentaria, Cuenca del río San Jorge.

FEEDING HABITS OF MOJARRA AMARILLA *Caquetaia kraussii* IN THE CIENAGA DE AYAPEL, COLOMBIA

ABSTRACT: The feeding habits of Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) in the cienaga de Ayapel, San Jorge River basin, Colombia were studied. The stomach content was evaluated using the proportion of empty stomachs, grade of digestion, frequency of occurrence, numerical frequency, gravimetry, and the trophic niche, the equity index, the gut length-total length relationship, food preferences according to size and the relative importance index were estimated. Most of the stomachs studied were empty (78.9%), while a large part of the food consumed (52.9%) was half digested. Four food groups were identified in the diet: Fish, Vegetal matter, Insects and Unidentified organic matter (UOM). Fish was the most frequent food group (65.5%), abundant (65.3%) and with the highest weight composition (95.0%), becoming the main or most important food in the diet (IIR = 62.2%), while Vegetal matter, Insects and MONI were of low relative importance or incidental. The results obtained suggest that the yellow mojarra has a carnivorous diet with a preference for fish, which maintains these food preferences as it grows, but that the consumption of only fish in the greatest lengths suggests an ontogenetic variation in its diet.

KEYWORDS: Food preferences, Trophic ecology, Welfare state, Food safety, San Jorge River basin.

1 | INTRODUCCIÓN

La Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) es una especie de pez endémica de Colombia (MILES, 1947; DAHL, 1971; GALVIS et al., 1997) y Venezuela (LASSO & MACHADO-ALLISON, 2000), que habita en los planos inundables de las aguas continentales (DAHL & MEDEM, 1964) y alcanza 35.1 cm de longitud total en la cuenca del río Sinú (SOLANO-PEÑA et al., 2013).

A la par de Chango *Cynopotamus magdalenae*, Moncholo *Hoplias malabaricus* y Viejita *Cyphocharax magdalenae*, entre otros, soporta la pesquería en la ciénaga de Ayapel cuando ocurre la migración del Bocachico *Prochilodus magdalenae* hacia las aguas altas de maduración y desove en la cuenca del río San Jorge, contribuyendo a la dieta de los

pescadores, sus familias y a su seguridad alimentaria en dicha ciénaga y en la cuenca del San Jorge (OLAYA-NIETO et al., 2011); lo que indica su importancia pesquera, comercial, ecológica y alimentaria (OLAYA-NIETO et al., 2014). Es así como en el lustro 2017-2021 su pesquería alcanzó las 965.7 t, lo que corresponde al 1.9% de la captura total desembarcada en la cuenca Magdalénica (DE LA HOZ-M et al., 2017; DUARTE et al., 2018, 2019, 2020, 2021).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los hábitos alimentarios de la Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (STEINDACHNER, 1878) en la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge, Colombia, como contribución al conocimiento de su biología y ecología como herramienta para su preservación en su ambiente natural y a la seguridad alimentaria de la comunidad de pescadores que habitan la ciénaga y la cuenca del San Jorge.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La ciénaga de Ayapel, el humedal más importante de la cuenca del río San Jorge, está ubicada en el Departamento de Córdoba, Colombia, a los 8° 18' N y 75° 08' W y 22 m.s.n.m. Hace parte del complejo cenagoso de la región de La Mojana, tiene una extensión de 37600 hectáreas, la cual ha venido disminuyendo con el tiempo, y funciona como un plano inundable y de amortiguación natural, almacenando los excesos de agua producidos por los desbordamientos del San Jorge y del río Cauca. Su clima varía de ligeramente húmedo a moderadamente húmedo, con precipitación promedio multianual que fluctúa entre 2300 y 2500 mm, alcanzando de cinco a siete metros de profundidad máxima en la época de lluvias que en la época seca disminuye hasta 50 a 80 cm (CVS-FONADE, 2004).

2.2 Obtención de las muestras

La información se recolectó entre agosto 2009 y julio 2010 en el marco del proyecto de investigación “Estimación de los Parámetros Biológicos Básicos de Peces Comerciales de la Cuenca del Río San Jorge-Fase I”, código FMV-07-08, financiado por la Universidad de Córdoba, en donde una parte fue tomada por el Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP y el resto por los pescadores en las faenas que efectúan en el área de estudio, quienes la cedieron al LIBP. El sitio de muestreo fue Bocas de Seheve, ubicado en la confluencia del río San Jorge con la ciénaga de Ayapel (8° 28' N, 75° 03' W). Se usó trasmallo como arte de pesca, con longitud de 120 m, altura de 2.2-2.5 m, diámetro del ojo de malla extendida 2.9-3.25 pulgadas y tiempo efectivo de pesca de 10-12 horas/faena.

El material biológico recolectado se conservó refrigerado en neveras de poliuretano de 142 litros (MARINE COOLER 2A75, RUBBERMAID, USA), y posteriormente fue transportado hacia el LIBP, ubicado en el Campus Lórica. A cada individuo se le midió longitud total (LT) y longitud estándar (LS) al milímetro más cercano con un ictiómetro

graduado en mm (IK2, AQUATIC BIOTECHNOLOGY, España) y el peso total (WT) al gramo más cercano con una balanza eléctrica con capacidad de 5000 ± 1 g (CS 5000, OHAUS CORPORATION, USA). Aplicando las técnicas de LAEVASTU (1980) y MARRERO (1994), una vez efectuada la disección de los peces se extrajeron los estómagos e intestinos, los cuales fueron medidos, pesados y conservados en frascos rotulados que contenían formol al 10% bufferado, con la información correspondiente a la especie, número de la muestra, fecha, sitio de recolecta, arte de pesca, talla, peso y sexo.

2.3 Fase de laboratorio

En el laboratorio se extrajo y lavó el contenido estomacal usando la menor cantidad de agua posible para retirar los residuos de formol, se colocó posteriormente en una caja de Petri y se examinó al estereoscopio y microscopio, separándose, identificándose y enumerándose el alimento encontrado. El material que estaba muy digerido se identificó por los fragmentos, en lo posible, hasta el nivel taxonómico permitido por dicho grado de digestión; agrupado en categorías (LUGO, 1989) y pesado en una balanza eléctrica de 1500 ± 0.01 g de capacidad (ADVENTURER, OHAUS CORPORATION, USA).

El coeficiente de vacuidad (CV) se obtuvo con la técnica de WINDELL (1971): $CV = 100 \times \text{No. estómagos vacíos} / \text{No. total de estómagos analizados}$. El grado de digestión (GD) se evaluó con la escala de LAEVASTU (1980), la cual clasifica el estado de las presas así: Fresco, Medio digerido y Digerido. Se utilizaron 3 métodos para cuantificar el contenido estomacal, expresado en valores promedios mensuales y anuales: frecuencia de ocurrencia (FO), frecuencia numérica (FN) y gravimetría (G) (WINDELL, 1971; WINDELL & BOWEN, 1978; SILVA & STUARDO, 1985): $FO = 100 \times \text{Ocurrencia de presas del ítem A} / \text{No. total de estómagos con alimento}$. $FN = 100 \times \text{No. de presas del ítem A} / \text{No. total de presas}$. $G = 100 \times \text{Peso de las presas del ítem A} / \text{Peso de todas las presas}$.

También se estimó la amplitud del nicho trófico a partir del índice de diversidad de SHANNON-WEAVER (H') (1949), mediante la ecuación: $H' = (-\sum \pi \ln \pi)$, en donde H' es el Índice de diversidad de SHANNON-WEAVER, π es el número de individuos del *i*ésimo componente trófico por el total de organismos de la muestra y \ln es el logaritmo natural. La proporción de la diversidad observada se comparó con la máxima diversidad esperada mediante el índice de equidad o uniformidad de PIELOU (J') (1969): $J' = H' / H'_{\max}$, en donde J' es el Índice de equidad de PIELOU, H' es el índice de diversidad de SHANNON-WEAVER, H'_{\max} es el logaritmo natural del número de componentes tróficos por muestra, cuyos valores tienen un rango de cero (0) a uno (1). Cuando este índice alcanza el valor 1, significa que las presas son igualmente abundantes; mientras que el valor 0, sugiere ausencia de uniformidad. Si el índice es menor de 0.6, el depredador se considera especialista, y si –por el contrario– es mayor de 0.6 o cercano 1, se considera generalista. Para conocer el grado de bienestar de la especie en estudio, se estimó el factor de condición con la ecuación de WEATHERLEY (1972): $k = WT/LT^b$, en donde k es el factor de condición, WT es el peso total

del pez en gramos, LT es la longitud total en centímetros, b es el parámetro de la regresión longitud-peso.

La relación longitud intestinal-longitud total se estableció de acuerdo con la escala propuesta por BRUSLE (1981), la cual plantea que si $0.5 < LI - LT \leq 2.4$ el pez se clasifica como carnívoro. Para analizar las preferencias alimentarias de la especie con respecto a la talla alcanzada en el estudio, los ejemplares recolectados fueron agrupados en ocho intervalos de tallas.

Para establecer la importancia de cada presa en la composición de la dieta se estimó el índice de importancia relativa (IIR) de YÁÑEZ-ARANCIBIA et al. (1976) modificado por OLAYA-NIETO et al. (2003): $IIR = FO * G / 100$, en donde IIR es el Índice de importancia relativa de una presa, FO es el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia de cada presa, G es el porcentaje del peso de dicha presa. Esta expresión es porcentual presentando un rango de 0 a 100, donde el rango de 0 a 10% representa grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10 a 40% grupos de importancia relativa secundaria y 40 a 100% grupos de importancia relativa alta.

Se aplicó estadística descriptiva expresando las variables como promedio \pm desviación estándar, con intervalos de confianza al 95%, y se estimaron los coeficientes de correlación (r) para la relación longitud intestinal-longitud total y el factor de condición. Se utilizó la prueba no paramétrica de KRUSKAL-WALLIS (K-W, 1952) con el fin de determinar significancia estadística ($p < 0.05$) de la dieta consumida (FO, FN, G e IIR) de acuerdo con el nivel del río Sinú y con la talla de la especie en estudio.

3 | RESULTADOS

Se analizaron 412 estómagos de individuos recolectados mensualmente, cuyas tallas y pesos oscilaron entre 14.0-30.0 (19.7 ± 2.2) cm LT y 48.0-510.0 (145.1 ± 57.9) g de peso total. La talla y peso mínimos y máximos fueron registrados en febrero y septiembre, respectivamente, con talla media de captura de 19.9 cm LT (Figura 1) y peso promedio de captura de 145.3 g. El 78.9% de los estómagos estudiados se encontró vacío, destacándose diciembre (94.3%) y enero (93.5%), que corresponden al período de aguas bajas de la cuenca. El 59.2% del alimento consumido se encontró medio digerido, con presencia en casi todo el estudio excepto enero y diciembre, el 40.8% se observó digerido, excepto en marzo, y no se hallaron presas en estado fresco.

