

# SEPEC

SERVICIO ESTADÍSTICO PESQUERO COLOMBIANO



## 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



Colecta de datos biológicos en Tajamar Occidental. Barranquilla, Atlántico. Fotografía: Lo Verso, G. 2020



Elaborado por:

***Luis Orlando Duarte<sup>1</sup>, Jorge Rodríguez<sup>2</sup>, Diana Tarazona<sup>2</sup>, Brigitte Gil-Manrique<sup>2</sup>, Karina Tejada<sup>2</sup>, Estefanía Isaza<sup>2</sup> y Luis Manjarrés-Martínez<sup>1</sup>***

1. Grupo de Investigación Evaluación y Ecología Pesquera (GIEEP)

2. Contratista

Programa de Ingeniería Pesquera

Facultad de Ingeniería

Universidad del Magdalena

Cítese como:

Duarte L.O., J. Rodríguez, D. Tarazona, B. Gil-Manrique, K. Tejada, E. Isaza y L. Manjarrés–Martínez. 2020. 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. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena, Santa Marta, 67 p.

| <b>AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA (AUNAP)</b>                    |                                 |  |                                  |
|---|---------------------------------|--|----------------------------------|
| Director General  |                                 | Nicolás Del Castillo Piedrahita        |                                  |
| Secretario General  |                                 | Daniel Ariza Heredia                   |                                  |
| Director Técnico de Inspección y Vigilancia                                 |                                 | Nelcy Esther Villa Estarita            |                                  |
| Jefe Oficina Generación del Conocimiento y la Información                   |                                 | María Rosa Angarita Peñaranda          |                                  |
| Director Técnico de Administración y Fomento                                |                                 | John Jairo Restrepo Arenas             |                                  |
| Director Regional Bogotá  |                                 | Carlos Borda Rodríguez                 |                                  |
| Director Regional Barranquilla  |                                 | Jorge Roa Barrios                      |                                  |
| Director Regional Barrancabermeja   |                                 | Javier Ovalle Martínez                 |                                  |
| Director Regional Cali  |                                 | Sandra del Socorro Angulo Cabezas      |                                  |
| Director Regional Magangué  |                                 | Alfredo De Ávila Castellón             |                                  |
| Director Regional Medellín  |                                 | Carlos Zapata Morales                  |                                  |
| Director Regional Villavicencio   |                                 | Maritza Casallas Delgado               |                                  |
| <b>UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA</b>  |                                 | <b>COMITÉ TÉCNICO SUPERVISOR AUNAP</b> |                                  |
| Rector  | Pablo Vera Salazar              | Carlos Barreto Reyes                   |                                  |
| Vicerrector Académico   | José Vásquez Polo               | Vianys Agudelo Martínez                |                                  |
| Vicerrector de Extensión y Proyección Social                                | Edwin Chacón/John Taborda       | Wilberto Angulo Viveros                |                                  |
| Vicerrector de Investigación  | Ernesto Galvis Lista            | Jorge Córdoba Peña                     |                                  |
| Vicerrector Financiero y Administrativo                                     | Jaime Noguera Serrano           | Alberto Mario Pacheco                  |                                  |
| <b>PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO DEL CONTRATO</b>                       |                                 |  |                                  |
| <b>Gerente del Contrato</b>   | María Isabel Salazar Chacón     | Yessica Mafaldo Solarte                | Luz Elena Bedoya Bravo           |
| Luis M. Manjarrés Martínez  | Leonardo Fabio Garay Méndez     | Greysi Deisi Jafayteque Muca           | Linda Paola López Fuentes        |
| <b>Jefe de análisis de datos y evaluación de la información</b>             | Ana Carina Hoyos Alemán         | Estiben Alberto Ríos Sandoval          | Sigilfredo Arévalo Mejía         |
| Luis Orlando Duarte Casares   | Antonio José Trespalacios Díaz  | María Rosario Lozada Vargas            | Zulma Enith Montiel Osorio       |
| <b>Coordinadores y Profesionales de Apoyo de los diferentes componentes</b> | Kenia Adolfiná Chimá Martínez   | Jhohan Stiven Villarreal Zambrano      | Danny Paola Hernández Herrera    |
| Roberto Rivera Mendoza  | Alfenis Enileth Arteaga Durango | Jhon Fredy García Parra                | Iván Antonio Pérez Tapias        |
| Jairo Altamar López   | Yuly Paulina Silva Meza         | Lady Johana Meza Botina                | Yecenia Yulieth Zapata Bedoya    |
| José Luis González Porto  | Andrea Marcela Espitia Galvis   | Mónica Cabezas Loaiza                  | Luis Alberto Vallejo Rodríguez   |
| Carlos Salazar Pérez  | Juan Manuel Villalba Quintero   | Yeison Exneider Rodríguez López        | Roberto Antonio Vergara Pinto    |
| Brayan Roca Lanao   | Leonardo Luis Zapa Argel        | Dora Liliana Canchala Chiran           | Shirly Patricia Correa Rodríguez |

|  |                                  |                                   |   |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Erika Pava Escobar                     | Yeisman Isaac Hoyos García       | Wendy Milady Rodríguez Díaz       | Adriana De Jesús Morgan Figueroa                      |
| Eduardo Choles Rodríguez               | Samir Antonio Noble Camaño       | Sergio Arnoldo Vargas Garrido     | Lorena Centeno Mejía                                  |
| Margarita Rosa Rangel Durán            | Suleidy Noble Montes             | Luis Yexy López Romero            | Sulma Yaneth Flórez Lima                              |
| Rafael Mendoza Ureche                  | Luis Fernando Madariaga Aguilar  | Ilbert José Ortega Carvajal       | Roberto Carlos Genes González                         |
| Emiliano Zambrano Rodríguez            | Geraldine Inés Doria Durango     | Juan Farid Torres Rodríguez       | <b>Colectores de datos - Desembarcos Industriales</b> |
| Daniela Barrios Naizzir                | Dostin Samid Guerrero Martínez   | Edinson Eduardo Rubio Aldana      | Sergio Iván Jiménez Suárez                            |
| Arled Martínez Villalba                | Huber Acuña Vanegas              | Beyanira Quiroga Rubio            | Wilson González Mosquera                              |
| Harold Casas Reina                     | Carlos Hernando Mancilla         | Camila Vanesa Alegría Pastrana    | Celedonio Riascos Riascos                             |
| Mirla Sánchez Pimienta                 | Ana Sofía González Ávila         | Ana Camila Rodríguez Silva        | Yeison Reina Rosero                                   |
| Jesús Padilla Soto                     | Ana María Bravo Jerez            | Juanis Dolores Solera Petro       | Carlos Eduardo Viaña Tous                             |
| <b>Coordinador de Sistemas</b>         | Gelson Andrés Beltrán Pérez      | Amalfi Reyes Valdés               | Alfredo Angel Hernández Padilla                       |
| Huguer Reyes Ardila                    | Jader Salomón Lozano Herrera     | Luz Marly Muñoz Infante           | Rafael Enrique Suarez Lara                            |
| <b>Profesional Técnico Informático</b> | José Mercedes Cabrera Zurmary    | Daniel Niño García                | <b>Colectores de datos-Acuicultura</b>                |
| Maria Camila Samper Meza               | Shirleys Chiquillo Romero        | Frank Alexander Forero            | Carlos Ariel Gómez Gutiérrez                          |
| Ciro Polo Pallares                     | Uberlis Villarreal Cañavera      | Luis Francisco Cubillos Ariza     | Cesar Augusto Díaz Cuenca                             |
| Brayan Carbonó                         | Kellys Johana Lara Mendiz        | Nini Johana Vega Leal             | Cindy Michelle Gonzáles Sánchez                       |
| Jorge Pineda                           | José Alfredo Mejía Ospino        | Ligia Mercedes Carrillo Villar    | Dairo García Moreno                                   |
| <b>Analistas de datos</b>              | Edith Auxiliadora Beltrán Ortega | María Griselda Roa Bernal         | Diego Pérez Castro                                    |
| Félix Cuello                           | Yuris Silvana Beltrán Troncoso   | Karen Julieth Cifuentes Hoyos     | Dora Deissy Espinosa Aguiar                           |
| Gloria de León Martínez                | Jorge Eliécer Valoyes Córdoba    | Adriana Milena Sánchez Catimay    | Esteban Arcesio López Gómez                           |
| Karina Tejada Rico                     | Nurys Deyda Palacios Panesso     | Elvis Alexander Parra Vargas      | Evans Manuel Valderrama Zapata                        |
| Estefanía Isaza Toro                   | Juvenal Pardo Caraballo          | Natalia Marcela Gámez Moreno      | Fabio Antonio Sarmiento Zambrano                      |
| Olga Cecilia Vargas Charris            | Fanny Judith Anaya Sánchez       | Juan Camilo Sánchez Mesa          | Freddy Andrés Chávez Bolívar                          |
| Carlos Andrés Cuervo Carvajal          | Doralina Pineda Rengifo          | Claudia Patricia Quiñones Caicedo | Jaider Jener Peinado Cárdenas                         |
| Diana Elizabeth Tarazona Giraldo       | Floralva Salazar Anchico         | Caterine Hurtado Pinillos         | José Gabriel Mestra Ricardo                           |
| Brigitte Dimelsa Gil Manrique          | Yunuris Marmolejo Cabadia        | Alberto Enrique Ghisays Fernández | Leider Yesid Cárdenas Anaya                           |
| Jorge Rodríguez De Hoyos               | Dunois Bravo Martínez            | Alexander Mejía Arévalo           | Leidy Dayana Romero Buitrago                          |
| <b>Asesor Jurídico</b>                 | Damaris Caballero Maury          | Amarilis Sofía Quiroz Benítez     | Leonardo Maldonado Monsalve                           |

|   |                                   |                                    |  |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Oliver Orozco Sanjuanero                                | Pedro Juan Rodríguez Olivo        | Arnoldo Valencia Ayala             | Liliana Holguín Sanabria                                   |
| <b>Asesor Contable</b>                                  | Mayra Alejandra Barraza Herrera   | Diego Leonardo Anzola Urrea        | Liliana Ivet Pineda Godín                                  |
| Daniel Rivadeneira Arrieta                              | Leicer Manjarrés Agresott         | Paola Guzmán Vanegas               | Manuel Fernando Castañeda Farfán                           |
| <b>Personal Administrativo</b>                          | Leandra Patricia Petro Humanez    | Edelmis Martínez Gil               | Nelson Iván Espinosa Criollo                               |
| Katherin Julieth Almendrales Tejeda                     | Martha Josefina Granados Whisgman | Javier Fernando Ramírez Ramírez    | Orlando Enrique Correa Galván                              |
| Carolina María Bornacelli Ropain                        | Adanies Jiménez Vega              | Jemmy Lissete Padilla Aramendez    | Richar Alonso Ramos Tolosa                                 |
| Karen Stephanie Jiménez Charris                         | Héctor Olmedo Molina Villa        | Karys Carolina Romero Cárdenas     | Rosendo Ortiz Velásquez                                    |
| Elda Rodríguez Cárdenas                                 | Javier Alejandro Guerra Royero    | Luis Alberto Páez Espitia          | Sandra Juliana Gutiérrez Manrique                          |
| Karen Katerine Márquez Lora                             | Sindy Paola Mendoza Polo          | Jhira Raquel Petro Martínez        | Sindy Johanna Rueda David                                  |
| Daniela Vanesa Villalba Cárdenas                        | Luis Eduardo Charrasquiel Jiménez | María Magdalena Téllez Mercado     | Uriel Marín Gallego  |
| <b>Taxónomos</b>  | Harol Teherán Cervantes           | María Zorainy Franco Chávez        | Yovani Romero Galeano                                      |
| Armando Ortega Lara                                     | Rafael Humberto Rodríguez Robles  | Marlon Jair Vides Rúgeles          | <b>Colectores de datos - Producción Peces Ornamentales</b> |
| Diego Córdoba Rojas                                     | Damaris Gutiérrez López           | Nayarit Zulena Cadavid Cadavid     | Ligia Mercedes Carrillo Villar                             |
| Luis Nieto Alvarado                                     | Luz Dairis Padilla Arena          | Nini Johanna Camargo Ramírez       | Lady Yasmín Forero Sánchez                                 |
| <b>Supervisores Regionales</b>                          | Nolbis Esther Matos Jimenez       | Oscar Andrés Ayala Gómez           | Jaime Andrés Bohorquez Roza                                |
| Eimmy Rosa González Gutiérrez                           | Wilder Alonso Campo Mengual       | Pablo Andrés Villarreal Sánchez    | Paola Andrea Infante Sierra                                |
| Jesika Patricia Cortés Salcedo                          | Gisela Rocío Roa Noriega          | Robinson Alberto Arciniegas Liñán  | Jhonatan Mauricio Quiñones Montiel                         |
| Ayrini Patricia Mora Rhenals                            | Milton José Del Prado Polo        | Sandra Milena Cedeño Motta         | Ivone Maritza Aricari Damaso                               |
| Lilian Saidith Reza Gaviria                             | Andis Danis Redondo Barros        | Viviana Lasso Salas                | Flor Ángela Peña Alzate                                    |
| Yenny Victoria Rengifo Parra                            | Carlos Segundo Redondo Campo      | Andrés Ricardo Barroso Garcés      | Nilia Janeth Escobar Niño                                  |
| Marlen Yulis Salazar Montaña                            | Yolfa María Montes Martínez       | Sandra Patricia Contreras Romero   | Indira Parra Son   |
| Luz Estella Barbosa Sanabria                            | Elser José Redondo Pushaina       | Deidys del Carmen Buelvas Correa   | Diego Alejandro Castillo Corredor                          |
| Ovidio Brand Bonilla                                    | Sonia María Gouriyu Gouriyu       | Mayerlis Del Carmen Miranda Beleño | María Alejandra Fonseca Guerrero                           |
| William Andrés Pérez Doria                              | Elsi Ester Mendoza Fuentes        | Cristian Dayan Julio Morelo        | <b>Colectores de datos - Comercialización</b>              |
| Jorge Augusto Angulo Sinisterra                         | Jinner Margarita Mengual Deluque  | Jaime Andrés Ramos Jiménez         | Ana Sofía Ballesteros Madera                               |
| <b>Colectores de datos - Pesca Artesanal de Consumo</b> | Federico Mengual Sijona           | Ramiro Antonio Gómez Julio         | Isa del Mar Bolaños Escobar                                |

|                                      |                                  |                                    |                                     |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Ledys Marlith Salcedo Castañeda      | Ana Ipuana Ipuana                | Dorcy del Carmen Altamiranda Argel | Ivone Maritza Aricari Dámaso        |
| Cleida del Carmen Castillo Guerrero  | Néstor Aníbal Cohen Luna         | Martha Lucia Contreras Ortega      | Jhulder Giovanni Parra Patiño       |
| Gerardo Gómez Mejía                  | Ramon Epieyu Uriana              | Javier Joaquín Nieves López        | José Fernando Orrego Aguirre        |
| David Fernando Hernández Rosso       | Alexander José Salas Uriana      | Elkin David Zarante Tordecilla     | Lorena Patricia Ortega Villota      |
| María Isabel Castro Mesa             | Edilberto José Redondo Uriana    | Zuly Glenis Vergara Salgado        | Luis Edwar Arroyo Ramos             |
| Diana Paola Jiménez Castillo         | Reyes Margarita Lindao Pana      | Yenis Paola Lozano Lozano          | Nilsa De la Encarnación Montenegro  |
| Vivian Córdoba Figueroa              | Yusnei Gómez Epieyu              | José Darío Donado García           | Victoria Eugenia Cetina Montes      |
| Carolina Merchán Gordon              | Ana Cira Epiayu Pushaina         | Juan José Hernández Correa         | Vísmar Orlando Gil Hernández        |
| Wilton Galván Mercado                | Mariel Yomara Ramos Muriel       | Diosmar Enrique Reyes López        | Yuly Alexandra Contreras Barbosa    |
| José Manuel Vega Giraldo             | Yuber Alexander Córdoba Martínez | Bismary Rentería Bocanegra         | <b>Gestión Documental</b>           |
| Mirleisy Chaverra Chaverra           | Arelis Allin Córdoba             | José Badillo Hurtado               | Albert Hernández Hernández          |
| Maryskerlenis Roa Valencia           | Diana Viris Mosquera Asprilla    | Carmen Fabiola Perea Copete        | Valentina María Ceveriche Balmaceda |
| Francisco Cuesta Salas               | Clara Inés Mena Mena             | Leiby Yohana Asprilla Sánchez      | Eider Luis Muñoz Fontalvo           |
| Yarlenis Robledo Mosquera            | Luz Nelly Rivas Medina           | Dora Nelly Angulo Caicedo          | Seybi Martin Barros Ayola           |
| Ana Yurleidy Arroyo Moreno           | Juan Carlos Hernández Aguiño     | Diana Patricia Palacios Palacios   | Sandra Paola Tabares Buelvas        |
| Leonor Salcedo Montalvo              | Ingrid Tatiana Cifuentes Murillo | Rosa Emiliana Orobio Sierra        | <b>Estudiantes de Apoyo</b>         |
| Sandra Milena Mosquera Perea         | Libia Doris Asprilla Murillo     | Sonia Guerrero Solís               | Luis Felipe Ramos Luna              |
| Dairo Lorenzo Cajiao Pandales        | Nelson Catalino Barahona Valois  | Sulanyer Rodríguez Mina            | Gian Luca Lo Verso Alonso           |
| Damaris Tovar Hernández              | Evaristo Enrique García Álvarez  | Waldetrudiz Obregón Andrade        | Andrea Lucía Gómez Kerguelén        |
| Rubís Yuliza Perea Garcés            | María Fernanda Mina Hurtado      | Wendy Yesenia Morales Caicedo      | Sheyla Hernández Prieto             |
| Francisca Estefanía Murillo Asprilla | Oscar Fernando Quiñones Moreno   | Wlifrido Angulo Rentería           | Steven Fonseca Mercado              |
| Juana Helena Belalcazar García       | Pedro Esteban Cuero Gamboa       | Yeferson López Gómez               | Mirian Esther Fernández Mosquera    |
| Lorena Aguiño Carabalí               | Heidy Cuero Valencia             | Yordi Desiderio Tenorio Araujo     | Stefany Johanna Cardozo Jiménez     |
| Luz Arely López Mosquera             | Yudis Pamela Urbano Arboleda     | Freddy Pretel Jaramillo            |                                     |
| Mallibel Mosquera Moreno             | Nilson Cristo Ávila              | Erika Hernández Martínez           |                                     |
| Jaime Roberto Moreno Martínez        | Heiler José Romero Arroyo        | José Luis Moreno Lengua            |                                     |