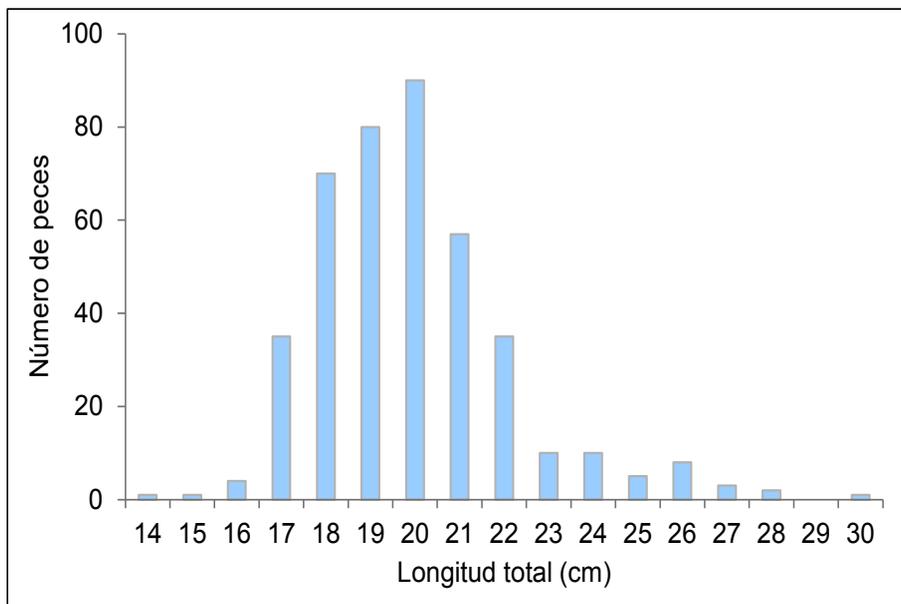


Figura 1. Frecuencia de tallas de Mojarra amarilla, *Caquetaia kraussii*, en la ciénaga de Ayapel. Período 2009-2010.

Se identificaron cuatro ítems o grupos alimentarios en la dieta: Peces, conformado por Sardina *Astianax sp.*, Chango *Cynopotamus sp.*, Cocobolo *Andinoacara sp.* y restos de peces (aletas, escamas, espinas, estructuras esqueléticas), Material vegetal, Insectos y Materia orgánica no identificada (MONI); cuya participación se presenta en la Tabla 1. Peces fue el grupo más frecuente (65.5%), especialmente restos de peces y Sardina, presente en todos los meses del estudio, el más abundante (65.3%) (Figura 2) y el de mayor composición en peso (95.0%) (Figura 3).

Grupos alimentarios	FO (%)	FN (%)	G (%)
Peces	65.5	65.3	95.0
Material vegetal	9.2	8.2	0.8
Insectos	5.7	5.1	1.7
MONI	24.1	21.4	2.5

Tabla 1. Frecuencia de ocurrencia (FO), frecuencia numérica (FN), gravimetría (G) de ítems alimentarios en el estómago de la Mojarra amarilla en la ciénaga de Ayapel.

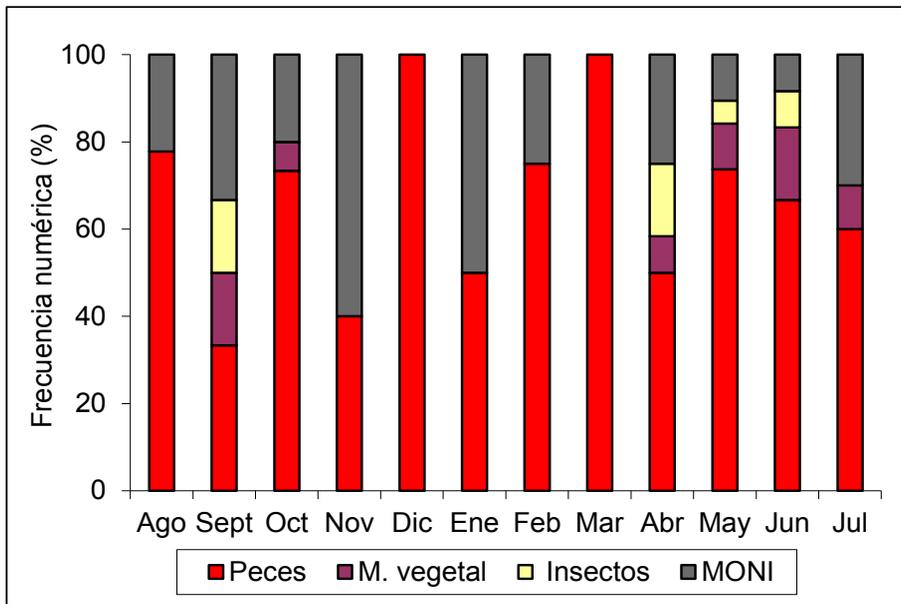


Figura 2. Frecuencia numérica de grupos alimentarios en el estómago de Mojarra amarilla en la ciénaga de Ayapel.

Se encontró baja diversidad de grupos tróficos consumidos, en donde Peces (25.0) es categorizado como primario o principal, mientras que Material vegetal (4.4) e Insectos (3.5) son considerados terciarios y MONI (10.1), secundario. Al contrastar la diversidad estimada con el índice de equidad de PIELOU, se clasifica a la especie como especialista ($J' = 0.30$). Al aplicar la prueba de KRUSKAL-WALLIS, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia de ocurrencia ($K-W: H = 0.375, p > 0.05$), frecuencia numérica ($K-W: H = 0.243, p > 0.05$) y gravimetría ($K-W: H = 0.259, p > 0.05$) de los ítems alimentarios de la Mojarra amarilla al compararlos con los diferentes niveles de agua que presentó la ciénaga de Ayapel.

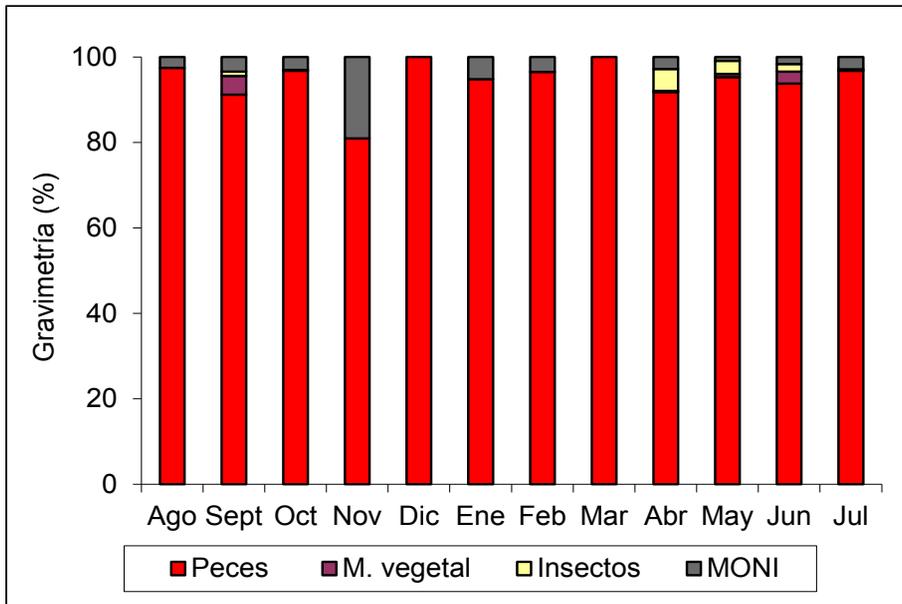


Figura 3. Composición por peso de grupos alimentarios en el estómago de Mojarra amarilla en la ciénaga de Ayapel.

El factor de condición (k), o estado de bienestar, anual para sexos combinados fue estimado en 0.019, fluctuando entre 0.003 en marzo, en aguas ascendentes y 0.098 en junio en aguas altas en el ciclo hidrológico de la ciénaga de Ayapel, lo que es consistente con la mayor oferta alimenticia debido al aporte de alimento alóctono como Material vegetal e Insectos en el cuerpo de agua como consecuencia de las lluvias y la escorrentía tanto en aguas ascendentes como en aguas altas, tal y como lo reportan OLAYA-NIETO et al., 2020. Por sexo, el estado de bienestar de las hembras ($k = 0.018$) es 12.5% mayor que el de los machos ($k = 0.016$). Por su parte, la relación longitud intestinal-longitud total fue 1.1, que corresponde al hábito alimentario carnívoro, cuya relación lineal estimada fue $LI = 0.88 + 1.05 LT$, $r = 0.51$, $n = 412$. Dicha relación es similar a la reportada por OLAYA-NIETO et al., 2018.

En la Tabla 2, se observa que en los intervalos de menor (14.0-16.0) y mayor talla (28.0-30.0) cm LT la dieta de Mojarra amarilla estuvo compuesta por MONI y Material vegetal, respectivamente; mientras que en los demás prevaleció Peces, especialmente restos de peces, explicado por la ausencia de presas en estado fresco y porque la mayor parte del alimento estaba medio digerida. Cambio fue la especie de pez identificada más numerosa en las tallas menores (16.0-18.0 y 18.0-20.0 cm LT), en las medianas a la par de Sardina y Cocobolo (20.0-22.0 cm LT), mientras que Sardina lo fue en las tallas 22.0-24.0 cm LT.

En relación a la estructura de tallas de la especie, no se encontraron diferencias

estadísticas significativas en ocurrencia (K-W: $H = 1.257$, $p > 0.05$), en abundancia (K-W: $H = 1.478$, $p > 0.05$), ni en peso (K-W: $H = 1.456$, $p > 0.05$).

Mojarra amarilla		Peces consumidos				Tamaño presa		
LT (cm)	n	Sardina (%)	Chango (%)	Cocobolo (%)	R. peces (%)	Min. (cm)	Máx. (cm)	Prom. (cm)
14-16	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-18	3	0.0	33.3	0.0	66.7	2.3	2.3	2.3
18-20	26	3.8	7.7	0.0	88.5	1.1	2.9	2.0
20-22	22	4.5	4.5	4.5	86.4	4.8	4.8	4.8
22-24	8	50.0	0.0	0.0	50.0	3.6	4.1	3.9
24-26	5	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
26-28	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28-30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 2. Composición y tamaño de las presas consumidas por Mojarra amarilla en la ciénaga de Ayapel

Los valores encontrados para el índice de importancia relativa sugieren que Peces (IIR =62.2%) es el alimento principal o de mayor importancia para la dieta de la especie en estudio, mientras que Material vegetal (IIR =0.07%), Insectos (IIR =0.1%) y MONI (IIR =0.6%) son de baja importancia relativa o incidentales.

Estos resultados son consistentes con el nicho trófico de la especie en donde peces también fue categorizado como alimento principal, y los demás grupos tróficos como secundarios y terciarios; a pesar de no observarse diferencias estadísticas significativas del índice con relación a los diferentes niveles de agua de la ciénaga (K-W: $H = 0.331$, $p > 0.05$), ni con la estructura de tallas (K-W: $H = 1.456$, $p < 0.05$).

4 | DISCUSIÓN

La talla media de captura estimada en este trabajo resultó mayor que la reportada para la especie por DÍAZ, 2006 (18.4 cm LT), RAMOS, 2019 (16.9 cm LT) en la ciénaga Grande de Lorica y SOLANO-PEÑA et al., 2013 (13.3 cm LT) en el embalse de Urrá, y mucho menor que la informada por RIVAS-LARA & GÓMEZ-VANEGA, 2017 (22.9 cm LT) en la cuenca del río Atrato; lo que sugiere diferencias espacio temporales en las dinámicas pesqueras en las diferentes áreas de estudio.

El coeficiente de vacuidad es alto y similar al reportado por RIVAS-LARA & GÓMEZ-VANEGA, 2017 (75.0%); pero mayor a los informados por GÁMEZ et al., 2014 y OLAYA-NIETO et al., 2018 en las ciénagas Grande de Santa Marta (35.7%) y de Lorica (54.8%), respectivamente. Cabe anotar que en los peces carnívoros, la frecuencia de estómagos vacíos es mayor que en los peces omnívoros (RESENDE et al., 2000) al alimentarse con menor frecuencia que los herbívoros y omnívoros, debido a que consumen una cantidad mayor de alimento en cada comida (ROTTA, 2003). ARTEAGA (2019) afirma que en la ciénaga Grande de Lorica es muy probable que su actividad reproductiva afecte su

alimentación, y su coeficiente de vacuidad a la vez, porque es un pez con desove parcial con época o período de desove prolongado durante todo el año e independientemente del nivel de agua de la ciénaga, desovando durante todo el ciclo hidrológico; caso que también estaría ocurriendo en el área de estudio.

Se encontró que las hembras son más grandes y pesadas que los machos, lo cual está asociado a que su factor de condición sea 12.5% mayor. Además, el mayor estado de bienestar en aguas altas es consistente con el aporte de alimento autóctono como Material vegetal e Insectos a la ciénaga debido a la lluvia y la escorrentía tanto en aguas ascendentes como en aguas altas, lo que concuerda con WELCOMME (1985) y CARVALHO et al. (2007), quienes afirman que muchas especies de peces pueden ingerir recursos de fuentes autóctonas como insectos, invertebrados y restos de plantas; los cuales -según VIDOTTO-MAGNONI & CARVALHO (2009)- son una fuente importante de alimento para los peces de pequeño a mediano tamaño en ríos y embalses o reservorios, situación similar a lo que se observó en la ciénaga de Ayapel.

La importancia de la alimentación de los peces hace necesario un análisis cualitativo y cuantitativo de su dieta, existiendo varios métodos de evaluación (GARCÍA et al., 1993), los cuales tienen diferencias entre sí. De tal forma que hay unos más completos que otros y con aplicación de acuerdo con lo que se quiera establecer; aunque una descripción de la preferencia alimenticia o composición de la dieta de un pez determinado debe indicar la importancia relativa de cada presa (OLAYA-NIETO et al., 2022).

Analizando los diferentes métodos de análisis del contenido estomacal utilizados en este trabajo, Frecuencia de ocurrencia, Frecuencia numérica, Gravimetría (Tabla 1), el Índice de importancia relativa, sumado a la información de la relación longitud intestino-longitud total, se observó que Peces es la presa más consumida por la Mojarra amarilla, lo que sugiere que su dieta es carnívora, con preferencia por los peces. Dichos resultados concuerdan con lo reportado por KULLANDER (2003) quien informó que las especies del género *Caquetaia* se alimentan de peces e invertebrados grandes, y con varios autores en Colombia y Venezuela, como es el caso de ARANGO (2005), GÁMEZ et al. (2014), RIVAS-LARA & GÓMEZ-VANEGA (2017), OLAYA-NIETO et al., (2020), quienes la reportan como piscívora, en tanto que en Venezuela, GONZÁLEZ et al. (2005.) la catalogan como omnívora con una marcada tendencia a ser ictiófaga y en algunos casos caníbal.

En términos generales, la Mojarra amarilla mantiene sus preferencias alimentarias a medida que crece, pero el consumo de solo Peces en las mayores longitudes sugiere una variación ontogenética en su dieta, ya descrito por LÓPEZ-CASAS et al. (2005) y OLAYA-NIETO et al. (2018).

5 | CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que la Mojarra amarilla en la ciénaga de Ayapel,

cuenca del río San Jorge, Colombia, presenta un alto número de estómagos vacíos, con gran parte del alimento encontrado en estado medio digerido y dieta conformada por Peces, Material vegetal, Insectos y Materia orgánica no identificada (MONI), en donde Peces es el alimento principal por ser el más frecuente, abundante y con mayor peso, aunque sin diferencias estadísticas significativas con relación a los diferentes niveles del ciclo hidrológico de la ciénaga y su estructura de tallas de la especie en estudio; por lo que es catalogada como carnívora con preferencia por los peces, que mantiene dichas preferencias alimentarias a medida que crece, pero que el consumo de solo Peces en las mayores longitudes sugiere una variación ontogenética en su dieta.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Córdoba, por la financiación recibida. A los pescadores y comercializadores de pescado de la ciénaga de Ayapel y de la cuenca del río San Jorge por su apoyo desinteresado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

REFERENCIAS

ARANGO A. **Variación espacio-temporal de la comunidad de peces, y su participación en la trama trófica en la ciénaga de Cachimbero Magdalena medio, Colombia.** Trabajo de grado. Medellín: Maestría en Biología, Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia; 2005.

ARTEAGA MM. **Biología reproductiva de la Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) en la ciénaga Grande de Lorica, Colombia.** Trabajo de pregrado. Montería: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2019.

BRUSLE J. **Food and feeding in grey mullet.** In: Oren OH. (ed.). *Aquaculture of grey mullet.* Cambridge: Cambridge Univ Press 1981; 185-218.

CARVALHO LN, ZUANON JE, SAZIMA I. **Natural history of Amazon fishes.** In: Del Claro K, Oliveira PS, Rico-Gray V, Ramirez A, Barbosa AAA, Bonet A, *et al.* (Eds.). *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).* Oxford: Eolss Publishers. 1-32, 2007.

CVS-FONADE. **Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú.** Capítulo 1. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)-Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE). Convenio 192026; 2004.

DAHL G. **Los peces del norte de Colombia.** Bogotá: Inderena. 391p, 1971.

DAHL G, MEDEM F. **Informe sobre la fauna acuática del río Sinú**. Departamento de Investigaciones Ictiológicas y Faunísticas. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú-CVM; 1964.

De la Hoz-M J, Duarte LO, Manjarrés-Martínez L. **Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia entre marzo y diciembre de 2017**. Informe técnico. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP, Universidad del Magdalena; 2017.

DÍAZ KM. **Relaciones talla-peso y factor de condición de la Mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en la ciénaga Grande de Lorica, Colombia**. Trabajo de pregrado. Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Lorica: Universidad de Córdoba; 2006.

DUARTE LO, DE LA HOZ-M J, MANJARRÉS–MARTÍNEZ L. **Análisis de los desembarcos pesqueros artesanales registrados en las cuencas y litorales de Colombia (julio-diciembre de 2018)**. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP. 52p, 2018.

DUARTE LO, MANJARRÉS–MARTÍNEZ L, REYES-ARDILA H. **Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia entre febrero y diciembre de 2019**. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP. 95p, 2019.

DUARTE LO, RODRÍGUEZ J, TARAZONA D, GIL-MANRIQUE B, TEJEDA K, ISAZA E, et al. **Aspectos biológico-pesqueros de especies capturadas por las pesquerías artesanales en aguas marinas y continentales de Colombia durante el año 2020. Relaciones biométricas e indicadores basados en tallas**. Informe técnico. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP. 67p, 2020.

DUARTE LO, CUERVO C, VARGAS O, GIL-MANRIQUE B, CUELLO F, DE LEÓN G, et al. **Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales de Colombia 2021**. Informe técnico. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena. 146 p, 2021.

GALVIS G, MOJICA JI, CAMARGO M. **Peces del Catatumbo**. Bogotá: Asociación Cravo Norte. 118p, 1997.

GÁMEZ D, MORÓN E, FUENTES J. **Descripción del hábito alimentario de doce especies de peces asociados a la ciénaga grande de Santa Marta, Colombia**. Bol Invest Mar Cost v. 43 (1): 23-42, 2014.

GARCÍA DE JALÓN D, MAYO M, HERVELLA F, BARCELÓ E, FERNÁNDEZ T. **Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales**. Madrid; Ediciones Mundi-Prensa. 247p, 1993.

GONZÁLEZ J, ORTIZ R, SOLÓRZANO E, CAMPOS M, MARCANO C, LÓPEZ H. **Distribución y caracterización de especies del grupo de Tilapias (*Oreochromis* spp.) y *Petenia* (*Caquetaia kraussii*) en ecosistemas naturales en la zona occidental de Venezuela**. Zootecnia Trop v. 23 (4); 447-464, 2005.

KRUSKAL WH, WALLIS WA. **Use of ranks in one-criterion variance analysis**. J Am Stat Assoc v. 47: 583-621, 1952.

KULLANDER SO. **Family Cichlidae**. In Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. (eds.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. 605-654, 2003.

LAEVASTU T. **Manual de métodos de biología pesquera**. Zaragoza: Editorial Acribia. 243p, 1980.

LASSO CA, MACHADO-ALLISON A. **Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco**. Claves, diagnosis y aspectos bio-ecológicos e ilustraciones. Museo de Biología, Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela; 2000.

LÓPEZ-CASAS S, JIMÉNEZ-SEGURA LF, PALACIO J. **Dinámica trófica y reproductiva de la mojarra, *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) (Pisces: Cichlidae), en la ciénaga de Cachimbero, cuenca media del río Magdalena, Colombia**. En: Jiménez-Segura LF. (Ed.). Asociación de las especies de peces en la ciénaga de Cachimbero, Cimitarra, Santander. Informe final. Medellín: Universidad de Antioquia. 70-86, 2005.

LUGO RL. **Determinación de hábitos, madurez sexual y desove en tres especies ícticas de la cuenca del río Tomo (Vichada) y consideraciones para el mantenimiento de los padrotes**. Villavicencio: Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales–IIOC N° 2, 127p, 1989.

MARRERO C. **Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces**. Guanare: Museo de Zoología, Programa de Recursos Naturales Renovables, Vicerrectorado de Producción Agrícola, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora-Unellez. 36p, 1994.

MILES C. **Peces del río Magdalena**. Bogotá: Ministerio de Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. 214p, 1947.

OLAYA-NIETO CW, TOBIÁS-ARIAS AJ, SEGURA-GUEVARA F, BRÚ-CORDERO SB, TORDECILLAPETRO G. **Modificación del índice de importancia relativa (IIR) de Yáñez-Ararcibia, Curiel-Gómez & Leyton (1976)**. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Departamento de Acuicultura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Lórica: Universidad de Córdoba. 2003.

OLAYA-NIETO CW, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ Á, DÍAZ-SÁNCHEZ DP, PÉREZ-DORIA WA, SEGURA-GUEVARA FF, TORDECILLA-PETRO G. **Relación longitud-peso multianual de la Mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en la Ciénaga de Ayapel, Sistema río San Jorge**. Neiva: V Congreso Colombiano de Acuicultura. Revista Entornos Supl. Esp.: 186, 2011.

OLAYA-NIETO CW, UBARNES-CORONADO GM, ENSUNCHO-MORALES JE. **Crecimiento y mortalidad de Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* en la ciénaga Grande de Lórica, Colombia**. Revista Logos Ciencia & Tecnología v. 5 (2): 202-212, 2014.

OLAYA-NIETO CW, SEGURA-GUEVARA FF, TORDECILLA-PETRO G, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ Á. **Biología básica de peces comerciales de las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge, Colombia**. Informe final. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Lórica: Universidad de Córdoba. 106, 2018.

OLAYA-NIETO CW, MACEA-PORTILLO RR, PETRO-HOYOS YR, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ ÁL, TORDECILLA-PETRO G, SEGURA-GUEVARA FF, et al. **Hábitos alimentarios de la Morrúa *Geophagus steindachneri* (Cichlidae) en la ciénaga de Betancí, Colombia**. En: Tópicos integrados de zoología 2. Oliveira-Junior JMB, Calvão LB (eds.). Ponta Grossa: Atena. p 24-37, 2020.