## TABLA DE CONTENIDO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN .....   | 14 |
| 2     | ASPECTOS METODOLÓGICOS .....   | 15 |
| 2.1   | Distribución geográfica y temporal del esfuerzo de muestreo .....              | 15 |
| 2.2   | Obtención y procesamiento de datos .....                                       | 16 |
| 2.3   | Relaciones biométricas .....   | 16 |
| 2.4   | Estructura de longitudes e indicadores basados en LA LONGITUD de madurez ..... | 17 |
| 3     | RESULTADOS y DISCUSIÓN .....   | 18 |
| 3.1   | LITORAL CARIBE .....   | 18 |
| 3.1.1 | Relaciones biométricas .....   | 18 |
| 3.1.2 | Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez ..... | 20 |
| 3.2   | LITORAL PACÍFICO .....   | 24 |
| 3.2.1 | Relaciones biométricas .....   | 24 |
| 3.2.2 | Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez ..... | 24 |
| 3.3   | CUENCA DEL RÍO MAGDALENA .....   | 29 |
| 3.3.1 | Relaciones biométricas .....   | 29 |
| 3.3.2 | Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez ..... | 29 |
| 3.4   | CUENCA DEL RÍO SINÚ .....  | 34 |
| 3.4.1 | Relaciones biométricas .....   | 34 |
| 3.4.2 | Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez ..... | 34 |
| 3.5   | ORINOQUÍA .....  | 39 |
| 3.5.1 | Relaciones biométricas .....   | 39 |
| 3.5.2 | Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez ..... | 39 |
| 3.6   | CUENCA DEL RÍO ATRATO .....  | 43 |
| 3.6.1 | Relaciones biométricas .....   | 43 |
| 3.6.2 | Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez ..... | 43 |

---

|   |    |
|---|----|
| 3.7 AMAZONÍA .....  | 47 |
| 3.7.1 Relaciones biométricas.....   | 47 |
| 3.7.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez..... | 48 |
| 4 REFERENCIAS.....  | 51 |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Esfuerzo de muestreo biológico-pesquero de peces oseos (número de datos por variable) efectuado entre el 16 de enero y diciembre de 2020 en el SEPEC. Lt: Longitud total, Le: Longitud estándar, Lh: Longitud horquilla, Pt: Peso total y Pe: Peso eviscerado. ....   | 15 |
| Tabla 2. Esfuerzo de muestreo de frecuencia de longitudes (número de datos) por cuenca o litoral efectuado entre el 16 de enero y diciembre de 2020 en el SEPEC. ....  | 16 |
| Tabla 3. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en el litoral Caribe durante el año 2020. LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla, ABEL: ancho a la altura de la base de las espinas laterales, LC: longitud de la cola. ....  | 19 |
| Tabla 4. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en el litoral Caribe durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megareproductores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{mat}$ ) y $L_{mega}$ ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla. .... | 21 |
| Tabla 5. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en el litoral Pacífico durante el año 2020. LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla. ....  | 24 |
| Tabla 6. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en el litoral Pacífico durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{mat}$ ) y $L_{mega}$ ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla. .... | 27 |
| Tabla 7. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la cuenca del Magdalena durante el año 2020. LE: Longitud estándar. ....   | 30 |
| Tabla 8. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la cuenca del río Magdalena durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{mat}$ ) y $L_{mega}$ ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LE: Longitud estándar. ....              | 32 |
| Tabla 9. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la cuenca del Sinú durante el año 2020. LE: Longitud estándar. ....  | 34 |
| Tabla 10. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la cuenca del río Sinú durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud  |    |

|  |    |
|--|----|
| de megadesovadores ( $L_{\text{mega}}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{\text{mat}}$ ) y $L_{\text{mega}}$ ( $P_{\text{mega}}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{L_{\text{opt}}}$ ). LE: Longitud estándar.....   | 37 |
| Tabla 11. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la Orinoquía durante el año 2020. LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla. ....   | 39 |
| Tabla 12. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la Orinoquía durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{\text{opt}}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{\text{mega}}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{\text{mat}}$ ) y $L_{\text{mega}}$ ( $P_{\text{mega}}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{L_{\text{opt}}}$ ). LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla. .... | 41 |
| Tabla 13. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la cuenca del río Atrato durante el año 2020. LE: Longitud estándar. ....   | 43 |
| Tabla 14. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la cuenca del río Atrato durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{\text{opt}}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{\text{mega}}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{\text{mat}}$ ) y $L_{\text{mega}}$ ( $P_{\text{mega}}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{L_{\text{opt}}}$ ). LE: Longitud estándar.....              | 46 |
| Tabla 15. Relaciones longitud-peso (RLP) de especies monitoreadas de la cuenca Amazonía durante el año 2020. LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla. ....   | 47 |
| Tabla 16. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la Amazonía durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{\text{opt}}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{\text{mega}}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a $L_m$ ( $P_{\text{mat}}$ ) y $L_{\text{mega}}$ ( $P_{\text{mega}}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{L_{\text{opt}}}$ ). LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla. ....  | 50 |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Variación mensual de la longitud media de captura de *Caranx crysos* con red de enmalle fija marina en el Caribe entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud horquilla. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1166, en 2019 fue 3730 y en 2020 fue 5055.....22
- Figura 2. Variación mensual de la longitud media de captura de *Centropomus undecimalis* con red de enmalle fija marina en el Caribe entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1616, en 2019 fue 5150 y en 2020 fue 2873.....23
- Figura 3. Variación mensual de la longitud media de captura de *Mugil incilis* con atarraya en el Caribe entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 3475, en 2019 fue 8214 y en 2020 fue 4559. ....23
- Figura 4. Variación mensual de la longitud media de captura de *Cynoscion phoxocephalus* con red de enmalle fija marina en el Pacífico entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1146, en 2019 fue 150 y en 2020 fue 313.....25
- Figura 5. Variación mensual de la longitud media de captura de *Lutjanus guttatus* con línea de mano en el Pacífico entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en en 2018 fue 1948, en 2019 112 y en 2020 635. ....28
- Figura 6. Variación mensual de la longitud media de captura de *Scomberomorus sierra* con red de enmalle de deriva marina en el Pacífico entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud horquilla. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 2400, en 2019 fue 278 y en 2020 fue 1633. ....29

- Figura 7. Variación mensual de la longitud media de captura de *Pimelodus grosskopfii* con atarraya en el Magdalena entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estandar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 14118, en 2019 fue 17440 y en 2020 fue 12520. ....31
- Figura 8. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija continental en el Magdalena entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 32994, en 2019 fue 29669 y en 2020 fue 43330. ....33
- Figura 9. Variación mensual de la longitud media de captura de *Sorubim cuspicaudus* con calandrio en el Magdalena entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 2962, en 2019 fue 3499 y en 2020 fue 1991. ....33
- Figura 10. Variación mensual de la longitud media de captura de *Cyphocharax magdalenae* con atarraya en el Sinú entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1447, en 2019 fue 3224 y en 2020 fue 1212. ....35
- Figura 11. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija continental en el Sinú entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 11003, en 2019 fue 6913 y en 2020 fue 6140. ....38
- Figura 12. Variación mensual de la longitud media de captura de *Sorubim cuspicaudus* con atarraya en el Sinú entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 304, en 2019 199 y en 2020 106. ....38
- Figura 13. Variación mensual de la longitud media de captura de *Mylossoma albiscopum* con línea de mano en la Orinoquía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 309, en 2019 fue 280 y en 2020 fue 1027. ....40

- Figura 14. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus mariae* con red de enmalle fija continental en la Orinoquía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 198, en 2019 fue 987 y en 2020 fue 804. ....42
- Figura 15. Variación mensual de la longitud media de captura de *Zungaro zungaro* con red de enmalle fija continental en la Orinoquía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 325, en 2019 fue 965 y en 2020 fue 889. ....42
- Figura 16. Variación mensual de la longitud media de captura de *Hoplias malabaricus* con red de enmalle fija continental en el Atrato entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 2908, en 2019 fue 11878 y en 2020 fue 11081.....44
- Figura 17. Variación mensual de la longitud media de captura de *Megaleporinus myzcorum* con red de enmalle fija continental en el Atrato entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1899, en 2019 fue 6187 y en 2020 fue 3608. ....45
- Figura 18. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija continental en el Atrato entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 9773, en 2019 fue 34131 y en 2020 fue 28200.....45
- Figura 19. Variación mensual de la longitud media de captura de *Brycon amazonicus* con red de enmalle fija continental en la Amazonía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 856, en 2019 fue 557 y en 2020 fue 874. ....48
- Figura 20. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus nigricans* con red de enmalle fija continental en la Amazonía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud

de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1465, en 2019 fue 1613 y en 2020 fue 844.....49

Figura 21. Variación mensual de la longitud media de captura de Zungaro Zungaro con calendario en la Amazonía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 167, en 2019 529 y en 2020 403. ....49

# 1 INTRODUCCIÓN

En las pesquerías de pequeña escala en zonas tropicales, caracterizadas por capturar un elevado número de especies (multi-especie) y emplear simultánea o alternadamente varios aparejos de pesca (multi-arte), es común que exista el problema de contar con datos limitados para determinar adecuadamente el estado de los stocks explotados (Pilling et al., 2008). En tales casos, los indicadores basados en la biología de las especies capturadas (e.g. análisis de las frecuencias de longitudes y madurez) pueden emplearse como insumo para el manejo (Butterworth et al., 2010).

El análisis de la estructura de longitudes de captura es una de las herramientas de evaluación pesquera más utilizadas, dado que refleja el resultado de las interacciones que ocurren entre los procesos biológicos que determinan la dinámica poblacional de las poblaciones (reclutamiento, crecimiento y mortalidad, tanto natural como pesquera) y las extracciones pesqueras (Neumann y Allen, 2007). Por ejemplo, la comparación de las longitudes de captura con la longitud de madurez permite establecer indicadores simples del estado de estos recursos (Froese y Binohlan, 2000; Froese, 2004).

El presente informe incluye los resultados del análisis basado en las estructuras de longitudes de aquellas especies desembarcadas en los dos litorales y en las cuencas continentales monitoreadas, para las cuales ha sido factible reunir un número adecuado de datos entre el 16 de enero y diciembre de 2020, en el marco del contrato interadministrativo 071 de 2020 celebrado entre la AUNAP y la Universidad del Magdalena, específicamente en el contexto del objetivo 6 de dicho contrato, consistente en “Recolectar, sistematizar y analizar información biológico-pesquera (longitud, peso, sexo y estado de madurez sexual) de las especies comerciales determinadas por la AUNAP para cada cuenca, en aquellos puntos de toma de información del contrato que permitan reunir tamaños de muestra representativos a nivel de cuenca o litoral”.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DEL ESFUERZO DE MUESTREO

El muestreo integrado de variables biológicas (longitudes, peso, sexo, madurez) y/o de solo longitudes se efectuó en los sitios monitoreados en los dos litorales marinos y las principales cuencas epicontinentales del país (descritos en Duarte et al., 2021), durante el periodo comprendido entre el 16 de enero y diciembre de 2020. El esfuerzo de muestreo de variables biológicas y de frecuencia de longitudes de peces óseos por cuenca se discrimina en las Tablas 1 y 2. Con relación al monitoreo biológico, se observa que la mayor cantidad de datos se registró en la cuenca del río Magdalena (53,1%), seguida del litoral Caribe (13,0%), la cuenca del río Sinú (9,4%) y la Orinoquía (6,0%). En el monitoreo de solo longitudes de peces la mayor cantidad de datos se registró en la cuenca del río Magdalena (31,8%), seguida por el litoral Caribe (28,2%), el litoral Pacífico (18,2%) y la cuenca del Atrato (12,2%).

**Tabla 1. Esfuerzo de muestreo biológico-pesquero de peces óseos (número de datos por variable) efectuado entre el 16 de enero y diciembre de 2020 en el SEPEC. Lt: Longitud total, Le: Longitud estándar, Lh: Longitud horquilla, Pt: Peso total y Pe: Peso eviscerado.**

| Cuenca/Litoral | Lt     | Le     | Lh    | Pt    | Pe    | Sexo  | Madurez |
|----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Magdalena      | 53603  | 53600  | 42915 | 39417 | 52141 | 52942 | 52941   |
| Caribe         | 15548  | 15404  | 15274 | 12319 | 6279  | 10074 | 10065   |
| Sinú           | 12808  | 12817  | 9688  | 12448 | 9985  | 9951  | 9951    |
| Orinoquía      | 10368  | 10537  | 10096 | 3152  | 10298 | 8692  | 8688    |
| Atrato         | 5793   | 5790   | 5148  | 5432  | 5790  | 5793  | 5793    |
| Amazonía       | 5180   | 6686   | 6433  | 2823  | 6818  | 3726  | 3726    |
| Pacífico       | 1101   | 1101   | 796   | 1101  | 1101  | 1101  | 1101    |
| Total          | 104401 | 105935 | 90350 | 76692 | 92412 | 92279 | 92265   |

En lo que respecta al muestreo biológico-pesquero de crustáceos en el Caribe, el balance para camarones (*Litopenaeus schmitti*, *Xiphopenaeus kroyeri*) es el siguiente: 2294 datos de longitud total, longitud cefalo-torax, longitud cola, peso total, madurez y sexo y 2077 de peso cola. En cuanto a la langosta (*Panulirus argus*) se tiene la siguiente relación de datos: 1384 de longitud total, longitud cefalo-torax, longitud cola, peso total y sexo y 988 de longitud abdomen. Para jaibas (*Callinectes bocourti*, *Callinectes sapidus*) el esfuerzo de muestreo permitió el registro de 432 datos de longitud cola, ancho de la base de las espinas laterales del caparazón, peso total y sexo.

**Tabla 2. Esfuerzo de muestreo de longitudes (número de datos) por cuenca o litoral efectuado entre el 16 de enero y diciembre de 2020 en el SEPEC.**

| Cuenca/Litoral | No. especies | No. individuos |
|----------------|--------------|----------------|
| Magdalena      | 37           | 133699         |
| Caribe         | 166          | 118656         |
| Pacífico       | 121          | 76483          |
| Atrato         | 24           | 51505          |
| Orinoquía      | 55           | 30193          |
| Amazonía       | 88           | 8453           |
| Sinú           | 9            | 1638           |
| <b>Total</b>   | <b>423</b>   | <b>420627</b>  |

## 2.2 OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Para recolectar los datos de longitudes se siguieron las recomendaciones de Agudelo et al. (2011). Se registraron las medidas de longitud con precisión de 0.1 cm, utilizando las versiones actualizadas de dos tipos formularios: el formulario de frecuencia de tallas (Anexo 1) y el formulario de información biológica (Anexo 2). En el primero se registra la longitud total para las especies marinas, la longitud estándar para las especies dulceacuícolas y la longitud horquilla para las especies con la aleta caudal fuertemente ahorquillada. Esta información está orientada al análisis de las estructuras de longitudes y la determinación de la longitud media de captura por tipo de arte y/o método de pesca. En el formato de información biológica se registran los datos de longitud total (Lt), longitud estándar (Le), longitud horquilla (Lh), peso total, peso eviscerado, sexo y estado gonadal. Las medidas de longitud de este formato permiten la estimación de relaciones biométricas y de indicadores biológicos, además de nutrir la base informativa para la determinación de la longitud media de captura y la estructura de longitudes de las principales especies objeto de captura en cada cuenca o litoral.