OLAYA-NIETO CW, TORDECILLA-PETRO G, SEGURA-GUEVARA FF. **Introducción al estudio de la Ictiología. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP.** Montería: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. 90p, 2022.

PIELOU EC. **An introduction to mathematical ecology.** New York: Wiley-Interscience John Wiley & Sons. 286p, 1969.

RAMOS DD. **Relación longitud-peso de la Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) en la ciénaga Grande de Lorica, Colombia.** Trabajo de pregrado. Montería: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. 42p, 2019.

RESENDE EK DE, PEREIRA RAC, ALMEIDA VLL DE, SILVA AG DA. **Peixes onívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.** Embrapa Pantanal. Corumbá. Boletim de Pesquisa v.16:1-44, 2000.

RIVAS-LARA TS, GÓMEZ-VANEGA HD. **Algunos aspectos biológicos y pesqueros de *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) en la cuenca media y baja del río Atrato, Chocó.** Rev Biodivers Neotrop v. 7 (1): 14-21, 2017.

ROTTA MA. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura.** Embrapa Pantanal. Corumbá. Documentos v. 53:1-48, 2003.

SHANNON CE, WEAVER W. **The mathematical theory of communication.** Urbana: University Illinois Press. 117p, 1949.

SILVA M, STUARDO J. **Alimentación y relaciones tróficas generales entre algunos peces demersales y el bentos de Bahía Coliumo (Provincia de Concepción, Chile).** Gayana Zool v. 49 (3-4):77-102, 1985.

SOLANO-PEÑA D, SEGURA-GUEVARA FF, OLAYA-NIETO CW. **Crecimiento y reproducción de la Mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en el embalse de Urrá, Colombia.** Revista MVZ-Córdoba v. 18(2): 3525-3533, 2013.

STEINDACHNER F. **Zur Fisco-Fauna des Magdalenen-Stromes.** Anz Akad Wiss Wien v. 15 (12): 88-91, 1878.

VIDOTTO-MAGNONI AP, CARVALHO ED. **Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir.** Neotropical Ichthyology v. 7(4):701-708, 2009.

WEATHERLEY A. **Growth and ecology of fish populations.** London: Academic Press. 293p, 1972.

WELCOMME RL. **River fisheries.** Rome: FAO Fish Tech Pap 262:1-330, 1985.

WINDELL JT. **Food analysis and rate of digestion.** In: Ricker WE. (ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications 215-226, 1971.

WINDELL JT, BOWEN SH. **Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents.** In: Bagenal T. (ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters.* 3rd edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications 219-226, 1978.

YÁÑEZ-ARANCIBIA A, CURIEL-GÓMEZ J, LEYTON V. **Prospección biológica y ecología del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae).** *An Centro Cienc del Mar y Limnol Univ Nal Autón México* v. 3 (1):125-180, 1976.

GESTIÓN DE CALETAS PESQUERAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ACTIVIDAD PESQUERA ARTESANAL EN CHILE

Data de aceite: 03/10/2022

Guillermo Martínez González

Facultad de Ciencias del Mar y Geografía
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso -
Chile

Christian Díaz Peralta

Facultad de Ingeniería
Universidad Católica de la Santísima
Concepción - Chile

Marcelo Martínez Fernández

Facultad de Ciencias del Mar y Geografía
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso -
Chile

RESUMEN: Las caletas presentan diversas situaciones: ruralidad, aislamiento, sustentada en recursos bentónicos, demersales o pelágicos. Estos elementos generan diferenciación, influyen en su nivel de ingresos y capacidad de autogestión. El objetivo de este trabajo, es analizar las principales brechas para la gestión de caletas pesqueras. Se realizaron entrevistas en caletas Cavancha, Caldera, Coquimbo, Duao, Lo Rojas, Niebla, Dalcahue y Quellón; detectando brechas en los ámbitos organizacional, normativo, financiero, técnico y comercial. Se proponen planes de acción para reducir brechas con diferentes niveles de efectividad, que se resumen en gobernanza y capacidad de gestión organizacional, financiera y comercial. En gobernanza existen conflictos internos que se originarían en temas de confianza, transparencia y liderazgos tipo

“caudillismo”. Se detectaron dificultades de cohesión entre los pescadores, respecto al involucramiento efectivo en la administración de caletas; priorizando labores individuales, relacionadas con faenas de pesca y delegando responsabilidades propias de la administración en sus pares que forman parte de directivas de las Organizaciones de Pescadores Artesanales. Se proponen dos modelos para superar problemas como el carácter monoprodutor, fluctuaciones en disponibilidad de recursos, oferta atomizada y dependiente de intermediarios, que permitan superar la vulnerabilidad socioeconómica, potenciar el balance entre capacidad productiva de las antiguas y nuevas generaciones de pescadores artesanales, que puedan operar independientemente generando ingresos para financiar operaciones diarias de mantenimiento y gestión. Para su implementación se recomienda considerar aspectos culturales y sociales, trabajar a nivel piloto con caletas de mediano desarrollo, dado su mayor nivel de compromiso y disposición a los cambios.

PALABRAS CLAVE: Caletas pesqueras, Ley N°21.027, desarrollo sostenible, Chile.

ABSTRACT: The coves present diverse situations: rurality, isolation, sustained by benthic, demersal or pelagic resources. These elements generate differentiation; influence their income level and self-management capacity. The objective of this work is to analyze the main gaps for the management of fishing coves. Interviews were conducted with leaders of the Cavancha, Caldera, Coquimbo, Duao, Lo Rojas, Niebla, Dalcahue and Quellón coves; detecting gaps

in the organizational, regulatory, financial, technical and commercial fields. Action plans are proposed to reduce gaps with different levels of effectiveness, which are summarized in governance and organizational, financial and commercial management capacity. In governance, there are internal conflicts that would originate in issues of trust, transparency and leadership type “warlordism”. Cohesion difficulties were detected among the fishermen, regarding the effective involvement in the administration of coves; prioritizing individual tasks, related to fishing tasks and delegating responsibilities of the administration to their peers who are part of OPAs directives. Two models are proposed to overcome problems such as the mono-producer character, fluctuations in the availability of resources, atomized supply and dependent on intermediaries, which allow overcoming socioeconomic vulnerability, enhancing the balance between the productive capacity of the old and new generations of artisanal fishermen, who can operate independently generating income to finance daily maintenance and management operations. For its implementation, it is recommended to consider cultural and social aspects, work at a pilot level with medium-sized coves, given their higher level of commitment and willingness to change.

KEYWORDS: Fishing coves, Law No. 21,027, sustainable development, Chile.

INTRODUCCION

La pesca artesanal en Chile, al igual que otras actividades económicas de escala local, juegan papeles importantes en la alimentación de la población, el desarrollo sustentable y en la configuración de los territorios. Sin embargo, la baja consideración por parte del Estado a través de las Políticas Públicas de las dimensiones a escala local, ha contribuido en la generación de asimetrías territoriales y de poder, determinando el acceso a los recursos naturales y bienes comunes. Esto se ha traducido en consecuencias negativas en materia de desarrollo sustentable y más aún de la calidad de vida de las comunidades. Además, la pesca artesanal ha representado históricamente una actividad de gran valor cultural (Camus *et al.*, 2019) y económico (FAO, 2020), aportando no sólo a la subsistencia de las comunidades costeras, sino que representa una oportunidad de bajo costo para obtener proteína animal de excelente calidad.

En Chile, la pesca artesanal se encuentra fuertemente influenciada por factores geográficos. La gran extensión en términos latitudinales y la presencia de zonas de surgencias, permite encontrar una gran diversidad de comunidades costeras asociadas a la extracción de diferentes recursos marinos, como dan cuenta las 467 caletas artesanales en los territorios continental e insular y los cerca de 100 mil pescadores y pescadoras artesanales en Chile. Es importante precisar que gran parte de los productos del mar que llegan al mercado nacional, provienen del sector pesquero artesanal, el cual abastece negocios locales, ferias libres, restaurantes y terminales pesqueros (Villanueva & Flores, 2016).

La sustentabilidad biológica de los recursos, la sustentabilidad económica y la sustentabilidad social de la actividad pesquera artesanal pueden ser caracterizadas

como ángulos de una misma figura. La explotación sustentable de los recursos es una exigencia que se explica por sí misma: la viabilidad de la actividad pesquera depende de la disponibilidad de los recursos hidrobiológicos, los cuales deben ser protegidos –de manera preventiva– de la sobreexplotación. Naturalmente, el desarrollo de la actividad pesquera en una forma que respete y favorezca la sustentabilidad biológica, tendrá efectos positivos en los planos económico y social.

La economía azul, como concepto marco, propone el uso sostenible de los océanos para contribuir a la economía de los pueblos y, al mismo tiempo, proteger su valioso ecosistema. Sin embargo, carece de instrumentos especialmente diseñados para su implementación y evaluación. Por tanto, el Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1995) se considera un instrumento útil para apreciar cómo la economía azul se aplica por quienes tienen intereses comprometidos en la pesca artesanal. La fórmula utilizada para lograr este objetivo es una comparación formal entre los artículos 10 y 11 del Código y las normas de la Ley N° 21.027 –cuyo objetivo es el desarrollo integral y armónico de las caletas artesanales; y, además, la protección y promoción del patrimonio natural, cultural y económico de las mismas (Carvajal, 2021).

LA PESCA ARTESANAL EN CHILE

La realidad de la pesca artesanal en Chile indica que los centros de desembarque a nivel nacional presentan situaciones muy diversas: ruralidad o urbanidad, con muelle o varadero, de fácil acceso o situación de aislamiento, sustentada en recursos bentónicos, demersales o pelágicos. Estos son sólo algunos ejemplos de elementos que generan aspectos claramente diferenciadores entre una caleta y otra, y que podrían influir en el nivel de ingresos que cada una de ellas puede producir y, por lo tanto, en la capacidad de autogestión que puedan tener.

En el desarrollo del sector pesquero artesanal de Chile, se han detectado diversas brechas disgregadas en los ámbitos organizacional, normativo, financiero, técnico y comercial, así como también se han propuesto planes de acción para mitigarlos con diferentes niveles de efectividad. Principalmente, estas brechas se podrían resumir en materias de gobernanza y en capacidad de gestión: organizacional, financiera y comercial, respectivamente, por parte de quienes ejercen las funciones de administración de las caletas.

Con relación a la gobernanza territorial, esta se entiende como un proceso en el cual una serie de actores con diferentes objetivos y recursos, realizan un ejercicio de coordinación para la elaboración de estrategias que le permita alcanzar un objetivo colectivo (Chia *et al.*, 2016). Para ello, los actores utilizan y elaboran nuevas herramientas, instrumentos y dispositivos, por un lado, y por otro, los procesos permiten construir caminos para alcanzar determinados objetivos, develar conflictos y tensiones propias del trabajo de

coordinación y articulación de las comunidades.

En este contexto, dos son las dimensiones centrales en la gobernanza territorial que cobran relevancia para la pesca artesanal: la participación de actores locales, específicamente los pescadores en la elaboración de los objetivos y la dinámica de los aprendizajes que permiten a los actores atender tensiones y conflictos, pero también definir reglas de funcionamiento que aseguren una buena coordinación y cooperación entre todos los implicados (Chia & Torre, 2000).

Es así que se ha percibido que existen diversos conflictos internos que se originarían principalmente en temas de confianza, transparencia y en los liderazgos del tipo “caudillismo”. Paralelamente se ha detectado que existen dificultades de cohesión por parte de los pescadores artesanales, en torno al involucramiento efectivo en la administración, gestión y mantenimiento de las caletas; priorizando las labores individuales, relacionadas con las faenas de pesca, y delegando las responsabilidades propias de la administración, en sus pares que forman parte de las directivas de las Organizaciones de Pescadores Artesanales.

En esta misma línea, se establece la sinonimia del espacio geográfico como el territorio siendo usado, es decir, el espacio constituye un proceso constante de uso por parte de los sujetos en torno a los objetos; el espacio como un sistema indisoluble de objetos y acciones (Ther-Ríos *et al.*, 2020).

Claramente no podríamos imaginar siquiera a la caleta sin aquella comunidad local, aquella comunidad que se constituye como la comunidad de la caleta y no tan solo como un conjunto de pescadores. En otras palabras, se nos presenta una dinámica socio-espacial que permite el reconocimiento de un espacio particular. Tanto el sistema espacial como el social se encuentran ligados el uno al otro en un proceso de transformación, constituyendo un conjunto coherente y solidario en que su unión está hecha de reciprocidad.

LEY N°21.027 REGULA EL DESARROLLO INTEGRAL Y ARMÓNICO DE CALETAS PESQUERAS A NIVEL NACIONAL Y FIJA NORMAS PARA SU DECLARACIÓN Y ASIGNACIÓN

La Ley N°21.027, conocida como Ley de Caletas, propone una nueva estrategia para la administración de estos recintos, dado que han sido identificados como claves para el futuro desarrollo de la pesca artesanal y para la consolidación del territorio, preservando con ello la actividad pesquera en el mismo. Esta Ley tiene como objetivo principal el desarrollo armónico e integral de los territorios y de los sectores aledaños, asociado a los espacios definidos por Ley, como “*La caleta artesanal o caleta constituye la unidad productiva, económica, social y cultural ubicada en un área geográfica delimitada, en la que se desarrollan labores propias de la actividad pesquera artesanal y otras relacionadas directa o indirectamente con aquella*”. Espacios, en donde la pesca artesanal ha desempeñado su

actividad, durante décadas y siglos en algunos casos, pero sin la certeza jurídica sobre la tenencia, compitiendo con muchos otros agentes interesados en dichos territorios.

La Ley de Caletas se divide en dos etapas claves para su implementación. La primera mandata al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para que se haga cargo de entregar certeza jurídica a las comunidades de pescadores artesanales, sobre la tenencia del espacio (organizaciones de pescadores artesanales que hacen uso y goce del espacio), mediante la figura de “Destinación Marítima”, a través de un convenio de uso, el cual las faculta para administrar este espacio (la caleta pesquera) por 30 años, renovables por otro período de igual magnitud (Montenegro & Garrido, 2021). Y, una segunda etapa, enfocada en el desarrollo armónico e integral de las caletas pesqueras y sus sectores aledaños. Para lo anterior, la Ley mandata a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a proponer políticas, planes, programas, estrategias y acciones tendientes a fortalecer el desarrollo integral y armónico, así como a la protección del patrimonio natural, cultural y económico de las caletas y de los sectores aledaños.

Sin embargo, el diagnóstico de la situación actual de las caletas señala que la problemática no sólo está en los tiempos de otorgamiento de los títulos de propiedad de las caletas (concesión/destinación), sino también en la factibilidad, principalmente económica, de sustentar la administración de las mismas.

Las concesiones/destinaciones son otorgadas a organizaciones de pescadores artesanales, las que generalmente no tienen las habilidades y competencias para ejercer tal acción, lo que a larga lleva a problemas internos entre los pescadores y que termina con la intervención por parte de las autoridades.

Los actuales planes de administración exigidos por la Dirección de Obras Portuarias, para la infraestructura, y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, para la operación del sistema, son documentos muy básicos, enfocados claramente en las capacidades de los pescadores y sus organizaciones.

Sin embargo, con el correr del tiempo se han visualizado puertos pesqueros artesanales que destacan por su administración, ya sea porque han mejorado el plan de administración entregado por el Estado, o porque han contratado a un administrador externo que ejecuta dicha actividad.

Respecto a la implementación de la Ley de Caletas, en general las Organizaciones de Pescadores Artesanales tienen expectativas tanto en lo que se refiere a regularizar el tema de las concesiones, como también en generar nuevos negocios. Ello traería consigo la necesidad de profesionalizar y formalizar la gestión de las caletas pesqueras, incluyendo además aspectos ambientales y sanitarios.

Asimismo, se visualiza la necesidad de apoyar a las Organizaciones de Pescadores Artesanales en desarrollar mayor capacidad de gestión en los ámbitos administrativos, contable, financiero y comercial, como también en formulación de proyectos, marco normativo vigente, entre otros. Ello permitiría construir una base de conocimientos,

habilidades y técnicas, según los requerimientos del enfoque productivo que promueve el proyecto de ley, que permitan sostener la actividad pesquera en el largo plazo.

También se reconoce la conveniencia de separar la función sindical de la administrativa, a través de la formación de una nueva figura jurídica para ello. El sindicato habría dejado de ser funcional para abordar los desafíos actuales y futuros del sector pesquero artesanal, siendo tal vez las cooperativas la mejor estructura para un efectivo éxito en la implementación de la Ley de Caletas.

Desde la perspectiva social, es importante señalar que la aplicación de la nueva Ley de Administración de Caletas requiere necesariamente que las actuales organizaciones que administran la infraestructura portuaria deban capacitarse en aspectos de gestión económica y medio ambiental, a fin de sostener la actividad en el largo plazo. Según la FAO (2020), el desarrollo de la pesca artesanal enfrenta una amplia gama de desafíos debido a la falta de políticas, estrategias y experiencias concretas y exitosas que puedan apoyar la producción y gestión pesquera sostenible, una mejor organización y mejoramiento de los medios de vida de las comunidades pesqueras.

GESTION DE CALETAS PESQUERAS

Cabe señalar que los actuales modelos de negocio que podemos encontrar en la mayoría de las caletas de Chile, consiste en que la gestión de venta es realizada en cada bote en el mercado de playa al momento de desembarcar, en el cual se vende el producto de la pesca al mejor postor o a aquel intermediario con quien previamente se negoció un determinado precio. Es decir, se vive el día a día, lo que trae consigo una falta de visión de futuro y de previsión, que les permita poder planificar su desarrollo a mediano y largo plazo.

Por esta razón, se plantea que, bajo la premisa que para una efectiva y eficiente aplicación de la Ley de Administración de Caletas en los centros de desembarques artesanales a nivel nacional, más allá de la normativa y reglamento correspondiente y de los planes de administración que se puedan proponer para las distintas categorías de caleta, se requiere un cambio de paradigma tanto en el modelo de negocio, como en el tipo de organización que tengan los pescadores artesanales, para asegurar la solvencia económica de las mismas, que les permitan viabilizar la actividad pesquera artesanal en el tiempo.

Se propone un cambio en el actual modelo de negocios, por uno más efectivo, como también proponer un nuevo tipo de organización que responda y dé el soporte a dicho modelo, como por ejemplo la cooperativa, que permita viabilizar la aplicación de la nueva Ley.

En efecto, un nuevo modelo de negocios podría contribuir a superar los problemas actualmente detectados en las caletas artesanales, como lo son la ausencia de diversificación de los productos extraídos, en otras palabras, el carácter monoprodutor de la actividad

pesquera artesanal, las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos pesqueros, una oferta atomizada y fuertemente dependiente de los intermediarios demandantes. Lo anterior, en conjunto, históricamente ha significado un bajo crecimiento económico de este sector. Por otro lado, un nuevo modelo de gestión organizacional podría contribuir a superar la vulnerabilidad social y económica de una gran mayoría de pescadores artesanales, como también a potenciar el balance entre la capacidad productiva de las antiguas y de las nuevas generaciones de pescadores.

La caleta pesquera debe operar de manera independiente y ser capaz de generar ingresos suficientes que se puedan utilizar para las operaciones diarias de mantenimiento y gestión. La parte principal de un plan de negocios es el plan financiero, dirigido a producir una operación de puerto económica y ambientalmente sustentable. El plan financiero debe identificar y equilibrar todos los gastos de mantenimiento y los costos operacionales con los ingresos generados.

Para que una caleta aspire a sustentar los costos de mantenimiento de su infraestructura, debe generar ingresos por tasas de atraque cobradas por el amarre de la embarcación; tasas de desembarque de recursos hidrobiológicos en función de los volúmenes; venta de hielo, agua y combustible; derechos de licencia de terceros para actividades comerciales dentro de la instalación, tales como reparación de embarcaciones, talleres de motores, venta de alimentos y bebidas, puestos de pescado, etc.; y arrendamiento de áreas para el desarrollo privado, como procesamiento y envasado de pescado. A lo anterior se puede sumar el establecer reglamentos tarifarios que aplican a las actividades de emprendimientos desarrolladas por los socios y no socios de la organización, de tal manera de aumentar el flujo de ingresos y lograr una mayor estabilidad económica en la explotación de la infraestructura.

A partir de ello, el cruce complementario de intereses relativos a la sustentabilidad de las caletas requiere un marco jurídico adecuado, estructuras institucionales y administrativas y un sistema de seguimiento, control y vigilancia eficaces.

Por lo tanto, para una implementación exitosa de la Ley de Caletas, se considera necesario que la Autoridad competente implemente planes de acción tendientes a minimizar dichas brechas, mediante un Programa de Fortalecimiento Organizacional y de Administración Caletas, en forma articulada y coordinada entre todas las Instituciones Públicas involucradas en el desarrollo sectorial.

Por último, para asegurar el éxito en dicha implementación, también se deben considerar aspectos culturales y sociales en el sector pesquero artesanal. Dado que tales procesos toman décadas en generar los cambios requeridos, se recomienda trabajar a nivel piloto con caletas de mediano nivel de desarrollo debidamente seleccionadas. Se sugiere este tipo de caletas, dado que se estima que existiría un mayor nivel de compromiso y disposición a los cambios por parte de sus miembros, respecto a caletas con un mayor nivel de desarrollo, ya que estas poseen culturas y prácticas administrativas muy enraizadas.

CONCLUSIONES

- Dado que la economía azul carece de instrumentos especialmente diseñados para su implementación y evaluación, el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO se considera un instrumento útil para apreciar cómo la economía azul se aplica por quienes tienen intereses comprometidos en la pesca artesanal.
- En Chile, la pesca artesanal se encuentra fuertemente influenciada por factores geográficos, donde las caletas presentan situaciones muy diversas, lo que podría influir en el nivel de ingresos que cada una de ellas puede producir y, por lo tanto, en la capacidad de autogestión que puedan tener.
- En el desarrollo del sector pesquero artesanal de Chile se han detectado diversas brechas disgregadas en los ámbitos organizacional, normativo, financiero, técnico y comercial.
- Se requiere que la Autoridad competente implemente planes de acción tendientes a minimizar las brechas, mediante un Programa de Fortalecimiento Organizacional y de Administración Caletas, en forma articulada y coordinada entre todas las Instituciones Públicas involucradas en el desarrollo sectorial.
- En cuanto a la gobernanza de las caletas, se ha percibido que existen diversos conflictos internos que se originarían principalmente en temas de confianza, transparencia y en los liderazgos del tipo “caudillismo”.
- Se ha detectado que existen dificultades de cohesión por parte de los pescadores artesanales, en torno al involucramiento efectivo en la administración, gestión y mantenimiento de las caletas; priorizando las labores individuales, relacionadas con las faenas de pesca, y delegando las responsabilidades propias de la administración.
- La aplicación de la nueva Ley de Caletas requiere que las organizaciones que administran la caleta deban capacitarse en temas de gestión económica, financiera y comercial, a fin de sostener la actividad en el largo plazo.
- Se requiere de un nuevo modelo de negocios –como el cooperativo- que pueda contribuir a superar los problemas actualmente detectados en la administración de las caletas, que permita potenciar el balance entre la capacidad productiva de las antiguas y de las nuevas generaciones de pescadores.
- La pesca artesanal ha representado históricamente una actividad de gran valor cultural y económico, aportando no solo a la subsistencia de las comunidades costeras, sino que además proporcionando proteína animal de excelente calidad y de bajo costo para la buena nutrición de la población.
- La Ley de Caletas podría ser una nueva oportunidad para pescadores artesanales, de participar y hacer parte de la configuración o construcción de la nueva gobernanza territorial.