## 2.3 RELACIONES BIOMÉTRICAS

Se determinó la relación longitud-peso (RLP) mediante el ajuste de la ecuación potencial  $W=aLt^b$  (Le Cren, 1951; Ricker, 1975), linealizada en la forma  $Ln W= Ln a + bLt$ , donde W es el peso total en g, Lt es la longitud total en cm, **a** es el intercepto (factor de condición o

coeficiente de crecimiento inicial) y  $b$  es el coeficiente de alometría. Como medida de bondad de ajuste se utilizó el coeficiente de determinación ajustado  $R^2$  y se estimó el intervalo de confianza del 95% para los parámetros  $a$  y  $b$ . La RLP se determinó para las especies que en cada cuenca tuviesen un registro de por lo menos 100 pares de datos de longitud y peso durante el periodo analizado y que el rango de los datos de longitud excediera el 40 % de la longitud máxima registrada de la especie.

## 2.4 ESTRUCTURA DE LONGITUDES E INDICADORES BASADOS EN LA LONGITUD DE MADUREZ

Para obtener la estructura de longitudes de captura de las especies, la información se agrupó en intervalos de acuerdo a las recomendaciones de Anderson y Neumann (1996), quienes sugieren intervalos de 1 cm para los peces que no superan los 30 cm de longitud total ( $L_t$ ), intervalos de 2 cm para los peces que llegan a 60 cm e intervalos de 5 cm para los peces que llegan a 150 cm. A partir de la estructura de longitudes de captura de cada tipo de arte o método de pesca se evaluaron los siguientes indicadores (Cope y Punt, 2009):

- (a)  $P_{mat}$ , definido como la proporción de peces con longitudes superiores a la longitud de madurez ( $L_m$ ), el cual tiene como punto objetivo que la longitud del 100% de los individuos capturados sea superior  $L_m$ . Para el análisis se emplearon estimaciones de  $L_m$  obtenidas previamente con información registrada en el SEPEC o proveniente de la literatura reciente (Anexo 3).
- b)  $P_{opt}$ , correspondiente a la proporción de peces dentro de un rango de  $\pm 10\%$  de la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), teniendo como punto objetivo la captura del 100% de individuos dentro de ese rango. Se considera que la captura de individuos dentro de este rango de longitudes maximiza la producción de la cohorte. El valor de  $L_{opt}$  se estimó mediante la siguiente ecuación (Froese y Binohlan, 2000):  $\log_{10}L_{opt} = 1.053 * \log_{10}(L_m) - 0.0565$ .
- (c)  $P_{mega}$ , representa la proporción de "mega-reproductores" en la captura, con objetivo entre 30% - 40% en la captura cuando no se implementa una estrategia de gestión específica orientada a evitar la captura de ejemplares grandes. Se estima como la proporción de individuos mayores a  $1.1 * L_{opt}$ .

La suma de las tres proporciones obtenidas ( $P_{mat} + P_{opt} + P_{mega}$ ) es una medida ( $P_{obj}$ ) propuesta para distinguir los patrones de selectividad y construir un árbol de decisión que permite indicar el estado del

stock (Cope y Punt, 2009). Una vez que se establece un patrón de selectividad basado en  $P_{obj}$ , se asocia con la biomasa reproductora del stock (SB) y se evalúa respecto a los puntos de referencia objetivo establecidos, ya sea 40% o 20% de la biomasa reproductora no utilizada o biomasa desovante virgen ( $0.4SB_0$  o  $0.2SB_0$ ). Para el análisis se seleccionaron las especies para las cuales se contaba con la estimación de la longitud de madurez ( $L_m$ ) y se hubiese registrado la mayor cantidad de datos de longitud por método de pesca en cada cuenca o litoral a lo largo del periodo de muestreo; regularmente más de 500 datos, pero mínimo 100 datos en algunos casos.

Con base en los datos de longitud individual registrados de 2017 a 2020, para cada mes se calculó la longitud promedio de captura por método de pesca en especies que contaron con el mayor número de datos para ese periodo, en las cuencas y litorales monitoreados en el país. Se seleccionaron especies con mínimo 100 datos de longitud, pero en la mayoría de los casos el número de datos fue muy superior, con un promedio de 5655 datos y un máximo de 43330 datos por especie, método de pesca y año. Se efectuó la comparación gráfica de la longitud promedio de captura calculada mensualmente con la longitud de madurez para explorar posibles cambios temporales en el efecto de las pesquerías artesanales sobre la estructura de tamaños y el grado de explotación de los recursos pesqueros.

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 LITORAL CARIBE

#### 3.1.1 Relaciones biométricas

Con base en la información registrada durante el periodo analizado, se obtuvieron los valores de los parámetros de la relación entre la longitud total y el peso total para 25 especies del litoral Caribe (Tabla 3). El coeficiente de determinación ajustado varió entre 0,797 (*Haemulon bonariense*) y 0,993 (*Megalops atlanticus*). De acuerdo con el intervalo de confianza del parámetro  $b$ , seis especies presentan crecimiento isométrico ( $b=3$ ) (*Cynoscion jamaicensis*, *Elops smithi*, *Elops smithi*, *Eugerres plumieri*, *Sciades proops*, *Selar crumenophthalmus*, *Trichiurus lepturus* y *Penaeus monodon*), cuatro especies presentan crecimiento alométrico positivo ( $b>3$ ) (*Ariopsis canteri*, *Centropomus undecimalis*, *Megalops atlanticus*, y *Xiphopenaeus kroyeri*), mientras que las restantes mostraron un crecimiento alométrico negativo ( $b<3$ ). Los resultados anteriores son coherentes con hallazgos de estudios similares. De hecho, en algunos estudios se concluye que  $b$  varía

entre 2,0 y 4,0 (Bagenal, 1978; Tresierra y Culquichicón, 1993), mientras que Pauly (1984) plantea que  $b$  se ubica en el intervalo de 2,5 a 3,5.

**Tabla 3. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en el litoral Caribe durante el año 2020. LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla, ABEL: ancho a la altura de la base de las espinas laterales, LC: longitud de la cola.**

| Especie                           | Tipo long. | n    | R <sup>2</sup> | Longitud (cm) |       | I.C. 95 % a |         | I.C. 95 % b |       | Priorizada |       |      |
|-----------------------------------|------------|------|----------------|---------------|-------|-------------|---------|-------------|-------|------------|-------|------|
|                                   |            |      |                | Mín.          | Máx.  | a           | b       | Inf.        | Sup.  |            | Inf.  | Sup. |
| <i>Ariopsis canteri</i>           | LT         | 403  | 0.981          | 17.3          | 69.7  | 0.00612     | 0.00530 | 0.00707     | 3.107 | 3.064      | 3.149 | No   |
| <i>Caranx crysos</i>              | LH         | 2839 | 0.907          | 15.2          | 51.2  | 0.03722     | 0.03362 | 0.04120     | 2.762 | 2.729      | 2.794 | Si   |
| <i>Caranx hippos</i>              | LH         | 410  | 0.979          | 12.5          | 75.1  | 0.03974     | 0.03494 | 0.04519     | 2.797 | 2.757      | 2.836 | Si   |
| <i>Centropomus ensiferus</i>      | LT         | 245  | 0.907          | 16.3          | 32.5  | 0.01375     | 0.00951 | 0.01990     | 2.861 | 2.745      | 2.977 | No   |
| <i>Centropomus undecimalis</i>    | LT         | 1362 | 0.990          | 17.0          | 108.7 | 0.00346     | 0.00322 | 0.00371     | 3.242 | 3.225      | 3.259 | Si   |
| <i>Cynoscion jamaicensis</i>      | LT         | 78   | 0.827          | 19.1          | 25.7  | 0.01528     | 0.00609 | 0.03833     | 2.856 | 2.558      | 3.155 | No   |
| <i>Elops smithi</i>               | LT         | 55   | 0.934          | 21.8          | 50.4  | 0.00538     | 0.00248 | 0.01168     | 2.946 | 2.729      | 3.162 | No   |
| <i>Eugerres plumieri</i>          | LT         | 306  | 0.944          | 12.5          | 35.7  | 0.01656     | 0.01297 | 0.02113     | 2.937 | 2.856      | 3.018 | Si   |
| <i>Euthynnus alletteratus</i>     | LH         | 80   | 0.988          | 23.9          | 52.0  | 0.05667     | 0.04504 | 0.07131     | 2.599 | 2.533      | 2.665 | No   |
| <i>Haemulon bonariense</i>        | LT         | 198  | 0.797          | 19.0          | 28.0  | 0.17503     | 0.10721 | 0.28575     | 2.197 | 2.041      | 2.353 | No   |
| <i>Haemulon plumieri</i>          | LT         | 378  | 0.963          | 16.9          | 34.5  | 0.02937     | 0.02464 | 0.03501     | 2.777 | 2.722      | 2.832 | Si   |
| <i>Lutjanus synagris</i>          | LT         | 790  | 0.950          | 14.1          | 46.0  | 0.01780     | 0.01536 | 0.02062     | 2.921 | 2.874      | 2.968 | Si   |
| <i>Megalops atlanticus</i>        | LH         | 113  | 0.993          | 26.5          | 175.1 | 0.00792     | 0.00653 | 0.00961     | 3.092 | 3.043      | 3.140 | Si   |
| <i>Mugil incilis</i>              | LT         | 3418 | 0.925          | 16.5          | 50.1  | 0.02504     | 0.02295 | 0.02732     | 2.666 | 2.641      | 2.691 | Si   |
| <i>Opisthonema oglinum</i>        | LT         | 233  | 0.810          | 13.9          | 28.1  | 0.09659     | 0.06375 | 0.14636     | 2.261 | 2.119      | 2.402 | No   |
| <i>Sciades proops</i>             | LT         | 91   | 0.983          | 23.2          | 98.2  | 0.00685     | 0.00487 | 0.00963     | 3.051 | 2.968      | 3.134 | No   |
| <i>Scomberomorus brasiliensis</i> | LH         | 105  | 0.987          | 16.7          | 49.0  | 0.01904     | 0.01531 | 0.02366     | 2.775 | 2.713      | 2.836 | Si   |
| <i>Scomberomorus cavalla</i>      | LH         | 74   | 0.929          | 22.1          | 73.5  | 0.02393     | 0.01199 | 0.04774     | 2.732 | 2.555      | 2.909 | Si   |
| <i>Selar crumenophthalmus</i>     | LT         | 97   | 0.964          | 19.4          | 29.6  | 0.01230     | 0.00846 | 0.01786     | 2.999 | 2.882      | 3.117 | No   |
| <i>Sphyaena guachancho</i>        | LT         | 409  | 0.972          | 25.4          | 63.2  | 0.01937     | 0.01649 | 0.02275     | 2.605 | 2.562      | 2.648 | No   |
| <i>Trichiurus lepturus</i>        | LT         | 143  | 0.908          | 59.1          | 90.7  | 0.00036     | 0.00018 | 0.00072     | 3.123 | 2.957      | 3.288 | No   |
| <i>Penaes monodon</i>             | LC         | 39   | 0.9            | 95.5          | 160.0 | 0.00006     | 0.00002 | 0.00019     | 2.904 | 2.671      | 3.136 | No   |
| <i>Xiphopenaens kroyeri</i>       | LC         | 1413 | 0.9            | 26.1          | 61.0  | 0.00002     | 0.00002 | 0.00003     | 3.088 | 3.030      | 3.146 | No   |
| <i>Callinectes sapidus</i>        | ABEL       | 185  | 0.8            | 59.0          | 113.0 | 0.00083     | 0.00037 | 0.00185     | 2.607 | 2.425      | 2.789 | Si   |
| <i>Panulirus argus</i>            | LC         | 1380 | 0.9            | 7.3           | 25.4  | 0.43618     | 0.38432 | 0.49505     | 2.626 | 2.579      | 2.674 | Si   |

### ***3.1.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez***

Se analizó la estructura de longitudes de nueve especies del litoral Caribe para varios métodos de pesca durante el periodo monitoreado, lo que permitió el análisis de longitudes de captura de 15 combinaciones especie-arte. En general, los diferentes tipos de artes o métodos de pesca capturaron proporciones muy bajas de individuos dentro del rango óptimo de captura. Solo las atarrayas y redes de enmalle fijas capturaron una fracción elevada de individuos de *Mugil incilis* (50%), con longitudes dentro del rango óptimo de captura (Tabla 4).

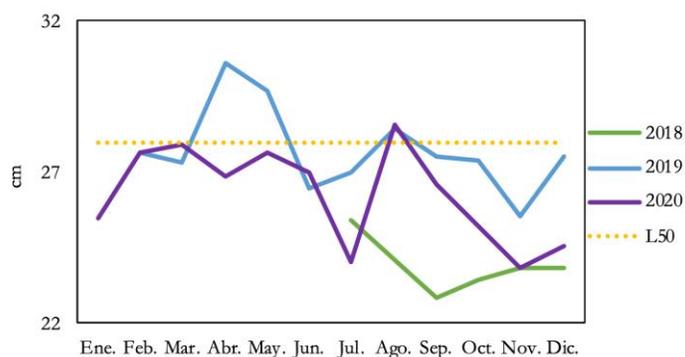
En cinco de los casos analizados, el porcentaje de individuos capturados con una longitud mayor que la  $L_m$  fue superior al 60%, a saber: *Centropomus undecimalis* con red de enmalle fija, *Haemulon plumieri* con red de enmalle de encierro, *Haemulon plumieri* con red de enmalle fija, *Lutjanus synagris* con red de enmalle fija y *Mugil incilis* con red de enmalle fija. Los 10 casos restantes significaron pesquerías basadas en la captura de individuos pequeños, incluso inmaduros. Particularmente, las capturas de *Caranx hippos* con redes de enmalle fijas y *Lutjanus vivanus* con línea de mano se basan en la fracción de tamaños más pequeños e inmaduros (Tabla 4), lo cual alerta sobre una posible sobrepesca de crecimiento en estos recursos pesqueros (Froese, 2004).

En las capturas con líneas de mano de las especies evaluadas se observó que menos del 40% de individuos registraron longitudes superiores a la  $L_m$ . Se destaca que en el caso del pargo ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*) solo el 7,4 % de las longitudes superó su valor de  $L_m$ . En el caso de la red de enmalle varió de 5,3 a 90,7% (Tabla 4). Aunque la línea de mano se considera un arte selectivo, el uso de anzuelo de tamaño muy pequeños en la pesca artesanal impacta a los individuos más pequeños e inmaduros, como se ha documentado previamente en la región (Manjarrés et al. 2004).

Tabla 4. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en el litoral Caribe durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megareproductores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla.

| Especie                        | Arte                              | Tipo de longitud | n    | Longitud |       | Lm   | Lopt | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|------|----------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|                                |                                   |                  |      | Min.     | Max.  |      |      |       |      |       |      |      |
| <i>Caranx crysos</i>           | Línea de mano                     | LH               | 8459 | 10.1     | 46.5  | 28.0 | 29.3 | 32.3  | 0.2  | 0.1   | 0.2  | 0.5  |
| <i>Caranx crysos</i>           | Red de enmalle de encierro marina | LH               | 2872 | 15.4     | 44.3  | 28.0 | 29.3 | 32.3  | 0.1  | 0.0   | 0.2  | 0.4  |
| <i>Caranx crysos</i>           | Red de enmalle fija marina        | LH               | 4981 | 10.5     | 58.2  | 28.0 | 29.3 | 32.3  | 0.3  | 0.1   | 0.3  | 0.7  |
| <i>Caranx hippos</i>           | Red de enmalle de encierro marina | LH               | 1550 | 15.6     | 87.0  | 62.7 | 68.6 | 75.4  | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.2  |
| <i>Caranx hippos</i>           | Red de enmalle fija marina        | LH               | 1581 | 10.7     | 84.0  | 62.7 | 68.6 | 75.4  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Centropomus undecimalis</i> | Red de enmalle fija marina        | LT               | 2862 | 18.1     | 101.3 | 46.2 | 49.7 | 54.7  | 0.8  | 0.8   | 0.1  | 1.7  |
| <i>Elops smithi</i>            | Línea de mano                     | LT               | 1917 | 20.2     | 68.5  | 49.0 | 52.9 | 58.2  | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.2  |
| <i>Haemulon plumieri</i>       | Red de enmalle de encierro marina | LT               | 3512 | 14.0     | 35.0  | 19.0 | 19.5 | 21.4  | 0.9  | 0.8   | 0.2  | 1.9  |
| <i>Haemulon plumieri</i>       | Red de enmalle fija marina        | LT               | 4172 | 11.2     | 39.2  | 19.0 | 19.5 | 21.4  | 1.0  | 0.8   | 0.2  | 1.9  |
| <i>Lutjanus analis</i>         | Red de enmalle fija marina        | LT               | 1763 | 12.5     | 66.7  | 32.3 | 34.1 | 37.5  | 0.4  | 0.3   | 0.2  | 1.0  |
| <i>Lutjanus synagris</i>       | Línea de mano                     | LT               | 3207 | 10.1     | 65.3  | 25.0 | 26.0 | 28.6  | 0.4  | 0.2   | 0.3  | 1.0  |
| <i>Lutjanus synagris</i>       | Red de enmalle fija marina        | LT               | 1824 | 10.5     | 45.2  | 25.0 | 26.0 | 28.6  | 0.6  | 0.3   | 0.4  | 1.3  |
| <i>Lutjanus vivanus</i>        | Línea de mano                     | LT               | 2186 | 20.4     | 65.4  | 50.0 | 54.0 | 59.4  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Mugil incilis</i>           | Atarraya                          | LT               | 4358 | 10.2     | 42.6  | 28.8 | 30.2 | 33.2  | 0.4  | 0.1   | 0.5  | 1.0  |
| <i>Mugil incilis</i>           | Red de enmalle fija marina        | LT               | 6366 | 17.6     | 51.9  | 28.8 | 30.2 | 33.2  | 0.8  | 0.5   | 0.5  | 1.8  |

Para el análisis comparativo de la longitud media de captura de *Caranx crysos* con red de enmalle fija marina entre 2018 y 2020, se evidenciaron variaciones mensuales entre los años, predominando en todos los años valores menores a la longitud de madurez (28 cm). Se destaca que entre marzo y mayo del 2019 se presentó un incremento de la longitud de captura. Según Altamar *et al.* (2015), las redes de enmalle capturan una elevada fracción de individuos inmaduros de esta especie, debido al uso de tamaños de malla no apropiados (Figura 1).