- La Ley de Caletas es una herramienta importante para dinamizar los territorios a nivel local, reconocer las particularidades de cada uno de ellos, mancomunar esfuerzos y realizar inversiones de manera eficiente y eficaz.
- Se debe visualizar a la caleta como el territorio que está siendo usado y que forma parte de un proceso constante de uso por parte de los sujetos en torno a los objetos: el espacio como un sistema indisoluble de objetos y acciones.
- La caleta es inherente al territorio y a la comunidad local en la cual se encuentra inserta, presentando una dinámica socio-espacial que permite el reconocimiento de un espacio particular en que se encuentran ligados en un continuo proceso de transformación, constituyendo un conjunto coherente y solidario en que su unión está hecha de reciprocidad.

REFERENCIAS

Camus, P., M. Arias, R. Hidalgo. 2019. Pescadores artesanales, Estado Nacional y modernización capitalista en los espacios litorales y marítimos de Chile en el siglo XX. *Scripta Nova*, 23(626): 27pp.

Carvajal, L. 2021. La pesca responsable y el desarrollo sostenible de caletas pesqueras en Chile. *Proceedings XLI Congreso Nacional y XXVI Internacional de Geografía*.

Chia, E. & A. Torre. 2020. Gobernanza Territorial a través del prisma de los instrumentos, aprendizajes y conflictos. *Investigaciones Geográficas*, 60: 18-34.

Chia E., Rey-Valette H., Michel L., Soulard Ch., Nougaredes B., Mathé S., Barbe E., Maurel P., Jarrige F., Guiheneuf P.Y. 2016. Proposición metodológica para el análisis de la gobernanza a partir de una experiencia francesa. *Revista de Geografía UPCV. NCESA*, pp. 23-46

FAO, 1995. Código de conducta para la pesca responsable. Roma. 46pp.

FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. 223pp. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.

Montenegro, J. & G. Garrido. 2021. Implementación de la Ley de Caletas Pesqueras Artesanales en Chile. *Proceedings XLI Congreso Nacional y XXVI Internacional de Geografía*

Ther-Ríos, F., P. Salinas-Vilches, G. Gajardo-Gálvez, Z. Bugueño, C. Gajardo-Cortés, M. Ceballos-Cardona, J. Valderrama-Bravo, J. Cursach, C. Hidalgo-Garrido. 2020. Complejidad territorial en caletas de pescadores artesanales de Chiloé (Chile): aportes para el manejo costero. *Revista Estudios Atacameños*. 65, pp. 105-124.

Villanueva, J. & A. Flores. 2016. Contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, el empleo rural y el ingreso familiar en países de América del Sur. *FAO N° 15768*, 96 p.

PROGRAMA DE ALFABETIZACION MARINA PARA CHILE

Data de aceite: 03/10/2022

Guillermo Martínez González

Facultad de Ciencias del Mar y Geografía.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso -
Chile

Carlos Céspedes Morales

Liga Marítima de Chile

Teresa Corrotea Aranda

Centro de Instrucción y Capacitación Marítima.
Dirección General del Territorio Marítimo y
Marina Mercante - Chile

Milidrag Delic Cuevas

Centro de Instrucción y Capacitación Marítima.
Dirección General del Territorio Marítimo y
Marina Mercante - Chile

Domingo Hormazabal Figueroa

Centro de Instrucción y Capacitación Marítima.
Dirección General del Territorio Marítimo y
Marina Mercante - Chile

Marcos Gallardo Pastore

Liga Marítima de Chile

RESUMEN: Chile es un país oceánico con gran proyección hacia el mar, posee una de las mayores ZEE del mundo, pero está atrasado en materia de educación marina de su población. Países como EEUU, Portugal, Brasil, Italia, entre otros, han incorporado en los programas de educación primaria y secundaria contenidos sobre el océano. Es decir, como país no tiene un sentido de “alfabetización marina”, de una

comprensión cabal de la influencia del océano en las personas y de la influencia de las personas en el océano. La Política Oceánica Nacional de Chile para el desarrollo de la ciencia y tecnología distingue como eje principal de acción la “educación marina de la sociedad”. Por esta razón, es urgente la necesidad de implementar en Chile un programa de alfabetización marina, que permita educar a los distintos grupos de interés de la sociedad en los conceptos relacionados con el mar, sus componentes, procesos y actividades socio-económicas. En respuesta a ello, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, la Liga Marítima de Chile y el Centro de Instrucción y Capacitación Marítima de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, prepararon una propuesta de “Programa de alfabetización marina”. Su misión es “Contribuir a la creación de una consciencia marina en las personas de Chile con el propósito de contar con una sociedad informada, consciente y comprometida con el uso racional del océano y sus recursos”. El Programa contempla ocho ejes temáticos: El Mar, sus componentes, recursos y procesos; Importancia económica y social del mar; Historia marítima de Chile; Cultura y arte marino; Deportes, turismo y recreación en el mar; Contaminación marina y cambio climático; Antártica chilena, seguridad y defensa marítima; y El derecho del mar.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización marina, consciencia marina, Chile

ABSTRACT: Chile is an oceanic country with great projection towards the sea, it has one of the largest EEZs in the world, but it is behind in

terms of marine education for its population. Countries such as the USA, Portugal, Brazil, Italy, among others, have incorporated content about the ocean into primary and secondary education programs. That is to say, as a country it does not have a sense of “marine literacy”, of a full understanding of the influence of the ocean on people and the influence of people on the ocean. The National Oceanic Policy of Chile for the development of science and technology distinguishes the “marine education of society” as the main axis of action. For this reason, there is an urgent need to implement a marine literacy program in Chile, which allows educating the different interest groups of society in the concepts related to the sea, its components, processes and socio-economic activities. In response to this, the Pontifical Catholic University of Valparaiso, the Chilean Maritime League and the Center for Maritime Instruction and Training of the General Directorate of the Maritime Territory and Merchant Marine, prepared a proposal for a “Marine Literacy Program” for Chile. Its mission is “To contribute to the creation of a marine consciousness in the people of Chile with the purpose of having an informed, aware and committed society with the rational use of the ocean and its resources”. The Program contemplates eight thematic axes: The Sea, its components, resources and processes; Economic and social importance of the sea; Maritime history of Chile; Culture and marine art; Sports, tourism and recreation at sea; Marine pollution and climate change; Chilean Antarctica, security and maritime defense; and The Law of the Sea.

KEYWORDS: Marine literacy, marine consciousness, Chile.

INTRODUCCION

En nuestro planeta azul llamado Tierra, de los 510 millones de Km² de superficie, la característica dominante es el océano, con una superficie de 361 millones de Km², lo que corresponde alrededor del 71 por ciento del total. El océano contiene el 97 por ciento del agua del planeta y libera vapor en la atmósfera que retorna como lluvia y nieve, y siempre repone el planeta con agua dulce. Toda la vida, incluida la nuestra, depende del océano. Conocer y comprender el océano en todas sus dimensiones es esencial para comprender este planeta en el que vivimos.

Sin embargo, solo una pequeña parte de la humanidad es consciente de lo importante que es el mar para su bienestar, tanto médica, económica, social, política y ambientalmente. La gran mayoría de las personas desconocen cómo sus decisiones y acciones diarias pueden tener un efecto acumulativo en la salud del océano, un recurso vital y necesario que debe protegerse para que exista la vida en nuestro planeta azul.

Nuestro país ha dependido siempre del mar para su desarrollo, incluso desde antes de nacer como un Estado soberano e independiente, nuestra condición geográfica esencial puede ser definida como eminentemente insular, ya que lejos de los grandes centros económicos del mundo, nos obligó a buscar en el mar la vía para, en una primera instancia, abastecernos de los recursos para subsistir y, posteriormente, para comercializar los productos que desde nuestras tierras se extraían o en ellas eran producidos. En Chile, una parte importante de sus ciudadanos no han establecido relación alguna con el mar, pese a que, sin saberlo, el océano ha constituido un pilar fundamental en su desarrollo social

y económico. Pero, el mar, también abarca otras dimensiones de características físicas, políticas, jurídicas, culturales y militares, es así como debemos ocuparnos de asuntos tan diversos e importantes como desde establecer la forma en que protegemos nuestros espacios marítimos y áreas marinas protegidas, hasta conocer y entender como desde el mar pueden originarse eventos que eventualmente pueden desencadenar desastres naturales.

Chile es un país oceánico con una importante proyección hacia el mar y que posee una de las mayores Zonas Económicas Exclusivas del mundo, se ha convertido en un referente internacional en materias de conservación y uso sustentable del océano; no obstante, está muy atrasado en materia de educación marina de su población. En efecto, países como Estados Unidos, Canadá, Grecia, Italia, Portugal, Gran Bretaña, China, Corea, entre muchos otros, han incorporado en los programas obligatorios de educación primaria y secundaria contenidos sobre el mar, sus procesos y recursos. En otras palabras, como país carecemos de un sentido de “alfabetización marina”, es decir, una comprensión cabal de la influencia del océano en nosotros y nuestra influencia en el océano.

La Política Oceánica Nacional de Chile promulgada en 2018, en las Acciones del Área Sectorial “Desarrollo Científico”, distingue como eje principal de acción para el desarrollo de la ciencia y tecnología, la “Educación Marina de la Sociedad”. Y como acciones a desarrollar en este eje:

- Contar con programas de educación escolar que permitan incorporar un conocimiento y entendimiento básico de la biología/ecología marina y oceanografía del Mar Chileno.
- Lograr cambios conductuales en la comunidad nacional que promuevan la sustentabilidad de los recursos marinos.

En vista de lo anteriormente expuesto, urge la necesidad de implementar en Chile un Programa de Alfabetización Marina, que permita educar a los distintos grupos de interés de la sociedad, en los conceptos relacionados con el mar, sus componentes, procesos y actividades socio-económicas relacionadas.

ANTECEDENTES

En octubre de 2004 se realizó en Estados Unidos un taller patrocinado por la Iniciativa Océanos para la Vida (NGS) de la Sociedad Geográfica Nacional y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y organizado por el Centro de Conferencias de la Facultad de Exploración. El taller también recibió el respaldo de la Asociación de Zoológicos y Acuarios (AZA) y el Proyecto del Océano. El taller fue planeado y coordinado por Francesca Cava de la Sociedad Geográfica Nacional; Sarah Schoedinger de la NOAA; Craig Strang del Salón Lawrence de Ciencias de la Universidad de California, Berkeley, y Peter Tuddenham del Colegio de Exploración. También participaron miembros de la NGS,

NOAA, Centros de Excelencia para la Educación en Ciencias del Océano (COSEE) y de la Asociación Nacional de Educadores Marinos (NMEA).