**Figura 1. Variación mensual de la longitud media de captura de *Caranx crysos* con red de enmalle fija marina en el Caribe entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud horquilla. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1166, en 2019 fue 3730 y en 2020 fue 5055.**

En el caso de *Centropomus undecimalis*, se observaron longitudes promedio de captura superiores a la  $L_m$  (58 cm) entre abril y junio de 2019 con red de enmalle fija. En contraste, los últimos meses de 2018 y 2019, las longitudes promedio de captura exhibieron una tendencia a disminuir (Figura 2). Según Gassman *et al.* (2017), se ha encontrado predominancia de hembras en longitudes superiores a 67 cm, siendo una característica propia de la especie el hermafroditismo protándrico; por tanto, requiere particular atención el incremento de las capturas de individuos pequeños, toda vez que ello reduce la viabilidad reproductiva de la especie.

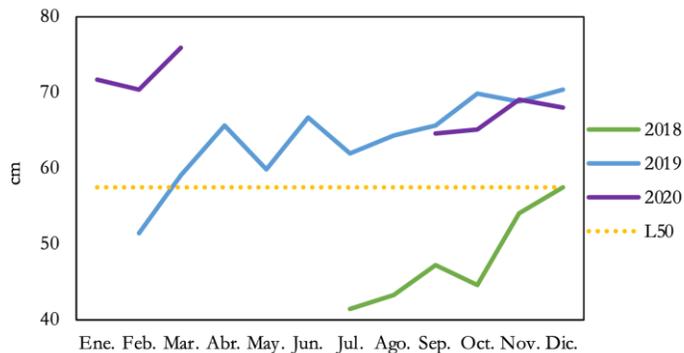


Figura 2. Variación mensual de la longitud media de captura de *Centropomus undecimalis* con red de enmalle fija marina en el Caribe entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1616, en 2019 fue 5150 y en 2020 fue 2873.

La longitud media de captura en *Mugil incilis* con atarraya a lo largo del año 2019 permite corroborar que la especie recibe una fuerte presión pesquera con diferentes tipos de arte de pesca artesanal, como plantearon Mejía y Acero (2002). Durante todo el periodo evaluado predominaron longitudes promedio de captura inferiores a la Lm. En efecto, los individuos capturados no alcanzaron la longitud de madurez (29 cm), aunque se observa un incremento entre septiembre y diciembre. En particular, en el año 2020 resalta una discontinuidad en el registro de longitudes promedio debido a la restricción de movilidad por la pandemia del Covid-19, evento que limitó el registro de datos biológicos de la especie (Figura 3).

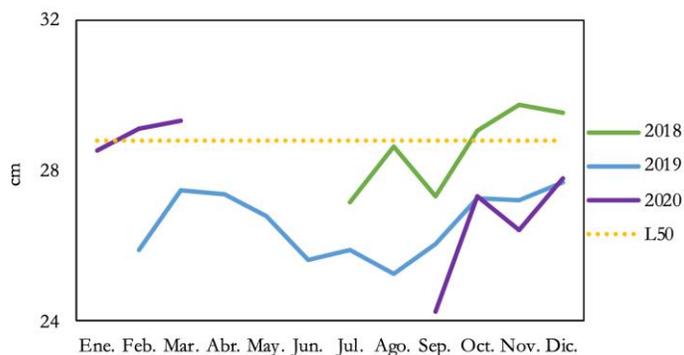


Figura 3. Variación mensual de la longitud media de captura de *Mugil incilis* con atarraya en el Caribe entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 3475, en 2019 fue 8214 y en 2020 fue 4559.

## 3.2 LITORAL PACÍFICO

### 3.2.1 Relaciones biométricas

Con base en la información disponible, fue posible estimar los parámetros de la relación longitud-peso (RLP) para nueve especies del litoral Pacífico (Tabla 5). Solo *Centropomus medius* tuvo un crecimiento alométrico positivo para el periodo analizado ( $b > 3$ ), *Bagre pinnimaculatus* y *Sphyraena ensis* exhibieron un crecimiento isométrico ( $b = 3$ ). Las otras seis especies tuvieron un crecimiento alométrico negativo ( $b < 3$ ). Los coeficientes de determinación de la relación oscilaron entre 0,514 para *Caranx caballus* y 0,987 para *Centropomus medius*.

**Tabla 5. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en el litoral Pacífico durante el año 2020. LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla.**

| Especie                        | Tipo long. | n   | R2    | Longitud (cm) |      | I.C. 95 % a |       |       | I.C. 95 % b |       |       | Priorizada |
|--------------------------------|------------|-----|-------|---------------|------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|------------|
|                                |            |     |       | Mín.          | Máx. | a           | Inf.  | Sup.  | b           | Inf.  | Sup.  |            |
| <i>Bagre pinnimaculatus</i>    | LH         | 53  | 0.867 | 36.7          | 89.9 | 0.015       | 0.004 | 0.054 | 2.928       | 2.606 | 3.250 | Si         |
| <i>Caranx caballus</i>         | LH         | 78  | 0.514 | 23.4          | 50.1 | 2.679       | 0.851 | 8.438 | 1.511       | 1.175 | 1.847 | No         |
| <i>Caranx sexfasciatus</i>     | LH         | 85  | 0.968 | 24.1          | 67.4 | 0.091       | 0.064 | 0.130 | 2.521       | 2.421 | 2.621 | No         |
| <i>Centropomus medius</i>      | LT         | 53  | 0.987 | 31.9          | 65.7 | 0.003       | 0.002 | 0.005 | 3.205       | 3.104 | 3.307 | No         |
| <i>Cynoscion phoxocephalus</i> | LT         | 217 | 0.778 | 27.7          | 55.8 | 0.028       | 0.013 | 0.057 | 2.739       | 2.543 | 2.936 | No         |
| <i>Lutjanus guttatus</i>       | LT         | 177 | 0.911 | 25.0          | 55.3 | 0.037       | 0.023 | 0.057 | 2.671       | 2.547 | 2.796 | Si         |
| <i>Scomberomorus sierra</i>    | LH         | 98  | 0.933 | 29.0          | 88.4 | 0.024       | 0.014 | 0.043 | 2.696       | 2.550 | 2.842 | Si         |
| <i>Sphyraena ensis</i>         | LT         | 107 | 0.953 | 34.5          | 61.0 | 0.005       | 0.003 | 0.007 | 2.981       | 2.852 | 3.109 | No         |
| <i>Thunnus albacares</i>       | LT         | 65  | 0.820 | 53.8          | 82.3 | 0.128       | 0.040 | 0.411 | 2.444       | 2.156 | 2.732 | Si         |

### 3.2.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez

Se analizó la estructura de longitudes de seis especies con varios tipos de artes de pesca que significaron 15 combinaciones especie-arte de pesca. Las redes de enmalle de deriva, con cuatro casos, y las redes de enmalle fijas, con tres casos, fueron las de mayor ocurrencia en las especies evaluadas (Tabla 6).

*Centropomus armatus* (capturado con red de enmalle de deriva y red de enmalle fija), *Cynoscion phoxocephalus* (capturado con red de enmalle de deriva y red de enmalle fija) y *Lutjanus guttatus* (capturado con Línea de mano y espinel de fondo) tuvieron porcentajes de individuos capturados con tamaños superiores a la  $L_m$  mayores al 80%, lo cual indica que estos métodos tienen un impacto bajo sobre el crecimiento de las especies. Un balance negativo de este indicador (valores de  $P_{mat}$  inferiores al 20%) correspondió a las combinaciones *S. sierra*-red de enmalle y *S. sierra*-red de cerco (Tabla 6).

Dentro de los casos analizados, solo *Scomberomorus sierra* capturada con línea de mano mostró un porcentaje mayor al 50% de los individuos capturados dentro del rango óptimo de captura (Tabla 6). Haciendo un análisis conjunto de los tres indicadores porcentuales ( $P_{mat}$ ,  $P_{Lopt}$  y  $P_{mega}$ ), se concluye que la especie mayormente impactada fue *S. sierra* con redes de enmalle camaroneras, en tanto que *C. phoxocephalus* mostró el mejor estado de explotación (Tabla 6). En el caso de los individuos de *Cynoscion phoxocephalus* capturados con red de enmalle fija marina, el rango de longitudes registrado fue de 20.2 cm a 56.3 cm LT. Las longitudes promedio de captura para el periodo 2018 - 2020, estuvieron por encima de la longitud de madurez (34 cm), lo que sugiere un impacto menor de esta pesquería sobre el crecimiento de la especie (Figura 4). Según Zapata y Castellanos-Galindo (2017), las hembras han sido encontradas maduras durante todo el año, con un mayor pico entre los meses de noviembre – diciembre, sugiriendo que la especie exhibe una adecuada capacidad reproductiva, considerando la captura reducida de individuos inmaduros que se observaron en el presente estudio.

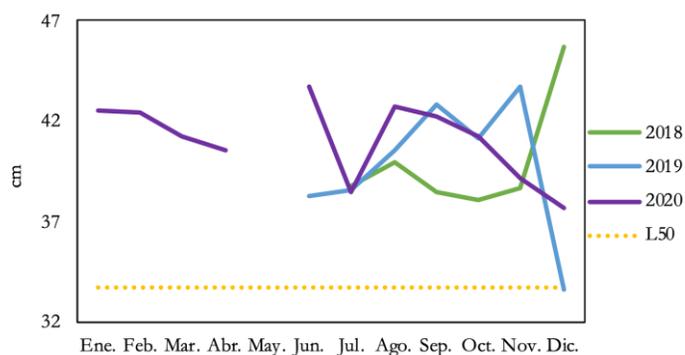


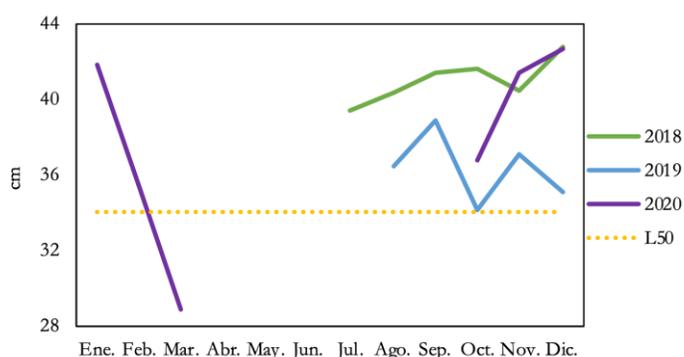
Figura 4. Variación mensual de la longitud media de captura de *Cynoscion phoxocephalus* con red de enmalle fija marina en el Pacífico entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1146, en 2019 fue 150 y

en 2020 fue 313.

**Tabla 6. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en el litoral Pacífico durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez (Lm), la longitud óptima de captura (Lopt), la longitud de megadesovadores (Lmega) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a Lm (Pmat) y Lmega (Pmega), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura (Plopt). LT: Longitud total, LH: Longitud horquilla.**

| Especie                        | Arte                              | Tipo de longitud | n    | Longitud |       | Lm    | Lopt  | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|------|----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
|                                |                                   |                  |      | Min.     | Max.  |       |       |       |      |       |      |      |
| <i>Brotula clarkae</i>         | Línea de mano                     | LT               | 1057 | 36.6     | 97.0  | 77.5  | 85.7  | 94.3  | 0.4  | 0.0   | 0.4  | 0.8  |
| <i>Brotula clarkae</i>         | Palangre o espinel de fondo       | LT               | 1401 | 8.0      | 106.3 | 77.5  | 85.7  | 94.3  | 0.3  | 0.0   | 0.3  | 0.6  |
| <i>Centropomus armatus</i>     | Red de enmalle de deriva marina   | LT               | 4600 | 19.2     | 63.0  | 32.5  | 34.3  | 37.7  | 0.9  | 0.6   | 0.3  | 1.8  |
| <i>Centropomus armatus</i>     | Red de enmalle fija marina        | LT               | 1679 | 16.0     | 64.5  | 32.5  | 34.3  | 37.7  | 0.8  | 0.5   | 0.3  | 1.6  |
| <i>Cynoscion phoxocephalus</i> | Red de enmalle de deriva marina   | LT               | 3443 | 25.2     | 67.5  | 28.5  | 29.9  | 32.9  | 1.0  | 0.9   | 0.1  | 2.0  |
| <i>Cynoscion phoxocephalus</i> | Red de enmalle fija marina        | LT               | 1522 | 19.8     | 57.4  | 28.5  | 29.9  | 32.9  | 1.0  | 0.8   | 0.1  | 2.0  |
| <i>Lutjanus guttatus</i>       | Línea de mano                     | LT               | 3393 | 18.0     | 77.0  | 31.0  | 32.7  | 35.9  | 0.8  | 0.6   | 0.2  | 1.7  |
| <i>Lutjanus guttatus</i>       | Palangre o espinel de fondo       | LT               | 946  | 21.3     | 95.7  | 31.0  | 32.7  | 35.9  | 0.9  | 0.8   | 0.2  | 1.9  |
| <i>Lutjanus guttatus</i>       | Red de enmalle de deriva marina   | LT               | 1117 | 24.3     | 73.5  | 31.0  | 32.7  | 35.9  | 0.7  | 0.5   | 0.4  | 1.6  |
| <i>Scomberomorus sierra</i>    | Línea de mano                     | LH               | 2566 | 22.7     | 95.4  | 58.9  | 64.2  | 70.6  | 0.7  | 0.2   | 0.5  | 1.4  |
| <i>Scomberomorus sierra</i>    | Red de cerco artesanal o ruche    | LH               | 1023 | 25.2     | 92.2  | 58.9  | 64.2  | 70.6  | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.3  |
| <i>Scomberomorus sierra</i>    | Red de enmalle camaronera         | LH               | 3286 | 21.9     | 82.0  | 58.9  | 64.2  | 70.6  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Scomberomorus sierra</i>    | Red de enmalle de deriva marina   | LH               | 5446 | 21.4     | 98.7  | 58.9  | 64.2  | 70.6  | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.1  |
| <i>Scomberomorus sierra</i>    | Red de enmalle fija marina        | LH               | 1938 | 19.0     | 93.2  | 58.9  | 64.2  | 70.6  | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.1  |
| <i>Thunnus albacares</i>       | Línea de mano correteo o trolling | LH               | 1229 | 43.4     | 199.0 | 120.0 | 135.8 | 149.4 | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.2  |

La variación temporal de la longitud media de captura de *Lutjanus guttatus* con línea de mano muestra que se mantuvo por encima de la longitud de madurez (34 cm). Se ha encontrado que la especie presenta un pico de reproducción en el segundo semestre, principalmente entre septiembre y noviembre (Caicedo et al., 2015). De acuerdo con los resultados obtenidos, en ese periodo predominan individuos con tamaño superior al de madurez en las capturas de línea de mano; por tanto, esta pesquería no generaría un impacto substancial en el crecimiento de la población (Figura 5).



**Figura 5. Variación mensual de la longitud media de captura de *Lutjanus guttatus* con línea de mano en el Pacífico entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud total. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1948, en 2019 112 y en 2020 635.**

Los individuos capturados de *Scomberomorus sierra* con red de enmalle de deriva marina entre 2018 y 2020 estuvieron entre 24.5 cm y 96.5 cm LH. La longitud promedio de captura se mantuvo inferior a la longitud de madurez (45 cm) en los meses analizados, con excepción de agosto de 2020. Previamente se ha alertado sobre la extracción de individuos de diferentes tallas, la mayoría por debajo de su longitud de madurez por una variedad de tipos de artes que capturan esta especie (Polo-Silva et al. 2017) (Figura 6).

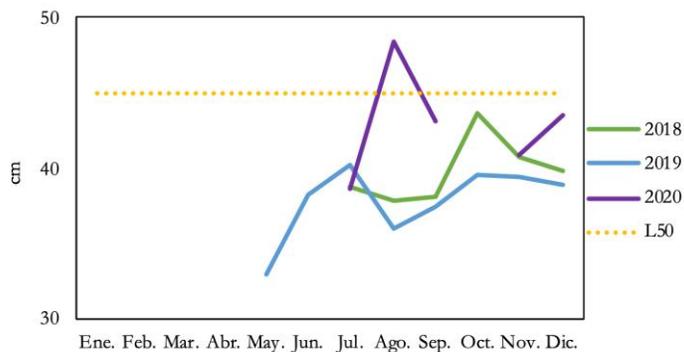


Figura 6. Variación mensual de la longitud media de captura de *Scomberomorus sierra* con red de enmalle de deriva marina en el Pacífico entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud horquilla. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 2400, en 2019 fue 278 y en 2020 fue 1633.