Los postulados que se presentan a continuación, tanto del concepto de alfabetización oceánica, como de los Principios Esenciales y Conceptos Fundamentales, fueron propuestos durante el desarrollo del taller y, posteriormente, validados mediante una discusión en línea de dos semanas de duración y de amplias comunicaciones de seguimiento entre unos cien miembros de las comunidades de ciencias y educación del océano de los Estados Unidos (Fuente: <http://oceanliteracy.wp2.coexploration.org/>):

¿Qué es la alfabetización oceánica?

La alfabetización oceánica es una comprensión de la influencia del océano en el ser humano como también la influencia del ser humano en el océano. Una persona alfabetizada en el océano, comprende:

- los principios esenciales y conceptos fundamentales sobre el funcionamiento del océano;
- puede comunicarse sobre el océano de una manera significativa; y
- es capaz de tomar responsablemente decisiones informadas con respecto al océano y sus recursos.

Desarrollada a través de un proceso consensuado y participativo de toda la comunidad, esta definición, junto con los Principios Esenciales y los Conceptos Fundamentales que los avalan, se basa en esfuerzos previos para definir la alfabetización oceánica, evaluar lo que el público sabe sobre el océano y corregir la falta de información relacionada con el océano, e incorporarlos en los contenidos de los estándares y las evaluaciones estatales y nacionales de educación científica.

Se debe tener presente que, por diseño, los Principios Esenciales son ideas generales que no se enmarcan dentro de una disciplina en particular. Como resultado, hay muchos conceptos fundamentales que ilustran más de un Principio Esencial. Por ejemplo, el Principio esencial 4 tiene solo dos conceptos fundamentales enumerados, pero hay varios otros, en este documento, que podrían también estar allí incorporados. Esto es inevitable y demuestra la verdadera naturaleza interdisciplinaria de las ciencias oceánicas.

Principios Esenciales

Toda persona alfabetizada en el océano debe entender estos principios esenciales:

1. La Tierra tiene un gran océano con muchas características.
2. El océano y la vida en el océano dan forma a las características de la Tierra.
3. El océano tiene una gran influencia en el clima.
4. El océano permite que la Tierra sea habitable.

5. El océano soporta una gran diversidad de vida y ecosistemas.
6. El océano y los humanos están inextricablemente interconectados.
7. El océano está en gran parte inexplorado.

PROGRAMA DE ALFABETIZACIÓN MARINA EN CHILE

En la literatura científica, por primera y única vez se menciona el concepto de “alfabetización marina” en un artículo publicado por Spector (1980). Luego, en 2004 este concepto fue reemplazado por “alfabetización oceánica” (West, 2004) y ha sido ampliamente utilizado a nivel mundial.

Sin embargo, para el presente Programa adoptaremos el concepto de “alfabetización marina”, dado que se considera que “lo marino” está referido al Mar chileno, sobre el cual Chile ejerce soberanía. Se aprecia más cercano a la comunidad en general que “lo oceánico”, referido a un Océano Pacífico mucho más amplio y distante, que se percibe como algo muy alejado de la costa y, por lo tanto, ajeno al ámbito de influencia de la comunidad.

Para efectos del diseño e implementación del Programa, entendemos por “Alfabetización Marina”:

“La capacidad de comprender los principios esenciales y conceptos fundamentales sobre el océano y de su importancia para sostener la vida en la Tierra, como también para tomar responsablemente decisiones informadas con respecto al océano y sus recursos”.

Por lo tanto, una persona alfabetizada en los océanos:

- Comprende la importancia del océano para la humanidad.
- Puede comunicar acerca del océano de una manera significativa.
- Es capaz de tomar decisiones informadas y responsables con respecto al océano y sus recursos.
- Trabaja en forma colaborativa con socios de todos los países, tratando de que el océano esté en el corazón de todo lo que hacemos.
- Establece una relación de mutuo beneficio con el mar para el desarrollo del país.

a. De la Alfabetización Marina a la Conciencia Marina

La conciencia marina es el conjunto de conocimientos, emociones y experiencias que poseen los habitantes de un país vinculadas con el mar, permitiendo una valoración sobre su importancia para la vida humana y la necesidad de proteger y conservar sus recursos vivos y no vivos, con un aprovechamiento racional y sostenible de los mismos, que permita preservarlos para las próximas generaciones.

Como concepto, abarca la dimensión cognitiva, emocional y valórica de la persona.

Desde la dimensión cognitiva, implica los conocimientos fundamentales del funcionamiento de los océanos, de sus recursos, de la biodiversidad y de las múltiples interacciones que tiene con la vida humana, tanto como vía de transporte, industria, recreación y cultura.

Desde la dimensión emocional, implica el amor por el mar, por sus diferentes especies de animales, por sus paisajes. Sentir que las culturas generadas en el entorno marino son propias de nuestra identidad y que pertenecemos a ellas. Que existe un vínculo, un *religere* (latín, sujetar, ligar) en constante interacción con la vida humana.

Desde la dimensión valórica, involucra la generación de una conciencia moral. La protección y conservación de los océanos implica la adopción de valores que deben ser interiorizados y vividos en un compromiso responsable, tanto por las personas como por la sociedad chilena. Así, por ejemplo, el respeto a los procesos naturales del mar y de la vida que alberga y utilizar sus recursos racionalmente.

La conciencia marina se orienta a generar una responsabilidad social. Es evidente que existe una tendencia destructiva, que no respeta los ciclos naturales del ámbito marino y un sistema de explotación de los océanos que pone en peligro la vida de muchas especies, así como también el rompimiento del ambiente ecológico saludable de los mares. Desde esta percepción, surge la imperiosa necesidad de no destruir el único hogar de la humanidad: el planeta Tierra.

Asimismo, la cooperación es otro valor de gran significado. La tarea de proteger y conservar los océanos es una tarea no sólo de un país, sino una acción internacional en que todos los estados participen y cooperen en proteger los océanos y sus recursos. Esta tarea implica un largo horizonte de tiempo, para que la conciencia marina logre a través de la solidaridad y cooperación de los pueblos su fin último, pero es una acción que debemos comenzar hoy, sin pausas.

En Chile, diversas instituciones han promovido en forma sistemática, crear en nuestra sociedad la anhelada conciencia marítima. La Liga Marítima y la Armada de Chile han liderado estas iniciativas, destacándose entre ellas la celebración del “Mes del Mar”. También algunas instituciones y universidades han promovido la urgente necesidad de educar a nuestra sociedad, en pro del cuidado y protección del océano y sus recursos. Sin embargo, la mayoría de las iniciativas se realizan en forma atomizada, solo en algunas regiones, sin una adecuada articulación, ni continuidad en el tiempo. Así, por ejemplo, no basta el día de limpieza de playas, necesitamos promover la cultura de no botar basura en playas y costas.

Para lograr una mayor efectividad de estas y otras iniciativas, se requiere darle un sentido a todas las actividades educativas que se realizan en Chile, para que siempre estemos preocupados y ocupados en proteger nuestro océano y sus recursos. Necesitamos un cambio de actitud hacia el océano y para lograrlo, necesitamos de un ente rector que

articule a todas las instituciones e iniciativas en pos de un gran propósito nacional.

Lo que no se conoce, no se puede amar ni respetar. Lo que no se conoce no existe y, por ende, no se puede cuidar ni proteger. Para lograr esta conciencia marina, es necesario educar a la sociedad chilena respecto a los mares y océanos, sus procesos, sus recursos y su importancia para la vida humana en la Tierra.

La articulación entre la alfabetización marina y la conciencia marina es evidente. Se tiene conciencia marina, cuando se toma conocimiento -por medio de la razón- de la influencia del mar para nuestra propia existencia y del entorno, como también de la influencia de nuestros actos sobre el mar y sus procesos.

Es vista de ello, el Programa de Alfabetización Marina, permite que la sociedad -en un marco valórico- adquiera conciencia de la importancia del mar para propender hacia su bienestar en armonía con su medio ambiente natural y social.

b. Visión del Programa de Alfabetización Marina

“Nos proyectamos como un Programa que contribuye eficazmente a la sociedad chilena, para que todos sus estamentos conozcan los principios fundamentales sobre el funcionamiento de los océanos y de su importancia para sostener la vida en la tierra y tomen responsablemente decisiones informadas con respecto a los mares y océanos, sus recursos y sus múltiples interacciones con el medio terrestre y humano”

c. Misión del Programa de Alfabetización Marina

“Contribuir en la creación de una conciencia marina en las personas de nuestro país, con el propósito de contar con una sociedad informada, consciente y comprometida con el uso racional del océano y sus recursos”

d. Valores Morales del Programa de Alfabetización Marina

Nuestros valores morales son:

*la **responsabilidad**, que denota nuestra capacidad de comprometerse y de actuar de forma correcta, ejerciendo derechos y desempeñando obligaciones como ciudadanos;*

*el **respeto**, valor moral fundamental para lograr una armoniosa interacción social en pos del cuidado del medio ambiente marino;*

*la **caridad**, expresión de un amor desinteresado que surge por el mero deseo de darse a los demás sin pretender nada a cambio;*

*la **solidaridad**, entendida como la adhesión circunstancial al interés de dar a conocer la importancia de los océanos para la vida humana, y*

*la **perseverancia**, actitud fundamental para fomentar la alfabetización marina en la sociedad chilena.*

e. Ejes Temáticos de la Alfabetización Marina

Para el desarrollo e implementación del Programa de Alfabetización Marina, se han

identificado y definido los siguientes ejes temáticos:

1. El Mar, sus Componentes, Recursos y Procesos.
2. Importancia Económica y Social del Mar.
3. Historia Marítima de Chile.
4. Cultura y Arte Marino.
5. Deportes, Turismo y Recreación en el Mar.
6. Contaminación Marina y Cambio Climático.
7. Antártica Chilena, Seguridad y Defensa Marítima.
8. El Derecho del Mar.

1. El Mar, sus Componentes, Recursos y Procesos.

Descripción:

Comprende los conceptos relativos al mar, su estructura, componentes, procesos: físicos, como las corrientes y las mareas; químicos, como la composición química del agua de mar y de sus interacciones; biológicos, como las relaciones tróficas entre los organismos marinos, y geológicos, como la sedimentación o la expansión del fondo oceánico; su dinámica; como también de los recursos renovables y no renovables tanto en la columna de agua como en el subsuelo marino.

Objetivo general:

- Describir los principales conceptos que permitan un mayor y mejor conocimiento del mar y de sus recursos, como también la comprensión de su dinámica por parte la comunidad educacional y de la sociedad chilena en su conjunto, para que tomen conciencia de la importancia del mar para sostener la vida humana en la Tierra.

2. Importancia Económica y Social del Mar.

Descripción:

Según el Foro Económico Mundial, los océanos son el activo más valioso de la Tierra y su “capital natural” es enorme. Son, también, una fuente potencial de oportunidades de empleo y carrera, con varios millones de personas trabajando en actividades y empresas directa e indirectamente relacionadas con los océanos y mares en todo el mundo.