### 3.3 CUENCA DEL RÍO MAGDALENA

#### 3.3.1 Relaciones biométricas

Durante el período evaluado, se estimó la relación longitud-peso (RLP) para 19 especies (Tabla 7), con una variabilidad explicada ( $R^2$ ) por los modelos de regresión lineal entre 56,6 % (*Cyphocharax magdalanae*) y 99,3 % (*Colossoma macropomum*). Ninguna especie exhibió crecimiento isométrico, 7 presentaron crecimiento alométrico positivo ( $b > 3$ ) y las restantes tuvieron crecimiento alométrico negativo ( $b < 3$ ).

#### 3.3.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez

Se analizó la estructura de longitudes de ocho especies con varios tipos de artes de pesca que significaron 15 casos (especie-artes de pesca) de análisis. Seis tipos de artes de pesca fueron evaluados, siendo la red de enmalle (fija o deriva) el arte de mayor recurrencia en la captura de las especies evaluadas. La mayor fracción de los individuos capturados de las especies analizadas fueron pequeños. En varios casos, prácticamente la totalidad de los individuos capturados tuvieron longitudes menores a la de madurez. Solo en los casos de *Pimelodus grosskopfii* y *Sorubim cuspicaudus* capturados con calandrio, más del 60% de los individuos capturados tuvieron una

longitud superior a la de madurez. Por lo contrario, las capturas con redes de enmalle tuvieron bajos porcentajes de individuos con longitudes mayores a la de madurez (0% - 40%), lo que sugiere la necesidad de regular el uso de tamaños de malla pequeños (Tabla 8).

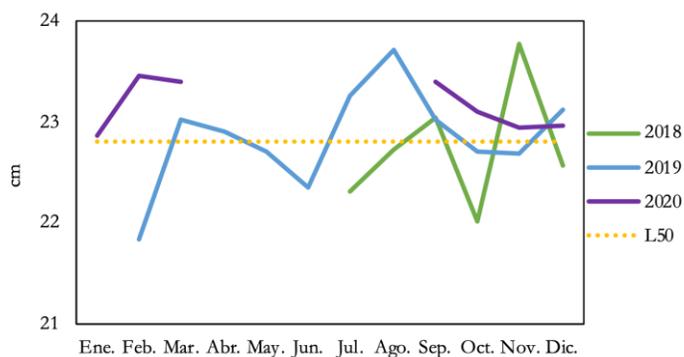
**Tabla 7. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la cuenca del Magdalena durante el año 2020. LE: Longitud estándar.**

| Especie                               | Tipo  | n     | R2    | Longitud |       | a     | I.C. 95 % a |       | b     | I.C. 95 % b |       | Priorizada |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|------------|
|                                       | long. |       |       | Mín.     | Máx.  |       | Inf.        | Sup.  |       | Inf.        | Sup.  |            |
| <i>Ageniosus pardalis</i>             | LE    | 401   | 0.969 | 20.2     | 55.4  | 0.008 | 0.006       | 0.009 | 3.112 | 3.057       | 3.166 | Si         |
| <i>Brycon moorei</i>                  | LE    | 161   | 0.974 | 15.8     | 63.3  | 0.009 | 0.007       | 0.011 | 3.301 | 3.217       | 3.385 | Si         |
| <i>Caquetaia kraussii</i>             | LE    | 5971  | 0.923 | 7.0      | 20.7  | 0.071 | 0.067       | 0.075 | 2.778 | 2.758       | 2.798 | Si         |
| <i>Colossoma macropomum</i>           | LE    | 52    | 0.993 | 11.6     | 45.0  | 0.028 | 0.023       | 0.035 | 3.137 | 3.062       | 3.213 | No         |
| <i>Curimata mivartii</i>              | LE    | 202   | 0.847 | 12.2     | 31.6  | 0.160 | 0.109       | 0.235 | 2.301 | 2.165       | 2.438 | No         |
| <i>Cynopotamus magdalenae</i>         | LE    | 268   | 0.954 | 12.6     | 27.0  | 0.010 | 0.008       | 0.012 | 3.156 | 3.072       | 3.239 | No         |
| <i>Cyphocharax magdalenae</i>         | LE    | 164   | 0.566 | 10.3     | 14.6  | 0.092 | 0.039       | 0.217 | 2.565 | 2.216       | 2.913 | No         |
| <i>Hoplias malabaricus</i>            | LE    | 1064  | 0.940 | 15.7     | 31.6  | 0.026 | 0.023       | 0.030 | 2.928 | 2.884       | 2.972 | No         |
| <i>Ichthyoelephas longirostris</i>    | LE    | 104   | 0.961 | 23.2     | 49.2  | 0.078 | 0.055       | 0.112 | 2.609 | 2.506       | 2.711 | No         |
| <i>Leporellus vittatus</i>            | LE    | 90    | 0.954 | 15.8     | 30.4  | 0.045 | 0.030       | 0.067 | 2.764 | 2.635       | 2.893 | No         |
| <i>Megaleporinus myzocorum</i>        | LE    | 2411  | 0.961 | 14.1     | 39.8  | 0.029 | 0.027       | 0.031 | 2.865 | 2.842       | 2.888 | No         |
| <i>Oreochromis niloticus</i>          | LE    | 1949  | 0.960 | 11.2     | 35.6  | 0.065 | 0.060       | 0.071 | 2.832 | 2.806       | 2.858 | Si         |
| <i>Pimelodus grosskopfii</i>          | LE    | 2437  | 0.909 | 13.4     | 37.2  | 0.025 | 0.023       | 0.028 | 2.879 | 2.843       | 2.915 | Si         |
| <i>Pimelodus yuma</i>                 | LE    | 1903  | 0.840 | 11.0     | 28.2  | 0.070 | 0.061       | 0.081 | 2.550 | 2.500       | 2.600 | No         |
| <i>Plagioscion magdalenae</i>         | LE    | 953   | 0.960 | 15.7     | 59.4  | 0.021 | 0.019       | 0.024 | 2.955 | 2.916       | 2.993 | Si         |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>         | LE    | 17913 | 0.961 | 12.9     | 41.7  | 0.027 | 0.026       | 0.027 | 2.961 | 2.953       | 2.970 | Si         |
| <i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> | LE    | 650   | 0.982 | 26.6     | 108.6 | 0.004 | 0.003       | 0.004 | 3.266 | 3.232       | 3.300 | Si         |
| <i>Sorubim cuspicaudus</i>            | LE    | 915   | 0.914 | 19.6     | 61.0  | 0.006 | 0.005       | 0.007 | 3.104 | 3.042       | 3.166 | Si         |
| <i>Triportheus magdalenae</i>         | LE    | 1535  | 0.861 | 12.0     | 22.5  | 0.005 | 0.004       | 0.006 | 3.387 | 3.319       | 3.455 | Si         |

En cinco de los casos evaluados se registraron porcentajes de individuos en el rango óptimo de

captura superiores al 40%. Dos de estos casos correspondieron a las capturas de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle de deriva y chinchorro. Este indicador osciló entre 0.0% (*Megaleporinus muyscorum*-red de enmalle fija) y 60,1% (*Pimelodus grosskopfii*-calandrio) (Tabla 8). En general, *Megaleporinus muyscorum* y *Pimelodus yuma* capturados con red de enmalle fija muestran los valores más negativos de los tres indicadores, no superando el 5 % en ninguno de ellos, lo que pone de presente una situación de sobrepesca de dicho recurso (Tabla 8).

En *Pimelodus grosskopfii*, los individuos capturados con atarraya evidenciaron fluctuaciones mensuales en las longitudes promedio de captura. De julio a diciembre se observó una tendencia de longitudes de captura superiores a la longitud de madurez (23 cm), pero la elevada variabilidad no permite detectar un patrón definido (Figura 7).



**Figura 7. Variación mensual de la longitud media de captura de *Pimelodus grosskopfii* con atarraya en el Magdalena entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estandar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 14118, en 2019 fue 17440 y en 2020 fue 12520.**

Las longitudes de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle continental entre 2018 y 2020 fluctuaron entre 10,1 cm y 46,0 cm LE. La prevalencia de longitudes promedio de captura mensuales inferiores a la longitud de madurez permite inferir una fuerte presión pesquera sobre individuos pequeños e inmaduros y una sobrepesca de crecimiento en la especie. Las cifras del segundo semestre de 2018 muestran longitudes promedio de captura mayores, pero solo marginalmente superiores a la longitud de madurez (Figura 8).

**Tabla 8. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la cuenca del río Magdalena durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LE: Longitud estándar.**

| Especie                        | Arte                                 | Tipo de longitud | n     | Longitud |      | Lm   | Lopt | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------|----------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|                                |                                      |                  |       | Min.     | Max. |      |      |       |      |       |      |      |
| <i>Caquetaia kraussii</i>      | Red de enmalle fija continental      | LE               | 11032 | 7.7      | 24.5 | 17.9 | 18.3 | 20.1  | 0.0  | 0.0   | 0.1  | 0.1  |
| <i>Hoplias malabaricus</i>     | Red de enmalle fija continental      | LE               | 3863  | 12.5     | 38.6 | 26.0 | 27.1 | 29.8  | 0.2  | 0.0   | 0.3  | 0.5  |
| <i>Megaleporinus muyscorum</i> | Red de enmalle fija continental      | LE               | 3800  | 14.2     | 33.5 | 32.0 | 33.8 | 37.1  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Pimelodus grosskopfii</i>   | Atarraya                             | LE               | 12520 | 10.1     | 39.3 | 22.8 | 23.6 | 26.0  | 0.5  | 0.2   | 0.5  | 1.2  |
| <i>Pimelodus grosskopfii</i>   | Palangre calandrio                   | LE               | 2767  | 13.6     | 37.2 | 22.8 | 23.6 | 26.0  | 0.6  | 0.4   | 0.4  | 1.4  |
| <i>Pimelodus yuma</i>          | Atarraya                             | LE               | 3191  | 11.0     | 29.9 | 21.0 | 21.7 | 23.8  | 0.2  | 0.1   | 0.2  | 0.5  |
| <i>Pimelodus yuma</i>          | Nasas de Peces                       | LE               | 3085  | 11.2     | 25.2 | 21.0 | 21.7 | 23.8  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Pimelodus yuma</i>          | Red de enmalle fija continental      | LE               | 4341  | 10.5     | 29.8 | 21.0 | 21.7 | 23.8  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.1  |
| <i>Plagioscion magdalenae</i>  | Red de enmalle fija continental      | LE               | 2580  | 10.6     | 53.3 | 27.9 | 29.2 | 32.1  | 0.4  | 0.2   | 0.3  | 0.8  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | Atarraya                             | LE               | 19216 | 10.2     | 42.6 | 23.5 | 24.4 | 26.8  | 0.4  | 0.2   | 0.3  | 0.8  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | Chinchorra                           | LE               | 3828  | 14.2     | 45.5 | 23.5 | 24.4 | 26.8  | 0.2  | 0.1   | 0.3  | 0.6  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | Chinchorro continental               | LE               | 5371  | 14.8     | 38.5 | 23.5 | 24.4 | 26.8  | 0.5  | 0.2   | 0.5  | 1.1  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | Red de enmalle de deriva continental | LE               | 5264  | 13.4     | 39.8 | 23.5 | 24.4 | 26.8  | 0.4  | 0.1   | 0.5  | 1.0  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | Red de enmalle fija continental      | LE               | 43005 | 10.1     | 46.0 | 23.5 | 24.4 | 26.8  | 0.3  | 0.1   | 0.5  | 0.9  |
| <i>Sorubim cuspicaudus</i>     | Palangre calandrio                   | LE               | 1991  | 21.8     | 73.0 | 37.0 | 39.3 | 43.3  | 0.9  | 0.7   | 0.2  | 1.9  |

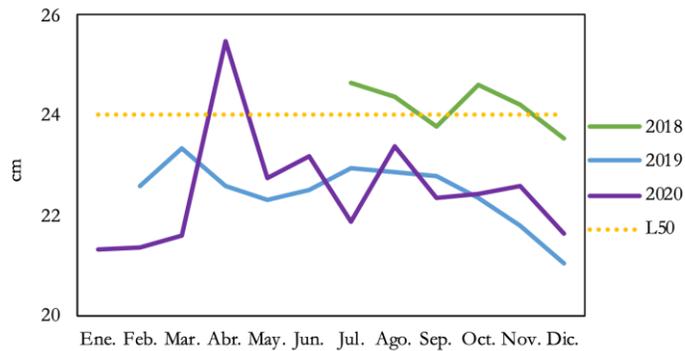


Figura 8. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija continental en el Magdalena entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 32994, en 2019 fue 29669 y en 2020 fue 43330.

Las longitudes promedio de captura de *Sorubim cuspicaudus* con calandrio, calculadas mensualmente entre 2018 y 2020, resultaron superiores a la longitud de madurez (39 cm), lo cual indica que extracción de esta pesquería permite a los individuos alcanzar tamaños adecuados para completar sus ciclos de reproducción (Figura 9).

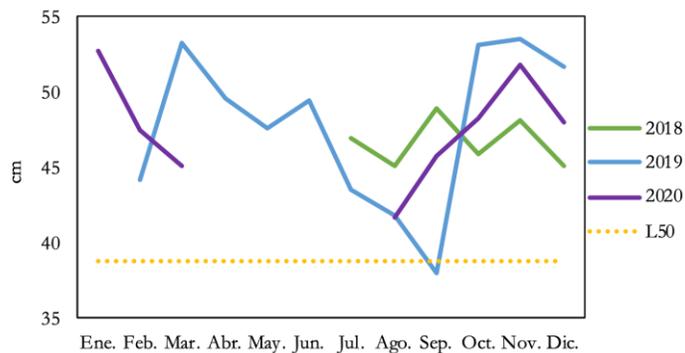


Figura 9. Variación mensual de la longitud media de captura de *Sorubim cuspicaudus* con calandrio en el Magdalena entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 2962, en 2019 fue 3499 y en 2020 fue 1991.

## 3.4 CUENCA DEL RÍO SINÚ

### 3.4.1 Relaciones biométricas

Se estimó la RLP para seis especies cuyos registros biológicos en el año 2020 brindaron un tamaño de muestra suficiente. La variabilidad del peso explicada por la longitud estándar varió entre 78,6% (*Cyphocharax magdalenae*) y 98,3 % (*Sorubim cuspicaudus*). Acorde con los intervalos de confianza de *b*, tres especies presentaron crecimiento alométrico negativo (*Caquetaia kraussii*, *Cyphocharax magdalenae*, *Hoplias malabaricus*) y tres alométrico positivo (*Megaleporinus muyscorum*, *Prochilodus magdalenae*, *Sorubim cuspicaudus*) (Tabla 9).

**Tabla 9. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la cuenca del Sinú durante el año 2020. LE: Longitud estándar.**

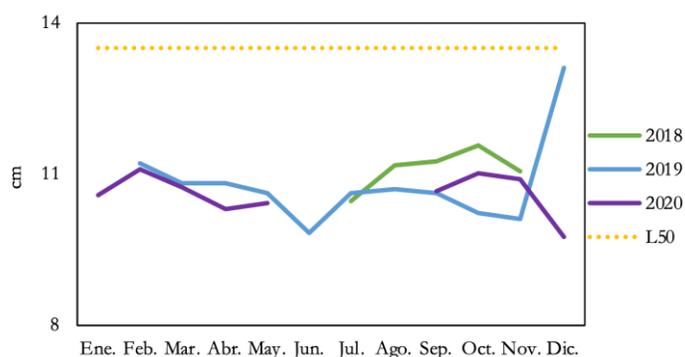
| Especie                        | Tipo long. | n    | R2    | Longitud |      | a     | I.C. 95 % a |       | b     | I.C. 95 % b |       | Priorizada |
|--------------------------------|------------|------|-------|----------|------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|------------|
|                                |            |      |       | Mín.     | Máx. |       | Inf.        | Sup.  |       | Inf.        | Sup.  |            |
| <i>Caquetaia kraussii</i>      | LE         | 2098 | 0.865 | 9.0      | 17.3 | 0.089 | 0.079       | 0.099 | 2.690 | 2.645       | 2.736 | No         |
| <i>Cyphocharax magdalenae</i>  | LE         | 2272 | 0.786 | 8.4      | 15.0 | 0.202 | 0.180       | 0.227 | 2.260 | 2.211       | 2.308 | No         |
| <i>Hoplias malabaricus</i>     | LE         | 994  | 0.958 | 13.3     | 29.4 | 0.033 | 0.029       | 0.036 | 2.859 | 2.821       | 2.896 | No         |
| <i>Megaleporinus muyscorum</i> | LE         | 240  | 0.975 | 13.5     | 29.6 | 0.015 | 0.012       | 0.018 | 3.140 | 3.075       | 3.204 | No         |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | LE         | 6594 | 0.961 | 11.0     | 40.2 | 0.018 | 0.017       | 0.019 | 3.134 | 3.119       | 3.150 | Si         |
| <i>Sorubim cuspicaudus</i>     | LE         | 115  | 0.983 | 24.3     | 65.4 | 0.003 | 0.002       | 0.004 | 3.264 | 3.184       | 3.344 | Si         |

### 3.4.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez

Se analizó la estructura de longitudes de cinco especies con dos tipos de artes de pesca, lo que dio lugar a nueve casos (combinaciones especie-arte de pesca) de análisis. Los artes de pesca evaluados fueron la red de enmalle (fija y de encierro) y la atarraya. En ocho de los casos evaluados el porcentaje de individuos capturados con longitudes por encima de la  $L_m$  fue inferior al 10%. *Cyphocharax magdalenae* capturado con atarrayas y redes de enmalle de encierro no tuvo ningún individuo con tamaño mayor o igual a la  $L_m$ ; en consecuencia, ningún individuos superó el punto de referencia dado por el valor del  $L_{mega}$ . Apenas el 10% y el 18% de los individuos de

bocachico (*Prochilodus magdalenae*) capturados con atarraya y con red de enmalle fija, respectivamente, registraron longitudes superiores a la  $L_m$ . El 19% de los individuos capturados con atarraya y el 37% de los individuos capturados con redes de enmalle estuvieron dentro del rango óptimo de captura de esta especie. De otro lado, la captura de megadesovadores estuvo ausente en todos los casos (Tabla 10). En conjunto, los indicadores muestran los valores más negativos para *Cyphocharax magdalenae* capturado con atarraya y red enmalle de encierro y para *Hoplias malabaricus* y *Megaleporinus muyscorum* capturados con red de enmalle fija (Tabla 10).