El sector marítimo es un catalizador clave para el desarrollo socio-económico de la humanidad, que comprende las distintas actividades productivas que se realizan en torno al mar y sus recursos, renovables y no renovables, entre las que destacan el comercio y transporte marítimo, la actividad portuaria, la pesca y acuicultura, la explotación de yacimientos de petróleo, gas, minerales y compuestos químicos, la construcción naval, la utilización de la energía del oleaje y las mareas, la obtención del agua dulce, las actividades turísticas y recreativas, entre otras. No obstante lo anterior, los océanos están amenazados por la creciente contaminación, la sobrepesca y el calentamiento global.

Objetivos generales:

- Promover el conocimiento de las oportunidades y beneficios que el mar brinda tanto a las personas como a la sociedad.
- Promover los conceptos de cooperación, desarrollo sustentable y sostenible, y respecto del océano en las actividades económicas que se realizan en torno al mar y sus recursos.
- Promover la implantación del modelo macroeconómico de economía azul mediante la adopción de sistemas que imiten a la naturaleza y aprovechen al máximo los recursos disponibles de manera respetuosa con el medio ambiente.
- Promover la importancia del mar como principal fuente futura de alimentación para el país.

3. Historia Marítima de Chile.

Descripción:

El patrimonio marítimo de Chile tiene diversos componentes cuyo desarrollo se funde con el descubrimiento del territorio nacional y, posteriormente, con toda su organización política, social y económica. A modo de ejemplo, se puede mencionar la consolidación del territorio nacional en el que el mar juega un rol trascendente; los cientos de establecimientos terrestres que se constituyen a lo largo de la costa, han generado un crecimiento social y económico para sus habitantes y permiten hoy la conexión de Chile con el resto del mundo.

Este desarrollo marítimo incluye el territorio antártico y el territorio insular, y tiene méritos suficientes para ubicarlo dentro de la historia del Chile. Se destacan los siguientes aspectos: conexión con el mundo, territorio antártico, territorio insular, pueblos originarios costeros, historia naval, ciencias del mar, marina mercante, marina de guerra y la defensa de la soberanía nacional, navegantes (corsarios, piratas, etc.), construcción naval, pesca, acuicultura, explotación de yacimientos de petróleo, gas, minerales, etc. Además, desde la perspectiva histórica, su relación con los demás ejes.

Objetivo general:

- Promover la investigación, documentación y difusión de la historia marítima de Chile que permita poner en valor nuestra cultura ligada al mar.

4. Cultura y Arte Marino.

Descripción:

Las actividades que se realizan en torno al mar, son fuente de múltiples expresiones artísticas (literatura, poesía, música, pintura, etc.), comportamientos, costumbres (gastronomía), tradiciones (mitologías), generación de símbolos y prácticas sociales, que son transmitidos de generación en generación. El desarrollo de estas expresiones artísticas hoy todavía insuficientes, son fundamentales para crear una cultura nacional que valore el mar fomentando la conciencia marítima.

Objetivo general:

- Promover el rescate, documentación y difusión de las expresiones artísticas, tradiciones marinas, prácticas sociales que permitan poner en valor nuestra cultura marítima.

5. Deportes, Turismo y Recreación en el Mar.

Descripción:

Comprende las actividades deportivas, recreativas náuticas y de buceo que se realizan en el mar, en forma segura para la vida humana en el mar y del medio ambiente acuático. Asimismo, el turismo costero y marítimo, dado por la belleza de los paisajes, la riqueza cultural y la gran diversidad de las zonas costeras de Chile, constituye un importante rubro turístico que se ha incrementado en los últimos años, gracias a que muchos connacionales y turistas de países vecinos lo han hecho el destino vacacional preferido.

Objetivos generales:

- Promover el desarrollo de programas de instrucción que permita crear habilidades para realizar actividades deportivas y de recreación en forma segura en el mar.
- Promover el desarrollo de actividades deportivas, recreativas y de turismo en el mar, incorporando la gestión medioambiental en playas, bahías, puertos y marinas, contribuyendo así al desarrollo sostenible de zonas turísticas costeras de alto valor.

6. Contaminación Marina y Cambio Climático.

Descripción:

Comprende las alteraciones en la composición química del agua de mar provocado por factores naturales -biótico y abiótico- y por factores antropogénicos (o antrópicos), que afectan mares y océanos desde la tierra interior y zona costera hasta el mar abierto. También, comprende las variaciones en el estado del clima de la Tierra debido a causas naturales y también a la acción del hombre, que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos hasta alcanzar un nuevo equilibrio y que puede afectar tanto a los valores medios meteorológicos como a su variabilidad y valores extremos.

En la actualidad, existe consenso científico casi generalizado en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que provocará además serios impactos tanto sobre la tierra como sobre los sistemas socioeconómicos.

Objetivos generales:

- Promover una mayor conciencia de la importancia del mar para la sobrevivencia de la vida humana.
- Comprender la importancia del mar como regulador del clima de la Tierra y de

su influencia fundamental en nuestro clima.

7. Antártica Chilena, Seguridad y Defensa Marítima.

Descripción:

Siendo Chile un país oceánico, con presencia tri-continental, la protección de la vida humana en el mar, la conexión territorial y las actividades productivas, ante las amenazas como el terrorismo, piratería, tráfico de drogas, desastres naturales, entre otras, la defensa y seguridad pasan a constituir elementos esenciales para el normal desarrollo del país.

Para ello se han ha definido cinco Áreas de Misión para las Fuerzas Armadas del país: Defensa; Emergencia Nacional y Protección Civil; Cooperación Internacional; Contribución al Desarrollo Nacional y a la Acción del Estado; Seguridad e Intereses Territoriales.

Objetivos generales:

- Describir los aspectos de la Seguridad y de la Defensa marítima en los que entidades públicas y la población civil pueden contribuir al país.
- Describir las oportunidades de incorporarse al cuidado de nuestro océano en el eje de Seguridad y Defensa Marina.
- Fortalecer los programas de comunicación en seguridad y defensa marítima para la ciudadanía.

8. El Derecho del Mar.

Descripción:

En los últimos cuarenta años, la normativa del Derecho en el mar, interviene en la totalidad de la actividad humana, ya sea de tipo social, recreativa, productiva o cualquier otra índole, siendo su propósito fundamental, la conservación de los océanos y la racional explotación de sus recursos vivos y no vivos.

En este contexto, la normativa del Derecho del Mar, del Derecho Marítimo y un naciente Derecho Ambiental Marítimo está presente transversalmente en los anteriores ejes definidos, por lo que su identificación, conocimiento y aplicación resulta relevante como parte del proceso de alfabetización marina.

Objetivos generales:

- Identificar las principales fuentes jurídicas internacionales que intervienen en los espacios marítimos y en la actividad humana en el mar que tienen aplicación en Chile.
- Identificar la normativa nacional que debería ser difundida en la población para reforzar su conciencia marina.
- Proponer a los demás ejes temáticos la integración de contenidos afines.

f. Orientación del Programa de Alfabetización Marina

El Programa de Alfabetización Marina está orientado principalmente a las comunidades escolares de Pre básica, Básica primer y segundo ciclo, Media, sus profesores

y a la Sociedad chilena en su conjunto.

Se espera incidir en políticas públicas y en particular en el Ministerio de Educación, para la incorporación de temas relevantes relacionados con el mar en los programas de estudio, como parte complementaria a los currículos, que permitan desarrollar, fortalecer y afianzar la conciencia marítima en las comunidades escolares y con ello contribuir en la formación de ciudadanos para que actúen responsablemente respecto al océano y sus recursos.

Asimismo, colaborar con las comunidades escolares en el desarrollo de actividades que lleven el conocimiento en modos y lenguajes comprensibles por los distintos estamentos de la sociedad.

REFERENCIAS

Spector, B.S., 1980. Marine Literacy: an attainable goal. *Mar. Technol. Soc. J.* 14 (3), 31–35.

West, R.D., 2004. Ocean literacy is key to preserving our oceans and coasts. *Mar. Technol. Soc. J.* 38 (4), 68–69.

SOBRE A ORGANIZADORA

ALANA MARIA CERQUEIRA DE OLIVEIRA - Possui graduação em Biomedicina pela Universidade Estadual de Santa Cruz -UESC (2002) com habilitação pelo CRBM 4 em Patologia Clínica -Análises Clínicas e Biologia Molecular, licenciada em Biologia pela Faculdade Cruzeiro do Sul (2020), licenciada em Pedagogia pela Faculdade Faveni (2021). Em 2021 se especializou em Saúde indígena pela Faculdade Dom Alberto. Obteve seu Mestrado (2006) e o Doutorado (2011) em Biologia Celular e Molecular pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – FMRP-USP. Pós-Doutorado pelo Instituto Nacional de células Tronco, INCTC -USP (2012). O segundo Pós-doutoramento foi realizado pelo departamento de Clínica Médica Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-FMRP-USP (2014). Seu terceiro Pós-Doutorado pelo Departamento de Química da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras-FFCL-USP (2016). É docente na Universidade Federal do Acre -UFAC no Colégio Aplicação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfabetización marina 83, 85, 87, 89, 93

Alternaria infectoria 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9

B

Bioeconomía 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

C

Cadenas de valor 23, 26, 29, 30, 31

Caletas pesqueras 74, 77, 78, 79, 82

Caudillismo 74, 77, 81

Chile 11, 12, 21, 22, 32, 58, 72, 74, 75, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 92, 93

Ciénaga de Ayapel 59, 71

Coleópteros 47, 48, 53

Colombia 45, 47, 48, 49, 58, 59, 60, 61, 68, 69, 70, 71, 72

Consciencia marina 83

Control biológico 1, 2, 56

Cuenca del Río San Jorge 61

D

Desarrollo sostenible 24, 25, 27, 32, 74, 82, 92

Dípteros 47, 48, 53

E

Ecología trófica 60

Economía 31

Educación escolar 85

Eichhorna crassipes 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58

Estado de bienestar 60, 66, 68

F

Fauna chimborazo 35, 36, 39, 40, 41, 42

Fitopatógenos 1, 2, 3, 9

G

Gestión 26, 27, 29, 43, 70, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 92

H

Hábitos alimentarios 59, 61, 71

Hemípteros 48

Humedal 47, 48, 50, 58, 61

Hyalodendron sp 1, 2, 5, 7, 8, 9

I

Invertebrados 29, 36, 48, 56, 57, 68

J

Jamundí 47, 48

L

Langostino 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22

Ley N°21.027 74, 77

M

Macrófitas 35, 36, 39, 41, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56

Macroinvertebrados 35, 36, 38, 39, 41, 42, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 55, 57, 58

Mojarra amarilla 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Moluscos 31, 48, 50, 54

Muérdagos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

O

Océanos 11, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 59, 76, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93

Oligoquetos 48

P

Pesca 27, 61, 62, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 90, 91

Pescadores artesanales 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82

Phoradendron spp 1, 5, 10

Pistia stratiotes 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57

Pleuroncodes monodon 11, 13, 21, 22

Preferencias alimenticias 60

R

Recursos marinos 23, 25, 26, 29, 30, 31, 75, 85

Riqueza biológica 35

Role trófico funcional 47

S

Seguridad alimentaria 24, 60, 61, 82

Sustentabilidad 75, 76, 80, 85

V

Variables biogeoquímicas 11

Vegetación de ribera 35, 41, 42

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN
**CIENCIAS
BIOLÓGICAS**
4

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN
**CIENCIAS
BIOLÓGICAS**
4