El rango de las longitudes de captura de *Cyphocharax magdalenae* con atarraya fue de 8.4 cm a 13 cm LE entre 2018 a 2020. Consistentemente, durante el periodo evaluado, la longitud promedio de captura mensual fue inferior a la longitud de madurez brindando indicios de sobrepesca de crecimiento, lo cual significa un riesgo elevado para la sostenibilidad de la especie en la cuenca, toda vez que se ha evidenciado reducciones en su fecundidad y sensibilidad a la sobrepesca (Galvis y Mojica, 2007) (Figura 10).



**Figura 10.** Variación mensual de la longitud media de captura de *Cyphocharax magdalenae* con atarraya en el Sinú entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1447, en 2019 fue 3224 y en 2020 fue 1212.

Los individuos de *Prochilodus magdalenae* capturados con redes de enmalle fijas presentaron un rango de longitud de 12.5 cm a 40.2 cm LE entre los años 2018 y 2020. La longitud promedio de captura permaneció por debajo de la longitud de madurez (24 cm). En agosto de 2019 se evidenció la captura de ejemplares ligeramente más grandes, lo que coincide con el periodo de

reproducción que se inicia con las lluvias (marzo-abril) y se prolonga hasta el final del primer periodo de aguas altas (julio-agosto) (Valderrama y Solano 2004) (Figura 11).

**Tabla 10. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la cuenca del río Sinú durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LE: Longitud estándar.**

| Especie                       | Arte                                   | Tipo de longitud | n    | Longitud |      | Lm   | Lopt | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|-------------------------------|--|------------------|------|----------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|                               |  |                  |      | Min.     | Max. |      |      |       |      |       |      |      |
| <i>Caquetaia kraussii</i>     | Atarraya                               | LE               | 212  | 11.1     | 16.2 | 15.6 | 15.8 | 17.4  | 0.0  | 0.0   | 0.2  | 0.2  |
| <i>Caquetaia kraussii</i>     | Red de enmalle fija continental        | LE               | 2005 | 9.0      | 17.3 | 15.6 | 15.8 | 17.4  | 0.0  | 0.0   | 0.1  | 0.1  |
| <i>Cyphocharax magdalenae</i> | Atarraya                               | LE               | 1212 | 8.4      | 13.0 | 13.5 | 13.6 | 15.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Cyphocharax magdalenae</i> | Red de enmalle de encierro continental | LE               | 283  | 8.4      | 12.3 | 13.5 | 13.6 | 15.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Cyphocharax magdalenae</i> | Red de enmalle fija continental        | LE               | 988  | 9.4      | 15.0 | 13.5 | 13.6 | 15.0  | 0.0  | 0.0   | 0.3  | 0.4  |
| <i>Hoplias malabaricus</i>    | Red de enmalle fija continental        | LE               | 937  | 13.3     | 29.4 | 27.1 | 28.3 | 31.2  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Megaleporinus myzcorum</i> | Red de enmalle fija continental        | LE               | 287  | 14.7     | 29.6 | 32.0 | 33.8 | 37.1  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i> | Atarraya                               | LE               | 1886 | 10.3     | 34.4 | 23.8 | 24.7 | 27.2  | 0.1  | 0.0   | 0.2  | 0.3  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i> | Red de enmalle fija continental        | LE               | 6140 | 12.5     | 40.2 | 23.8 | 24.7 | 27.2  | 0.2  | 0.0   | 0.4  | 0.6  |

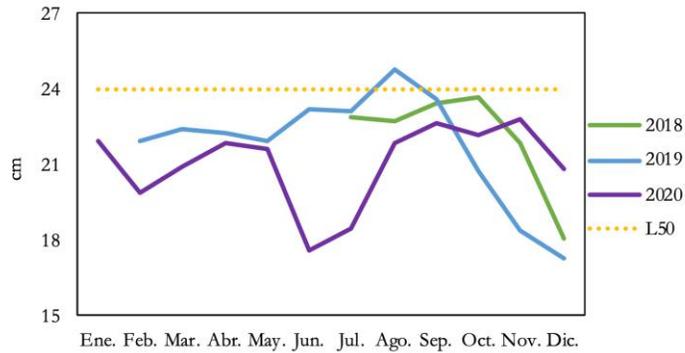


Figura 11. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija continental en el Sinú entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 11003, en 2019 fue 6913 y en 2020 fue 6140.

El rango de las longitudes de los individuos de *Sorubim cuspicaudus* con atarraya durante el periodo de evaluación (2018 a 2020) fue de 22.7cm a 65.4 cm LE. Las longitudes promedio de captura se mantuvieron inferiores a la longitud de madurez (60 cm), concordando con lo reportado por MADR-CCI (2007). La discontinuidad en la información se debió a las restricciones de la actividad pesquera por el aislamiento preventivo determinado por el Covid-19 y por la condiciones climáticas que influyeron en el registro de datos (Figura 12).

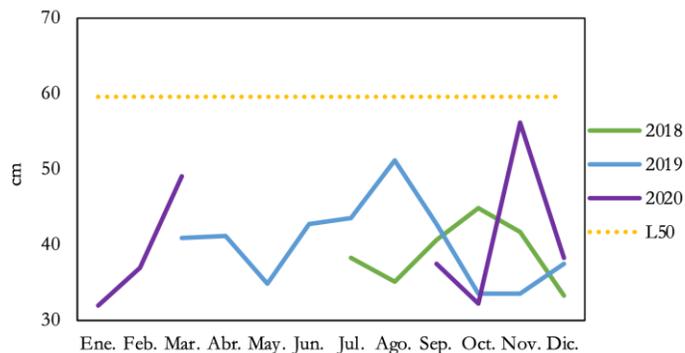


Figura 12. Variación mensual de la longitud media de captura de *Sorubim cuspicaudus* con atarraya en el Sinú entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 304, en 2019 199 y en 2020 106.

## 3.5 ORINOQUÍA

### 3.5.1 Relaciones biométricas

En la tabla 11 se presentan los valores de los parámetros de la relación entre la longitud y el peso estimada para 14 especies. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) varió entre 80,8 % (*Brycon amazonicus*) y 99,1% (*Zungaro zungaro*). Con base en los intervalos de confianza del parámetro  $b$ , *Mylossoma albiscopum* y *Prochilodus mariae* mostraron crecimiento isométrico ( $b=3$ ); *Brachyplatystoma vaillantii*, *Mylossoma aureum*, *Piaractus brachypomus* y *Pimelodus blochii* exhibieron crecimiento alométrico negativo ( $b<3$ ), y las ocho restantes crecimiento alométrico positivo ( $b>3$ ).

**Tabla 11. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la Orinoquía durante el año 2020. LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla.**

| Especie                             | Tipo  | n   | R2    | Longitud |       | a     | I.C. 95 % a |       | b     | I.C. 95 % b |       | Priorizada |
|-------------------------------------|-------|-----|-------|----------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|------------|
|                                     | long. |     |       | Mín.     | Máx.  |       | Inf.        | Sup.  |       | Inf.        | Sup.  |            |
| <i>Brachyplatystoma juruense</i>    | LH    | 69  | 0.950 | 41.4     | 73.1  | 0.005 | 0.002       | 0.010 | 3.215 | 3.035       | 3.395 | Si         |
| <i>Brachyplatystoma platynemum</i>  | LH    | 214 | 0.949 | 51.3     | 93.6  | 0.004 | 0.003       | 0.006 | 3.211 | 3.110       | 3.312 | No         |
| <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> | LH    | 159 | 0.908 | 74.4     | 131.7 | 0.004 | 0.002       | 0.009 | 3.237 | 3.074       | 3.399 | Si         |
| <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>  | LH    | 327 | 0.857 | 21.8     | 68.2  | 0.087 | 0.058       | 0.131 | 2.481 | 2.371       | 2.592 | Si         |
| <i>Brycon amazonicus</i>            | LE    | 110 | 0.808 | 27.0     | 46.2  | 0.008 | 0.003       | 0.023 | 3.314 | 3.006       | 3.621 | No         |
| <i>Mylossoma albiscopum</i>         | LE    | 236 | 0.883 | 15.9     | 32.0  | 0.069 | 0.046       | 0.104 | 2.872 | 2.737       | 3.007 | Si         |
| <i>Mylossoma aureum</i>             | LE    | 370 | 0.903 | 15.7     | 32.2  | 0.066 | 0.049       | 0.088 | 2.848 | 2.753       | 2.944 | No         |
| <i>Piaractus brachypomus</i>        | LE    | 62  | 0.940 | 34.2     | 57.6  | 0.110 | 0.057       | 0.215 | 2.691 | 2.515       | 2.867 | Si         |
| <i>Pimelodus blochii</i>            | LE    | 57  | 0.867 | 15.5     | 23.5  | 0.049 | 0.021       | 0.115 | 2.708 | 2.421       | 2.994 | No         |
| <i>Pirirampus pirinampu</i>         | LH    | 127 | 0.964 | 37.4     | 74.5  | 0.004 | 0.003       | 0.007 | 3.229 | 3.118       | 3.339 | Si         |
| <i>Prochilodus mariae</i>           | LE    | 579 | 0.894 | 19.1     | 39.2  | 0.029 | 0.022       | 0.038 | 2.987 | 2.903       | 3.071 | Si         |
| <i>Pseudoplatystoma metaense</i>    | LH    | 133 | 0.984 | 43.0     | 121.1 | 0.005 | 0.004       | 0.007 | 3.149 | 3.079       | 3.219 | Si         |
| <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> | LH    | 266 | 0.983 | 37.9     | 120.9 | 0.005 | 0.004       | 0.006 | 3.187 | 3.136       | 3.239 | Si         |
| <i>Zungaro zungaro</i>              | LE    | 199 | 0.991 | 39.1     | 131.4 | 0.011 | 0.009       | 0.014 | 3.147 | 3.104       | 3.190 | Si         |

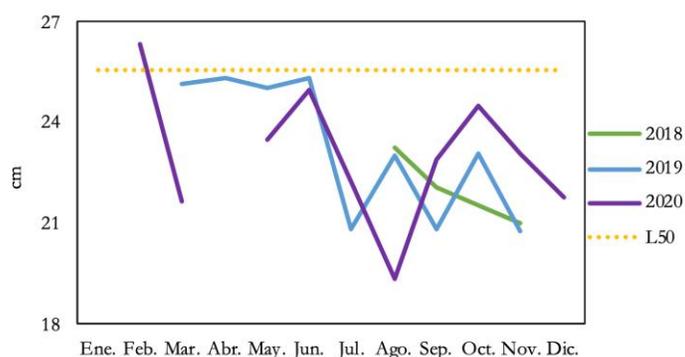
### 3.5.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez

Se analizó la estructura de longitudes de nueve especies con varios tipos de artes de pesca, lo que significó el estudio de 15 casos (combinaciones especie-arte de pesca). Los artes de pesca evaluados fueron la atarraya, el palangre o calandrio y la red de enmalle (fija o de deriva), siendo este último tipo de arte el de mayor ocurrencia en el análisis. Solo dos casos tuvieron más de un

50% de individuos registrados en los desembarcos con tamaños superiores al punto de referencia *L<sub>mr</sub>*. *Brachyplatystoma juruense* con red de enmalle de deriva y *Prochilodus mariae* con atarraya (Tabla 12). En contraste, los casos que mostraron valores más negativos en el conjunto de indicadores fueron *Brachyplatystoma platynemum* capturado con red de enmalle de deriva y red de enmalle fija y *Piaractus brachypomus* capturado con atarraya. En general, estos resultados sugieren una presión por pesca enfocada principalmente hacia individuos juveniles en varias especies (Tabla 12).

El rango de las longitudes de los individuos de *Mylossoma albiscopum* capturados con línea de mano entre 2018 y 2020 fue de 12.5 cm a 50.1 cm LE. Las longitudes promedio de captura mensual se mantuvieron inferiores a la longitud de madurez (26 cm), especialmente entre julio y septiembre, lo cual concuerda con las longitudes de 18,0 cm a 24,6 cm registradas previamente en diferentes sectores de la Orinoquía (Gil-Manrique et al. 2010) (Figura 13).

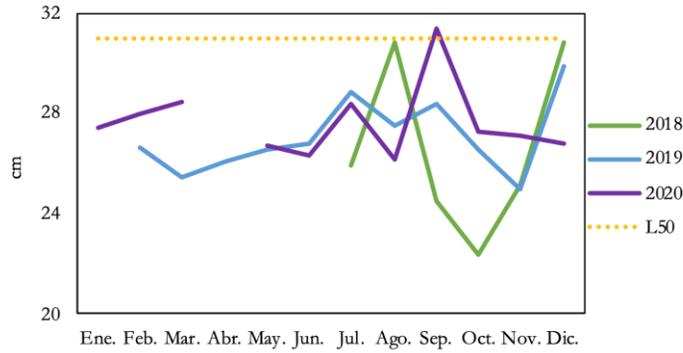
En el caso de *Prochilodus mariae* capturado con red de enmalle fija, las longitudes promedio de captura entre 2018 y 2020 presentaron fluctuaciones mensuales, pero consistentemente menores que la longitud de madurez (31 cm). Solamente en agosto, septiembre y diciembre se observaron longitudes promedio de captura que alcanzaron la longitud de madurez. Entre 2005 y 2009, se registró la captura de individuos pequeños de esta especie, lo cual indica que la presión pesquera sobre esta fracción de tamaño ocurre desde hace varios años (Ramírez-Gil et al., 2010) (Figura 14).



**Figura 13. Variación mensual de la longitud media de captura de *Mylossoma albiscopum* con línea de mano en la Orinoquía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 309, en 2019 fue 280 y en 2020 fue 1027.**

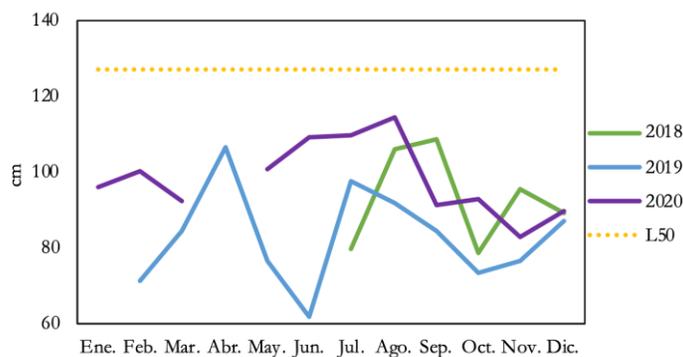
**Tabla 12. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la Orinoquía durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla.**

| Especie                             | Arte                                 | Tipo de longitud | n    | Longitud |       | Lm    | Lopt  | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------|------|----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
|                                     |                                      |                  |      | Min.     | Max.  |       |       |       |      |       |      |      |
| <i>Brachyplatystoma juruense</i>    | Red de enmalle de deriva continental | LH               | 680  | 41.6     | 81.7  | 63.0  | 68.9  | 75.8  | 0.5  | 0.0   | 0.6  | 1.1  |
| <i>Brachyplatystoma platynemum</i>  | Chinchorro continental               | LH               | 481  | 47.7     | 93.0  | 87.0  | 96.8  | 106.5 | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.1  |
| <i>Brachyplatystoma platynemum</i>  | Red de enmalle de deriva continental | LH               | 2847 | 25.6     | 121.3 | 87.0  | 96.8  | 106.5 | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| <i>Brachyplatystoma platynemum</i>  | Red de enmalle fija continental      | LH               | 917  | 40.3     | 104.2 | 87.0  | 96.8  | 106.5 | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.1  |
| <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>  | Palangre calandrio                   | LH               | 977  | 32.6     | 73.7  | 50.0  | 54.0  | 59.4  | 0.2  | 0.0   | 0.2  | 0.4  |
| <i>Piaractus brachypomus</i>        | Atarraya                             | LE               | 884  | 19.5     | 66.2  | 56.0  | 60.9  | 66.9  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.1  |
| <i>Pinirampus pirinampu</i>         | Palangre calandrio                   | LH               | 560  | 31.5     | 83.9  | 57.4  | 62.5  | 68.7  | 0.3  | 0.1   | 0.3  | 0.8  |
| <i>Prochilodus mariae</i>           | Atarraya                             | LE               | 1747 | 14.0     | 43.8  | 27.2  | 28.5  | 31.3  | 0.5  | 0.3   | 0.3  | 1.1  |
| <i>Prochilodus mariae</i>           | Red de enmalle fija continental      | LE               | 804  | 18.7     | 47.2  | 27.2  | 28.5  | 31.3  | 0.5  | 0.1   | 0.5  | 1.1  |
| <i>Pseudoplatystoma metaense</i>    | Red de enmalle fija continental      | LH               | 588  | 39.6     | 127.1 | 107.0 | 120.3 | 132.4 | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.1  |
| <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> | Atarraya                             | LH               | 1189 | 18.4     | 119.1 | 81.5  | 90.4  | 99.4  | 0.1  | 0.0   | 0.1  | 0.2  |
| <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> | Palangre calandrio                   | LH               | 1080 | 38.4     | 122.7 | 81.5  | 90.4  | 99.4  | 0.3  | 0.1   | 0.3  | 0.7  |
| <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> | Red de enmalle de deriva continental | LH               | 556  | 39.7     | 120.9 | 81.5  | 90.4  | 99.4  | 0.3  | 0.1   | 0.2  | 0.5  |
| <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> | Red de enmalle fija continental      | LH               | 1066 | 37.5     | 120.7 | 81.5  | 90.4  | 99.4  | 0.2  | 0.1   | 0.1  | 0.4  |
| <i>Zungaro zungaro</i>              | Red de enmalle fija continental      | LE               | 889  | 25.1     | 148.1 | 117.1 | 132.3 | 145.6 | 0.4  | 0.0   | 0.4  | 0.8  |



**Figura 14. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus mariae* con red de enmalle fija continental en la Orinoquía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 198, en 2019 fue 987 y en 2020 fue 804.**

El análisis de las longitudes promedio de captura de *Zungaro zungaro* con red de enmalle fija, mostró que a lo largo del periodo evaluado (2018 a 2020) fueron inferiores a la longitud de madurez (127 cm). El rango de longitudes registrado en ese periodo fue de 25.1 cm a 148.1 cm LE (Figura 15). Una tendencia de disminución de la longitud observada en los últimos meses de los años analizados hace recomendable explorar estrategias de manejo para ese periodo del año, orientadas a reducir la extracción de juveniles de la especie. Según Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2010), esta variación de tamaños está relacionada con los puntos de captura sobre los ríos, donde las cabeceras presentan individuos de mayor tamaño.



**Figura 15. Variación mensual de la longitud media de captura de *Zungaro zungaro* con red de enmalle fija continental en la Orinoquía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 325, en 2019 fue 965 y en 2020 fue 889.**

## 3.6 CUENCA DEL RÍO ATRATO

### 3.6.1 Relaciones biométricas

Los parámetros de la relación entre la longitud y el peso fueron estimados para cinco especies en la cuenca del río Atrato. El coeficiente de determinación varió entre 0,690 (*Caquetaia kraussii*) y 0,953 (*Ageneiosus pardalis*). De acuerdo con el intervalo de confianza del parámetro  $b$ , entre las especies evaluadas el crecimiento fue isométrico ( $b=3$ ) para *Ageneiosus pardalis*, alométrico positivo ( $b>3$ ) para *Pimelodus punctatus* y *Prochilodus magdalenae* y alométrico negativo ( $b<3$ ) para las tres restantes: *Caquetaia kraussii*, *Hoplias malabaricus* y *Megaleporinus muyscorum* (Tabla 13).

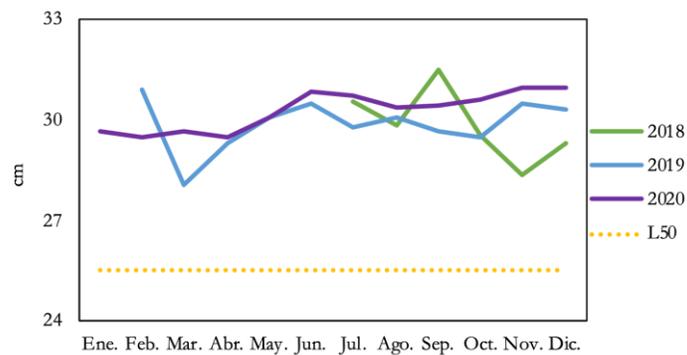
**Tabla 13. Relaciones longitud-peso de especies monitoreadas en la cuenca del río Atrato durante el año 2020. LE: Longitud estándar.**

| Especie                        | Tipo long. | n    | R2    | Longitud |      | a     | I.C. 95 % a |       | b     | I.C. 95 % b |       | Priorizada |
|--------------------------------|------------|------|-------|----------|------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|------------|
|                                |            |      |       | Mín.     | Máx. |       | Inf.        | Sup.  |       | Inf.        | Sup.  |            |
| <i>Ageneiosus pardalis</i>     | LE         | 62   | 0.953 | 18.7     | 56.1 | 0.021 | 0.012       | 0.037 | 2.880 | 2.715       | 3.044 | Si         |
| <i>Caquetaia kraussii</i>      | LE         | 159  | 0.690 | 15.5     | 23.3 | 1.178 | 0.429       | 3.240 | 1.851 | 1.500       | 2.202 | Si         |
| <i>Hoplias malabaricus</i>     | LE         | 394  | 0.816 | 17.9     | 43.5 | 0.034 | 0.021       | 0.053 | 2.862 | 2.727       | 2.997 | Si         |
| <i>Megaleporinus muyscorum</i> | LE         | 1539 | 0.853 | 19.7     | 34.6 | 0.032 | 0.026       | 0.039 | 2.864 | 2.805       | 2.924 | Si         |
| <i>Pimelodus punctatus</i>     | LE         | 82   | 0.918 | 15.4     | 27.2 | 0.002 | 0.001       | 0.004 | 3.767 | 3.517       | 4.018 | Si         |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | LE         | 3113 | 0.822 | 15.2     | 32.0 | 0.015 | 0.013       | 0.018 | 3.172 | 3.120       | 3.224 | Si         |

### 3.6.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez

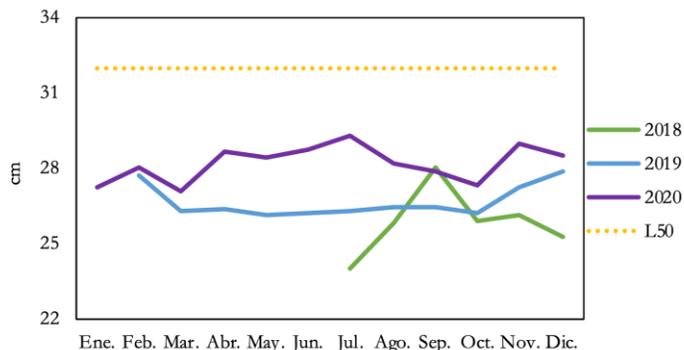
Se analizó la estructura de longitudes de cinco especies capturadas con red de enmalle, de las cuales *Prochilodus magdalenae* registró el menor porcentaje de individuos capturados con longitud superior a la  $L_m$  (28%), seguida de *Ageneiosus pardalis* (41%). Más del 80% de los individuos de *Caquetaia kraussii*, *Megaleporinus muyscorum* y *Hoplias malabaricus* capturados con redes de enmalle tuvieron una longitud superior a la de madurez. Los porcentajes de individuos capturados dentro del rango óptimo de captura llegó hasta el 70% (*Megaleporinus muyscorum*) (Tabla 14).

En conjunto, los indicadores basados en longitudes muestran que la pesquería de red de enmalle no erosiona sustancialmente las estructuras de tamaños de *Caquetaia kraussii*, *Hoplias malabaricus* y *Megaleporinus muyscorum*, pero selecciona individuos pequeños de *Ageneiosus pardalis* y *Prochilodus magdalenae* (Tabla 14). De otro lado, entre los años 2018 y 2020 *Hoplias malabaricus*, presentó longitudes promedio de captura por encima de la longitud de madurez (26 cm), especialmente durante el segundo semestre del año, con valores superiores a los informados por Lasso *et al.* (2011) para la especie (Figura 16).



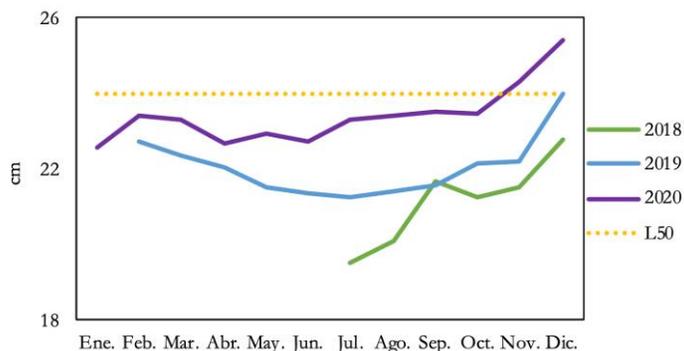
**Figura 16. Variación mensual de la longitud media de captura de *Hoplias malabaricus* con red de enmalle fija continental en el Atrato entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 2908, en 2019 fue 11878 y en 2020 fue 11081.**

La longitudes promedio de captura de *Megaleporinus muyscorum* evaluadas entre 2018 y 2020 se mantuvieron inferiores a la longitud de madurez (32cm), con un rango de longitudes registradas de 19.5 cm a 51.2 cm LE. Se evidencio que durante el 2019 las longitudes fueron poco variables, con valores ligeramente más elevados en febrero y diciembre, lo que coincide con la época reproductiva que se extiende desde diciembre a abril (Lasso *et al.*, 2011). En 2020 se presentaron longitudes superiores a las de los años precedentes, pero aún menores que la longitud de madurez también (Figura 17).



**Figura 17. Variación mensual de la longitud media de captura de *Megaleporinus muyscorum* con red de enmalle fija continental en el Atrato entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1899, en 2019 fue 6187 y en 2020 fue 3608.**

Las longitudes de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija variaron entre 11.3 cm y 41.3 cm LE en los monitoreos efectuados durante los años 2018, 2019 y 2020. Las longitudes promedio de captura se mantuvieron inferiores a la longitud de madurez (24 cm), indicando que los ejemplares capturados se encuentran en estado joven o pre-adulto, siendo un primer indicador de alerta para su manejo, tal como se había detectado previamente para la cuenca (Mojica *et al.*, 2012). En noviembre y diciembre la longitud promedio de captura se incrementó en los años analizados, periodo que corresponde a la época reproductiva donde inicia la maduración gonadal permitiendo capturas de mayor longitud (Jaramillo-Villa y Jiménez-Segura, 2008) (Figura 18).



**Figura 18. Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus magdalenae* con red de enmalle fija continental en el Atrato entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 9773, en 2019 fue 34131 y en 2020 fue 28200.**

**Tabla 14. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la cuenca del río Atrato durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LE: Longitud estándar.**

| Especie                        | Arte                            | Tipo de longitud | n     | Longitud |      | Lm   | Lopt | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------|-------|----------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|                                |                                 |                  |       | Min.     | Max. |      |      |       |      |       |      |      |
| <i>Ageneiosus pardalis</i>     | Red de enmalle fija continental | LE               | 3646  | 10.3     | 65.8 | 32.3 | 34.1 | 37.5  | 0.4  | 0.2   | 0.3  | 0.9  |
| <i>Caquetaia kraussii</i>      | Red de enmalle fija continental | LE               | 6305  | 9.5      | 35.2 | 15.0 | 15.2 | 16.7  | 0.8  | 0.5   | 0.4  | 1.8  |
| <i>Hoplias malabaricus</i>     | Red de enmalle fija continental | LE               | 11081 | 13.9     | 53.2 | 25.5 | 26.6 | 29.2  | 0.9  | 0.7   | 0.3  | 1.9  |
| <i>Megaleporinus muyscorum</i> | Red de enmalle fija continental | LE               | 3608  | 19.5     | 51.2 | 25.5 | 26.6 | 29.2  | 0.8  | 0.3   | 0.7  | 1.7  |
| <i>Prochilodus magdalenae</i>  | Red de enmalle fija continental | LE               | 28200 | 11.3     | 41.3 | 24.8 | 25.8 | 28.4  | 0.3  | 0.1   | 0.3  | 0.7  |

## 3.7 AMAZONÍA

### 3.7.1 Relaciones biométricas

Los parámetros de la relación longitud-peso fueron estimados para 13 especies en la Amazonía. El coeficiente de determinación varió entre 0,65 (*Brachyplatystoma platynemum*) y 0,98 (*Pseudoplatystoma punctifer*). El parámetro  $b$  de la regresión mostró que *Brachyplatystoma filamentosum*, *Brachyplatystoma vaillantii*, *Brycon amazonicus* y *Pirinampus pirinampu* tuvieron crecimiento isométrico ( $b=3$ ), mientras que *Brachyplatystoma rousseauxii*, *Calophysus macropterus* y *Pseudoplatystoma punctifer* presentaron un crecimiento alométrico positivo ( $b>3$ ). Para las seis especies restantes se obtuvo un crecimiento negativo ( $b<3$ ) (Tabla 15).

**Tabla 15. Relaciones longitud-peso (RLP) de especies monitoreadas de la cuenca Amazonía durante el año 2020. LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla.**

| Especie                              | Tipo  | n   | R2    | Longitud |       | a     | I.C. 95 % a |       | b     | I.C. 95 % b |       | Priori-<br>zada |
|--------------------------------------|-------|-----|-------|----------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-----------------|
|                                      | long. |     |       | Mín.     | Máx.  |       | Inf.        | Sup.  |       | Inf.        | Sup.  |                 |
| <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> | LH    | 190 | 0.925 | 83.1     | 184.4 | 0.020 | 0.012       | 0.036 | 2.923 | 2.803       | 3.043 | Si              |
| <i>Brachyplatystoma platynemum</i>   | LH    | 117 | 0.650 | 39.5     | 100.0 | 0.653 | 0.202       | 2.110 | 1.994 | 1.724       | 2.264 | Si              |
| <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>  | LH    | 138 | 0.850 | 85.0     | 133.5 | 0.002 | 0.001       | 0.006 | 3.457 | 3.210       | 3.703 | Si              |
| <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>   | LH    | 92  | 0.861 | 31.8     | 65.3  | 0.007 | 0.003       | 0.019 | 3.163 | 2.897       | 3.430 | Si              |
| <i>Brycon amazonicus</i>             | LE    | 78  | 0.907 | 22.5     | 44.8  | 0.017 | 0.008       | 0.038 | 3.025 | 2.803       | 3.247 | Si              |
| <i>Brycon melanopterus</i>           | LE    | 153 | 0.753 | 18.9     | 34.6  | 0.429 | 0.233       | 0.790 | 2.048 | 1.860       | 2.237 | No              |
| <i>Calophysus macropterus</i>        | LH    | 68  | 0.919 | 30.9     | 55.2  | 0.002 | 0.001       | 0.006 | 3.426 | 3.175       | 3.676 | No              |
| <i>Mylossoma albiscopum</i>          | LE    | 142 | 0.826 | 13.1     | 22.7  | 0.146 | 0.084       | 0.254 | 2.557 | 2.360       | 2.753 | No              |
| <i>Pirinampus pirinampu</i>          | LH    | 73  | 0.857 | 34.0     | 72.6  | 0.012 | 0.004       | 0.036 | 2.966 | 2.678       | 3.253 | No              |
| <i>Prochilodus rubrotaeniatus</i>    | LE    | 570 | 0.802 | 16.1     | 38.7  | 0.723 | 0.565       | 0.925 | 1.915 | 1.836       | 1.993 | Si              |
| <i>Pseudoplatystoma punctifer</i>    | LH    | 346 | 0.980 | 35.0     | 108.0 | 0.006 | 0.005       | 0.007 | 3.136 | 3.089       | 3.183 | Si              |
| <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>     | LH    | 150 | 0.931 | 46.5     | 123.0 | 0.020 | 0.011       | 0.034 | 2.859 | 2.732       | 2.985 | Si              |
| <i>Zungaro zungaro</i>               | LE    | 111 | 0.947 | 44.3     | 160.8 | 0.046 | 0.026       | 0.079 | 2.820 | 2.693       | 2.947 | No              |

### 3.7.2 Estructura de longitudes e indicadores basados en la longitud de madurez

Se evaluaron las longitudes de captura de tres especies con cuatro tipos de artes de pesca, lo que significó el análisis de seis combinaciones especie-arte de pesca. Los tipos de arte de pesca evaluados fueron red de enmalle, atarraya, palangre o calandrio y línea de mano. El menor porcentaje de individuos registrados con tamaños superiores a la  $L_m$  correspondió a las capturas de *Prochilodus nigricans* con red de enmalle (31%). En efecto, los indicadores más negativos se presentaron en las capturas de esta especie, junto con las capturas de *Pseudoplatystoma punctifer*, también con red de enmalle. Por el contrario, las capturas de *Brycon amazonicus* con red de enmalle fija y de *Prochilodus nigricans* con atarraya significaron el menor impacto en la estructura de tamaños de estas especies. (Tabla 16).

Para el análisis comparativo de longitud media de captura (LMC) de *Brycon amazonicus* entre 2018 y 2020, se emplearon los datos de individuos capturados con red de enmalle fija continental, arte de pesca importante para la captura de la especie (Bernal y Cala 1997). Las longitudes de los individuos capturados con ese tipo de arte que se registraron durante el periodo fluctuaron entre 21.2 cm y 52.3 cm (LE). Para el mes de septiembre, se observó una similitud interanual en la longitud media de captura de 32 cm y un incremento en el promedio hacia los últimos meses de cada año. Según Usma y Morales-Betancourt (2010) no se tienen registros previos de longitudes de captura de esta especie, debido a que se registraba como *Brycon sp.* (Figura 19).

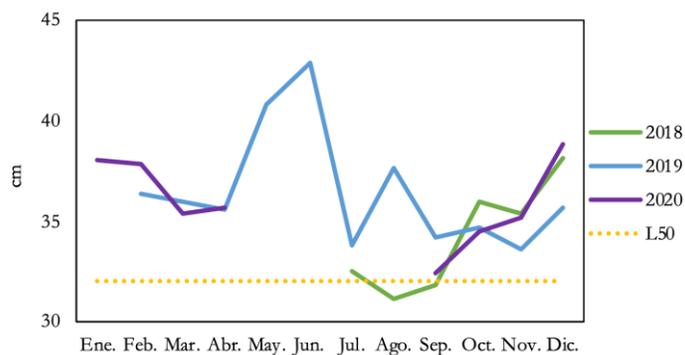
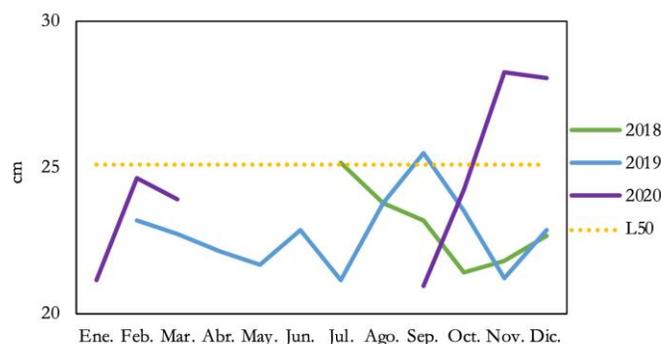


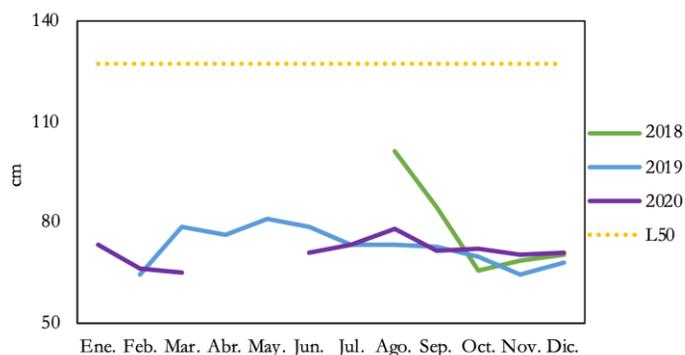
Figura 19. Variación mensual de la longitud media de captura de *Brycon amazonicus* con red de enmalle fija continental en la Amazonía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 856, en 2019 fue 557 y en 2020 fue 874.

En el caso de *Prochilodus nigricans*, el rango de longitud de los individuos capturados con red de enmalle fija continental de 2018 a 2020 fue de 17 cm a 48.9 cm (LE). Durante el periodo de evaluación las longitudes promedio de captura se mantuvieron inferiores a la longitud de madurez (25 cm), con excepción del año 2020 cuando se observó un incremento (hasta 28 cm) en noviembre y diciembre. Esta variabilidad mensual de tamaños de captura resultó similar a lo reportado por MADR-CCI (2009 y 2010) y Camacho *et al.* (2006) (Figura 20).



**Figura 20.** Variación mensual de la longitud media de captura de *Prochilodus nigricans* con red de enmalle fija continental en la Amazonía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 1465, en 2019 fue 1613 y en 2020 fue 844.

La longitud promedio de captura de *Zungaro zungaro* con calandrio fue muy inferior a la longitud de madurez en los años evaluados (2018-2020). En Agosto de 2018 y 2020 se observó aumento en las longitud media de captura, concordando con Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2011), quienes encontraron que en la Orinoquia las longitudes medias de captura presentan oscilaciones entre los periodos hidrológicos (Figura 21).



**Figura 21.** Variación mensual de la longitud media de captura de *Zungaro Zungaro* con calandrio en la Amazonía entre 2018 y 2019. Las cifras están en longitud estándar. La longitud de madurez se indica con la línea segmentada. El número de individuos medidos en 2018 fue 167, en 2019 529 y en 2020 403.

**Tabla 16. Análisis de la estructura de longitudes de especies monitoreadas en la Amazonía durante el año 2020. Se indican la longitud de madurez ( $L_m$ ), la longitud óptima de captura ( $L_{opt}$ ), la longitud de megadesovadores ( $L_{mega}$ ) y el porcentaje de longitudes de captura superiores a  $L_m$  ( $P_{mat}$ ) y  $L_{mega}$  ( $P_{mega}$ ), así como el porcentaje de longitudes en el rango óptimo de captura ( $P_{Lopt}$ ). LE: Longitud estándar, LH: Longitud horquilla.**

| Especie                           | Arte                            | Tipo de longitud | n    | Longitud |       | Lm   | Lopt | Lmega | Pmat | Pmega | Popt | Pobj |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|------|----------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|                                   |                                 |                  |      | Min.     | Max.  |      |      |       |      |       |      |      |
| <i>Brycon amazonicus</i>          | Red de enmalle fija continental | LE               | 874  | 21.2     | 52.3  | 26.6 | 27.8 | 30.6  | 1.0  | 0.9   | 0.1  | 1.9  |
| <i>Prochilodus nigricans</i>      | Atarraya                        | LE               | 1318 | 15.1     | 46.8  | 25.1 | 26.1 | 28.8  | 0.6  | 0.1   | 0.7  | 1.5  |
| <i>Prochilodus nigricans</i>      | Red de enmalle fija continental | LE               | 844  | 17.0     | 48.9  | 25.1 | 26.1 | 28.8  | 0.3  | 0.2   | 0.4  | 0.9  |
| <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> | Línea de mano                   | LH               | 150  | 36.0     | 117.7 | 68.5 | 75.2 | 82.8  | 0.5  | 0.3   | 0.3  | 1.1  |
| <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> | Palangre calandrio              | LH               | 644  | 32.1     | 132.4 | 68.5 | 75.2 | 82.8  | 0.5  | 0.2   | 0.3  | 1.1  |
| <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> | Red de enmalle fija continental | LH               | 299  | 35.0     | 121.4 | 68.5 | 75.2 | 82.8  | 0.5  | 0.4   | 0.1  | 0.9  |

## 4 REFERENCIAS

Agudelo, E., Ajiaco, R.E., Alvarez, L.E., Barreto, C.G., Borda, C.A., Bustamante, C.C., Caldas, J.P., Diazgranados, M.C., De La Hoz, J., Melo, G., Perucho, E., Puentes, V., Ramirez, A., Ramírez, A., Rueda, M., Salinas, J.C. y Zapata, L.A. 2011. Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socio-económica en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Dirección de Pesca y Acuicultura- Subgerencia de Pesca y Acuicultura INCODER - Conservación Internacional, 80 p.

Altamar, J., L. Manjarrés-Martínez, L.O. Duarte, F. Cuello, y F. Escobar-Toledo, F. 2015. ¿Qué tamaños deberíamos pescar? Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) – Universidad del Magdalena, Santa Marta. 48pp.

Anderson R.O., Neumann R.M. 1996. Length, Weight, and Associated Structural Indices, Pp. 447-481. In: Murphy B.E. and Willis D.W. (eds.) Fisheries Techniques, second edition. American Fisheries Society.

Bagenal, T.B. y Tesch F.W. 1978. Age and growth. En: Bagenal T.B. (Ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3. Oxford, England: Blackwell Scientific Publications, pp 01-136.

Bernal, J. H. y Cala. P. (1997). Composición de la dieta alimenticia del yamu, *Brycon siebenthalae* (Pisces: Characidae), en la parte media del río Guayabero, sistema del alto río Guaviare, Colombia. *Dahlia* 2: 55-63

Butterworth DS, Johnston SJ, Brandao A. 2010. Pretesting the Likely Efficacy of Suggested Management Approaches to Data-Poor Fisheries. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 2:131–145.

Camacho K. Alonso, J. C. Cipamocha, J. C. Agudelo, E. Sanchez, C. L. Freitas, A. Gaya, R. y Moya, L. A. (2006). Estructura de tamaños y aspectos reproductivos del recurso pesquero aprovechado en la frontera colombo-peruana del río Putumayo. Pp. 47-58. En: Agudelo, E. Alonso, J.C. y Moya, L. A. (Eds.). Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo – peruana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Instituto Nacional de Desarrollo del Perú. Bogotá.

Caicedo, J.A., L.A. Zapata, M.X. Zorrilla, B. Castillo y P.A. Rojas. 2015. Plan de manejo del ensamblaje de peces demersales de importancia pesquera del Parque Nacional Natural Gorgona y su zona de influencia. Parques Nacionales Naturales y WWF-Colombia. Cali. 82 p

De la Hoz J., Duarte L.O., Manjarrés-Martínez L. 2015. Aspectos biológico-pesqueros de especies capturadas en aguas marinas y continentales de Colombia. Relaciones biométricas e indicadores basados en longitudes. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Bogotá, 36 p.

Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries* 5, 86–91.

Froese, R., Binohlan, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology* 56, 758–773.

Galvis, G. and Mojica, J.I. 2007. The Magdalena River fresh water fishes and fisheries. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(2):127–139 pp.

Gassman, J., López-Rojas, H., Padrón, D. 2017. Reproducción de los róbalo *Centropomus undecimalis* y *C. ensiferus* (Perciformes: Centropomidae) en una laguna costera tropical. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 65(1): 181-194 pp.

Gil-Manrique, B. Pineda, I. Ramírez-Gil, H. Rodríguez, C. Ajiaco-Martínez, R. E. Agudelo, E.

Acosta – Santos, A. y González-Cañon, G. (2010). *Mylossoma duriventre*: Characidae. Capítulo 7. Pp. 229-235. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Jaramillo-Villa, U. y L. Jiménez-Segura. 2008. Algunos aspectos biológicos de la población de *Prochilodus magdalenae* en las cienagas de Tumarado (rio Atrato), Colombia. *Actualidades Biológicas* 30 (88): 55-66.

Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.

Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca avescens*). *Journal of Animal Ecology* 20, 201-219.

Manjarrés, L., Arévalo, J.C., Rodríguez, D.J. Gómez P. 2004. Dinámica poblacional y manejo del stock de pargo rayado (*Lutjanus synagris*) (Linnaeus, 1758) de La Guajira (Caribe colombiano). En: Manjarrés L. (ed.) *Pesquerías demersales del área norte del mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo*. INPA, Colciencias, Universidad del Magdalena, Santa Marta, 317 p.

Mejía, L.S. y A. Acero. (Eds.). 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojo de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 174pp. En: La serie de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, INVEMAR,

Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Medio Ambiente. 151 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2008. Pesca y Acuicultura Colombia 2007 Informe Técnico Regional Cuencas del Magdalena, Sinú y Atrato. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 88 pp.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. (2009). Pesca y Acuicultura Colombia 2008 Informe Técnico Regional Cuencas del Orinoco y Amazonas. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 64 pp.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2010. Pesca y Acuicultura Colombia 2009 Informe Técnico Regional Cuencas del Magdalena, Sinú y Atrato. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 76 pp.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. (2010). Pesca y Acuicultura Colombia 2009. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 70 pp.

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R.Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators.

Pilling GM, Apostolaki P, Failler P, Floros C, Large PA, Morales-Nin B, Reglero P, Stergiou KI, Tsikliras AC. 2008. Assessment and management of data-poor fisheries. In: A Payne, J Cotter, T Potter (eds) Advances in Fisheries science: 50 years on from Beverton and Holt, pp. 280-305. Blackwell Publishing, CEFAS.

Polo-Silva, C.J., Mejía-Falla, P.A., Zapata, L.A., Tavera, J.J., y Muñoz-Lasso, O.F. 2017. *Scomberomorus sierra*. 319-322 pp. En: Chasqui V., L., A. Polanco F., A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas. (Eds.). 2017. Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p.

Ramírez-Gil, H. Ajiaco-Martínez, R. Barreto-Reyes, C. y Valderrama. M. (2010). *Prochilodus mariae*: Prochilodontidae. Capítulo 7. Pp. 312-316. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2010). *Zungaro zungaro*: Pimelodidae. Cuenca del Orinoco. Capítulo 7. Pp. 535-536.. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota, D. C., Colombia.

Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco Martínez. (2011). *Zungaro zungaro* (Siluriformes, Pimelodidae). Capítulo 7. Pp. 537-541. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R.Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can., 382 p.

Tresierra, A.E. y Culquichicón, Z.G. 1993. Biología pesquera. Trujillo, Perú: Concytec, 432 p.

Usma, S. y Morales-Betancourt. M. (2010). *Brycon amazonicus*: Characidae. Capítulo 7. Pp. 187-188. En: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Valderrama, M. y D. Solano. 2004. Estado de la población de bocachico, *Prochilodus magdalenae* (Pisces: Characiformes), y su manejo en la cuenca del río Sinú, Colombia. *Dahlia* 7: 3-12

Zapata, L.A. y Castellanos-Galindo, G.A., 2017. *Cynoscion phoxocephalus*. 261-264 pp. En: Chasqui V., L., A. Polanco F., A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas. (Eds.). 2017. Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p















### Anexo 3. Referencias bibliográficas de las estimaciones de longitud de madurez empleadas en el presente boletín

- Altamar, J., L. Manjarrés-Martínez, L.O. Duarte, F. Cuello & F. Escobar-Toledo. (2015). ¿Qué tamaños deberíamos pescar? Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)- Universidad del Magdalena, Santa Marta.
- Azevedo, J.W.de J., A.C.L. de Castro, H.L.R. Porto and P.R.S. Lima, 2010. Size and age at first maturity of the crucifix sea catfish, *Sciades proops* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Ariidae), caught off western Maranhão state, Brazil. Arq. Ciên. Mar 43(2):96-102.
- Barbieri, G. (1989). Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da represa do Monjolinho, São Carlos/SP. Revista Brasileira de Zoologia, 6(2), 225-233.
- De la Hoz J., Duarte L.O., Manjarrés-Martínez L. 2015. Aspectos biológico-pesqueros de especies capturadas en aguas marinas y continentales de Colombia. Relaciones biométricas e indicadores basados en longitudes. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Bogotá, 36 p.
- Escobar, R. J., M. Zarate, M. Valderrama, C. Lara y C. Fonseca. 1983. Longitudes mínimas y medias de maduración para catorce especies ícticas de interés comercial de la Cuenca Magdalénica. Revista Divulgación Pesquera 21 (2): 24.
- Gómez Rodríguez, S. (2017). Biología reproductiva, captura por unidad de esfuerzo y estacionalidad de *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758) (Trichiuridae: Teleostei) en la Bahía de Gaira, Caribe de Colombia. Tesis Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Jaramillo-Villa U, Jiménez-Segura LF. 2008. Algunos aspectos biológicos de la población de *Prochilodus magdalenae* en las ciénagas de Tumaradó (Río Atrato), Colombia. Actual Biol 30 (88): 55-66.
- Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-

- Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). 2011. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá.
- Lévêque, C., 1997. Biodiversity dynamics and conservation. The freshwater fish of tropical Africa. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mármol, D., E. Vilorio & J. Blanco. 2010. Efectos de la pesca sobre la biología reproductiva de la lisa *Mugil incilis* (Pisces: Mugilidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., 39(2): 215-231
- Olaya-Nieto CW, Brú-Cordero S B, Segura-Guevara F F, Tordecilla-Petro G. 2004. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del río Sinú – Fase I. Informe final. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Documento de trabajo, Universidad de Córdoba, Loricá.
- Peña I.I. 2003. Aspectos reproductivos y ecología trófica de *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus guttatus* y *Brotula clarkae* en el parque Nacional Gorgona (Pacífico colombiano). Trabajo de grado. Biologo mención en biología marina. Universidad del Valle, Cali.
- Restrepo, D. 2010. Biología reproductiva de las especies ícticas más importantes para las pesquerías artesanales del área Tasajera-Santa Marta, (Magdalena, Colombia) entre febrero y octubre (2009). Tesis Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Solano, D., Guevara, F. S., & Nieto, C. O. 2013. Crecimiento y reproducción de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en el embalse de Urrá, Colombia. Revista MVZ Córdoba, 18(2), 3525-3533.
- Zuluaga-Gómez, A., T. Giarrizzo, M. Andrade and A. Arango-Rojas, 2014. Length-weight relationships of 33 selected fish species from the Cauca River Basin, trans-Andean region, Colombia. J. Appl. Ichthyol. 30:1077-1080.